

Polskie Towarzystwo Inżynierii Rolniczej

**Studium jakości technicznych badań pojazdów
w aspekcie bezpieczeństwa ruchu drogowego
i zanieczyszczenia środowiska**

Study on the quality of vehicles' technical inspections
in the aspect of road traffic safety and environmental pollution

Andrzej Kuranc

Kraków 2019

Patronat naukowy: Komitet Inżynierii Rolniczej

Komitet honorowy

Prof. dr hab. Janusz Haman – czł. rzecz. PAN

Prof. dr hab. Rudolf Michałek – czł. rzecz. PAN

Rada Naukowa Wydawnictwa

Prof. Radomir Adamovsky (Rep. Czeska)

Prof. Andrew Berger (USA)

Prof. Stefan Cenkowski (Kanada)

Prof. Dariusz Dziki (Polska)

Prof. Girma Gebresenbet (Szwecja)

Prof. Van der Goot, Atze Jan (Holandia)

Prof. Dorota Haman (USA)

Prof. Jayson K. Harper (USA)

Doc Ing. Zuzana Hlaváčová, CSc. (Słowacja)

Prof. Ryszard Hołownicki (Polska)

Dr ing. Bruno Huyghebaert (Belgia)

Prof. Leon Kukielka (Polska)

Prof. Marek Opielak (Polska)

Prof. Jacek Przybył (Polska)

Prof. Michele Rinaldi (Włochy)

Prof. Spiro E Stefanou (USA)

Dr Bernardo Strasbourg (Brazylia)

Prof. Bulgakov Wlodymyr (Ukraina)

Komitet Redakcyjny

Prof. dr hab. inż. Maciej Kuboń – redaktor naczelny

Dr hab. inż. Sławomir Kocira, prof. UP – sekretarz

Prof. dr hab. Pavol Findura

Prof. dr hab. Leon Kukielka

Wydawca:

Polskie Towarzystwo Inżynierii Rolniczej, Kraków, ul. Balicka 116B

Recenzenci:

Dr hab. inż. Zbigniew Kowalczyk

- Uniwersytet Rolniczy w Krakowie

Dr hab. inż. Przemysław Simiński, prof. WITPiS

- Wojskowy Instytut Techniki Pancernej
i Samochodowej w Sulejówku

ISBN 978-83-64377-36-5

Druk i oprawa:

NOVA SANDEC

ul. Lwowska 143, 33-300 Nowy Sącz

tel. +48 (18) 547 45 45

e-mail: biuro@novasandec.pl; <http://www.novasandec.pl>

Ark. wyd. 15,25; ark. druk. 13,5

Nakład: 100 egz.

Spis treści

WYKAZ OZNACZEŃ	6
1. WPROWADZENIE.....	8
2. WYBRANE ZAGADNIENIA ZWIĄZANE ZE STANEM TECHNICZNYM POJAZDÓW.....	12
2.1. Wiek pojazdu a skuteczność hamowania	12
2.2. Tłumienie drgań w zawieszeniu a stateczność ruchu pojazdu.....	14
2.3. Ciśnienie w ogumieniu a wyniki badań kontrolnych pojazdu.....	16
2.4. Poprawne ustawienie kół jezdnych pojazdu	16
2.5. Wybrane problemy ustawienia reflektorów	17
2.6. Wybrane problemy bezpieczeństwa ciągników rolniczych.....	19
3. BADANIA EMISJI SPALIN W ASPEKCIE EKOLOGICZNEGO ROZWOJU MOTORYZACJI.....	22
3.1. Oddziaływanie motoryzacji na środowisko	22
3.2. Badania wpływu silnika spalinowego na środowisko	23
3.3. Badania emisji spalin z wykorzystaniem stanowisk dynamometrycznych ..	24
3.4. Badania emisji spalin w warunkach eksploatacji pojazdu.....	27
3.5. Przykłady badań emisji spalin pochodzącej z ciągników rolniczych	29
3.6. Diagnostyczne pomiary emisji spalin.....	32
3.7. Podstawowe wiadomości o analizatorach spalin	35
4. PODSTAWOWE WIADOMOŚCI O STACJACH KONTROLI POJAZDÓW	38
4.1. Nadzór nad stacjami	38
4.2. Rodzaje stacji kontroli pojazdów	39
4.3. Rodzaje stanowisk kontrolnych.....	40
4.4. Wymagania stawiane stacjom kontroli pojazdów	42
4.4.1. Uwarunkowania prawne dotyczące funkcjonowania stacji kontroli pojazdów.....	42
4.4.2. Wymagania stawiane diagnostom.....	44
4.4.3. Wyposażenie kontrolno-pomiarowe	45
4.5. Wybór i analiza usytuowania urządzeń na stanowisku kontrolnym	46
4.6. Zarządzanie procesem badań technicznych.....	48
4.7. Analiza czynności związanych z kontrolą pojazdu	50
4.8. Problematyka badań ciągników rolniczych.....	52
5. PROBLEMATYKA BADAWCZA	55
5.1. Uwarunkowania technicznych badań pojazdów.....	55
5.2. Problem badawczy	56
5.3. Hipotezy badawcze	57
5.4. Cel i zakres badań	57

6. METODYKA BADAŃ	59
6.1. Metodyka badań jakości pomiarów na różnych stacjach kontroli pojazdów ..	59
6.1.1. Charakterystyka pojazdów wykorzystywanych w badaniach	60
6.1.2. Charakterystyka urządzeń kontrolno-pomiarowych	64
6.1.2.1. Urządzenia do kontroli skuteczności tłumienia drgań w zawieszeniu	66
6.1.2.2. Urządzenia do badania sił hamowania	69
6.1.2.3. Urządzenia do kontroli prawidłowości ustawienia kół jezdnych pojazdu	73
6.1.2.4. Urządzenia do kontroli ustawienia reflektorów	77
6.2. Metodyka oceny jakości badań analizatorów spalin	81
6.2.1. Kontrola metrologiczna analizatorów	82
6.2.2. Kontrola serwisowa analizatorów	86
6.2.3. Charakterystyka badanych analizatorów	87
6.3. Metodyka ankietowych badań jakości usługi badania pojazdu	90
6.3.1. Badania pojazdów w ocenie klientów stacji kontroli pojazdów	90
6.3.2. Urządzenia diagnostyczne w ocenie personelu stacji kontroli pojazdów ..	91
7. WYNIKI BADAŃ STANOWISKOWYCH	92
7.1. Wyniki badań skuteczności tłumienia drgań w zawieszeniu i pomiarów nacisków osi pojazdu	92
7.1.1. Wyniki pomiarów nacisków osi badanych pojazdów	92
7.1.2. Wyniki pomiarów skuteczności tłumienia drgań w zawieszeniu badanych pojazdów	94
7.2. Wyniki badań sił hamowania oraz wskaźników skuteczności hamowania ..	97
7.2.1. Wyniki pomiarów sił hamowania hamulca roboczego i awaryjnego ..	97
7.2.2. Wartości wskaźników skuteczności hamowania	103
7.3. Wyniki kontroli ustawienia kół jezdnych	106
7.4. Wyniki kontroli ustawienia reflektorów	109
8. ANALIZA WYNIKÓW BADAŃ	112
8.1. Analiza wyników pomiaru nacisków osi	112
8.2. Analiza wyników pomiaru skuteczności tłumienia drgań w zawieszeniu	116
8.3. Analiza wyników sił hamowania	126
8.3.1. Ocena zmienności wyników pomiaru sił hamowania	126
8.3.2. Różnice sił hamowania kół lewej i prawej strony pojazdu	144
8.3.3. Analiza wartości wskaźników skuteczności hamowania	155
8.3.4. Dyskusja wyników sił hamowania	160
8.4. Analiza wyników kontroli ustawienia kół jezdnych	164
8.5. Analiza wyników kontroli ustawienia reflektorów	168
8.6. Analiza wyników badań analizatorów spalin	174
8.6.1. Ocena wyników kontroli metrologicznej	174
8.6.2. Ocena wyników badań kontroli serwisowej analizatorów	176

8.6.3. Ocena stanu analizatorów spalin wykorzystywanych w technicznych badaniach pojazdów	181
8.7. Analiza oceny jakości usługi badania technicznego pojazdu oraz urządzeń diagnostycznych	181
8.7.1. Ocena technicznych badań pojazdów dokonana przez klientów stacji kontroli pojazdów	181
8.7.2. Ocena urządzeń diagnostycznych dokonana przez personel stacji kontroli pojazdów	187
8.7.3. Podsumowanie oceny jakości usługi okresowych badań technicznych pojazdu i niezawodności wyposażenia pomiarowego	192
9. WNIOSKI I PODSUMOWANIE	195
10. BIBLIOGRAFIA	110
11. SPIS TABEL I RYSUNKÓW	206
11.1. Tabele	206
11.2. Rysunki	208
STRESZCZENIE	212
SUMMARY	214

WYKAZ OZNACZEŃ

bdb.	– bardzo dobry/bardzo dobra (ocena właściwości lub stanu)
BOGE	– metoda badań skuteczności tłumienia drgań w zawieszeniu (producent amortyzatorów)
CAI	– controlled area ignition – system sterowania samozapłonem mieszanki w silniku spalinyowym
CMOS	– complementary metal-oxide semiconductor – układ wielu elementów światłoczułych wykonany w technologii CMOS
CNG	– compressed natural gas – sprężony gaz ziemny
CO	– carbon monoxide – tlenek węgla
CO ₂	– carbon dioxide – dwutlenek węgla
CVS	– constant volume sample – próbka stałej objętości
d.m.c.	– dopuszczalna masa całkowita
db.	– dobry/dobra (ocena właściwości lub stanu)
EUSAMA	– European Shock Absorbers Manufacturers Association - Europejskie Stowarzyszenie Producentów Amortyzatorów - metoda badań skuteczności tłumienia drgań w zawieszeniu
GPS	– global positioning system – globalny system pozycjonowania
HA	– hamulec awaryjny
HC	– hydrocarbons – węglowodory
HCCI	– homogenous charge compression ignition – system sterowania samozapłonem jednorodnej mieszanki
HR	– hamulec roboczy
ISO	– International Organization for Standardization - Międzynarodowa Organizacja Normalizacyjna
ITD	– Inspekcja Transportu Drogowego
k	– współczynnik rozszerzenia
K	– współczynnik ekstynkcji, (m ⁻¹)
LPG	– liquefied petroleum gas – skroplony gaz propan-butan
MGT5	– analizator spalin samochodowych
MIX-1	– mieszanina gazów wzorcowych - 1
MIX-2	– mieszanina gazów wzorcowych - 2
M _o	– moment obrotowy silnika, Nm
MPM4	– miernik emisji cząstek stałych
MTiB	– Ministerstwo Transportu i Budownictwa
ndb.	– niedobry/niedobra (ocena właściwości lub stanu)
NDIR	– non dispersive infrared – niedyspersyjny w podczerwieni – metoda analizy składu gazowego

N_e	– moc efektywna silnika, (kW)
NIK	– Najwyższa Izba Kontroli
NO_X	– nitric oxides – tlenki azotu
O_2	– oxygen – tlen cząsteczkowy
OBDII	– On-Board Diagnostic level 2 – system samodiagnostyki pojazdów
OIML	– Organisation Internationale de Métrologie Légale – Międzynarodowa Organizacja Metrologii Prawnej
OP	– oś przednia pojazdu
OSKP	– okręgowa stacja kontroli pojazdów
OSŚ	– odchylenie strumienia świetlnego w płaszczyźnie poziomej
OT	– oś tylna pojazdu
P	– ciężar pojazdu (nacisk całkowity pojazdu), (daN)
PC	– personal computer – komputer osobisty
PDCA	– Plan–Do–Check–Act - doskonalenie procesu zgodnie z cyklem Deminga
PEMS	– portable emission measurement system – mobilny system pomiaru emisji spalin w warunkach drogowych
PL	– przednie lewe koło pojazdu
PP	– przednie prawe koło pojazdu
PSKP	– podstawowa stacja kontroli pojazdów
PŚŚ	– pochylenie strumienia świetlnego w płaszczyźnie pionowej, (%)
R	– względna różnica sił hamowania lewego i prawego koła, (%)
SKP	– stacja kontroli pojazdów
SMS	– short message service – usługa przesyłania krótkich wiadomości tekstowych
STD	– współczynnik skuteczności tłumienia drgań, (%)
T	– siła hamowania, (kN)
T_L, T_P	– siła hamowania lewego/prawego koła, (kN)
TDT	– Transportowy Dozór Techniczny
THETA	– metoda badań skuteczności tłumienia drgań w zawieszeniu
TL	– tylne lewe koło pojazdu
TP	– tylne prawe koło pojazd
$u(\Delta w_c)$	– niepewność standardowa wyświetlacza,
$U(E_a)$	– niepewność rozszerzona,
$u(E_a)$	– niepewność złożona,
$u(w_a)$	– niepewność standardowa rozrzutu wskazań,
$u(w_{wz})$	– niepewność standardowa wzorca,
UKJ	– ustawienie kół jezdnych
WSH	– współczynnik skuteczności hamowania, (%)
ZS	– silnik spalinowy o samoczynnym zapłonie mieszanki
ZI	– silnik spalinowy o iskrowym zapłonie mieszanki
ZW500	– stanowisko dynamometryczne do badań ciągników rolniczych

1. WPROWADZENIE

Obserwowany w ostatnich dziesięcioleciach rozwój cywilizacyjny związany jest z dynamicznym rozwojem środków transportu indywidualnego. Pociąga to za sobą konieczność rozwoju infrastruktury transportowej oraz innych dziedzin z tym związanych. Rosną przy tym wymagania odnośnie bezpieczeństwa w ruchu drogowym, a to z kolei wymusza konieczność powszechnego i systematycznego kontrolowania stanu technicznego wykorzystywanych pojazdów.

Analizując różne aspekty bezpieczeństwa ruchu drogowego nie można pominąć ciągników rolniczych, które także odgrywają dużą rolę w tej dziedzinie. Co roku w okresach nasilenia prac rolniczych można je zauważyć na drogach publicznych, wykorzystywane do ciągnięcia przyczep wypełnionych płodami rolnymi. Zimą w okresie opadów śniegu są także wykorzystywane do utrzymania w przejezdnym stanie lokalnych dróg gminnych.

Stan techniczny każdego pojazdu zmienia się w skutek jego eksploatacji i procesów starzeniowych zachodzących w jego podzespołach. Nieuchronnie prowadzi to do zmian, które mogą być niebezpieczne z uwagi na uszkodzenia elementów pojazdu i wynikające z nich nieprzewidziane wcześniej zdarzenia drogowe (Najwyższa Izba Kontroli, 2014; Symon, 2018). Według Głównej Komendy Policji w Warszawie w roku 2017 w Polsce odnotowano ogółem 32 760 wypadków, w których śmierć poniosło 2 831 osób, a 39 466 zostało rannych (Symon, 2018). Te statystyki, mimo że niższe niż w poprzednich latach, nie są powodem do zadowolenia. Dla ofiar i ich rodzin to największa tragedia, więc należy dokładać wszelkich starań, aby tego rodzaju statystyki konsekwentnie minimalizować.

Wspomniane wypadki i zdarzenia drogowe to głównie efekty niedoskonałości funkcjonowania systemu „człowiek-droga-pojazd” wraz z wszelkimi interakcjami zachodzącymi pomiędzy tymi elementami (Huvarinen i in., 2017). Trudno jest zatem wskazać proste rozwiązanie służące poprawie bezpieczeństwa ruchu drogowego. Jednym z czynników wpływających na zwiększenie ryzyka na drogach jest nadmierna prędkość, a ściślej prędkość niedostosowana do danych warunków drogowych. Niestety coraz częściej pośpiech i brawura przyczyniają się do tego, że nagminnie kierowcy przekraczają dozwolone limity prędkości o 20-30 km/h, co znajduje potwierdzenie w szeregu opracowań na ten temat (Elvik i Vaa, 2004; Gaca i Kiec, 2016; Żukowska i in., 2017). Nie należy jednak zapominać, że w związku z rozwijaną prędkością dużego znaczenia nabierają aspekty techniczne związane z pojazdem.

Większość usterek pojazdu uwidacznia się dopiero wtedy, gdy stopień zużycia części jest tak duży, że jest to już odczuwalne przez kierującego bądź pasażerów. Nowoczesna diagnostyka pojazdowa pełni zatem istotną rolę, ponieważ prowadzona systematycznie pozwala na wykrycie usterek we wczesnym stadium ich rozwoju i dzięki temu minimalizuje koszty napraw oraz zmniejsza ryzyko zagrożeń. Usterki takie jak niewyważenie kół, niedomagania zawieszenia i amortyzatorów, czy zły stan płynu hamulcowego lub niewłaściwa wartość ciśnienia w ogumieniu mogą być przyczyną poważnych następstw (Sitek i Syta, 2011; Kułakowska i Patyk, 2013; Wróblewski i in., 2015). Jednakże są to parametry trudne do zdiagnozowania bez zastosowania poprawnie działających przyrządów pomiarowych. Zatem, istotne jest, aby wspomniane przyrządy były w stanie zapewniającym dokonanie rzetelnej oceny pojazdu.

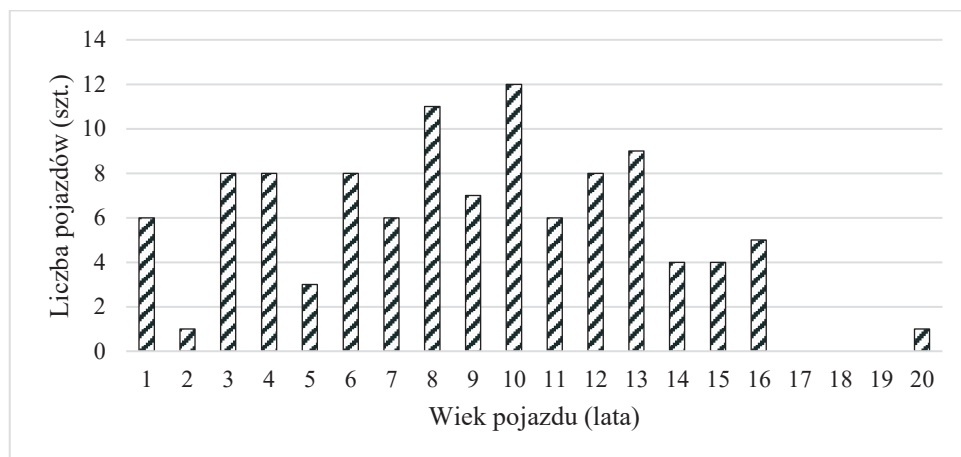
W statystykach policyjnych w 2017 r. odnotowano 40 wypadków drogowych, w których jako bezpośrednią przyczynę wskazano niesprawność techniczną pojazdu. W wyniku tych wypadków 6 osób zginęło, a 49 odniosło obrażenia. Taka liczba w odniesieniu do ogółu wypadków (32 760) wydaje się być niewielka, jednakże nie zawsze statystyka policyjna dokładnie wskazuje przyczyny zdarzenia. Podczas oględzin pojazdów na miejscu zdarzenia stwierdzone są także usterki techniczne, które nie miały bezpośredniego wpływu na wystąpienie wypadku. Ogółem podczas oględzin pojazdów biorących udział w wypadkach w 2017 r. stwierdzono 121 usterek, a najczęściej odnotowano w oświetleniu (45,5%) oraz niewłaściwym stanie ogumienia (25,6%), przy czym należy przyjąć, że w jednym wypadku mogło wystąpić kilka usterek (Symon, 2018). Podczas oględzin miejsca wypadku i biorących w nim udział pojazdów wypełniana jest między innymi tzw. karta zdarzenia drogowego oraz protokół oględzin pojazdu (Dzierga i Opiela, 2015). Spośród usterek, które podlegają ocenie można wskazać: niesprawność oświetlenia, usterki układu kierowniczego i hamulcowego, niedostateczną widoczność z wnętrza pojazdu, nieprawidłowe załadowanie lub oznakowanie pojazdu. Nie przewidziano możliwości oceny skuteczności tłumienia drgań w zawieszeniu, co może mieć znaczący wpływ na przebieg procesu hamowania lub przyczepność kół podczas pokonywania zakrętów. Po wypadku, nie można zazwyczaj stwierdzić, że przed wypadkiem nieprawidłowo ustawiona była geometria kół pojazdu, która może znacząco determinować sposób prowadzenia pojazdu. Inne przyczyny jak np. niedostosowanie prędkości jazdy do warunków panujących na drodze lub wymuszenie pierwszeństwa przejazdu, także mogą przesłonić fakt, że w danym pojeździe do wypadku przyczyniła się dodatkowo niesprawność układu hamulcowego. Podczas postępowania wyjaśniającego lub sądowego niekiedy następuje zmiana kwalifikacji przyczyny zdarzenia, niemniej jednak w danych statystycznych pozostają już pierwotne zapisy (Pałubicki i Czapiewski, 2017).

Są także dane nie powiązane z wypadkami, a również dotyczące stanu technicznego pojazdów, które ujawniają, że w 2015 r. policja, w wyniku rutynowych kontroli obejmujących tylko odsetek pojazdów, zatrzymała aż 425 tys. dowodów rejestracyjnych pojazdów, których zły stan techniczny nie budził wątpliwości i zagrażał bezpieczeństwu na drogach oraz środowisku naturalnemu (Najwyższa Izba Kontroli, 2017).

Ponadto funkcjonariusze policji działający w porozumieniu z NIK, ujawnili podczas kontroli pojazdów wyjeżdżających ze stacji kontroli pojazdów aż 17 przypadków dopuszczenia do ruchu pojazdów, pomimo ich niesprawności lub nawet bez wykonywania badań oraz 165 przypadków użytkowania pojazdów z usterkami zagrażającymi bezpieczeństwu, które zostały dopuszczone do ruchu co najwyżej dwa miesiące wcześniej (Najwyższa Izba Kontroli, 2017).

Przytaczane dane o stanie technicznym pojazdów pokrywają się niestety z wynikami obserwacji wykonywanych podczas okresowych przeglądów technicznych na jednej ze stacji kontroli pojazdów w Lublinie. Analizę prowadzono w okresie 5 tygodni w oparciu o badania techniczne 68 pojazdów o d.m.c. poniżej 3,5 t. W wyniku badań stwierdzono, że tylko mała część pojazdów (29%) była bez usterek. Jedną usterkę wykazało 29% pojazdów, 19% dwie usterki, a trzy i więcej usterek stwierdzono w 14% pojazdów. Nieprawidłowości w oświetleniu wykazała połowa badanych pojazdów. Jego skuteczną regulację przeprowadzono w 31%, ale w 19% konieczna była specjalistyczna naprawa. Niesprawności układu hamulcowego wykryto w 17% pojazdów, a w przypadku 7% pojazdów stwierdzono przekroczenie norm dopuszczalnej emisji spalin (Fiut, 2012).

Badania własne realizowane we współpracy z inną stacją kontroli pojazdów w Lublinie obejmowały ocenę 107 samochodów osobowych, które na przełomie listopada i grudnia 2016 poddawane były badaniom technicznym. Strukturę wiekową badanych pojazdów zaprezentowano na rys. 1. Wyniki badań wskazywały na liczne usterki pojazdów (rys. 2). Najwięcej z nich (po ok. 65% w grupie) występowało w pojazdach o przebiegu w zakresie od 200 do 250 tys. km, od 250 tys. do 300 tys. km i powyżej 300 tys. km. Najmniej usterek (ok. 25%) stwierdzono dla pojazdów trzyletnich, o przebiegu do 50 tys. km, przyjeżdżających na badanie techniczne po raz pierwszy od daty pierwszej rejestracji pojazdu.



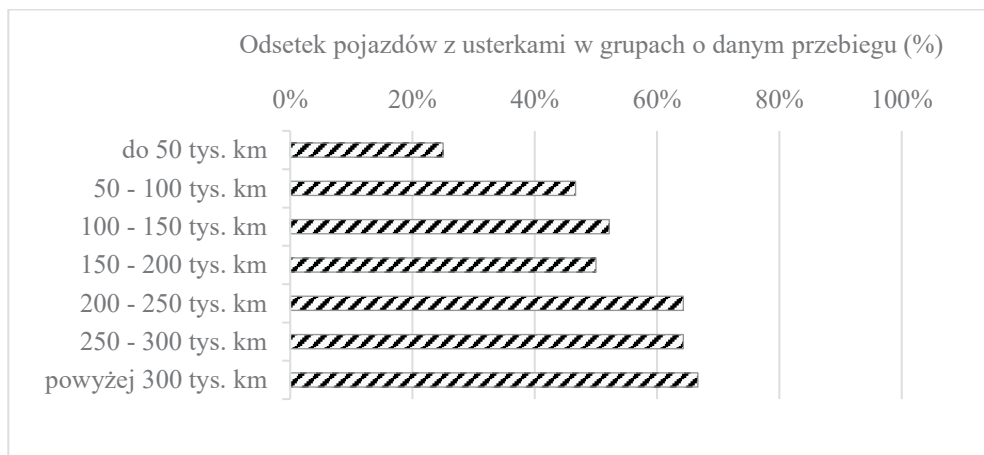
Rys. 1. Struktura wiekowa badanej grupy pojazdów (badania własne)

Fig. 1. Age structure of tested vehicles (own research)

Układ hamulcowy niesprawny był w przypadku 12% pojazdów, a usterki dotyczyły głównie hamulca awaryjnego. Luzy w układzie zawieszenia stwierdzono w 23% badanych pojazdów, a 3% wykazały się niesprawnością amortyzatorów. 20% pojazdów posiadało braki w oświetleniu, a w 10% wykazano nieprawidłowe ustawienie reflektorów światła mijania. Ogółem usterki wystąpiły w 59 pojazdach, co stanowiło 55% wszystkich przebadanych pojazdów.

Podobne wyniki uzyskiwane są również w innych ośrodkach w kraju (Stoeck, 2017). Najwięcej usterek dotyczy oświetlenia (ok. 32%). Następnymi układami wykazującymi nieprawidłowości w działaniu są układ hamulcowy (23%), kierowniczy (15%), układ zawieszenia i ogumienie (10%).

Prezentowane wyniki badań wskazują na to, że usterek w pojazdach jest więcej niż wykazują statystyki policyjne. Należy jednak pamiętać, że policja nie dysponuje takimi środkami jak stacje kontroli pojazdów, w związku z tym kontrola zapewniająca taki sam stopień jakości badań w warunkach drogowych towarzyszących kolizji jest niemożliwa. Niemniej należy przypuszczać, że po naszych drogach poruszają się pojazdy, których stan techniczny odbiega od wymagań w znacznie większym stopniu niż wynika to ze statystycznych przyczyn wypadków.

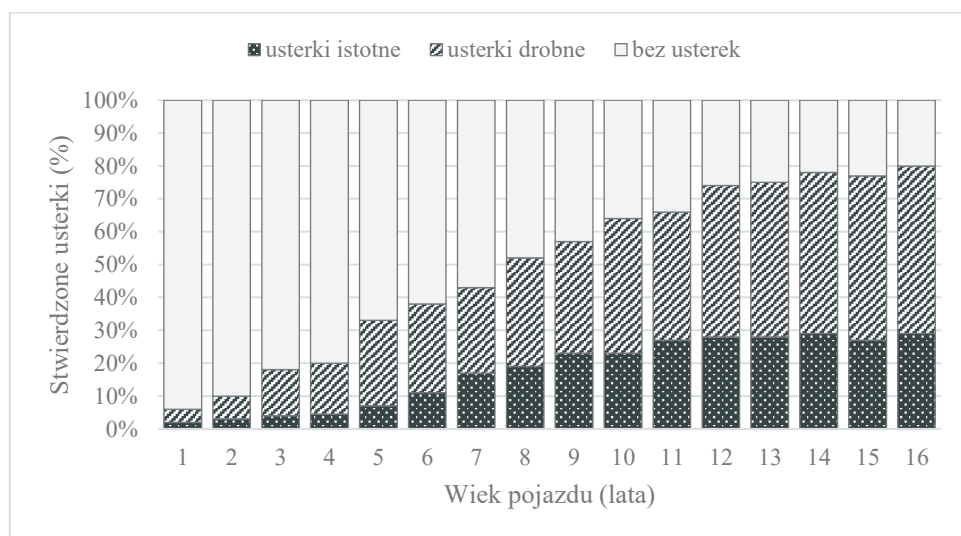


Rys. 2. Występowanie usterek w pojazdach w zależności od przebiegu (badania własne)

Fig. 2. Occurrence of faults in vehicles depending on the mileage (own research)

2. WYBRANE ZAGADNIENIA ZWIĄZANE ZE STANEM TECHNICZNYM POJAZDÓW

Wraz z upływem czasu wzrasta prawdopodobieństwo wystąpienia usterek w pojeździe, zarówno tych tzw. drobnych, jak również istotnych, które zasadniczo mogą ważyć na bezpieczeństwie ruchu drogowego (rys. 3). Obserwuje się przy tym, że wraz z wiekiem wzrasta także liczba pojazdów naprawianych przez użytkowników w własnym zakresie, co nie zawsze przekłada się na wysoką jakość wykonanej naprawy i późniejszy dobry stan techniczny pojazdu. Dla przykładu pojazdy w okresie do 2 lat są w 90% serwisowane w autoryzowanym serwisie, natomiast pojazdy w wieku ok. 8 lat do autoryzowanego serwisu trafiają już tylko w 42%, natomiast 43% usług serwisowych świadczą niezależne warsztaty, a ok. 15% to obsługa wykonywana we własnym zakresie lub wcale (Jarosiński, 2014).



Rys. 3. Rodzaj i udział usterek stwierdzonych w pojazdach w odniesieniu do wieku badanego pojazdu (Pałubicki i Czapiewski, 2017)

Fig. 3. Type and share of defects found in vehicles in relation to the age of the vehicle (Pałubicki and Czapiewski, 2017)

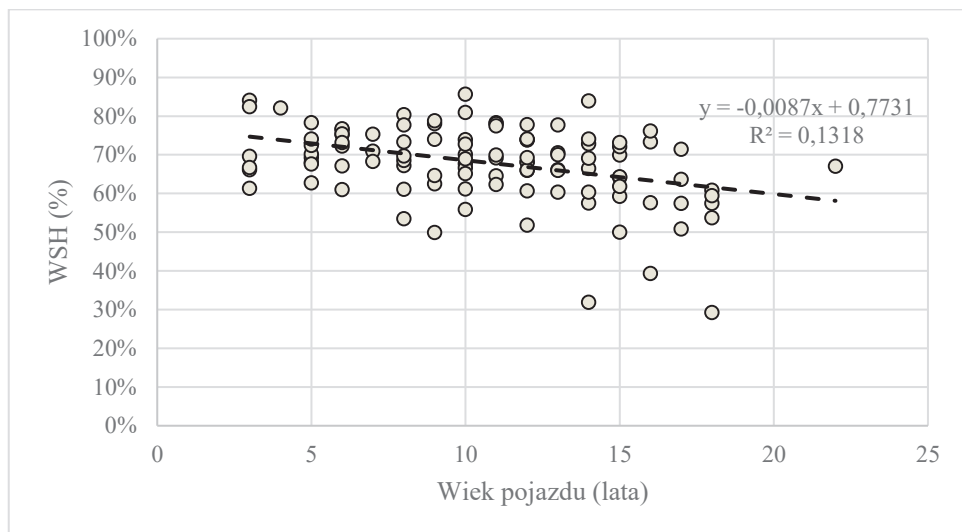
2.1. Wiek pojazdu a skuteczność hamowania

Jedną z przyczyn wypadków drogowych jest zły stan techniczny pojazdów, a jednym z podstawowych układów w pojeździe jest układ hamulcowy, który jest jednym z najważniejszych systemów odpowiedzialnych za bezpieczeństwo na drogach.

Stan techniczny układu hamulcowego i skuteczność jego działania przekładają się na czas reakcji układu i długość drogi hamowania potrzebnej do zatrzymania pojazdu. Jednym ze

sposobów zmniejszenia liczby wypadków drogowych jest poprawa metod i sposobów kontrolowania parametrów oceny układu hamulcowego. Liczne badania przeprowadzane w różnych ośrodkach naukowych potwierdzają, że rodzaj i stan układu hamulcowego mają duży wpływ na osiągnięte wartości wskaźnika skuteczności hamowania (Kudarauskas, 2007; Berjoza i Mickevi, 2009).

Wspomniane wcześniej badania własne na grupie 107 pojazdów wskazują na związek wskaźnika skuteczności hamowania z wiekiem pojazdu. Na rys. 4 zaobserwować można, że wartość wskaźnika skuteczności hamowania (WSH) stopniowo maleje wraz z wiekiem pojazdu, co może mieć także związek z jakością obsługi. Zazwyczaj pojazdy o przebiegu ponad 100 tys. km są już po pierwszej wymianie tarcz hamulcowych i klocków, jednakże inne czynniki mogą również wpływać na skuteczność hamowania. Może to być płyn hamulcowy i przewody doprowadzające płyn do zacisków hamulcowych lub czynniki związane ze stopniowo pogarszającym się stanem pompy hamulcowej oraz podciśnieniowego układu wspomagającego (Kuranc i in., 2018).



Rys. 4. Wskaźnik skuteczności hamowania (WSH) obliczony w oparciu o bieżącą masę pojazdów różnych marek w zależności od wieku pojazdu (badania własne)

Fig. 4. Braking performance index (WSH) calculated on the current mass of different brands vehicles depending on their age (own research)

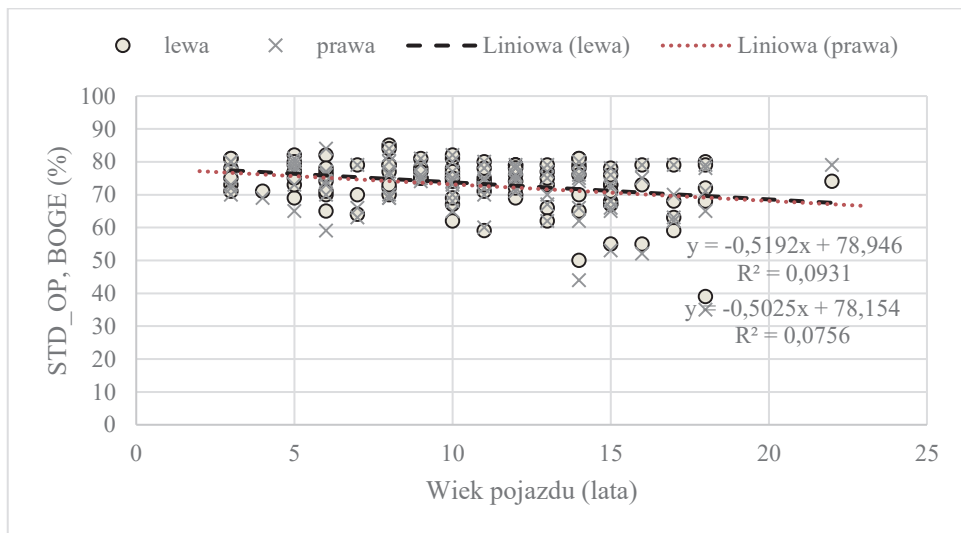
Dużego znaczenia nabierają także umiejętności kierowcy, czego potwierdzeniem są przykłady badań realizowanych przez DTU Science Park w Holandii (Greibe, 2007). Analizując wyniki prezentowane przez Greibe należy zauważyć, że długość drogi hamowania może różnić się nawet o 10-20% w zależności od tego, czy za kierownicą usiadzie doświadczony, profesjonalny kierowca czy kierowca bez dużego doświadczenia. Jeżeli obok braku stosownego doświadczenia i kwalifikacji kierowcy dodatkowo wystąpi zły stan układu hamulcowego, to skuteczność hamowania w warunkach drogowych znacznie zmaleje. Oczywiście inne czynniki warunkujące eksploatację pojazdu (Greibe, 2007; Kuranc i in., 2018; Świderski

i in., 2019) takie, jak stan nawierzchni, obciążenia dynamiczne, styl jazdy kierowcy, jazda miejska, pozamiejska lub pora roku również odgrywają znaczącą rolę w procesie eksploatacji pojazdu i przyczyniają się do zużywania się jego elementów, także elementów układu hamulcowego (Caban i in., 2016; Kuranc i in., 2018; Świdorski i in., 2019). Zmienna intensywność zużywania się tych elementów wymaga monitorowania stanu technicznego pojazdu zazwyczaj częściej niż wynika to z obowiązkowego corocznego technicznego badania pojazdu (Idzikowski, 2011). Jednak takie działania nie są obowiązkowe i tylko nieliczni użytkownicy są świadomi ich przydatności, szczególnie wówczas, gdy pojazd charakteryzuje się już przebiegiem kilkuset tysięcy kilometrów lub wiekiem powyżej 10 lat. Przy czym należy zauważyć, że średni wiek pojazdów w Polsce kształtuje się na poziomie 16 lat (Pałubicki i Czapiewski, 2017).

2.2. Tłumienie drgań w zawieszeniu a stateczność ruchu pojazdu

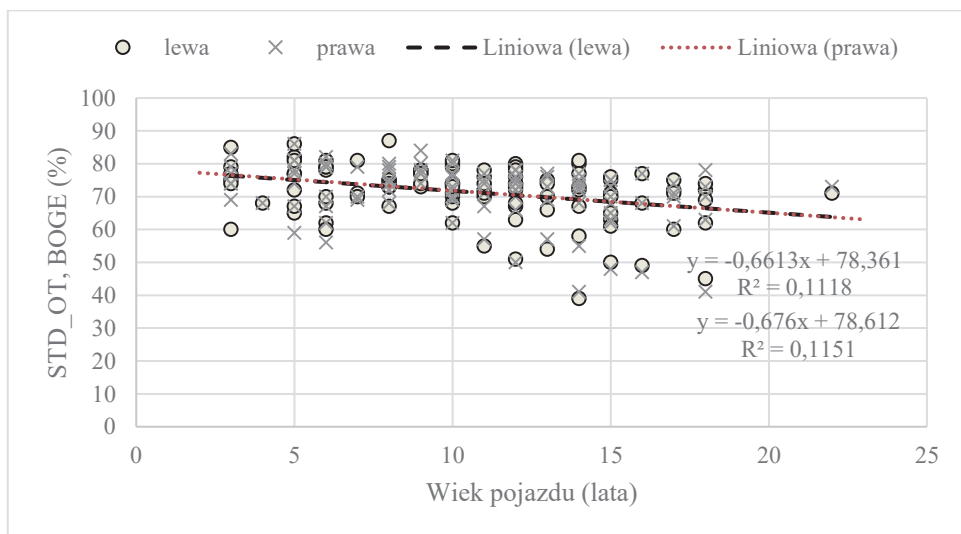
Zazwyczaj użytkownicy pojazdów nie doceniają znaczenia stanu amortyzatorów zainstalowanych w pojeździe, a są one odpowiedzialne za właściwe tłumienie drgań w zawieszeniu. Oczywiście jednym z ich zadań jest zapewnienie komfortu dla osobom korzystającym z pojazdu, ale znacznie ważniejsze jest zapewnienie właściwego kontaktu koła z podłożem. Idealnym rozwiązaniem byłoby takie zawieszenie, które zapewniałoby wyeliminowanie kołysania nadwozia pojazdu zaraz po zadziałaniu impulsu wymuszającego ugięcie elementów sprężystych. Takim impulsem mogą być oddziaływania pojawiające się w wyniku najechania na występujące w podłożu nierówności, bądź przechyły nadwozia wywołane gwałtowną zmianą kierunku ruchu lub hamowaniem. Sytuacje tego typu mogą prowadzić do chwilowych zmian nacisku koła i tym samym do zmian wartości sił reakcji poprzecznych podłoża, a to może prowadzić do utraty panowania nad pojazdem lub wydłużeniem się drogi hamowania (Lozia i Nowakowski, 2001; Parczewski, 2011). Niesprawne amortyzatory powodują zmiany profilu sterowności pojazdu (podsterowność/nadsterowność) również podczas hamowania na torze prostoliniowym. Znaczenie defektów zwiększać się będzie wraz z pogarszaniem się warunków przyczepności na drodze (Parczewski, 2011). Każda z tych sytuacji może być niebezpieczna i może prowadzić do wypadku. Co więcej, położenie środka ciężkości pojazdu odgrywa przy tym ważną rolę, gdyż wysoko położony środek masy przewożonego ładunku i pojazdu może potęgować ryzyko utraty stateczności ruchu (Lozia i in., 2008a, b; Prochowski i Kozioł, 2011; Simiński, 2011, 2012). Skuteczność tłumienia drgań jest zatem istotnym czynnikiem podczas eksploatacji pojazdu, podobnie jak jej kontrola, której przeprowadzanie powinno pozwalać na wiarygodną ocenę stanu technicznego amortyzatorów zamontowanych w pojeździe.

Związek stopniowo pogarszającego się stanu technicznego amortyzatorów zamontowanych w pojeździe zaobserwować można na rys. 5 i rys. 6, gdzie linie trendu ukazują tendencje zmian skuteczności tłumienia drgań (STD) z wiekiem pojazdu. Badania własne były realizowane przy wykorzystaniu urządzenia FWT1 firmy Maha działającego w oparciu o metodę BOGE. W uwzględnianych przypadkach ponad stu pojazdów mogły się oczywiście pojawić też takie, w których wymieniano elementy zawieszenia, w tym również amortyzatory, co mogłoby powodować wyższe wskazania STD. Niemniej wyniki badań wskazują na przewidywaną tendencję zniżkową. Badania o podobnej specyfice przeprowadzał także producent urządzeń diagnostycznych firma Maha, a ich wyniki oparte na ponad 3000 szt. pojazdów również potwierdzają te spostrzeżenia (Maha, 2010a).



Rys. 5. Skuteczność tłumienia drgań (BOGE) w zawieszeniu osi przedniej pojazdów różnych marek w zależności od wieku pojazdu (badania własne)

Fig. 5. Effectiveness of vibration damping (BOGE) in the front axle suspension of different brands vehicles depending on their age (own research)



Rys. 6. Skuteczność tłumienia drgań w zawieszeniu osi tylnej pojazdów różnych marek w zależności od wieku pojazdu (badania własne)

Fig. 6. Effectiveness of vibration damping (BOGE) in the rear axle suspension of different brands vehicles depending on their age (own research)

2.3. Ciśnienie w ogumieniu a wyniki badań kontrolnych pojazdu

Należy pamiętać o innych czynnikach mających związek z współpracą koła z podłożem. Szczególnie istotnymi parametrami są stan nawierzchni podłoża, ogumienie i ciśnienie w ogumieniu pojazdu, wpływające zarówno na proces tłumienia drgań w zawieszeniu oraz rozwijane siły hamowania, jak również stateczność podłużną i poprzeczną pojazdu (Szumska i in., b.d.; Kulikowski i Szpica, 2014). Liczne badania wykazują związek ciśnienia z zachowaniem się pojazdu na drodze (Parczewski, 2013; Waluś i in., 2015). Można ponadto zaobserwować istotny związek ciśnienia w ogumieniu z wynikami badań diagnostycznych pojazdu ze szczególnym naciskiem na pomiary sił hamowania na stanowisku rolkowym (Konieczny i Śleziak, 2008; Burdzik i Warczek, 2010), a także skuteczności tłumienia drgań w zawieszeniu metodami drgań wymuszonych (BOGE, EUSAMA) (Kupiec i Ślaski, 2004; Burdzik i Konieczny, 2009; Filipiak i Jóska, 2009; Kuranc, 2009; Stańczyk i Jurecki, 2014). Stwierdza się między innymi, że wraz ze wzrostem ciśnienia w ogumieniu badanych pojazdów wartość wskaźnika EUSAMA dla układów zawieszenia wykazuje tendencję malejącą. W wyniku zmian ciśnienia w zakresie od 1 do 3 bar różnice pomiędzy najwyższymi i najniższymi wartościami wskaźnika skuteczności tłumienia przekraczają niekiedy 50 %. Można poza tym zaobserwować malejący trend zmian wartości sił hamowania wraz ze wzrostem ciśnienia w ogumieniu osi tylnej i rosnący trend zmian wartości sił hamowania wraz ze wzrostem ciśnienia w ogumieniu osi przedniej z lokalnym minimum dla nominalnej wartości ciśnienia w ogumieniu (Burdzik i Warczek, 2010). Jednocześnie obserwuje się istotny związek wskaźnika EUSAMA z naciskiem statycznym koła na podłoże (Filipiak i Jóska, 2009; Kuranc, 2009), i dodatkowo związek z masą bezwładną płyt drgających testera zawieszenia (Lozia i Zdanowicz, 2018). W niektórych metodach pomiaru skuteczności tłumienia drgań znaczenie ma także sposób ustawienia pojazdu na stanowisku pomiarowym (Kuranc i in., 2014b). Różnice wskazań amplitudy drgań mogą dochodzić do 50%, a współczynnika STD do ok. 20%. Naciski kół lewej i prawej strony mogą różnić się nawet o ok. 50%, jeżeli będą mierzone przy skośnym ustawieniu pojazdu. Wyniki tych i im podobnych badań (Filipiak i Kiciński, 2015) świadczą o tym, że współczesne metody badań zawieszenia, hamulców i innych układów zależą od parametrów eksploatacyjnych pojazdu.

2.4. Poprawne ustawienie kół jezdnych pojazdu

Waga prawidłowego ustawienia kół jezdnych pojazdu jest nie do przecenienia. Od właściwego ustawienia kół zależy prawidłowe przenoszenie sił stycznych na podłoże, a co za tym idzie, możliwość panowania nad pojazdem podczas jego ruchu. Parametrów charakteryzujących prawidłowe ustawienie kół pojazdu jest wiele (Bocheński, 2000; Andrzejewski, 2010; Trzeciak, 2014). Do podstawowych zaliczyć należy:

- zbieżność kół,
- kąt pochylenia sworznia zwrotnicy,
- kąt wyprzedzenia sworznia zwrotnicy,
- kąt pochylenia koła,
- promień zataczania,
- kontrolne kąty skrętu kół kierowanych,

- nierównoległość osi
- przesunięcie boczne kół.

Każdy z wymienionych ma istotny wpływ na współpracę kół z podłożem i prowadzenie pojazdu na drodze. Skupiając się jedynie na zbieżności, można tłumaczyć jej obecność koniecznością zniwelowania odkształceń, jakie powstają w elementach wodzących układu zawieszenia. Obecne w miejscach połączeń wahaczy kół z podwoziem elementy gumowe odkształcają się. Wskutek tego równolegle ustawione koła w spoczynku, pod wpływem pojawiających się sił stycznych podczas ruchu (oporów toczenia, siły hamowania, siły napędowej) będą się rozchylać na boki lub zbliżać ku sobie (Dąbrowski i in., 2018). Nierównoległe ustawienie kół podczas jazdy jest niewskazane. Taka sytuacja w trakcie jazdy będzie powodowała, że któreś z kół, które ma do wykorzystania mniejszy współczynnik przyczepności do podłoża lub jest obciążone mniejszą siłą nacisku, będzie toczyło się z poślizgiem bocznym. Nie jest to sytuacja stała, ponieważ po chwili, z uwagi na niewielkie różnice przyczepności i nacisków, drugie koło może przejąć prowadzenie. Pojazd będzie zachowywał się niestabilnie, wymagając od kierowcy stałej uwagi. Ponadto wiąże się to z szybkim zużywaniem się ogumienia ze względu na stale występujący poślizg boczny.

2.5. Wybrane problemy ustawienia reflektorów

Wyniki badań własnych oraz inne opracowania wskazują, że tylko ok. 70% pojazdów nie wykazuje nieprawidłowości w działaniu reflektorów (Fiut, 2012; Miros, 2013; Stoeck, 2017). Często są to problemy związane ze źródłem światła, jak również z ustawieniem reflektora, wadami jego zamocowania lub zamocowania żarówki. Takie zagadnienia oczywiście podlegają ocenie podczas badań technicznych, ale jeżeli nie uwzględni się odpowiednich warunków przeprowadzenia badań, to i tak w końcowym efekcie ustawienie reflektorów może być nieprawidłowe.

Wspomniane wcześniej ciśnienie w ogumieniu ma związek z ustawieniem pojazdu na jezdni oraz na stanowisku diagnostycznym i wpływa tym samym na zasięg oraz kierunek świecenia reflektorów oraz na wyniki kontroli ich ustawienia. Stąd oczywisty wniosek, że wartość ciśnienia w ogumieniu ma bardzo duże znaczenie dla bezpieczeństwa ruchu drogowego.

Wymagania dla stacji kontroli pojazdów zakładają, że wypoziomowanie stanowiska może charakteryzować się błędem nie większym niż 3 mm/m długości (Dz. U. poz. 275, 2006). Jednakże podczas pomiaru ustawienia reflektorów zakłada się, że ciśnienie w ogumieniu będzie wyregulowane na wartość nominalną wg zaleceń producenta pojazdu. Jeżeli ciśnienie nie zostanie skontrolowane i wyregulowane do zakładanej wartości, to w skrajnym przypadku błąd wypoziomowania nadwozia pojazdu może osiągnąć wartość dodatkowych 5-10 mm/m. Może to znacząco ważyć na ocenie ustawienia reflektorów w pojeździe i ich nieprawidłowej oraz nieuzasadnionej regulacji. Zakładając przykładowo, że w skrajnym przypadku koła osi przedniej będą charakteryzowały się obniżonym ciśnieniem, a przez to ugięciem statycznym opony o 10 mm większym niż przy nominalnym ciśnieniu, to przy rozstawie osi wynoszącym 2,5 m pochylenie promienia świetlnego (PSS) wzrośnie o 0,4% (przy nominalnej wartości 1,0%). Jeżeli wysokość położenia środka reflektora w pojeździe to 0,6 m, wówczas zasięg świecenia reflektorów w osi symetrii pojazdu wynosiłby ok. 43 m (nominalnie 60 m). Gdyby niższym ciśnieniem charakteryzowały się tylne koła to zasięg

wzrósłby do ok. 100 m. W tym rozumowaniu nie uwzględniono jeszcze dopuszczalnych odchylek ustawienia PPŚ, które zgodnie z formalnymi zaleceniami (Dz. U. poz. 776, 2015) wynoszą +0,3% w górę i -0,5% w dół. Uwzględniając te wartości zasięg może się zmienić do minimalnie 35 m i maksymalnie 200 m. Będą to jednak zdecydowanie nieodpowiednie wartości, mogące bezwzględnie wpływać na bezpieczeństwo drogowe. Należy przy tym zwrócić uwagę, że wartość 200 m, to wartość nierealna, gdyż strumień światła emitowany przez rozpraszający reflektor świateł mijania docierający na taką odległość charakteryzowałby się bardzo niską wartością natężenia, a z drugiej strony nawet niewielki ruch nadwozia powodowałby oślepianie kierowców nadjeżdżających z przeciwnika.



Rys. 7. Niedokładnie osadzona żarówka w gnieździe – nieprawidłowa granica światła i cienia, oślepianie nadjeżdżających z przeciwnika (badania własne)

Fig. 7. Incorrectly embedded light bulb in its socket - incorrect border of light and shadow, dazzling oncoming drivers (own research)



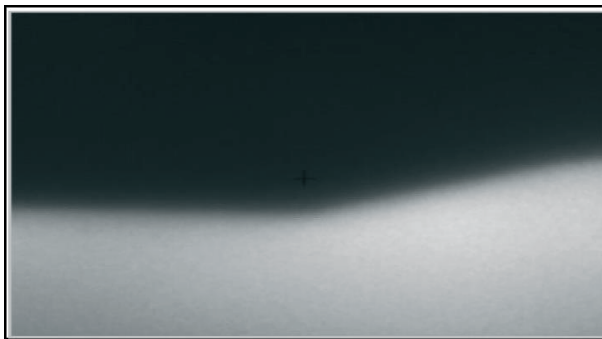
Rys. 8. Skorygowane położenie żarówki – granica światła i cienia obecna, brak oślepiania nadjeżdżających z przeciwnika (badania własne)

Fig. 8. Corrected position of the bulb - the border of light and shadow present, no dazzling of oncoming drivers (own research)

Opisany problem dotyczy tylko jednego czynnika wpływającego na poprawność ustawienia reflektorów w pojeździe. Innym i zarazem bardzo częstym powodem niewłaściwego ustawienia świateł i oślepiania innych uczestników ruchu drogowego jest wadliwy sposób zamocowania źródła światła.

Wymiana żarówki jest często wykonywana w warunkach drogowych lub przy stacji benzynowej, gdzie można nabyć nową. Najczęściej takie czynności wykonywane są w okresie jesienno-zimowym, gdy większą część czasu zapalone są światła mijania, a nie światła do jazdy dziennej. Wymiana żarówki nie zawsze jest łatwa, a zła pogoda i niskie temperatury otoczenia powodują, że użytkownik pojazdu wykonuje ją w pośpiechu i często niedokładnie. Może to skutkować niewłaściwym osadzeniem żarówki w jej gnieździe.

Dla przykładu na rys. 7 przedstawiono sposób świecenia reflektora świateł mijania, w którym żarówka była niedokładnie osadzona i źle zabezpieczona. Kolejny obraz (rys. 8) przedstawia efekt przeprowadzonej korekty, który jest już do zaakceptowania. Rys. 9 prezentuje prawidłowy sposób świecenia reflektora projektorowego wyposażonego w źródło wyładowcze (reflektor ksenonowy).



Rys. 9. Prawidłowo ustawiony reflektor soczewkowy świateł mijania – wyraźna granica światła i cienia, brak oślepiania nadjeżdżających z przeciwnika, doświetlone pobocze (badania własne)

Fig. 9. Correctly aligned lens dipped beam reflector - a clear border of light and shadow, no dazzling of oncoming drivers, well-lit roadside (own research)

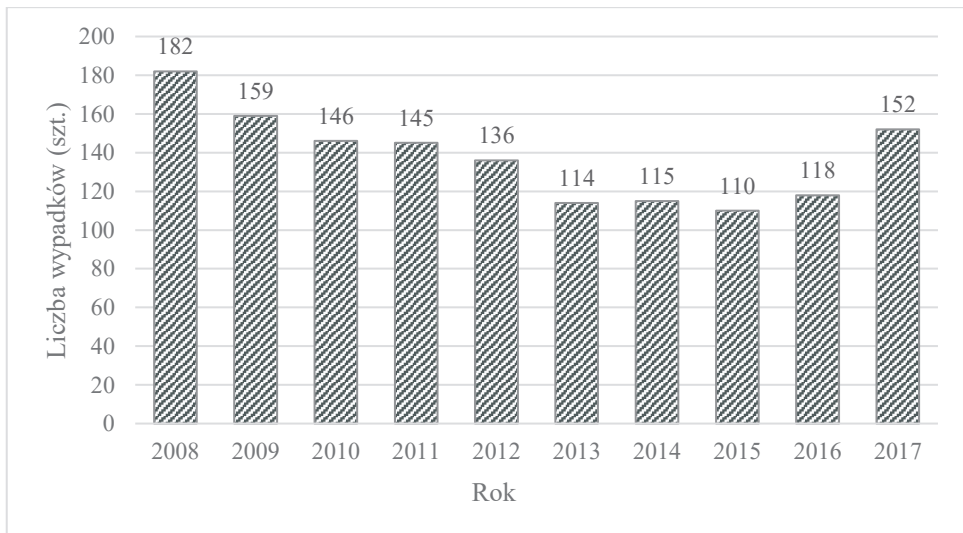
Wraz z rozwojem techniki oświetleniowej coraz bliżej jest do wymaganego sposobu oświetlenia drogi i stosownego obrazu na ekranie kontrolnym. Powstają też nowe rozwiązania urządzeń kontrolnych w tym zakresie, co z pewnością przyczyni się do poprawy jakości badań ustawienia reflektorów (Targosiński, 2007, 2014).

2.6. Wybrane problemy bezpieczeństwa ciągników rolniczych

Jednym z problemów inżynierii rolniczej jest zapewnienie bezpieczeństwa eksploatacji maszyn i ciągników rolniczych. Jest to zadanie bardzo trudne, ponieważ związane jest w dużym stopniu z sezonowością prac rolniczych i związanym z tym okresowym użyciem maszyn

i ciągników rolniczych. W takich okolicznościach może pojawiać się rutyna i bagatelizowanie kontroli stanu technicznego tych pojazdów. Lato i jesień to czas intensywnych prac polowych i zbioru plonów. Pośpiech i brak należytej ostrożności są jednymi z głównych przyczyn wypadków z udziałem ciągników. Przez pośpiech lekceważonych jest także wiele zasad ruchu drogowego. Należy przy tym zauważyć, że również stan techniczny w znacznym stopniu wpływa na wypadki w tej grupie pojazdów (Porębska i in., 2015). Prowadzone przez Państwową Inspekcję Pracy działania informacyjno-prewencyjne wykazują, że od 40-50% ciągników kontrolowanych w gospodarstwach rolnych permanentnie znajduje się w złym stanie technicznym (Grieger, 2008).

W każdym roku dochodzi do wielu wypadków drogowych, w których uczestniczą ciągniki rolnicze. Na rys. 10 przedstawiono dane ze statystyk policyjnych dotyczące wypadków z uczestnictwem ciągnika rolniczego.



Rys. 10. Zestawienie liczby wypadków z udziałem ciągników rolniczych w latach 2008-2017 (Komenda Główna Policji, 2019)

Fig. 10. Number of accidents whrer agricultural tractors were involved in 2008-2017 (Police Headquarters, 2019)

Szczególnie istotne są niesprawności w działaniu układu napędowego, hamulcowego i kierowniczego lub braki w oświetleniu ciągników i przyczep, które w złych warunkach pogodowych są praktycznie niewidoczne dla innych uczestników dróg (Kuta i Cieź, 2013). Co więcej, zestawy pojazdów rolniczych, których długość może dochodzić do blisko 19 m, mogą powodować poważne zagrożenia.

Przykładem niebezpiecznego połączenia pojazdów może być szybkobieżny ciągnik rolniczy wyposażony w hamulce o dużej skuteczności ciągnący przyczepę z hamulcami o małej skuteczności (Radlinski i Flick, 1986). Takie połączenie prowadzi do przyspieszonego zużycia elementów układu hamulcowego przyczepy lub ciągnika. Poza tym niekompatybilność

ich układów hamulcowych może skutkować składaniem się zespołu pojazdów lub jego zarzucaniem podczas hamowania (Scarlett, 2009). Badania prowadzone przez Scarlett wykazały, że aż 90% przyczep będących w eksploatacji nie osiąga wymaganej wartości wskaźnika skuteczności hamowania. Ponadto Dodd (Dodd i in., 2007) wykazuje, że może być to przyczyną około 10% wypadków drogowych z udziałem pojazdów rolniczych. W Polsce każdego roku wiele jest sytuacji z udziałem pojazdów rolniczych, które zagrażają bezpieczeństwu na drogach (Dubowski i Pawłowski, 2005).

3. BADANIA EMISJI SPALIN W ASPEKcie EKOLOGICZNEGO ROZWOJU MOTORYZACJI

Zanieczyszczenie środowiska jest jednym z najpoważniejszych problemów XXI wieku. Szacuje się, że około połowa zanieczyszczeń powietrza pochodzi z silników spalinowych napędzających pojazdy samochodowe (Żółtowski i Żółtowski, 2014). Jedną z możliwości ochrony środowiska przed zagrożeniami motoryzacyjnymi jest bezwzględne egzekwowanie wymagań w zakresie oceny emisji spalin przeprowadzanej podczas okresowych badań technicznych w stacjach kontroli pojazdów.

Od około połowy XX wieku obserwuje się rozwój przepisów prawnych, które wprowadzają coraz bardziej rygorystyczne wymagania stawiane pojazdom i zainstalowanym w nich silnikom. Obecne wymagania stawiane nowym pojazdom ukierunkowane są na jak najefektywniejsze wykorzystanie energii zmagazynowanej w dostępnym paliwie, przy minimalnej emisji szkodliwych składników spalin.

3.1. Oddziaływanie motoryzacji na środowisko

Proces spalania paliwa węglowodorowego jest jednym z głównych źródeł zanieczyszczeń środowiska, wśród których dominują takie substancje jak: CO₂, CO, HC, PM, SO₂ oraz NO_x. Szacuje się, że na kontynencie europejskim kilkanaście procent emisji CO₂ pochodzi ze środków transportowych. Dążenie do podwyższenia poziomu gospodarczego wymusza rozwój infrastruktury i wiąże się ze wzrostem liczby środków transportu, które są źródłem zanieczyszczeń (Merkisz i in., 2005; Chłopek, 2012; Żółtowski i Żółtowski, 2014).

Działania prewencyjne przeciwdziałające zanieczyszczaniu środowiska przyczyniają się do rozwoju alternatywnych źródeł energii i rodzajów napędu pojazdów (Rucińska, 2014). Coraz częściej można spotkać napędy hybrydowe lub elektryczne w pojazdach samochodowych i komunikacji miejskiej. Trwają również prace nad wprowadzeniem napędów elektrycznych do ciągników rolniczych (Buning, 2010; Weymann, 2017). Najwięcej takich rozwiązań trafia do dużych miast i to zarówno do transportu zbiorowego jak też indywidualnego (Rymarz i Niewczas, 2012; Kuźmiński i in., 2016). Pojazdy o napędzie elektrycznym powoli stają się dobrą alternatywą dla silników spalinowych, jednakże warunkiem jest dostęp do czystych źródeł energii elektrycznej oraz bardziej wydajnych akumulatorów (Bocheńska i in., 2013; Chłopek, 2013). Często niestety zapomina się o surowcach, które należy pozyskać, aby takie baterie wyprodukować i które w najbliższej perspektywie również mogą być towarem deficytowym. Nie ma także jednoznacznych stanowisk odnośnie energochłonności pojazdu elektrycznego w całkowitym obiegu surowcowym i energetycznym (Rajnoha i in., 2014; Rievaj i Synák, 2017). Niewątpliwie jest, że takie rozwiązania pozwalają zmniejszyć stężenie szkodliwych składników w powietrzu w aglomeracjach miejskich. Stąd też już w niedługim okresie będzie można dostrzec gwałtowne zmiany na rynku pojazdów elektrycznych, szczególnie w Europie (Merkisz i in., 2010). Przejawem działań w tym kierunku mogą być prace nad pojazdami komunikacji miejskiej o napędzie elektrycznym (Wielgus i in., 2017) lub przynajmniej częściowe zasilanie autobusów miejskich w energię elektryczną pochodzącą z energii słonecznej (Gęca i in., 2014; Opasiak, 2017).

Niestety pojazdy o napędzie elektrycznym wciąż jeszcze wymagają doskonalenia. Całkowite zapotrzebowanie energetyczne w przeliczeniu na pojazdy zasilane silnikami spalinowymi jest porównywalne, a w przypadku silnika o zapłonie samoczynnym nawet niższe (Chłopek i Szczepański, 2013; Chłopek i Lasocki, 2014). W związku z tym stale doskonalą się rozwiązania silników spalinowych wprowadzając różne rozwiązania proekologiczne (Kuranc i Wasilewski, 2010; Hunicz i Krzaczek, 2016). Skupiają one uwagę m.in.: na lepszym przygotowaniu czynnika roboczego i właściwym doborze jego parametrów w poszczególnych cylindrach silnika. Przykładem może być system spalania mieszanek homogenicznych z wykorzystaniem zapłonu samoczynnego (HCCI). Jest to technologia pozwalająca w znacznym stopniu ograniczyć powstawanie cząstek stałych PM i tlenków azotu NO_x, którą już dziś wykorzystują prototypowe silniki pojazdów seryjnych (Kuranc i Wasilewski, 2010; Zhang i Zhao, 2014).

Tak czy inaczej, każde z nowych rozwiązań musi przejść proces badań. Zazwyczaj w pierwszej kolejności będą to badania stanowiskowe, ale ostatecznie z pewnością realizowane będą badania terenowe w miejscu eksploatacji, zrealizowane w sposób zgodny z typowym procesem eksploatacyjnym pojazdu (Martini i Coghlan, 2012). Tylko tego typu badania mogą dać odpowiedź odnośnie rzeczywistego oddziaływania pojazdu na środowisko.

Jednakże należy pamiętać również o badaniach kontrolnych, wykonywanych w ramach badań technicznych pojazdów na stacjach kontroli, które co prawda nie dają realnego obrazu oddziaływania pojazdu na środowisko, ale przyczyniają się do eliminowania z eksploatacji pojazdów niespełniających umownych wymagań i przyczyniających się do zwiększonej emisji zanieczyszczeń.

3.2. Badania wpływu silnika spalinowego na środowisko

Szkodliwe działanie silników spalinowych na środowisko jest bezspeczne, a określane jest różnymi sposobami oceny emisji zanieczyszczeń generowanych przez badany silnik w odniesieniu do dopuszczalnych limitów określonych w obowiązujących aktach prawnych (Dz. U. UE L42, Tom 55, 2012; Dz. U. poz. 2022, 2016; Dieselnets, 2017).

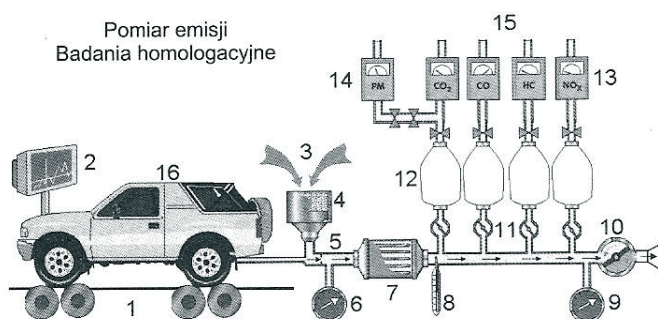
Wstępne badania udoskonalanych technologii i źródeł napędu pojazdów przeprowadzane są w warunkach laboratoryjnych z zastosowaniem stanowisk dynamometrycznych, pozwalających na zasymulowanie obciążeń drogowych i jednocześnie umożliwiających badania funkcjonalności silników oraz skalę emitowanych przez nie spalin. Późniejszym etapem są badania silnika po jego zamontowaniu w pojeździe. Badania te są realizowane na stanowiskach dynamometrycznych hamowni podwoziowych. Ostatecznie przed wprowadzeniem nowych rozwiązań do sprzedaży i użytkowania przeprowadza się badania i różnego rodzaju testy w warunkach ruchu drogowego. Ta ostatnia forma badań, wykonywana w naturalnych warunkach eksploatacji pojazdów, okazuje się być najbardziej adekwatną ze względu na to, że jej wyniki ukazują faktyczny wpływ pojazdu na środowisko (Wang i in., 2008; Merksiz i in., 2010; Merksiz, 2011; Martini i Coghlan, 2012; Franco i in., 2013).

Coraz częściej obserwowane są działania związane z promowaniem badań emisji spalin w warunkach eksploatacji pojazdów. Jak się okazuje emisja spalin w warunkach drogowych często znacznie różni się od wyników pomiarów w wyidealizowanych warunkach laboratoryjnych. Stwierdzenia te znajdują potwierdzenie w pracach wielu ośrodków naukowych opisujących wykorzystanie mobilnych systemów pomiarowych (Wang i in., 2008; Merksiz, 2011; Franco i in., 2013; Fuć i in., 2015; Varella i in., 2017).

Działania zmierzające do zmniejszenia zużycia paliwa, przede wszystkim w warunkach ruchu miejskiego, takie jak systemy start-stop lub stosowanie układów napędu hybrydowego, wymagają badań weryfikacyjnych, a te są wiarygodnie realizowane tylko w warunkach ruchu drogowego (Mazanek, 2010; Mazanek i in., 2015). Liczne możliwości zastosowań oraz cechy aparatury pomiarowej umożliwiające prowadzenie badań emisji w naturalnych warunkach eksploatacji pojazdu przedstawiono w wielu publikacjach na ten temat (Pelkmans i Debal, 2006; Ning i in., 2008; Merksiz, 2011; Mamakos i in., 2013).

3.3. Badania emisji spalin z wykorzystaniem stanowisk dynamometrycznych

Zdecydowanie bardziej skomplikowane od badań diagnostycznych są badania homologacyjne. Są one realizowane na dynamometrycznych stanowiskach laboratoryjnych w oparciu o specjalne cykle jezdne, stanowiące podstawę do porównań pojazdów, jak również ich oceny w odniesieniu do przyjętych limitów emisji spalin (Mazanek, 2010; Dz. U. UE L42, Tom 55, 2012; Rokosch i Kałużny, 2016).



Rys. 11. Zasada pomiaru emisji na hamowni podwoziowej z tunelem CVS (Rokosch i Kałużny, 2016) 1 – stanowisko rolkowe, 2 – ekran wyświetlający przebieg cyklu jezdne, 3 – pobór świeżego powietrza, 4 – filtr powietrza, 5 – przewód mieszania powietrza i spalin, 6 – pomiar ciśnienia, 7 – chłodnica, 8 – pomiar temperatury, 9 – pomiar ciśnienia, 10 – dmuchawa z obrotowymi tłokami, 11 – pompy zasysające spaliny do worków pomiarowych, 12 – worki pomiarowe, 13 – analizatory spalin, 14 – urządzenie do pomiaru cząstek stałych, 15 – wylot spalin, 16 – samochód poddawany badaniom homologacyjnym

Fig. 11. The principle of emission measurement on a chassis dynamometer with a CVS tunnel (Rokosch and Kałużny, 2016) 1 – roller station, 2 – screen displaying the course of the driving cycle, 3 – fresh air intake, 4 – air filter, 5 – air mixing line and exhaust gas, 6 – pressure measurement, 7 – cooler, 8 – temperature measurement, 9 – pressure measurement, 10 – blower with rotary pistons, 11 – suction pumps for suction of the measuring bags, 12 – bag measuring, 13 – gas analyzers, 14 – device for particulate measurement, 15 – exhaust outlet, 16 – car subjected to approval tests

Powszechnym sposobem przeprowadzania badań homologacyjnych jest metoda CVS (Constant Volume Sample) (rys. 11). Pojazd zainstalowany jest na dynamometrycznym stanowisku rolkowym. Spaliny doprowadzane są do tunelu grzaną drogą pomiarową, a następnie rozcieńczane oczyszczonym powietrzem, tak aby mieszanina spalin i powietrza posiadała stałe natężenie przepływu. Część mieszaniny pobiera się z tunelu w sposób ciągły przez cały okres wykonywanego pomiaru i zbiera w workach pomiarowych. Stężenia poszczególnych składników spalin znajdujących się w workach są stężeniami średnimi z całego testu. Podczas trwania testu rejestruje się także całkowitą ilość spalin wyemitowanych przez pojazd.

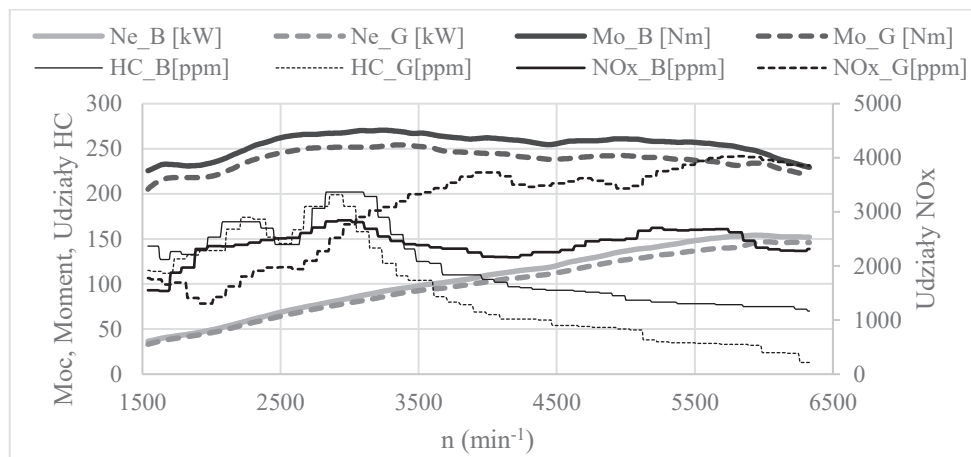
Stanowiska hamowni podwoziowych (rys. 12) mogą być wykorzystywane do diagnostycznych badań stanu technicznego silnika w warunkach zwiększonego obciążenia charakterystycznego dla konkretnych warunków eksploatacji lub do oceny indywidualnych nastaw i regulacji oraz ich wpływu na parametry dynamiczne silnika i emisję spalin.



Rys. 12. Samochód w badaniach diagnostycznych na stanowisku dynamometrycznym laboratorium (badania własne)

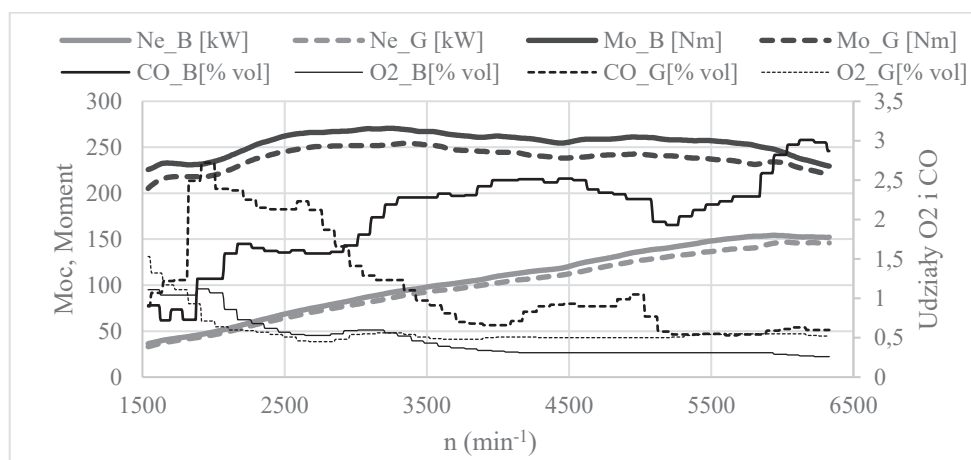
Fig. 12. Car in diagnostic tests at the dynamometric laboratory stand (own research)

Na wykresach (rys. 13, rys. 14) zaprezentowano przebiegi zmian udziałów objętościowych I węglowodorów, tlenków azotu, tlenku węgla i tlenu na tle zewnętrznej charakterystyki eksploatacyjnej silnika ZI zasilanego benzyną oraz dla porównania LPG. Obserwowana emisja towarzyszy maksymalnym obciążeniom silnika i jest podobna do emisji występującej w sytuacji gwałtownego przyspieszania podczas wyprzedzania kolumny pojazdów w ruchu drogowym.



Rys. 13. Emisja HC i NO_x na tle charakterystyk zewnętrznych silnika ZI zasilanego G-LPG oraz B-benzyną (badania własne)

Fig. 13. HC and NO_x emission at the background of external characteristics of the SI engine powered by G-LPG and B-petrol (own research)



Rys. 14. Emisja CO i O_2 na tle charakterystyk zewnętrznych silnika ZI zasilanego G-LPG oraz B-benzyną (badania własne)

Fig. 14. CO and O_2 emission at the background of external characteristics of the SI engine powered by G-LPG and B-petrol (own research)

Analizując dane na temat udziałów CO i HC (rys. 13, rys. 14) oraz porównując je z danymi uzyskiwanymi zazwyczaj w testach diagnostycznych wykonywanych podczas okresowych przeglądów technicznych (rys. 21, rys. 22) można zaobserwować zwiększoną emisję

węglowodorów i tlenku węgla. Takie zjawisko jest naturalne w warunkach pełnego obciążenia silnika, lecz nie jest uwzględniane w homologacyjnych cyklach jezdnych i rzadko też jest poruszane w opracowaniach naukowych. Widoczna jest różnica w osiąganey mocy silnika oraz w emisji poszczególnych składników spalin w warunkach zasilania różnymi paliwami. Silnik osiąga nieznacznie niższą moc pracując na paliwie gazowym, ale również emisja CO, HC jest wówczas niższa, szczególnie w zakresie maksymalnego obciążenia przy wysokich prędkościach obrotowych. Odwrotnie jest dla emisji tlenków azotu NO_x, co potwierdza występowanie wyższych temperatur podczas spalania paliwa gazowego.

3.4. Badania emisji spalin w warunkach eksploatacji pojazdu

Najbardziej pożądane i obiecujące ze względu na uzyskiwane informacje są badania drogowe w warunkach eksploatacji, ponieważ można uzyskać dane o rzeczywistej emisji spalin podczas codziennego użytkowania pojazdów, co lepiej odzwierciedla ich oddziaływanie na środowisko.

Wyniki takich badań ukazują, że w przypadku wybranych składników spalin emisja ta jest nawet o kilkaset procent większa niż podczas badań homologacyjnych. W związku z powyższym należy rozważyć możliwość usankcjonowania badań emisji spalin w warunkach rzeczywistej eksploatacji pojazdów (Mazanek, 2010).

Stale obserwuje się zmiany dotyczące formalnych wymogów odnośnie emisji spalin w Europie. Dyrektywa 70/220/EWG wprowadzona w życie na początku lat siedemdziesiątych XX w. ulegała nowelizowaniu 19 razy. W rozporządzeniu 2007/46/WE Parlamentu Europejskiego i Rady znajdują się sformułowania dotyczące stosowania pokładowych systemów diagnozujących, jako urządzeń kontrolujących emisję. Są tam również zapisy umożliwiające większą kontrolę emisji w warunkach normalnego użytkowania pojazdu.

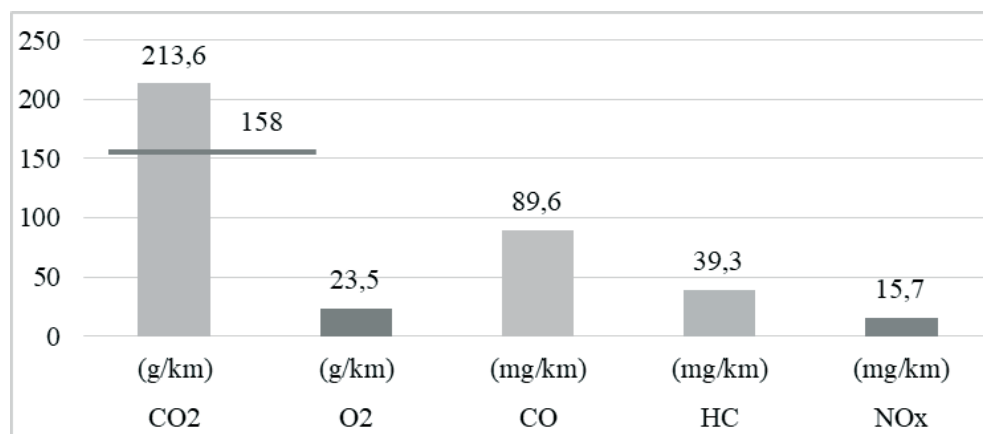


Rys. 15. System PEMS do badań emisji spalin w warunkach drogowych (autoevolution, 2019)
Fig. 15. PEMS system for testing exhaust emissions in road conditions (autoevolution, 2019)

W celu przeprowadzenia badań emisji z silników spalinowych w warunkach drogowych można zastosować aparaturę typu PEMS (Portable Emissions Measurement Systems), będącą wyspecjalizowanym systemem pomiaru emisji spalin, służącym do badań wszystkich rodzajów środków transportu (rys. 15). Urządzenia tego rodzaju, poza danymi o emisji spalin wydostających się z układu wydechowego pojazdu, zazwyczaj rejestrują również dane bezpośrednio z systemu diagnostycznego pojazdu (OBD - np. prędkość obrotowa silnika, jego obciążenie) oraz dane o lokalizacji (GPS - długość i szerokość geograficzna, prędkość pojazdu) (Merkisz i in., 2012, 2013; Sokolnicka i in., 2018).

Podobne badania można także przeprowadzać mniej zaawansowanymi technicznie metodami, jednakże będą one obciążone większą niepewnością uzyskanych wyników i bardziej kłopotliwe w ich opracowaniu i analizie. Badania tego rodzaju, opisane w literaturze (Kuranc, 2015), realizowano z wykorzystaniem analizatora diagnostycznego i systemu rejestracji danych poprzez złącze OBD II. Badanym obiektem badań był samochód osobowy Toyota Corolla Verso z roku 2013, a pomiary wykonywane były w warunkach jazdy miejskiej. Opracowanie wyników wymagało stosownej synchronizacji danych i przeliczeń w oparciu o zarejestrowane dane. W efekcie wyznaczono masową emisję wybranych składników spalin emitowanych podczas przejazdu.

Z obliczeń wynikało, że podczas przejazdu na trasie blisko 7 km silnik samochodu wyemitował ok. 7,5 kg spalin. Emisja dwutlenku węgla wyniosła 1,48 kg, tlenku węgla 623 mg, węglowodorów ok. 273 mg, a tlenków azotu blisko 109 mg. Po odniesieniu tych wartości do długości przebytej drogi stwierdzono, że w warunkach jazdy miejskiej samochód wyemitował 213,6 g/km dwutlenku węgla, co stanowi wartość o 35% (rys. 16) większą niż wartość wskazana w teście homologacyjnym (158 g/km). Zauważono również, że emisja innych uwzględnianych składników nie przekracza dopuszczalnych norm wartości (Rozporządzenie EU 715/2007).



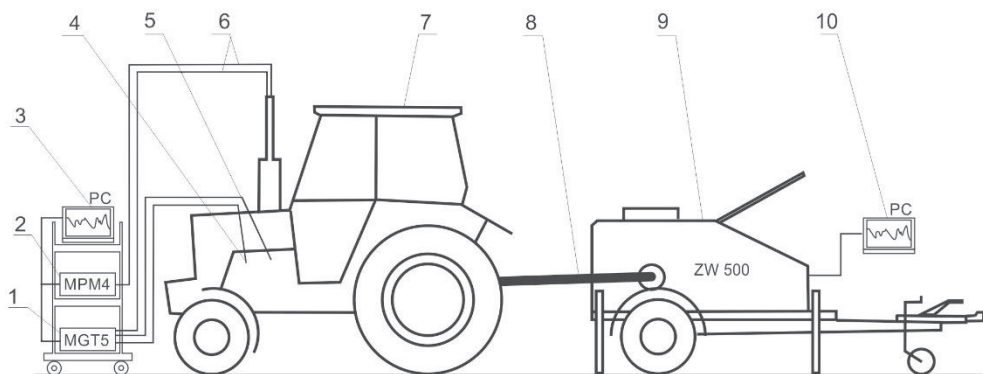
Rys. 16. Emisja spalin podczas jazdy miejskiej w przeliczeniu na kilometr (Kuranc, 2015)

Fig. 16. Exhaust emissions during urban driving per kilometer (Kuranc, 2015)

Opisane w niniejszym przykładzie badania wykazują, że typowa eksploatacja pojazdu w warunkach miejskich zdecydowanie odbiega od specyficznych uwarunkowań testu homologacyjnego, którym badany był przedmiotowy pojazd. Można wskazać jazdę z maksymalnym przyspieszaniem pojazdu jako stan, któremu mogą towarzyszyć losowe zakłócenia i niepowtarzalne stany pracy silnika, a który wpływa na zwiększenie szkodliwej emisji. Znajduje to potwierdzenie we wcześniej przywoływanych badaniach realizowanych na stanowisku hamowni podwoziowej (rys. 13 i rys. 14).

3.5. Przykłady badań emisji spalin pochodzącej z ciągników rolniczych

Warto również przywołać badania realizowane w oparciu o opisaną przez autora metodykę (Kuranc, 2015) dostosowaną do badania silnika ciągnika rolniczego URSUS MF235 (ZPC URSUS, 1987). W badaniach wykorzystano przewoźne stanowisko dynamometryczne ZW500 (rys. 17), analizator spalin MGT5 oraz miernik emisji cząstek stałych MPM4.

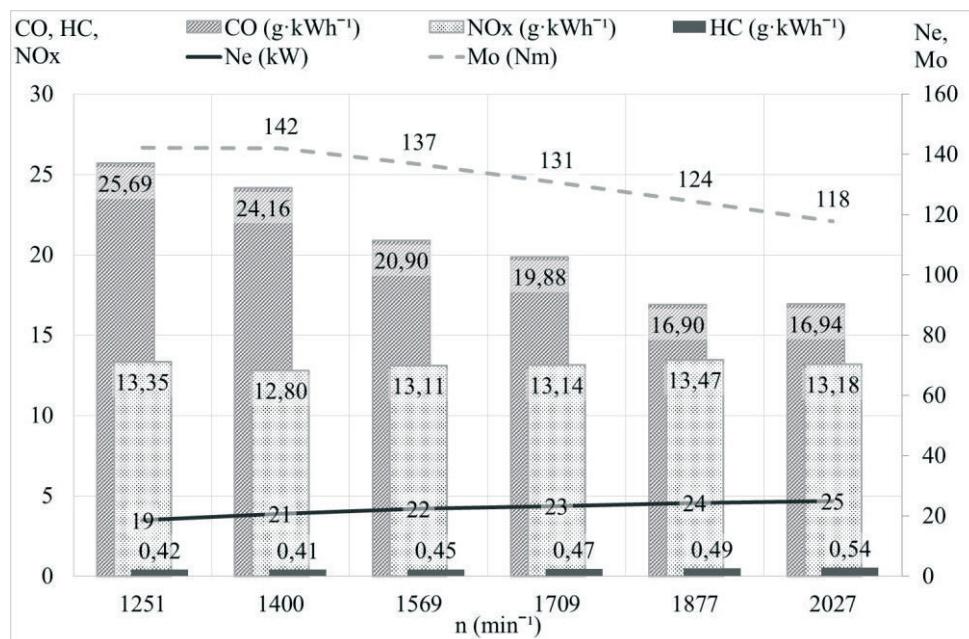


Rys. 17. Schemat stanowiska pomiarowego: 1 – analizator spalin, 2 – miernik cząstek stałych, 3 – komputer sterujący, 4 – czujnik temperatury, 5 – czujnik prędkości obrotowej, 6 – przewody poboru spalin, 7 – obiekt badań, 8 – wał zdawczo – odbiorczy, 9 – stanowisko dynamometryczne, 10 – komputer sterujący (Kuranc i in., 2016)

Fig. 17. Scheme of the measurement stand: 1 – exhaust gas analyzer, 2 – particle meter, 3 – control computer, 4 – temperature sensor, 5 – rotational speed sensor, 6 – exhaust gas intake ducts, 7 – tested object, 8 – power output shaft, 9 – dynamometric stand, 10 – control computer (Kuranc et al., 2016)

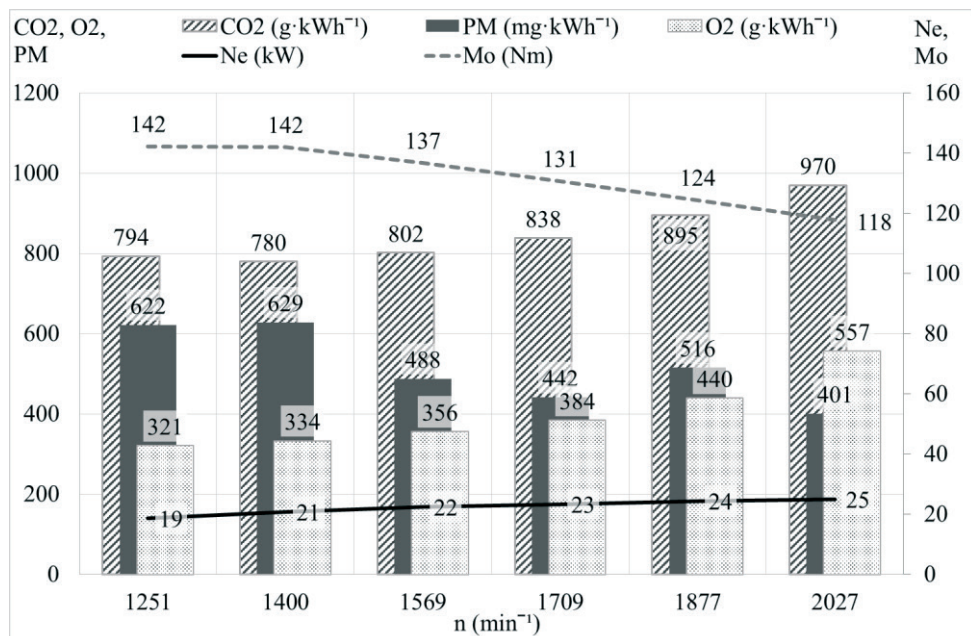
Bezpośrednim celem pracy było określenie jednostkowych emisji wybranych składników spalin podczas symulacji stanów obciążeń związanych z wykonywaniem ciężkich prac polowych. Wnikliwa analiza zachodzących procesów i związanej z nimi emisji spalin oraz metodyka obliczeń jednostkowej emisji spalin zostały szerzej zaprezentowane w odrębnym artykule (Kuranc i in., 2016).

Przedstawione wyniki (rys. 18, rys. 19) potwierdzają możliwość wykorzystania opracowanej metodyki do badań w indywidualnych warunkach obciążeń lub podczas specyficznych prac wykonywanych przez ciągniki. Przy okazji warto zauważyć, że prezentowanie badania w pewnym sensie nawiązują do technicznych badań pojazdów, jakim obok samochodów osobowych i ciężarowych, podlegają również ciągniki rolnicze wyposażone w silnik o zapłonie samoczynnym. Badania w tym zakresie realizuje się z wykorzystaniem próby tzw. swobodnego przyspieszania, kiedy podczas pracy silnika na biegu jałowym szybko, lecz niegwałtownie, naciska się na pedał przyspieszenia, tak aby uzyskać pełny wydatek pompy wtryskowej (Dz. U. poz. 776, 2015). Masowy moment bezwładności elementów wirujących silnika stanowi obciążenie w trakcie próby ich rozpędzania w ruchu obrotowym.



Rys. 18. Emisja jednostkowa CO, HC, NO_x oraz krzywe momentu obrotowego M_o , mocy N_e wyznaczone podczas testu obciążeniowego silnika AD3.152 (Kuranc i in., 2016)

Fig. 18. Unitary emission of CO, HC, NO_x and torque M_o and power N_e curves determined during the AD3.152 engine load test (Kuranc et al., 2016)

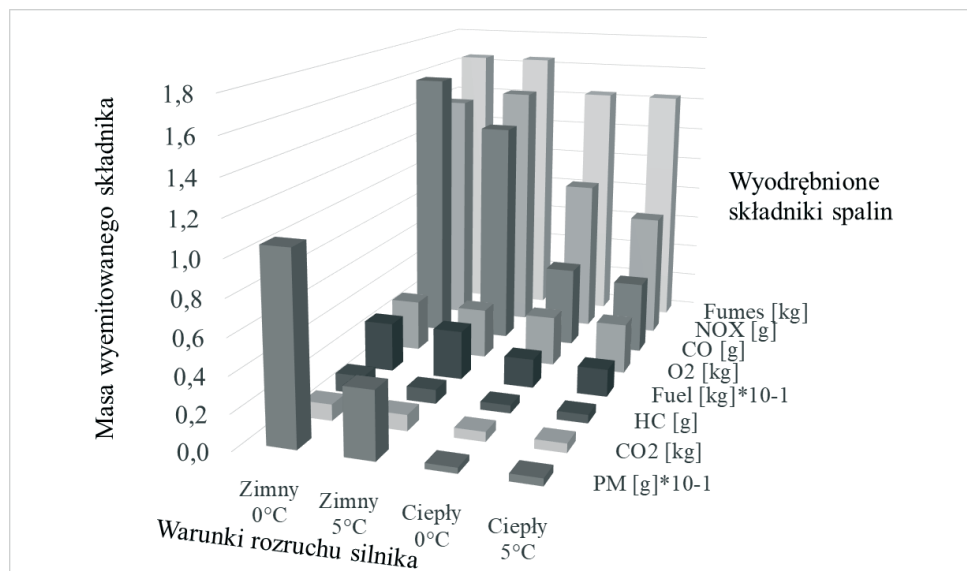


Rys. 19. Emisja jednostkowa CO₂, O₂, PM oraz krzywe momentu obrotowego M_o i mocy N_e wyznaczone podczas testu obciążeniowego silnika AD3.152 (Kuranc i in., 2016)

Fig. 19. Unitary emission of CO₂, O₂, PM and torque M_o and power N_e curves determined during the AD3.152 engine load test (Kuranc et al., 2016)

Przykładem innych indywidualnych warunków mogą być badania rozruchowe wykonywane podczas uruchamiania zimnego silnika w różnych temperaturach otoczenia (rys. 20). Badania te pozwoliły wyznaczyć masową emisję szkodliwych substancji, w tym również cząstek stałych PM w początkowym okresie pracy silnika, kiedy zazwyczaj pracuje on bez obciążenia. Szczegóły tego opracowania opisano w pracy (Kuranc i in., 2017). Jednakże, komentując krótko zaprezentowane graficznie wyniki tych badań (rys. 20) można zauważyć, że zimne uruchomienia silnika i następujące po nich początkowe okresy pracy silnika w temperaturze 0°C i 5°C są podobne pod względem emisji, podobnie jak rozruchy ciepłe w tych samych temperaturach. W odniesieniu do uwzględnianego okresu 90 s różnice emisji dla zimnego i ciepłego rozruchu były bardzo wyraźne i osiągały wartości 89% dla cząstek stałych, 68% dla tlenku węgla, 40% dla węglowodorów i 51% dla tlenków azotu.

W kontekście przywołanych wcześniej wyników badań diagnostycznych przeprowadzanych w warunkach stacji kontroli pojazdów (rys. 21, rys. 22, rys. 23) powyższe spostrzeżenie nabiera szczególnego znaczenia i należy podkreślić, że stan termiczny silnika w znacznym stopniu wpływa na emisję szkodliwych składników spalin, a zatem również na jakość przeprowadzanych badań diagnostycznych.



Rys. 20. Emisja i zużycie paliwa podczas zimnych i ciepłych rozruchów silnika AD 3.152 w okresie pierwszych 90 s w temperaturach otoczenia 0°C i 5°C (Kuranc i in., 2017)

Fig. 20. Emission and fuel consumption during cold and warm AD 3.152 engine starts and along the first 90 s at ambient temperatures of 0°C and 5°C (Kuranc et al., 2017)

3.6. Diagnostyczne pomiary emisji spalin

W badaniach emisji spalin wykorzystuje się analizatory, umożliwiające określenie zawartości wybranych składników gazowych w spalinach, szczególnie dotyczy to tych najbardziej szkodliwych. Różnorodność urządzeń i metod pomiarowych jest duża i zależy głównie od rodzaju wykonywanych prób. Najbardziej powszechnym rodzajem badań emisji są badania diagnostyczne, z którymi można się spotkać podczas okresowego przeglądu technicznego pojazdu na stacji kontroli lub w warsztacie samochodowym przeprowadzającym instalację systemów zasilania gazem (LPG lub CNG) (Kuranc, 2011; Żółtowski i Żółtowski, 2014; Dz. U. poz. 776, 2015; Šarkan i in., 2017a, b).

Pomiar polega na określeniu objętościowego udziału szkodliwych składników w mieszaninie gazów spalinowych i bazuje na własnościach fizycznych lub chemicznych poszczególnych składników. Udziały składników takich, jak CO, CO₂ i HC mierzone są na zasadzie pochłaniania promieniowania podczerwonego (NDIR – Non Dispersive InfraRed), natomiast udziały tlenków azotu NO_x oraz tlenu O₂ określa się za pomocą metod i czujników elektrochemicznych.

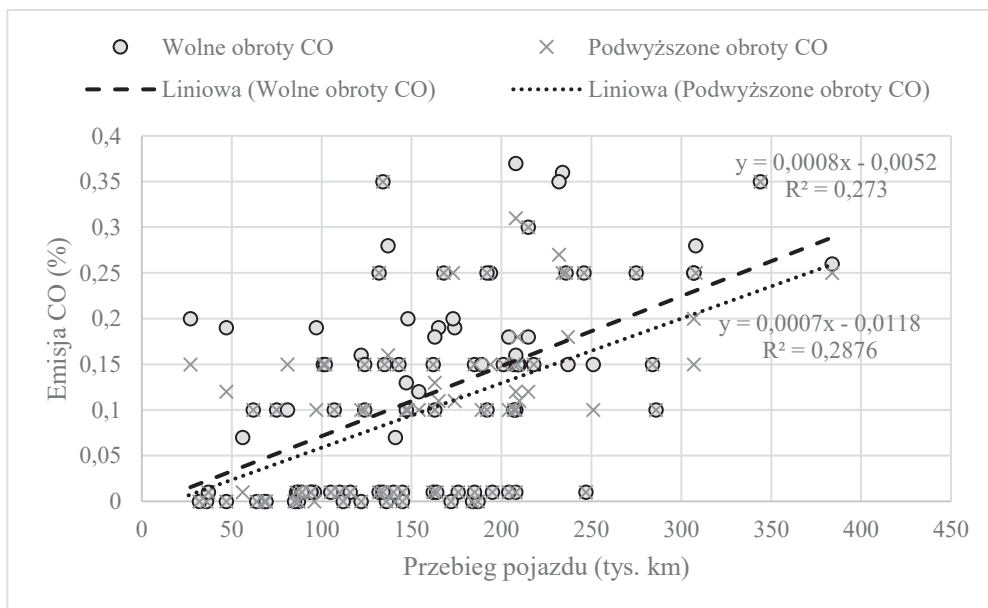
W celu przybliżenia problematyki realizacji badań umożliwiających ocenę spełnienia formalnych wymagań stawianych pojazdom w aspekcie ich oddziaływania na środowisko poniżej zaprezentowano wyniki badań diagnostycznych przeprowadzonych we współpracy ze stacją kontroli pojazdów na losowo zebranej grupie pojazdów. Łącznie pomiarami objęto blisko 149

pojazdów, w tym 99 to pojazdy z silnikiem o zapłonie iskrowym, a 50 z silnikiem wysokoprężnym. Wiek pojazdów był zróżnicowany – rok produkcji wahał się pomiędzy 1992 a 2008. Przebieg pojazdów także był różny i mieścił się w granicach pomiędzy 17 tys. km a 384 tys. km.

Realizację pomiarów założono zgodnie z wymaganiami procedury pomiarowej (Dz. U. poz. 776, 2015), wg której silniki pojazdów podczas pomiarów powinny być w ustalonym stanie termicznym (min. 70°C dla oleju silnikowego, min. 80°C dla płynu chłodzącego). W zależności od daty pierwszej rejestracji pojazdu pomiar udziałów objętościowych gazowych składników spalin był przeprowadzany podczas pracy silnika na wolnych obrotach biegu jałowego oraz przy podwyższonej prędkości obrotowej (2000-3000 min⁻¹) (rys. 21, rys. 22).

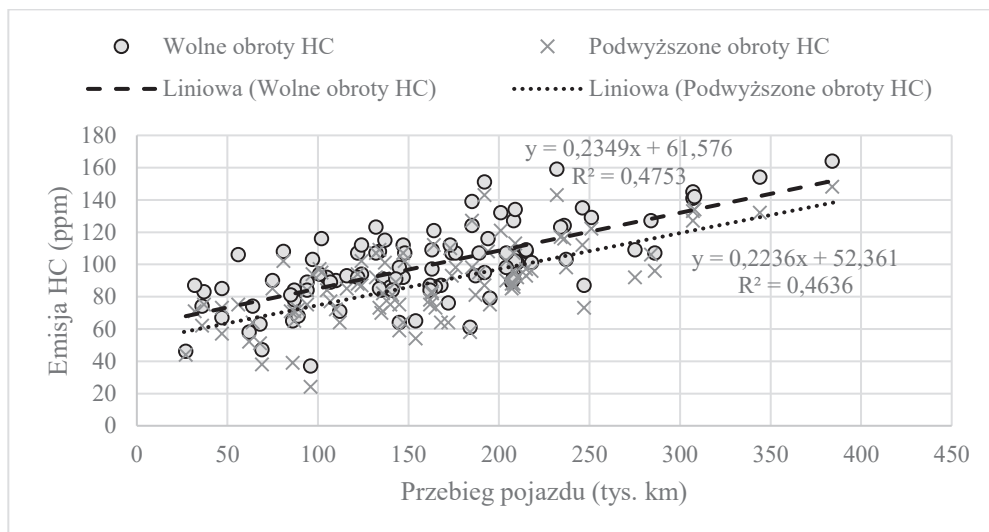
Poszczególne punkty pomiarowe, uzupełnione o linie trendu, ukazują zależności, jakich należy się spodziewać, ale widoczne są również odstępstwa od tego trendu. Obserwowane są liczne przypadki pojazdów, dla których udziały tlenku węgla są na poziomie do 0,01%, co jest charakterystyczne dla pojazdów nowych, jednakże w omawianej sytuacji takie przypadki występowały nawet dla pojazdów 10 letnich, o przebiegach blisko 250 tys. km.

Analizując wyniki emisji węglowodorów (rys. 22) można stwierdzić, że w wielu przypadkach wartości dopuszczalne udziałów objętościowych HC zostały przekroczone. Taka sytuacja częściej występowała przy wolnych obrotach biegu jałowego. W przypadku tlenku węgla (rys. 21) podobne przekroczenia emisji występowały znaczenie rzadziej.



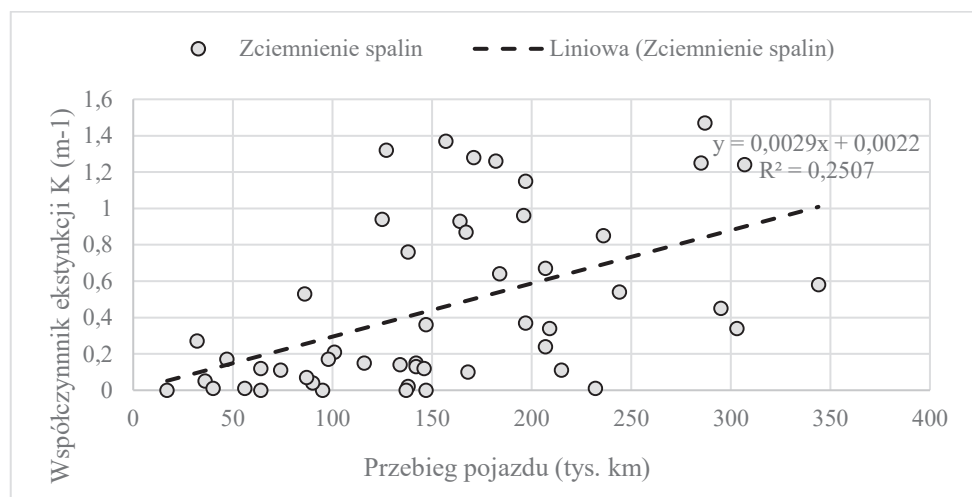
Rys. 21. Udziały objętościowe tlenku węgla w spalinach silników w zależności od przebiegu pojazdu (Kuranc, 2011)

Fig. 21. Volumetric shares of carbon monoxide in engine exhausts depending on the mileage of the vehicle (Kuranc, 2011)



Rys. 22. Udziały objętościowe węglowodorów w spalinach silników w zależności od przebiegu pojazdu (Kuranc, 2011)

Fig. 22. Volumetric shares of hydrocarbons in engine exhausts depending on the mileage of the vehicle (Kuranc, 2011)



Rys. 23. Zaciemnienie spalin silników wysokoprężnych w zależności od przebiegu pojazdu (Kuranc, 2011)

Fig. 23. Obscuration of diesel exhaust gases depending on the mileage of the vehicle (Kuranc, 2011)

Kolejnym badaniem ujętym w ocenie był pomiar zaciemnienia spalin wykonywany podczas kontroli pojazdów z silnikami o zapłonie samoczynnym (rys. 23). Ten parametr charakteryzował się znacznie większym rozproszeniem niż emisja CO, czy HC dla silników o zapłonie iskrowym.

Tego rodzaju obserwacje potwierdzają postępujące wraz z wiekiem i przebiegiem drogowym pojazdu zużycie elementów silnika i aparatury wtryskowej. Zazwyczaj skutkuje to gorszym przygotowaniem mieszanki w cylindrach silnika i większą tendencją do dymienia. W prawdzie trudno o przedstawienie ścisłej zależności, ponieważ wartość współczynnika determinacji wskazuje na dużą losowość współczynnika ekstynkcji K. Wyjaśnieniem rozbieżności wyników mogą być różnice materiałowe i konstrukcyjne silników, a w szczególności układów paliwowych oraz indywidualny (znacząco różny) sposób ich eksploatacji, związany w pierwszej kolejności z obciążeniami cieplnymi i stosowanym paliwem.

Podsumowując zaprezentowane przykłady obserwacji można sformułować kilka spostrzeżeń:

- wraz z rosnącym przebiegiem i z wiekiem pojazdu wzrastają udziały emitowanych przez jego silnik szkodliwych składników spalin,
- niektóre pojazdy, pomimo stosunkowo dużego przebiegu oraz wieku, wykazują niską emisję, odpowiadającą nowym pojazdom,
- niemal połowa z badanych (43) pojazdów z silnikami ZI przekracza średnio o ok. 20%, wartość 100 ppm HC, określonych jako wartość dopuszczalna w warunkach badań technicznych pojazdów,
- dalsza analiza wykazała, że tylko 5 pojazdów przekraczających emisję HC to pojazdy zasilane benzyną, pozostałe pojazdy z silnikami z instalacją LPG. Należy przy tym zauważyć, że są to przeważnie pojazdy starsze i o większym przebiegu.

Można również zauważyć, że obserwowana wysoka emisja nie musi być bezwzględnie związana ze złym stanem technicznym pojazdu. Może ona również wynikać z nieprzestrzegania warunków przeprowadzania pomiarów, a w szczególności może wynikać ze zbyt niskiej temperatury katalitycznego układu oczyszczania spalin. Wydaje się to możliwe, gdyż personel stacji kontroli pojazdów, niejednokrotnie skracając procedury pomiaru emisji lub całkowicie je zaniedbuje. Może być to powodowane oszczędnością czasu oraz oszczędnością sprzętu, który często używany szybciej się zużywa, a jego utrzymanie w należyтым stanie jest kosztowne. Potwierdzenie występowania takich przypadków zostało ujawnione przez NIK w trakcie kontroli przeprowadzanych w wybranych SKP, a dotyczyło przede wszystkim pomijania przez diagnostów szeregu czynności, do których zobowiązują ich przepisy lub niedokładnego ich wykonywania (Najwyższa Izba Kontroli, 2017).

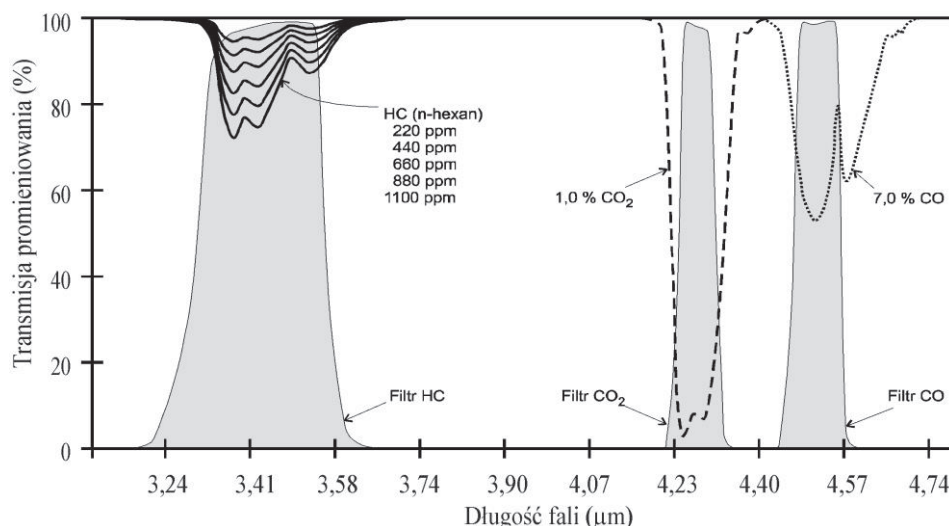
3.7. Podstawowe wiadomości o analizatorach spalin

Kontrola emisji spalin realizowana jest od początku lat 70-tych ubiegłego stulecia. Początkowo zaczęto regulować emisję szkodliwych związków zawartych w spalinach silników samochodów poruszających się na terenie USA oraz państw europejskich wprowadzając stosowne dyrektywy i rozporządzenia. Prace rozwojowe prowadzone w kolejnych latach owocowały zaostbraniem wymagań dotyczących emisji (Dz. U. UE L42, Tom 55, 2012; Fuć i in.,

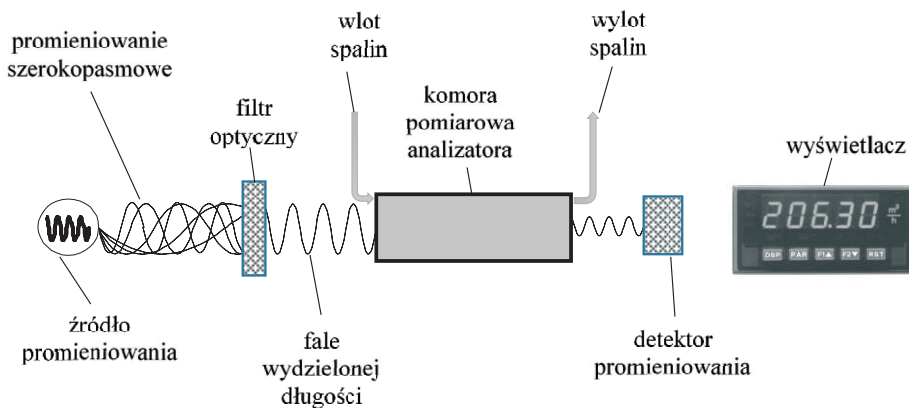
2015). Rozporządzenie Ministra Gospodarki z dnia 30 kwietnia 2014 r. w sprawie szczegółowych wymagań dla silników spalinowych w zakresie ograniczenia emisji zanieczyszczeń gazowych i cząstek stałych przez te silniki (Dz. U. poz. 588, 2014), określa wymagania prawne dotyczące dopuszczalnych wartości emisji poszczególnych substancji szkodliwych (Bielaczyc i in., 2015).

Jedną z metod oceny jakości spalin, jest pomiar realizowany przy wykorzystaniu analizatora spalin samochodowych, wykonywany podczas okresowych badań technicznych pojazdu na stacji kontroli (Filipek i in., 2008; Kuranc, 2011; Šarkan i in., 2017b). Badania emisji spalin sprowadzają się do pomiaru udziałów objętościowych wybranych składników spalin, takich jak: tlenek węgla (CO) i węglowodory (HC – w przeliczeniu na n-heksan), oraz dwutlenek węgla (CO₂) i tlen (O₂). Rzadkością są analizatory wyposażone w funkcję pomiaru stężenia tlenków azotu (NO_x), a także cząstek stałych (PM).

Do badań pojazdów w stacjach kontroli stosowane są analizatory niedispersyjne działające w widmie podczerwieni (NDIR – NonDispersive InfraRed). Zawarte w spalinach pojazdów gazy, a w szczególności CO i CO₂ oraz HC absorbują promieniowanie podczerwone. Długość pochłanianego promieniowania jest inna w zależności od składnika spalin a intensywność tego zjawiska zależy od stężenia danego składnika (rys. 24). Taka cecha gazu jest wykorzystywana w torach pomiarowych większości analizatorów spalin (Kuranc, 2006). Schemat funkcjonalny układu pomiarowego takiego urządzenia zaprezentowano na rys. 25.



Rys. 24. Widmo transmisji promieniowania w układzie analizatora NDIR (Kuranc, 2006)
 Fig. 24. Radiation transmission spectrum used in NDIR analyzer system (Kuranc, 2006)



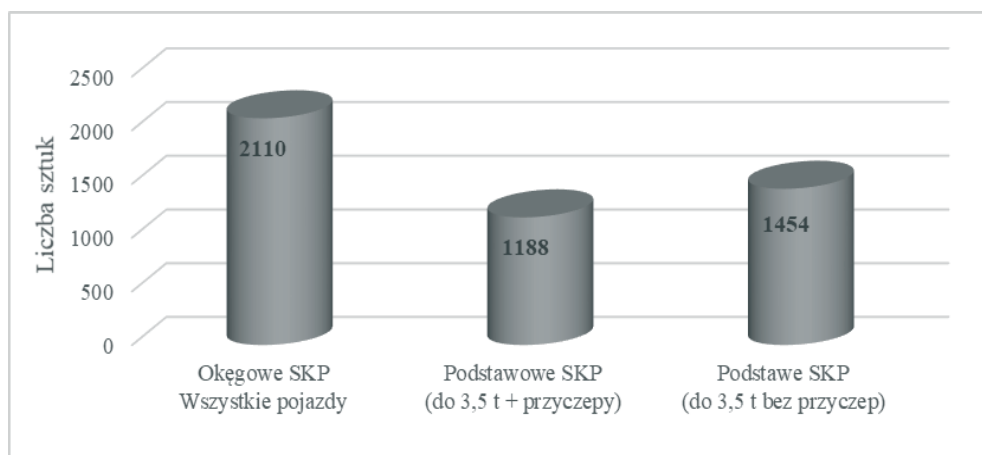
Rys. 25. Schemat toru pomiarowego analizatora typu NDIR (Kuranc, 2006)

Fig. 25. Diagram of NDIR analyzer measuring system (Kuranc, 2006)

Próbka kontrolowanego gazu pobierana jest przez sondę poboru spalin i trafia do komory pomiarowej, tam prześwietlana jest promieniowaniem z zakresu widma podczerwonego. Molekuły kontrolowanych składników, w wyniku kontaktu z promieniowaniem elektromagnetycznym o określonej i odpowiedniej dla danej substancji częstotliwości, podlegają drganiom deformacyjnym lub walencyjnym, pochłaniając jednocześnie część energii tego promieniowania (Kuranc, 2006). Pozostała część przez układ filtrów dociera do detektora, który mierzy natężenie promieniowania o danej długości. Porównując wynik do wyniku dla czystego powietrza wyliczane jest stężenie danego składnika.

4. PODSTAWOWE WIADOMOŚCI O STACJACH KONTROLI POJAZDÓW

Ostatnie dwie dekady to okres dużych zmian w zakresie badań technicznych pojazdów warunkujących ich dopuszczenie do ruchu. Początkowo zmiany dotyczyły wymagań technicznych, wyposażenia i kwestii organizacyjnych. Na początku bieżącego wieku nadal pozostawały kwestie niedoprecyzowane. Obecnie wciąż uwypuklają się niedociągnięcia, które mają skutki również w jakości badań (Dziedziak i in., 2015). Liczba pojazdów sukcesywnie wzrasta, podąża za nią liczba stacji kontroli pojazdów. W 1998 r. w Polsce działało niewiele ponad 2000 SKP, w 2017 r. było ich już ok. 4700 (rys. 26). Dużo z nich to okręgowe stacje kontroli pojazdów, wyposażone pod kątem badania wszystkich rodzajów pojazdów, zajmujące duże obiekty architektoniczne i pochłaniające dużo energii związanej z ich funkcjonowaniem. Przede wszystkim są to koszty ogrzewania pomieszczeń, utrzymania infrastruktury oraz zasilania w energię elektryczną urządzeń kontrolno-pomiarowych (Najwyższa Izba Kontroli, 2017).



Rys. 26. Zestawienie liczby stacji kontroli pojazdów w Polsce w 2017 r. (Najwyższa Izba Kontroli, 2017)

Fig. 26. Number of vehicle inspection stations in Poland in 2017 (Najwyższa Izba Kontroli, 2017)

4.1. Nadzór nad stacjami

Obecnie, zgodnie z zapisem ustawy – Prawo o ruchu drogowym, organem właściwym do sprawowania nadzoru nad stacjami kontroli pojazdów jest starosta właściwy ze względu na miejsce działalności stacji. Ponadto starosta prowadzi rejestr stacji kontroli pojazdów. W ramach prowadzonego nadzoru starosta obowiązany jest do skontrolowania stacji kontroli pojazdów przynajmniej raz w roku. Kontrola powinna obejmować zgodność stacji z wymaganiami, o których mowa w art. 83 ust. 3. W szczególności ocena dotyczy formalnych wymagań

w odniesieniu do podmiotu prowadzącego stację kontroli pojazdów, wyposażenia kontrolno-pomiarowego oraz warunków lokalowych zgodnie z rozporządzeniem (Dz. U. poz. 275, 2006) i szczegółowymi warunkami przeprowadzania badań technicznych (Dz. U. poz. 776, 2015), odpowiednio do zakresu przeprowadzanych badań. Ocenie podlegają także kwalifikacje personelu przeprowadzającego badania techniczne pojazdów. Weryfikowana jest ponadto prawidłowość wykonywania badań technicznych oraz poprawność prowadzenia stosownej dokumentacji.

Przed decentralizacją nadzór nad stacjami kontroli pojazdów sprawowali wojewodowie. Jednostek nadzorujących było wówczas tyle samo, co województw, czyli 49. Obecnie nadzór sprawują starostowie, przy czym w Polsce jest ponad 310 powiatów i ponad 60 miast na prawach powiatu. Taka liczba przyczynia się do wielu problemów, przede wszystkim związanych z różnicami w interpretacji przepisów i sprawowaniu nadzoru.

Kontrola Najwyższej Izby Kontroli obejmująca lata 2014-2016 wykazała szereg nieprawidłowości, w wyniku czego negatywnie oceniono działalność kontrolowanych organów. Ocena dotyczyła sprawowania nadzoru nad stacjami kontroli pojazdów, jak i zatrudnionymi w nich diagnostami. Stwierdzono, że kontrolowane starostwa były źle przygotowane do wypełniania obowiązków związanych z realizacją nadzoru nad SKP. Braki pojawiały się zarówno pod względem kadrowym jak również organizacyjnym. Wielu starostów, pomimo stosownych umocowań formalnych, nie skorzystało z możliwości powierzenia wykonywania czynności kontrolnych Dyrektorowi Transportowego Dozoru Technicznego, a takie posunięcie mogłoby usprawnić realizację wymaganych działań prowadzących do eliminowania stacji niespełniających wymagań, zwłaszcza w zakresie ich wyposażenia technicznego. Stwierdzono nierzetelną ocenę prawidłowości prowadzenia przez diagnostów wymaganej dokumentacji. Nie oceniano sprawdzenia prawidłowości wykonywania badań technicznych przez diagnostów, a w niektórych przypadkach, nie kwestionowano ewidentnych nieprawidłowości. Badania pojazdów wykonywane były z użyciem przyrządów niespełniających wymagań formalnych lub w niepełnym zakresie. Ostatecznie wykazano, że do ruchu drogowego dopuszczane były pojazdy, których stan techniczny nie mógł być prawidłowo oceniony (Najwyższa Izba Kontroli, 2017).

4.2. Rodzaje stacji kontroli pojazdów

Obecnie w Polsce funkcjonują dwa rodzaje stacji kontroli pojazdów: podstawowa stacja kontroli pojazdów - PSKP oraz okręgowa stacja kontroli pojazdów – OSKP, wymienione w art. 83 ust. 1 pkt 1 i 2 ustawy z dnia 22 czerwca 1997 r. – Prawo o ruchu drogowym (Dz. U. poz. 602, 1997). PSKP jest upoważniona do okresowych badań technicznych pojazdów o d.m.c. do 3,5 t, oraz przyczep przeznaczonych do łączenia z tymi pojazdami, o ile posiada stanowisko kontrolne przelotowe zapewniające jeden kierunek ruchu lub nieprzelotowe, o długości co najmniej 12 m. Ponadto PSKP może prowadzić badania dodatkowe w odniesieniu do pojazdów o d.m.c. do 3,5 t, poza zastrzeżonymi dla stacji okręgowej, czyli badań:

- zgodności z warunkami technicznymi autobusu, którego dopuszczalna prędkość na autostradzie i drodze ekspresowej wynosi 100 km/h,
- pojazdu przeznaczonego do przewozu towarów niebezpiecznych,
- pojazdu zabytkowego,

- pojazdu, w którym dokonano zmian konstrukcyjnych lub wymiany elementów powodujących zmianę danych w dowodzie rejestracyjnym,
- pojazdu, dla którego określono wymagania techniczne w przepisach ustawy z dnia 11 marca 2004 r. o podatku od towarów i usług, ustawy z dnia 26 lipca 1991 r. o podatku dochodowym od osób fizycznych lub ustawy z dnia 15 lutego 1992 r. o podatku dochodowym od osób prawnych,
- pojazdu, dla którego określono dodatkowe wymagania w międzynarodowych porozumieniach dotyczących międzynarodowego transportu drogowego.

OSKP natomiast, upoważniona jest do okresowych badań technicznych wszystkich pojazdów, uwzględniając przy tym badania dodatkowe oraz ocenę zgodności z warunkami technicznymi dla pojazdów zabytkowych.

4.3. Rodzaje stanowisk kontrolnych

Z uwagi na rosnące koszty pracy i energii, niezwykle istotny jest, z ekonomicznego punktu widzenia, wybór odpowiedniego stanowiska, metody, a co za tym idzie i urządzeń, do przeprowadzania okresowego badania stanu technicznego poszczególnych podzespołów pojazdu. Stąd też warto zwrócić uwagę na możliwe rodzaje stanowisk kontrolno-pomiarowych.

Ze względu na rodzaje badanych pojazdów oraz zakres przeprowadzanych badań w SKP mogą być stosowane różne stanowiska kontrolno-pomiarowe, które można scharakteryzować następująco:

- stanowisko do badania samochodów o d.m.c. do 3,5 t z kanałem przeglądowym,
- stanowisko do badania pojazdów o d.m.c. do 3,5 t z dźwignikiem całopojazdowym,
- stanowisko do badania pojazdów o d.m.c. powyżej 3,5 t (bez uwzględnienia pojazdów do 3,5 t d.m.c),
- stanowisko do badania pojazdów o d.m.c. do i powyżej 3,5 t (tzw. stanowisko uniwersalne) (Bocheński, 2000).

W przypadku stanowisk przeznaczonych dla pojazdów o d.m.c. do 3,5 t można ponadto wskazać stanowiska przejazdowe i nieprzejazdowe, które wymagają wycofywania pojazdu po przeprowadzonych badaniach. Należy przy tym zaznaczyć, że stanowisko do badania pojazdów o d.m.c. powyżej 3,5 t będzie wyposażone w kanał przeglądowy. Stanowiska przejazdowe z kanałem dodatkowo mają także tę zaletę, że umożliwiają badanie przyczep samochodowych, co w przypadku zastosowania dźwignika całopojazdowego lub stanowiska nieprzejazdowego jest praktycznie niemożliwe lub wyjątkowo trudne do zrealizowania (Dz. U. poz. 275, 2006).

Wybór stanowiska uniwersalnego uzasadniony jest w przypadku, kiedy zakłada się, że na stanowisku będą badane głównie pojazdy o d.m.c. powyżej 3,5 t, a samochody osobowe sporadycznie. Jeżeli natomiast przewiduje się, że oprócz dużej liczby badanych samochodów ciężarowych i autobusów łącznie z ciągnikami rolniczymi badane będą również w pokażniejszej liczbie samochody osobowe, wówczas warto rozważyć inwestycję w oddzielne stanowisko dedykowane dla tych właśnie pojazdów.

W przypadku stacji wielostanowiskowych może pojawiać się dylemat dotyczący wyboru rodzaju stanowiska przeznaczonego do badania samochodów o d.m.c. do 3,5 t. Sąsiednio zlokalizowane stanowiska wyposażone w zintegrowaną instalację wentylacyjną mogą być rozwiązaniem pozwalającym na redukcję kosztów inwestycji, a następnie eksploatacji. System wentylacji wymaga pewnych nakładów, ale nie należy też zapominać o obsłudze okresowej i opłatach za dozór techniczny w przypadku dźwignika. Z drugiej strony należy pamiętać o korzyściach wynikających ze stanowiska wyposażonego w dźwignik, które przejawiają się w wygodzie eksploatacji, szczególnie przy pracach związanych z kontrolą geometrii układu jezdnego przy jednoczesnej możliwości wykonania badania technicznego przyczepy na kanale stanowiska do badania pojazdów o większej masie całkowitej (Filipczuk, 2007).

Oceniając rodzaje stanowisk kontrolnych w aspekcie ekonomicznego funkcjonowania SKP należy zwrócić uwagę na różnice w wymaganiach lokalowych i związanych z urządzeniami kontrolno-pomiarowymi, w które musi być wyposażona dana SKP. Analizę można przeprowadzić na podstawie wymagań lokalowych i sprzętowych stawianych podstawowym i okręgowym stacjom kontroli pojazdów, jako przykładom dwóch różnych rodzajów stanowisk (tab. 1).

Tabela 1.

Różnice w wymaganiach lokalowych stawianych okręgowym i podstawowym stacjom kontroli pojazdów (Dz. U. poz. 275, 2006; Dziedziak i in., 2015)

Table 1.

Differences in requirements set for the district and basic vehicle inspection stations (Dz. U. poz. 275, 2006; Dziedziak i in., 2015)

Lp.	Parametr	OSKP	PSKP
1.	Liczba miejsc parkingowych	4 – dla pojazdów o dmc do 3,5 t 2 – dla pojazdów pozostałych	4 – dla pojazdów o dmc do 3,5 t
2.	Długość wjazdu na stanowisko kontrolne o określonej nawierzchni	6 m	3 m
3.	Wymagana przelotowość stanowiska kontrolnego	tak	nie
4.	Minimalna długość stanowiska kontrolnego wyposażonego w kanał przeglądowny:	20 m + długość schodów kanału	8 m + długość schodów kanału
5.	Minimalna długość stanowiska kontrolnego wyposażonego w urządzenie do podnoszenia całego pojazdu:	1,5 m + długość urządzenia do podnoszenia całego pojazdu	1,5 m + długość urządzenia do podnoszenia całego pojazdu
6.	Minimalna szerokość stanowiska kontrolnego:	5,2 m	4,8 m
7.	Minimalna wysokość stanowiska kontrolnego wyposażonego w kanał przeglądowny:	4,2 m	3,3 m

Lp.	Parametr	OSKP	PSKP
8.	Minimalna wysokość stanowiska kontrolnego wyposażonego w urządzenie do podnoszenia całego pojazdu:	5,7 m	4,6 m
9.	Minimalna wysokość bramy wjazdowej i wyjazdowej:	4,1 m	3,1 m
10.	Minimalna szerokość ławy pomiarowej:	2,8 m	2,4 m
11.	Minimalna długość ławy pomiarowej:	8 m	5 m
12.	Minimalna długość kanału przeglądowego (bez schodów):	18 m	6 m
13.	Szerokość kanału przeglądowego powinna zawierać się w przedziale:	0,7 m – 0,9 m	0,6 m – 0,9 m
14.	Minimalna wielkość przeciążenia obrzeża lub podłogi kanału uwzględniona w projekcie konstrukcyjno-budowlanych kanału przeglądowego:	143,75 kN	25 kN
15.	Minimalny wymiar zewnętrznego stanowiska kontrolnego:	8,5 m x 16,5 m	8,5 m x 10,5 m

Jak wynika z powyższego zestawienia (tab. 1), już samo spełnienie wymagań lokalowych dla okręgowej stacji kontroli pojazdów będzie dużo bardziej kosztowne, niż dla stacji podstawowej. OSKP musi, zgodnie z przyznanymi uprawnieniami, być dodatkowo wyposażona w urządzenia umożliwiające przeprowadzanie badań technicznych wszystkich możliwych pojazdów. Wyszczególnienie wymaganego wyposażenia przedstawiono w rozdziale 4.4.3.

4.4. Wymagania stawiane stacjom kontroli pojazdów

Stacje kontroli pojazdów są przykładem obiektów działających w zapleczu motoryzacji, dla których dość dokładnie określono wymagania odnośnie wymiarów stanowiska, wyposażenia w aparaturę kontrolno-pomiarową, instalacje techniczne i technologiczne. Opis szczegółowych wymagań zawarto w rozporządzeniu Ministra Transportu i Budownictwa z dnia 10 lutego 2006 r. w sprawie szczegółowych wymagań w stosunku do stacji przeprowadzających badania techniczne pojazdów (Dz. U. poz. 275, 2006).

Jednakże nie są to wszystkie wymagania, jakie musi spełnić przedsiębiorca, aby mógł prowadzić SKP. W związku z tym wskazane jest przywołanie innych, wybranych aktów prawnych, które mają zastosowanie w odniesieniu do stacji kontroli pojazdów oraz wykonywanych przez nie badań technicznych pojazdów.

4.4.1. Uwarunkowania prawne dotyczące funkcjonowania stacji kontroli pojazdów

Ustawy

- Ustawa z dnia 20 czerwca 1997 r. Prawo o ruchu drogowym. (Dz. U. z 2018 r., poz. 1990 z późn.zm.)

- Ustawa z dnia 11 maja 2001 r. Prawo o miarach. (Dz.U. z 2001 r., poz. 636 z późn. zm.)
- Ustawa z dnia 21 grudnia 2000 r. o dozorze technicznym. Obwieszczenie Marszałka Sejmu Rzeczypospolitej Polskiej z dnia 11 maja 2017 r. w sprawie ogłoszenia jednolitego tekstu ustawy o dozorze technicznym (Dz.U. 2017 r., poz. 1040 z późn. zm.)
- Ustawa z dnia 2 lipca 2004 r. o swobodzie działalności gospodarczej. (Dz.U. z 2016 r., poz. 1829)
- Ustawa z dnia 6 marca 2018 r. o Centralnej Ewidencji i Informacji o Działalności Gospodarczej i Punkcie Informacji dla Przedsiębiorcy. (Dz.U. z 2018 r., poz. 647)
- Rozporządzenia
- Rozporządzenie Ministra Transportu i Budownictwa z dnia 10 lutego 2006 r. w sprawie szczegółowych wymagań w stosunku do stacji przeprowadzających badania techniczne pojazdów (Dz.U. z 2006 r., nr 40, poz. 275)
- Rozporządzenie Ministra Transportu i Gospodarki Morskiej z dnia 1 marca 2001 r. w sprawie nadania statutu Transportowemu Dozorowi Technicznemu. (Dz.U. z 2016 r. poz. 989)
- Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 31 grudnia 2002 r. w sprawie warunków technicznych pojazdów oraz zakresu ich niezbędnego wyposażenia. (Dz.U. z 2016 r. poz. 2022 z późn. zm.)
- Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 2 czerwca 2010 r. w sprawie warunków technicznych pojazdów wchodzących w skład kolejki turystycznej oraz zakresu ich niezbędnego wyposażenia. (Dz.U. z 2010 r. Nr 110, poz. 729)
- 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)
- Rozporządzenie Ministra Infrastruktury i Budownictwa z dnia 8 lipca 2016 r. w sprawie wymagań funkcjonalnych i wymogów technicznych blokady alkoholowej oraz wzoru dokumentu potwierdzającego kalibrację blokady alkoholowej. (Dz.U. z 2016 r., poz. 1072)
- Rozporządzenie Ministra Infrastruktury i Rozwoju z dnia 18 grudnia 2013 r. w sprawie certyfikatów potwierdzających spełnienie przez pojazd odpowiednich wymogów bezpieczeństwa lub warunków dopuszczenia do ruchu. (Dz.U. z 2016 r., poz. 1711)
- Rozporządzenie Ministra Finansów z dnia 27 marca 2014 r. w sprawie pojazdów samochodowych uznawanych za wykorzystywane wyłącznie do działalności gospodarczej podatnika. (Dz.U. z 2014 r., poz. 407)
- 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. (Dz.U. z 2015 r., poz. 776 z późn. zm.)
- Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 21 października 2011 r. w sprawie szczegółowego sposobu oraz trybu nadawania i umieszczania w pojazdach cech identyfikacyjnych. (Dz.U. z 2011 r., nr 236, poz. 1401)

- Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 29 września 2004 r. w sprawie wysokości opłat związanych z prowadzeniem stacji kontroli pojazdów oraz przeprowadzaniem badań technicznych pojazdów. (Dz.U. z 2004 r., nr 223, poz. 2261)
- Rozporządzenie Ministra Infrastruktury i Budownictwa z dnia 8 lipca 2016 r. zmieniające rozporządzenie w sprawie wysokości opłat związanych z prowadzeniem stacji kontroli pojazdów oraz przeprowadzaniem badań technicznych pojazdów. (Dz.U. z 2016 r., poz. 1074)
- Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 27 września 2003 r. w sprawie szczególnych czynności organów w sprawach związanych z dopuszczeniem pojazdu do ruchu oraz wzorów dokumentów w tych sprawach. (Dz.U. z 2016 r., poz. 1088 z późn. zm.)
- Rozporządzenie Rady Ministrów z dnia 7 grudnia 2012 r. w sprawie rodzajów urządzeń technicznych podlegających dozorowi technicznemu. (Dz.U. z 2012 r., poz. 1468)
- Rozporządzenie Ministra Rozwoju i Finansów z dnia 13 kwietnia 2017 r. w sprawie prawnej kontroli metrologicznej przyrządów pomiarowych (Dz.U. z 2017 r., poz. 969)

4.4.2. Wymagania stawiane diagnostom

W myśl nieobowiązujących już przepisów (Dz. U. poz. 2469, 2004), aby wykonywać zawód diagnosty samochodowego potrzebne było wykształcenie kierunkowe oraz stosowna, uzależniona od wykształcenia, praktyka przy obsłudze lub naprawie samochodów. Gwarantowało to posiadanie niezbędnej wiedzy technicznej w odniesieniu do elementów konstrukcyjnych pojazdu. Obecnie wymagania te zostały uchylone ustawą z dnia 9 maja 2014 r. o ułatwieniu dostępu do wykonywania niektórych zawodów regulowanych (Dz. U. poz. 768, 2014). Nie znaczy to, że bez żadnego doświadczenia praktycznego można uzyskać uprawnienia do oceny zmian konstrukcyjnych lub związanych z wymianą elementów pojazdu. Wspomniana ustawa wprowadza bowiem stosowne zapisy w Art. 84 do ustawy Prawo o ruchu drogowym (Dz. U. poz. 1990, 2018). Jednak zmianom uległy okresy wymaganej praktyki, które zostały skrócone. Ustawa wprowadza również zapisy o stosownych szkoleniach i wymaganych egzaminach (Dz. U. poz. 1836, 2014).

W myśl ustawy Prawo o ruchu drogowym badanie techniczne pojazdów może wykonywać diagnosta uprawniony przez właściwego starostę. Uprawnienia wydaje się, gdy kandydat na diagnostę posiada wymagane wykształcenie techniczne oraz praktykę, ukończył szkolenie i zdał egzamin kwalifikacyjny. Przez wykształcenie i praktykę rozumie się:

- wyższe wykształcenie techniczne o specjalności samochodowej oraz udokumentowaną 6-miesięczną praktykę,
- średnie wykształcenie techniczne lub wykształcenie średnie branżowe, o specjalności samochodowej i roczną praktykę,
- wyższe wykształcenie techniczne o specjalności innej niż samochodowa i udokumentowaną roczną praktykę,
- średnie wykształcenie techniczne lub wykształcenie średnie branżowe, o specjalności innej niż samochodowa i udokumentowaną 2-letnią praktykę.

W każdym przypadku dopuszcza się na równi praktykę odbywaną w stacji kontroli pojazdów lub w zakładzie (warsztacie) naprawy pojazdów na stanowisku kontroli lub naprawy pojazdów.

Według niektórych opinii (Dziedziak i in., 2015) zliberalizowane wymagania powodują, że „nawet osoba bez jakiegokolwiek doświadczenia praktycznego w zakresie prowadzenia badań diagnostycznych może otrzymać uprawnienia do oceny zmian konstrukcyjnych lub związanych z wymianą elementów pojazdu, jeśli spełni wymagania szkoleniowe i egzaminacyjne.” Nie jest to jednak w pełni uzasadnione stwierdzenie ponieważ ww. zapisy ustawy nie uwalniają od obowiązku posiadania udokumentowanej praktyki. Chociaż warte uwagi jest spostrzeżenie, że praktyka w stacji kontroli pojazdów i praktyka w zakładzie naprawy pojazdów to co innego i różne wiążą się z tym doświadczenia.

Wiele kontrowersji budzą także wymagania nieadekwatne do wykonywanych czynności. Diagnosta, pomimo tego, że jest zatrudniony przez przedsiębiorcę prowadzącego podstawową SKP, która nie może wykonywać tzw. dodatkowych badań technicznych, i tak jest zobligowany do ukończenia szkolenia i zdania egzaminu dotyczącego badań wykonywanych tylko w OSKP (Dz. U. poz. 1836, 2014). Chodzi między innymi o zagadnienia dotyczące badań pojazdu przeznaczonego do przewozu towarów niebezpiecznych. Takie wymagania oczywiście byłyby uzasadnione w przypadku aplikowania na stanowisko pracy w OSKP. Dobrym rozwiązaniem pozwalającym eliminować takie sytuacje byłby stopniowy system szkoleń i uprawnień (Dziedziak i in., 2015).

4.4.3. Wyposażenie kontrolno-pomiarowe

Rozporządzenie Ministra Transportu i Budownictwa z dnia 10 lutego 2006 r. w sprawie szczegółowych wymagań w stosunku do stacji przeprowadzających badania techniczne pojazdów (Dz. U. poz. 275, 2006) precyzuje wiele obszarów związanych z funkcjonowaniem SKP, w tym także określa zakres niezbędnego wyposażenia. Wyposażenie SKP zostało określone w odniesieniu do stacji podstawowej i okręgowej z uwagi na różny zakres przeprowadzanych badań.

W przypadku PSKP powinno obejmować co najmniej następujące urządzenia i przyrządy:

- urządzenie rolkowe lub urządzenie płytowe (najazdowe) do kontroli działania hamulców;
- urządzenie do oceny prawidłowości ustawienia kół jezdnych pojazdu;
- przyrząd do pomiaru i regulacji ciśnienia powietrza w ogumieniu pojazdu;
- przyrząd do pomiaru ustawienia i światłości świateł pojazdu;
- przyrząd do pomiaru w szybach pojazdu współczynnika przepuszczalności światła;
- miernik poziomu dźwięku;
- dymomierz;
- przyrząd do kontroli złącza elektrycznego pojazd-przyczepa;
- przyrząd do wymuszania kontrolowanego nacisku na mechanizm sterowania hamulcem najazdowym przyczepy;
- urządzenie do wymuszania szarpnięć kołami jezdnyymi pojazdu;
- czytnik informacji diagnostycznych do układu OBD II/EOBD;

- wieloskładnikowy analizator spalin silników o zapłonie iskrowym;
- opóźniomierz do kontroli działania hamulców;
- zestaw narzędzi monterskich;
- podstawowy zestaw przyrządów mierniczych ogólnego przeznaczenia.

Stanowisko kontrolne OSKP oraz stacja podstawowa o dodatkowych uprawnieniach (jeżeli zakres badań technicznych prowadzonych przez daną stację wymaga stosowania tych przyrządów i urządzeń) powinny być wyposażone w:

- przyrząd do pomiaru geometrii ustawienia kół i osi pojazdu,
- elektroniczny detektor gazów do kontroli szczelności instalacji gazowej,
- urządzenie do kontroli skuteczności tłumienia drgań zawieszenia pojazdu o dopuszczalnej masie całkowitej do 3,5 t,
- komplet kluczy dynamometrycznych w zakresie od 20 do 400 Nm.

Wymienione wyżej urządzenia i przyrządy muszą spełniać stosowne wymagania formalne i metrologiczne. Wymagane jest między innymi, aby urządzenia przeznaczone do wykorzystywania w SKP były uprzednio poddane ocenie zgodności zgodnie z ustawą z dnia 30 sierpnia 2002 r. o systemie oceny zgodności (Dz. U. poz. 155, 2019). Ponadto muszą także być opatrzone oznakowaniem CE, jeżeli jest ono wymagane przepisami o systemie oceny zgodności.

Ponadto wspomniane wyposażenie, z wyjątkiem urządzeń podlegających okresowej kontroli metrologicznej lub przyrządów objętych okresowym dozorem technicznym, podlega okresowej kontroli eksploatacyjnej.

Kierownik SKP powinien przechowywać wymagane deklaracje zgodności dla wykorzystywanych urządzeń i przyrządów oraz dokumenty poświadczające wspomniany dozór techniczny i przeprowadzaną okresową kontrolę eksploatacyjną i metrologiczną.

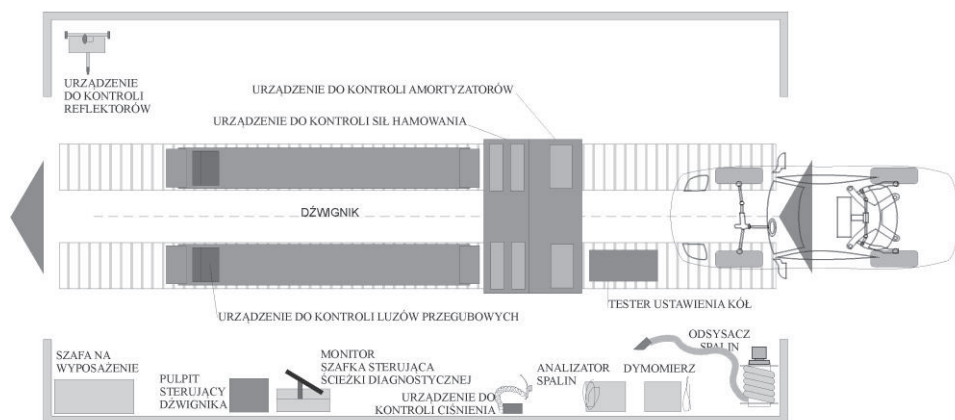
Dodatkowo urządzenia: do kontroli działania hamulców, do wymuszania kontrolowanego nacisku na mechanizm sterowania hamulcem najazdowym przyczepy, do pomiaru geometrii ustawienia kół i osi pojazdu, do kontroli skuteczności tłumienia drgań w zawieszeniu, do pomiaru w szybach pojazdu współczynnika przepuszczalności światła oraz czytnik informacji OBDII/EOBD muszą spełniać wymagania metrologiczne opisane w rozporządzeniu (Dz. U. poz. 275, 2006). Fakt spełnienia tych wymagań jest potwierdzany w dokumentach wydawanych przez jednostki akredytowane w zakresie warunków dopuszczenia urządzeń kontroli stanu technicznego pojazdów. Rejestr urządzeń, które spełniają dodatkowe wymagania, o których mowa w załączniku nr 3, prowadzi Dyrektor Transportowego Dozoru Technicznego.

4.5. Wybór i analiza usytuowania urządzeń na stanowisku kontrolnym

Ustawienie urządzeń na stanowisku kontrolnym decyduje o wygodzie przeprowadzania badań, czasie przeprowadzenia badania, kosztach eksploatacji obiektu, trwałości urządzeń oraz o wiarygodności wyników badań uzyskiwanych z poszczególnych urządzeń. Powinno być zasadą, aby podczas badania danej osi pojazdu na aktualnie wykorzystywanym urządzeniu pozostałe osie nie obciążały sąsiednich urządzeń umieszczonych w linii technologicznej.

Należy przy tym podkreślić, że badania układów podwozia na urządzeniach zamontowanych w SKP powinny poprzedzić szczegółowe oględziny pojazdu (Filipczuk, 2007).

Właściwie zaprojektowana stacja kontroli pojazdów i przyjęcie racjonalnego procesu przebiegu kontroli stanowi o efektach ekonomicznych i jakości badań diagnostycznych. Na rys. 27 przedstawiono przykład wygodnego rozmieszczenia urządzeń kontrolno-pomiarowych na stacji kontroli pojazdów o d.m.c. do 3,5 t. Zazwyczaj powierzchnia użytkowa podstawowej stacji kontroli pojazdów z zastosowaniem kanału przeglądowego wynosi ok. 300 m² oraz 200 m² w przypadku zastosowania dźwignika. Na pomieszczenia biurowe należy wygospodarować co najmniej 10 m² powierzchni, a na socjalne około 25 m² (Bocheński, 2000).



Rys. 27. Przykład rozmieszczenia urządzeń kontrolno-pomiarowych w SKP dla pojazdów o d.m.c. do 3,5 t (opracowanie własne)

Fig. 27. Example of measurement devices arrangement in Vehicle Inspection Station for vehicles up to 3.5 t (own project)

Zazwyczaj inwestor stara się, aby stanowisko było możliwie krótkie. Związane jest to z kosztami realizacji obiektu, ale również bardzo często jest uwarunkowane wielkością działki. Jednakże w pierwszej kolejności należy mieć na uwadze sposób przeprowadzania badań. W celu określenia optymalnego rozmieszczenia poszczególnych urządzeń niezbędna jest analiza wymiarów pojazdów, jakich badania są przewidywane. Dla przykładu w grupie pojazdów o d.m.c. do 3,5 t znajdują się samochody osobowe i dostawcze, a także ciągniki rolnicze. Należy zdecydować, jaką grupę będą stanowiły pojazdy najdłuższe, o największym rozstawie osi, a jaką o najmniejszym, i ile on wynosi. Rozważając układ stanowiska należy zwrócić uwagę, że rozstaw i wymiary kół pojazdu oraz rozstaw osi określają parametry geometryczne kanału przeglądowego lub dźwignika pojazdu, a także usytuowanie innych urządzeń, jak płyta do kontroli prawidłowości ustawienia kół jezdnych, czy urządzenie do kontroli skuteczności tłumienia drgań w zawieszeniu. Masa całkowita badanych pojazdów określa charakterystyki pomiarowe zastosowanych urządzeń. Natomiast długość i szerokość pojazdów lub zespołów pojazdów decyduje o wymiarach pomieszczenia diagnostycznego.

Bocheński poddał analizie parametry samochodów osobowych i dostawczych o d.m.c. do 3,5 tony (Bocheński, 2000). Do oceny wymiarów wybrano samochód osobowy Fiat 126 oraz furgon dostawczy Mercedes-Benz Sprinter.

W wyniku przeprowadzonej analizy stwierdzono, że:

- największa szerokość osi - 2055 mm (rozstaw kół + szerokość opony) Mercedes-Benz Sprinter
- najmniejsza szerokość osi - 992 mm (rozstaw kół - szerokość opony) Fiat 126,
- największy rozstaw osi - 4325 mm - Mercedes Benz Sprinter,
- najmniejszy rozstaw osi - 1840 mm - Fiat 126,
- największa długość pojazdu - 7345 mm - Mercedes Benz Sprinter;
- najmniejsza długość pojazdu - 3053 mm - Fiat 126;
- największa wysokość pojazdu - 3055 mm - Mercedes Benz Sprinter.

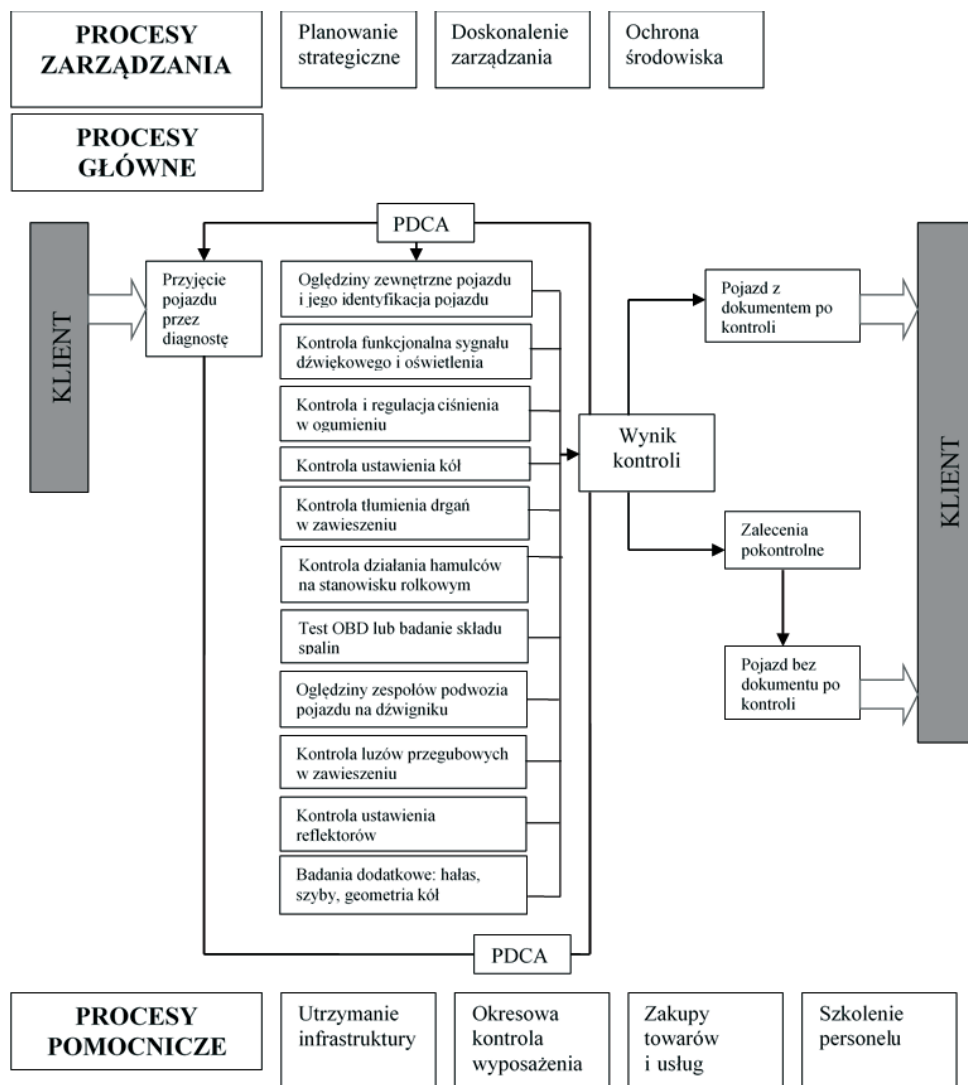
Przyjmując szerokość osi zmieniającą się w granicach od 992 mm do 2055 mm oraz rozstaw osi zmieniający się w granicach od 1840 mm do 4325 mm można wyznaczyć najmniejsze i największe wymiary ław pomiarowych, dźwigników oraz elementów urządzeń, a także ich rozmieszczenie w ciągu technologicznym SKP. Oczywiście nie wszystkie stacje muszą spełniać te kryteria, ponieważ samochody o skrajnych wymiarach nie są aż tak liczne, aby uzależniać od nich dodatkowe koszty inwestycyjne.

Miejsce zatrzymania pojazdu po wjechaniu na stanowisko powinno umożliwiać zamknięcie bramy wjazdowej, jednakże niekiedy wydłuża to całe pomieszczenie o ok. 3–4 m. Z kolei stanowiska krótkie, które wymuszają wykonywanie badań przy otwartej bramie, znacznie zwiększają koszty ogrzewania obiektu. Długość stanowiska kontrolnego stacji powinna być zatem kompromisem pomiędzy kosztami budowy obiektu, kosztami jego eksploatacji i funkcjonalnością związaną z wykonywaniem badań.

Należy również zauważyć, że stacje kontroli pojazdów cechują się dużą intensywnością użytkowania, w związku z tym wszelkie nie przemyślane do końca decyzje i niedociągnięcia projektowe mogą przynieść wymierne straty i niedogodności podczas eksploatacji stacji.

4.6. Zarządzanie procesem badań technicznych

Zarządzanie jakością w odniesieniu do usług realizowanych w warunkach stacji kontroli pojazdów może opierać się na tzw. podejściu procesowym. Podejście to upowszechniło się wraz z wprowadzeniem normy ISO 9001:2000. Jest to sprawdzony w praktyce i najbardziej skuteczny sposób opisu oraz dokumentowania systemu zarządzania, także w przypadku SKP (Szkoda i in., 2011; Dudziak i in., 2014). Przez takie podejście rozumie się identyfikację procesów obecnych w przedsiębiorstwie, określenie ich wzajemnych związków oraz zarządzanie tymi procesami (Kowalczyk, 2005).



Rys. 28. Mapa procesów SKP (Dudziak i in., 2014)

Fig. 28. Map of Vehicle Inspection Station processes (Dudziak et al., 2014)

Mapowanie strumienia wartości związane jest z określoną kolejnością wykonywanych czynności. Wstępny etap polega na graficznym zobrazowaniu aktualnego przebiegu procesów. W praktyce, na jednej mapie przedstawia się zwykle jedną grupę czynności. Mapa w ramach procesu identyfikuje konkretne czynności, które składają się na przepływy materialne, informacyjne i finansowe. Diagramy sekwencji poszczególnych czynności często dają organizatorom pierwszy, kompletny obraz tego, jak funkcjonuje proces w danej organizacji (Bozarth i Handfield, 2007) i umożliwiają doskonalenie procesu zgodnie z cyklem Deminga PDCA (ang. Plan-Do-Check-

Act), co zilustrowano na rys. 28. Mapowanie procesu pozwala także na jego zdiagnozowanie, a następnie poprawne zdefiniowanie: osób odpowiedzialnych za realizację procesu (właściciel procesu); wszystkich działań, jakie muszą zostać zrealizowane, aby osoba odpowiedzialna za kontakt z klientem miała stworzone optymalne warunki do pracy; miejsc, które mogą powodować utrudnienia w realizacji usługi; wszelkich zasobów niezbędnych do realizacji usługi lub produktu.

W odniesieniu do stacji kontroli pojazdów, wskazanie miejsc związanych z utrudnieniami w realizacji procesu, które generują straty, nie powinno być skomplikowane. Jeżeli w wyniku mapowania zostanie zdiagnozowane marnotrawstwo to znak, że nie wszystkie czynniki zostały zidentyfikowane i że jest okazja do wprowadzenia stosownych działań korygujących w celu usprawnienia przebiegu procesu.

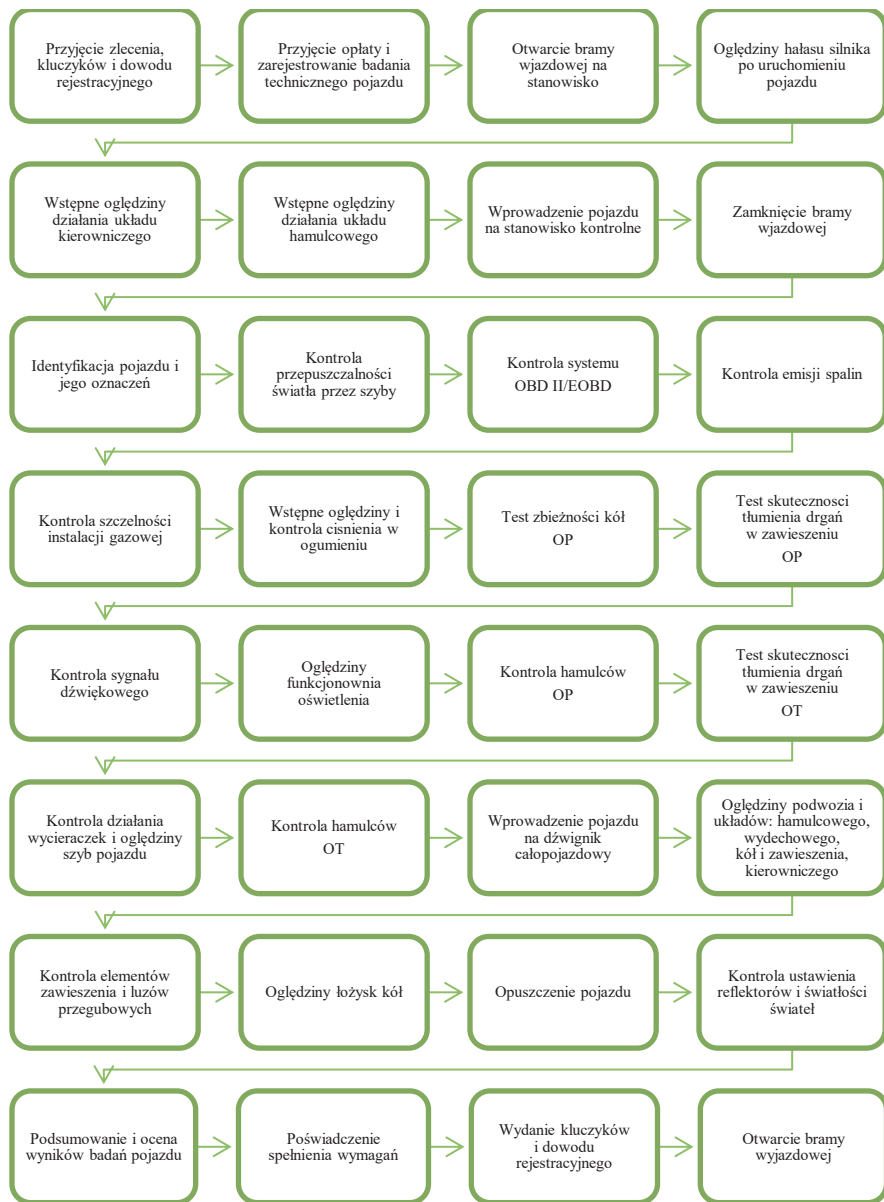
W Polsce większość stacji kontroli pojazdów to niewielkie firmy prywatne, czasami mogą również wchodzić w skład większego przedsiębiorstwa, ale zawsze posiadają swoistą autonomię. W takim przypadku właścicielem procesów jest zazwyczaj kierownik lub właściciel stacji, który jest odpowiedzialny za realizację procesu głównego, czyli za realizację badań kontrolnych pojazdów. Jest on także osobą odpowiedzialną za kontakty z klientami, prowadzenie rejestru badanych pojazdów oraz organizację zasobów. Elementy infrastruktury stacji, jej wyposażenie kontrolno-pomiarowe, technologiczne i pomocnicze wraz z wykwalifikowaną kadrą pracowników stanowią zasoby niezbędne do realizacji procesu głównego.

4.7. Analiza czynności związanych z kontrolą pojazdu

Analizując proces realizacji badań technicznych na stacji kontroli pojazdów można stwierdzić, że na jego przebieg mają wpływ takie czynniki, jak: wymiary pomieszczenia, rozmieszczenie urządzeń, odległości od stanowisk biurowych, zastosowanie dźwignika pojazdu lub kanału przeglądownego, rodzaj zastosowanych bram wjazdowych itp. Wykaz czynności kontrolno-pomiarowych uwzględniający powyższe czynniki umożliwia opracowanie planu organizacyjnego dla danej SKP, wspierającego przeprowadzanie badań technicznych.

Analizę tego rodzaju przeprowadzono w ramach badań własnych w przypadku wybranej stacji kontroli pojazdów o d.m.c. do 3,5 t (Dudziak i in., 2014). W tym celu obserwowano pracę diagnosty i analizowano wykonywane przez niego czynności. Rozwinięcie tej analizy pozwoliło na opracowanie schematu blokowego porządkującego czynności kolejno wykonywane przez diagnostę.

W początkowym okresie kontroli pojazdu, kiedy wykonywane były oględziny i ocena funkcjonalna oświetlenia, klient, po wprowadzeniu pojazdu na stanowisko, pozostawał za kierownicą i aktywował kolejno elementy oświetlenia. Wymagało to zaangażowania dwóch osób oraz skutecznej komunikacji pomiędzy nimi. Następnie pojazd przejmował diagnosta i wprowadzał go na kolejne stanowiska diagnostyczne.



Rys. 29. Przebieg czynności podczas standardowego badania pojazdu o d.m.c. do 3,5 t zakończonego wynikiem pozytywnym (opracowanie własne)

Fig. 29. Course of activities during a vehicle up to 3.5t test completed with a positive result (own project)

W wyniku analizy procesu głównego stwierdzono, że podczas odbywającej się kontroli tłumienia drgań w zawieszeniu diagnosta nie jest w nią czynnie zaangażowany przez ok. 2 minuty. Był to czas, który należało zagospodarować poprzez wykonanie innych czynności kontrolnych jednocześnie. W związku z tym ponownie przeanalizowano wykonywane czynności i stwierdzono, że istnieje możliwość przeprowadzenia w tym czasie oceny funkcjonalnej oświetlenia pojazdu. Wymagało to jednak doposażenia stanowiska w zestaw luster pozwalających na obserwację wszystkich reflektorów pojazdu z miejsca kierowcy. Lustra są często spotykane w warsztatach samochodowych, ze względu na usprawnienia komunikacji wewnętrznej i bezpieczeństwa pracy. Tym razem zostały zaproponowane do oceny oświetlenia pojazdu.

Ostatecznie dzięki przeprowadzonej analizie uzyskano możliwość skrócenia standardowego czasu wykonywania usługi o ok. 2 minuty wprowadzając jednoczesną realizację kilku czynności (kontrola amortyzatorów, oświetlenia, wycieraczek, sygnału dźwiękowego). Ponadto przejeżdżenie pojazdu na samym początku, jeszcze przed wjechaniem na stanowisko pozwoliło na wstępne oględziny układu kierowniczego i hamulcowego, które diagnosta mógł wykonać właśnie podczas wprowadzania pojazdu na stanowisko SKP. To również pozwoliło na oszczędności czasowe, ponieważ klienci zazwyczaj czuli się dość niepewnie wprowadzając pojazd, przez co mogło to zajmować więcej czasu niż w przypadku wykonywania tych czynności przez diagnostę.

Skorygowany schemat blokowy porządkujący wykonywane czynności zaprezentowano na rys. 29. Wymusza on na diagnostach stosowanie ustalonej kolejności prac, ale może być pomocny podczas stopniowej realizacji procesu badań kontrolnych pojazdu. W przypadku większego przedsiębiorstwa, gdzie zatrudnionych jest więcej diagnostów, osiągnięta jednoznaczność przenosi się na wszystkie etapy procesu, stanowiąc algorytm postępowania dla wszystkich pracowników, którzy uczestniczą w tym procesie.

Założenia te, pozornie niezauważalne dla klienta, pomagają w zrealizowaniu nadrzędnego celu usługi – w tym przypadku rzetelnego, cechującego się wysoką jakością przeprowadzenia badań technicznych pojazdów.

4.8. Problematyka badań ciągników rolniczych

Badania techniczne ciągników rolniczych podobnie jak innych pojazdów przeprowadza się na stacjach kontroli pojazdów. Są one niezbędne dla zapewnienia bezpieczeństwa ruchu drogowego, aczkolwiek czasami nastroczają pewnych problemów.

W okresowych badaniach technicznych ciągnika rolniczego jednym z najważniejszych kryteriów oceny stanu technicznego pojazdu jest sprawdzenie działania układu hamulcowego. Stosunkowo prosta w przypadku samochodów osobowych realizacja badania układu hamulcowego za pomocą urządzeń rolkowych, w przypadku ciągnika rolniczego może być problematyczna. Ciągniki rolnicze, których masa nie przekracza 3,5 t mogą być poddawane badaniom na stacjach kontroli pojazdów o podstawowym zakresie badań, zaś ciągniki o większej masie muszą być badane w okręgowych stacjach diagnostycznych. Niestety te większe pojazdy rolnicze nastroczają problemów podczas testów na stanowiskach rolkowych (Bocheński, 2000; Kamiński i Czaban, 2006).

Urządzenie rolkowe (rys. 30) posiada dwie rolki napędowe, zazwyczaj połączone łańcuchem oraz środkową rolkę załączająco-kontrolną, która po najechnięciu na stanowisko naciśkana kołem uruchamia procedurę pomiarową. Niestety w przypadku, gdy badany jest ciągnik dużej mocy, zazwyczaj wyposażony w koła o dużej średnicy, po najechnięciu na rolki pomiarowe środkowa rolka załączająca nie zostaje wciśnięta na głębokość inicjującą rozpoczęcie pomiaru i pomiar nie może się rozpocząć. Na rys. 30 można zauważyć również, że rolki w danym urządzeniu pomiarowym nie są zamontowane na tym samym poziomie, a w dodatku niewiele wystają ponad obudowę urządzenia. Podczas badania sił hamowania opony ciągnika napompowane do nominalnego ciśnienia, mogą uginać się i dotykać do obudowy poza rolkami, co może prowadzić do zakłóceń podczas pomiaru i nieprawidłowych wyników (Bocheński i in., 1999).

Następnym czynnikiem utrudniającym pomiar jest konstrukcja bieżnika opon ciągników rolniczych, który jest niedostosowany do współpracy z odcinkowo przylegającymi do kół rolkami. Nie pozwala on na uzyskanie na rolkach pomiarowych odpowiedniej przyczepności oraz tym samym wpływa na chwilowe poślizgi podczas pomiarów.



Rys. 30. Uniwersalne urządzenie rolkowe do badań sił hamowania (fot. KEiŚT)
Fig. 30. Universal roller brake tester (photo by KEiŚT)

Dużym problemem są także ciągniki ze stałym napędem obu osi. W momencie najechania jedną osią ciągnika na rolki pomiarowe, druga zazwyczaj posadowiona jest na stałym podłożu. Po uruchomieniu rolek stanowiska ruch przekazywany jest na badaną oś oraz jednocześnie poprzez układ napędowy ciągnika na oś sprzężoną. Koła tej osi, obracając się na stałym podłożu, wypychają ciągnik ze stanowiska i pomiar zostaje przerwany bezpośrednio po jego rozpoczęciu. W takim przypadku do wykonania badań powinny zostać użyte dodatkowe rolki wolnobieżne, które zamontowane pod kołami niebadanej osi umożliwią obrót jej kół bez przekazywania siły napędowej na podłoże (Sitek, 2008). Badania takiego układu można również wykonać na stanowisku umożliwiającym przeprowadzenie pomiaru dwuetapowo – rolki lewej i prawej strony stanowiska obracają się w przeciwnych kierunkach, a siły hamowania lewego i prawego koła badane są oddzielnie z wykorzystaniem mechanizmu różnicowego (Maha, 1995).

W przypadku, gdy pomiar siły hamowania nie jest możliwy na urządzeniu rolkowym, diagnosta powinien wykonać go za pomocą opóźniomierza, który również musi być na wyposażeniu stacji kontroli pojazdów (Dz. U. poz. 776, 2015).

5. PROBLEMATYKA BADAWCZA

5.1. Uwarunkowania technicznych badań pojazdów

Badanie techniczne pojazdu bezpośrednio związane jest z bieżącą oceną stanu technicznego pojazdu, która z kolei ma bezpośredni związek z niezawodną jego eksploatacją i bezpieczeństwem ruchu drogowego.

Z badań wykonanych na zlecenie Najwyższej Izby Kontroli wynika, że w wielu pojazdach dopuszczonych do ruchu policjanci ujawniali poważne niesprawności w układach: hamulcowym, zawieszenia, kierowniczym i oświetlenia. Usterki te powinny stanowić podstawę do orzeczenia przez diagnostę negatywnego wyniku badań technicznych, co nie miało jednak miejsca. Nie wiadomo, w jakim stopniu zawiódł czynnik ludzki, a w jakim aparatura pomiarowa. Stwierdzono, że ponad 40% kontrolowanych stacji wyposażonych było w urządzenia kontrolno-pomiarowe, które nie posiadały aktualnego dokumentu poświadczającego dopuszczenie do użytkowania (Najwyższa Izba Kontroli, 2017).

W wyniku analizy tego zagadnienia zauważono, że w dalszym ciągu nie wyjaśnia to kwestii rzeczywistego stanu technicznego urządzeń stanowiących wyposażenie stacji kontroli pojazdów, co stanowiło bodziec do dalszych badań podejmowanych w niniejszej rozprawie.

Dodać należy, iż w dziedzinie sprzętu pomiarowego i metod stosowanych w badaniach pojazdów obserwuje się duże zróżnicowanie. Niektóre z tych metod są dobrze i szeroko opisane, inne wciąż wydają się mało obiektywne i w dużej mierze zależą od subiektywnych doświadczeń i poglądów diagnosty. Jednakże nawet ugruntowane metody mogą generować nieprawidłowe wyniki. W związku z tym należy postawić pytanie o jakość wykonywanej oceny stanu technicznego pojazdu.

Istotne jest, aby przeprowadzana okresowo kontrola techniczna pojazdu była realizowana rzetelnie. Do tego wymagane jest, aby osoba dokonująca kontroli posiadała stosowne kwalifikacje i doświadczenie oraz aby miała do dyspozycji sprzęt, który umożliwia przeprowadzenie badań we właściwy sposób (Dz. U. poz. 2469, 2004; Dz. U. poz. 1836, 2014). Zakładając, że diagności spełniają stawiane im wymagania, w dalszym ciągu nie wiadomo, w jakim stopniu można zaufać wyposażeniu, które po wprowadzeniu do użytkowania nie zawsze jest właściwie konserwowane i nadzorowane (Najwyższa Izba Kontroli, 2017).

Większość urządzeń na stacjach kontroli pojazdów pełni istotne funkcje i musi znajdować się w stanie pełnej zdatności. Nie można bowiem dokonać rzetelnej kontroli pojazdu stosując błędnie funkcjonujące urządzenie. Jak zatem dokonać kontroli wyposażenia kontrolno-pomiarowego stacji kontroli pojazdów? Niektóre urządzenia podlegają zewnętrznej kontroli wykonywanej przez upoważnione organy (Okręgowe Urzędy Miar, Akredytowane Laboratoria Pomiarowe) (Dz. U. poz. 885, 2017; Dz. U. poz. 969, 2017), natomiast inne obowiązany jest kontrolować właściciel stacji lub upoważnione przez niego osoby. Forma tej kontroli nie została jasno sprecyzowana. Polega na głównie ocenie funkcjonalnej danego urządzenia, a jej zakres i częstotliwość zazwyczaj są opisane w stosownej dokumentacji techniczno-ruchowej urządzenia. Dokonujący kontroli powinien opierać się na zapisach tam zamieszczonych, gdzie zazwyczaj opisano sposób obsługi, konserwacji i okresowego sprawdzenia poprawności funkcjonowania. Powstaje jednak pytanie czy pracownik stacji kontroli pojazdów bez dodatkowych kwalifikacji i przyrządów jest w stanie prawidłowo ocenić sposób funkcjonowania danego urządzenia.

Niekiedy producent urządzenia zagadnienia dotyczące kontroli swojego wyrobu opisuje w sposób, z którego wynika, że poprawną kontrolę wyrobu można wykonać w tylko oparciu o inny sprzęt specjalistyczny, który zazwyczaj posiada tylko serwis fabryczny. Stąd wniosek, że aby usługa została wykonana poprawnie, należy co pewien czas zlecać taką usługę przedsiębiorstwu specjalizującemu się w takich usługach.

Nadal jednak brak jest odpowiedzi na pytanie, w jakim stopniu udaje się zapewnić prawidłowe funkcjonowanie wyposażenia pomiarowego oraz jak bardzo mogą różnić się między sobą wyniki badań realizowanych z wykorzystaniem różnych urządzeń, w oparciu o ten sam obiekt badań.

Można założyć, że jeżeli dane przedsiębiorstwo serwisujące wyposażenie kontrolno-pomiarowe SKP posiada upoważnienie producenta urządzenia lub jest jego przedstawicielem, to posiada również odpowiednie narzędzia i kwalifikacje, ale nie zawsze tak musi być. Z uwagi na dostępność na rynku urządzeń różnych producentów zdarza się, że na jednej SKP znajdują się urządzenia pochodzące z kilku źródeł, co jest efektem wyboru korzystniejszej ceny, wymiany sprzętu na nowszy lub zakupów dokonywanych etapami w różnym czasie. Rynek urządzeń przeznaczonych do SKP jest w Polsce bardzo zróżnicowany i firmie serwisowej trudno jest zakupić know-how do wszystkich dostępnych urządzeń.

Tylko w odniesieniu do urządzeń do badania hamulców, czy do kontroli skuteczności tłumienia drgań w zawieszeniu można wymienić ponad 15 producentów oferujących urządzenia w Polsce. Taka sytuacja związana jest także z mnogością metod wymaganych do kontroli tego wyposażenia i utrudnia tym samym prowadzenie zewnętrznej kontroli przez upoważnione jednostki nadrzędne, tak jak ma to miejsce np. w przypadku kontroli analizatorów spalin samochodowych czy manometrów do kontroli ciśnienia w ogumieniu.

5.2. Problem badawczy

Jakość jest terminem trudnym do jednoznacznego zdefiniowania głównie ze względu na swoją złożoność, niejednoznaczną interpretację i subiektywność oceny.

Definiowanie jakości w aspekcie filozoficznym jest rozumiane jako coś, co jest transcendentne, do czego dąży się intuicyjnie, ale praktycznie bez żadnej możliwości jednoznacznego zdefiniowania jakości (Bielawa, 2011).

Intuicyjnie dobra jakość to coś cennego. Według filozofów i współczesnej nauki jakość

-
- „...jest sądem oceniającego, subiektywnie zależnym od doświadczenia...” (Platon)
 - „...wszystko co można udoskonalić.” (Lao Tse)
 - „...to własność przedmiotu.” (Cyceron) (Horbaczewski, 2006)
 - „...ogół cech i właściwości wyrobu lub usługi, które decydują o zdolności wyrobu lub usługi do zaspokajania stwierdzonych i przewidywanych potrzeb.” (ISO 8402)
 - „...stopień, w jakim zbiór inherentnych cech spełnia wymagania.” (ISO 9001:2000)

Według Dulskiego „jedynym racjonalnym pojęciem jakości jest jakość techniczna wyrobu i produkcji, wyprowadzona z rzeczowych cech produktów.” Krencik (1965) natomiast twierdzi, że „jakość to zespół cech każdego towaru, dotyczących poziomu nowoczesności,

niezawodności, użytkowej wydajności, sprawności, trwałości, kształtu, barwy, estetyki, gustów, mody itp. Wszystkie wymienione cechy towaru mogą być z kolei rozpatrywane z punktu widzenia konstrukcji wyrobu, technologii, zastosowanych surowców, materiałów, sposobów wykończenia itp.” (Bielawa, 2011).

Na jakość usług technicznych badań pojazdów w dużym stopniu składa się jakość wykonywanych pomiarów, a na nią mają wpływ urządzenia kontrolno-pomiarowe, personel stacji, podmioty serwisujące urządzenia i organa nadzorujące działanie stacji.

Na niektórych aspektach skupiała uwagę Najwyższa Izba Kontroli (Najwyższa Izba Kontroli, 2017), ale uwaga ta dotyczyła głównie uchybień proceduralnych i formalnych, nie wykonywano natomiast oceny metrologicznej poszczególnych urządzeń w obrębie danej metody pomiarowej.

Po wprowadzeniu urządzeń do eksploatacji, nadzór nad ich funkcjonowaniem spoczywa bezpośrednio na właścicielu stacji, który podczas kontroli inspektora (TDT), wykazuje się stosownymi zapisami poświadczającymi wykonywaną kontrolę eksploatacyjną poszczególnych urządzeń.

Jednakże wykonana obsługa eksploatacyjna nie gwarantuje spełnienia wymagań metrologicznych przez poszczególne urządzenia. Brak jest informacji na temat stanu technicznego tych urządzeń. Nie wiadomo, czy wymagają one adjustacji oraz w jakim stopniu przeprowadzana przez zewnętrzne firmy adjustacja pozwala na spełnienie wymagań metrologicznych w zakresie dopuszczalnych błędów pomiarowych (Dz. U. poz. 275, 2006).

Poza manometrami do pomiaru ciśnienia w ogumieniu oraz analizatorami spalin, prawna kontrola metrologiczna innych urządzeń kontrolno-pomiarowych stosowanych w SKP, nie jest obecnie formalnie przewidziana.

5.3. Hipotezy badawcze

W odniesieniu do przedstawionego problemu badawczego sformułowano hipotezy, których weryfikacja pozwoli na ocenę jakości technicznych badań pojazdów.

- w obrębie badań jednego układu pojazdu na różnych stanowiskach występują różnice uzyskiwanych wyników, co może być istotne podczas podejmowania decyzji o dopuszczeniu pojazdu do ruchu,
- jakość usług serwisowych świadczonych przez firmy obsługujące stacje kontroli pojazdów wymaga weryfikacji,
- występują odstępstwa od procedur pomiarowych przewidzianych do realizacji podczas przeprowadzania technicznych badań pojazdów, które mogą mieć wpływ na wyniki badań pojazdów.

5.4. Cel i zakres badań

W związku z wieloma niewiadomymi odnośnie ogólnie pojętej jakości technicznych badań pojazdów, jako główny cel opracowania przyjęto ocenę jakości okresowych technicznych badań pojazdów, przeprowadzoną w oparciu o porównawcze badania wybranych układów pojazdów, stanowiących obiekty odniesienia w danym zakresie.

Uwagę skupiono na urządzeniach do kontroli sił hamowania, urządzeniach do badań skuteczności tłumienia drgań w zawieszeniu pojazdu, urządzeniach do kontroli ustawienia reflektorów oraz urządzeniach do kontroli prawidłowości ustawienia kół jezdnych, jako urządzeniach pełniących bardzo odpowiedzialne funkcje kontrolne w aspekcie bezpieczeństwa ruchu drogowego. W analizie uwzględniono również analizatory spalin samochodowych, które pełnią z kolei odpowiedzialną funkcję w aspekcie ochrony środowiska przed zanieczyszczeniami emitowanymi przez pojazdy przekraczające dopuszczalne limity emisji spalin.

Z realizacją celu głównego związane są zatem cele szczegółowe:

- ocena badań skuteczności tłumienia drgań w zawieszeniu pojazdu,
- ocena badań sił hamowania,
- ocena badań ustawienia reflektorów,
- ocena badań poprawnego ustawienia kół jezdnych pojazdu,
- ocena badań analizatorów spalin,
- ocena jakości usługi okresowego przeglądu technicznego według klientów stacji kontroli pojazdów,
- ocena jakości i niezawodności wyposażenia pomiarowego według opinii personelu stacji kontroli pojazdów.

W związku z realizacją celu rozprawy zaplanowano badania urządzeń pomiarowych uwzględniające urządzenia ze stacji kontroli pojazdów zlokalizowanych na terenie województwa lubelskiego. Badania przeprowadzono w oparciu o cztery pojazdy. Pomiary realizowane były w krótkich okresach (1-2 dni), w kilku grupach.

Ponadto przewidziano badania oceny jakości usługi okresowego przeglądu technicznego pojazdu w oparciu o wywiad z klientami stacji kontroli pojazdów. Podobnej ocenie poddano także wyposażenie stacji kontroli pojazdów, które było oceniane przez personel stacji.

Oddzielnej ocenie poddano analizatory spalin. Oceny dokonano na podstawie zestawień informacji serwisowych oraz wyników badań sprawdzania analizatorów wykonywanych podczas ich legalizacji.

Badania dotyczące jakości okresowych badań technicznych pojazdów planowane były wstępnie również z wykorzystaniem ciągników rolniczych, które także takim badaniom podlegają. Jednakże z uwagi utrudnienia logistyczne związane z przemieszczaniem się ciągnika rolniczego pomiędzy rozproszonymi w terenie stacjami kontroli pojazdów, a także z uwagi na opisane już wcześniej problemy mogące występować przy ich badaniach i implikowanych tym trudnościach w późniejszej ocenie urządzeń kontrolno-pomiarowych, ograniczono się do badań samochodów osobowych, które obok samochodów dostawczych również pełnią istotną rolę w funkcjonowaniu gospodarstw rolniczych.

Przyjęto zatem, że badania przeprowadzone z wykorzystaniem obiektów, jakimi są samochody osobowe, również przyczynią się do odpowiedzi dotyczącej jakości badań technicznych pojazdów wykorzystywanych na terenach rolniczych.

6. METODYKA BADAŃ

Metodyka badań realizowanych na potrzeby niniejszej pracy zakładała trzy kierunki postępowania:

- badania wybranych urządzeń pomiarowych z kilkudziesięciu stacji kontroli pojazdów w oparciu o cztery pojazdy,
- badania okresowe analizatorów spalin wykonywane podczas ich legalizacji,
- badania jakości usługi okresowych badań technicznych pojazdu oraz wyposażenia stacji kontroli pojazdów w oparciu o wywiad z ich klientami i personelem.

6.1. Metodyka badań jakości pomiarów na różnych stacjach kontroli pojazdów

W celu dokonania oceny jakości okresowych badań technicznych pojazdów zaplanowano badania czterech pojazdów stanowiących obiekty odniesienia. Wybrane do badań pojazdy były testowane przy wykorzystaniu różnych urządzeń przeznaczonych do kontroli tego samego rodzaju układu w pojeździe. Spośród parametrów podlegających badaniom podczas okresowego przeglądu technicznego pojazdu wybrano siły hamowania, skuteczność tłumienia drgań w zawieszeniu pojazdu, prawidłowość ustawienia kół jezdnych oraz ustawienie reflektorów świateł mijania. Podczas badań zwracano również uwagę na inne czynności wykonywane przez diagnostów, a w szczególności na potrzebę kontroli ciśnienia w ogumieniu pojazdu, chęć kontroli składu spalin lub ich zadymienia oraz na wykorzystanie miernika naciśku na pedał hamulca podczas badań układu hamulcowego. Założono także, że w ramach badań jakościowych pomiar wykonywany będzie raz na danym pojeździe, tak jak ma to miejsce podczas okresowego przeglądu technicznego. Jeżeli diagnosta sam wyraziłby chęć powtórnego zbadania jakiegoś parametru, byłoby to wówczas odnotowane i pomiar byłby wykonany ponownie. Tego rodzaju przypadki występują zazwyczaj wówczas, gdy wynik pomiaru uzyskany za pierwszym razem jest negatywny.

Badania przy wykorzystaniu jednego pojazdu realizowano w możliwie krótkim okresie (1-2 dni). Założono, że stan pojazdu nie zmieniał się pomiędzy poszczególnymi testami. W celu zapewnienia zbliżonej masy pojazdu w poszczególnych testach ubytek paliwa wynikający z pokonywanej przez pojazd trasy pomiędzy kolejnymi stacjami kontroli pojazdów korygowany był pojemnikami z wodą instalowanymi nad zbiornikiem paliwa. Ponieważ w badaniach uczestniczyli pracownicy stacji, którzy charakteryzowali się różną masą, także te różnice uwzględniano i starano się je skompensować korygując masę pojazdów pojemnikami z wodą. W wyniku tych kompensacji oszacowano niepewność związaną z masą badanego pojazdu na ok. ± 15 kg. Pojazdy przed pomiarami były orientacyjnie zważone wzorcowaną wagą samochodową o sumarycznym błędzie nie przekraczającym ± 5 kg.

Wszystkie pojazdy przed każdym pomiarem były przygotowane w podobny sposób. Na początku przeprowadzono wstępną kontrolę ustawienia kół przy wykorzystaniu urządzenia do kontroli geometrii ustawienia kół i osi pojazdu GeoTest 60 i stwierdzono, że ustawienie kół nie wykracza poza zalecane dla pojazdów wartości. Bezpośrednio przed pomiarami wyregulowano ciśnienie z wykorzystaniem legalizowanego oraz wzorcowanego manometru, a także ustawiono reflektory w pojazdach, ustawiając je z wykorzystaniem, elektronicznego

urządzenia do kontroli ustawienia reflektorów Lite 1.3. Ciśnienie ustawiono zgodnie z zaleceniami producentów pojazdów, a reflektory ustawiono w pozycji środkowej w płaszczyźnie poziomej, natomiast w płaszczyźnie pionowej wartość pochylenia strumienia świetlnego ustawiono zgodnie z informacją dostępną na obudowie reflektorów. Założono następnie, że ciśnienie w ogumieniu oraz ustawienie reflektorów nie będzie regulowane podczas wykonywanych badań na ocenianych stacjach. Za wystarczającą informację przyjęto deklarowaną chęć sprawdzenia i ewentualnej korekty ciśnienia w ogumieniu oraz sugestie związane z oceną ustawienia reflektorów oraz potrzebą ich regulacji. Po zakończeniu badań pojazdy ponownie poddano sprawdzeniu ciśnienia i ocenie ustawienia reflektorów. Stwierdzono, że związane z tym parametry nie uległy zmianom.

Funkcjonowanie innych układów w pojazdach oceniano organoleptycznie podczas dojazdu do poszczególnych stacji kontroli pojazdów. Przed pomiarami sił hamowania kontrolowano temperaturę tarcz hamulcowych, która zbliżona była to temperatury otoczenia. Zwracano również uwagę na czystość ogumienia. Badania realizowane były przy dobrych warunkach pogodowych, bez opadów atmosferycznych, w związku z tym opony były suche. Przebieg pomiarów prawidłowości ustawienia kół, stopnia tłumienia drgań oraz sił hamowania realizowany był na każdej ze stacji bez ingerencji w czynności wykonywane przez diagnostę. W związku z tym wyniki mogą uwzględniać zarówno błędy związane z funkcjonowaniem urządzeń jak i nieprawidłowości leżące po stronie personelu stacji.

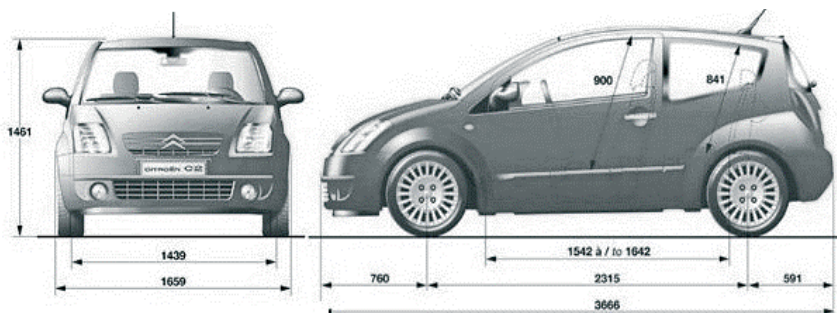
Zebrane wyniki dla poszczególnych pojazdów pogrupowano w zależności od badanych parametrów i dokonano oceny ich zmienności, wyznaczając odchylenia standardowe oraz współczynniki zmienności, co pozwoliło na ocenę skali obserwowanych rozbieżności. Podjęto się również analizy błędów dopuszczalnych dla poszczególnych parametrów i oceny uzyskanych wyników pomiarów w odniesieniu do błędów dopuszczalnych dla danych rodzajów stanowisk.

6.1.1. Charakterystyka pojazdów wykorzystywanych w badaniach

Podczas oceny badań wykonywanych na stacjach kontroli pojazdów wykorzystano 4 pojazdy, które stanowiły obiekty odniesienia.

Pojazd nr 1 to Citroen C2 z silnikiem 1.6 VTR o mocy maksymalnej 81kW z 2004 r. Drogomierz pojazdu podczas badań wskazywał przebieg 88023 km. Przy stanie licznika 83500 km wymieniono na nowe tarcze i klocki przednie, a tylne tarcze i klocki wymieniono przy przebiegu około 78000 km. Do badań skuteczności tłumienia w zawieszeniu i pomiarów sił hamowania wykorzystano opony zimowe marki Barum Polaris o rozmiarze 175/70 R14, ciśnienie w ogumieniu wynosiło 2,2 bar.

Badania realizowane były w okresie dwóch dni w stacjach kontroli pojazdów zlokalizowanych w okolicy Puław, Kurowa i Lublina.

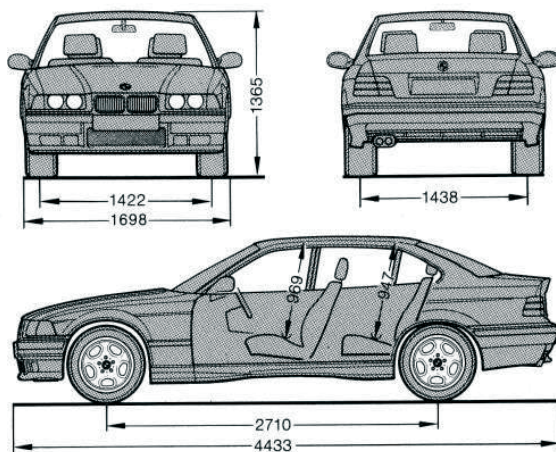


Rys. 31. Widok pojazdu nr 1 - Citroen C2 (autocentrum.pl)

Fig. 31. View of the vehicle No. 1 - Citroen C2 (autocentrum.pl)

Pojazd nr 2 to samochód BMW 318i (E36) wyposażony w silnik 1.8i o mocy maksymalnej 115kW z 1997 r. Na początku badań drogomierz pojazdu wskazywał przebieg 228550 km. Do badań wykorzystano opony letnie marki Barum Bravuris 2 o rozmiarze 235/40R17, ciśnienie w ogumieniu przednim i tylnym wynosiło 2,5 bar.

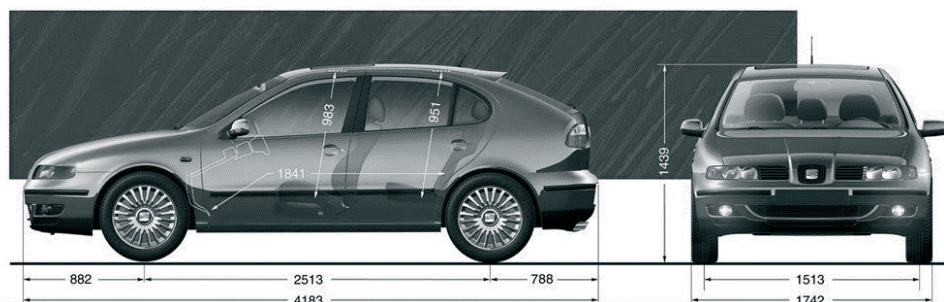
Badania realizowane były w okresie dwóch dni w stacjach kontroli pojazdów zlokalizowanych w miejscowościach Modliborzyce, Stróża, Urzędów, Annopol i Kraśnik.



Rys. 32. Widok pojazdu nr 2 - BMW 3 (E36) (autocentrum.pl)

Fig. 32. View of the vehicle No. 2 - BMW 3 (E36) (autocentrum.pl)

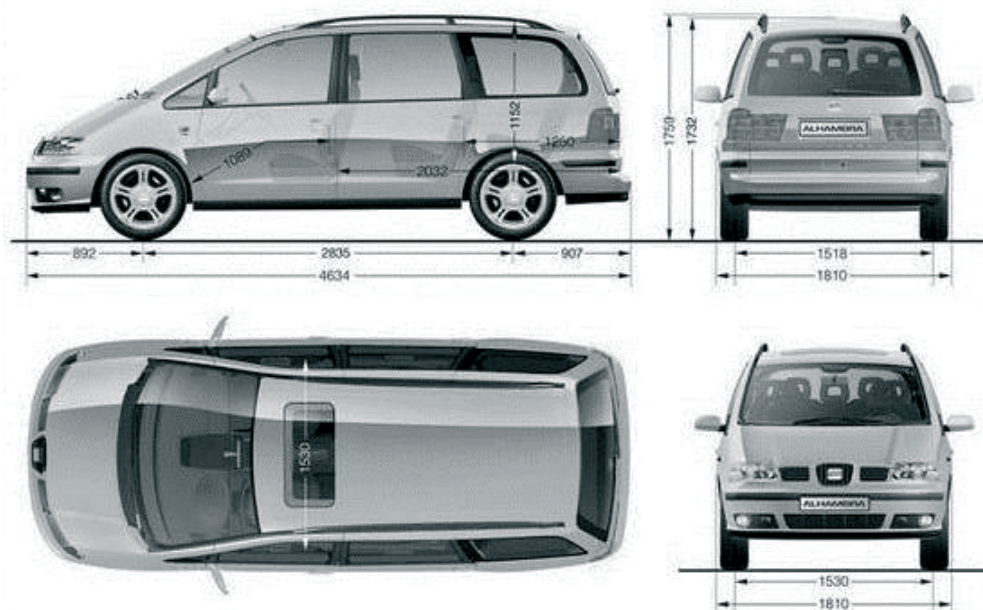
Pojazd nr 3 to Seat Leon 1,8T z 2004 r. wyposażony w doładowany silnik benzynowy o mocy 132 kW. Do badań wykorzystano opony zimowe marki Semperit Speed-Grip 2 w rozmiarze 205/55/R16 przy jednakowym ciśnieniu w ogumieniu przednim i tylnym wynoszącym 2,2 bar. Przed testami drogomierz wskazał wartość 196790 km. Badania przeprowadzono w stacjach kontroli pojazdów zlokalizowanych na terenie Lublina.



Rys. 33. Widok pojazdu nr 3 - Seat Leon 1,8T (autocentrum.pl)

Fig. 32. View of the vehicle No. 3 – Seat Leon 1,8T (autocentrum.pl)

Pojazdem nr 4 był Seat Alhambra 1,9 TDI z 1999 r. wyposażony w wysokoprężny silnik zasilany olejem napędowym, rozwijający moc maksymalną o wartości 81 kW. Ogumienie zastosowane do testów to opony letnie marki Dębica Furio o rozmiarze 195/65R15. Ciśnienie powietrza w przednich kołach wynosiło 2,2 bar, a w tylnych 2,3 bar. Podczas testów odnotowano wskazanie drogomierza o wartości ok. 267880 km.



Rys. 34. Widok pojazdu nr 4 - Seat Alhambra 1,9 TDI (autocentrum.pl)

Fig. 34. View of the vehicle No. 4 - Seat Alhambra 1.9 TDI (autocentrum.pl)

Badania przeprowadzono w stacjach kontroli pojazdów zlokalizowanych w okolicach Lubartowa, Łucki, Łęcznej, Czemiernik, Parczewia, Kocka i Sosnowicy. Jak się okazało, stan techniczny pojazdu, a w szczególności układu hamulcowego nie był zadowalający, co znalazło odzwierciedlenie w uzyskiwanych wynikach. Należy jednak uznać to za korzystną sytuację, gdyż dzięki temu pojawiły się graniczne warunki oceny pojazdu pod względem technicznym.

Ważniejsze parametry techniczne wykorzystywanych pojazdów zestawiono w tab. 2.

Tabela 2.

Wybrane dane techniczne pojazdów wykorzystywanych w badaniach (autocentrum.pl)

Table 2.

Chosen technical data of the vehicles used in the research (autocentrum.pl)

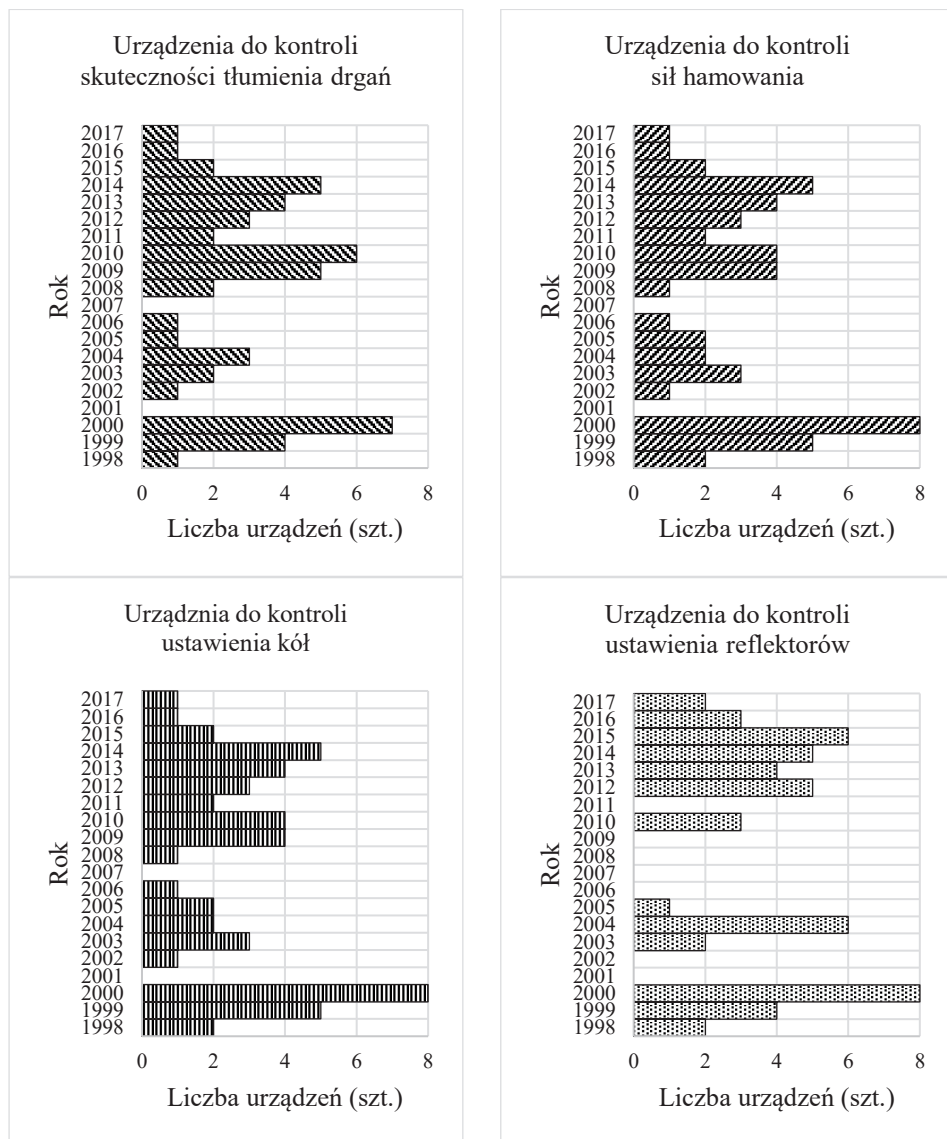
Parametr	Pojazd nr 1	Pojazd nr 2	Pojazd nr 3	Pojazd nr 4
Producent	Citroen	BMW	Seat	Seat
Model	C2 1,6 VTR	Seria 3 (E36)	Leon 1,8T	Alhambra 1,9 TDI
Masa własna	1071 kg	1355 kg	1383 kg	1609 kg
Masa dopuszczalna	1425 kg	1755 kg	1809 kg	2400 kg
Masa podczas testów	1117 kg	1420 kg	1390 kg	1712 kg
Przebieg podczas testów	88023 km	228550 km	196786 km	267880 km
Rok produkcji	2004	1997	2004	1999
Zużycie paliwa				
- Średnie	6,3 dm ³ /100 km	8,1 dm ³ /100 km	7,9 dm ³ /100 km	6,4 dm ³ /100 km
- Poza miastem	5,2 dm ³ /100 km	6,4 dm ³ /100 km	6,2 dm ³ /100 km	5,2 dm ³ /100 km
- Miejskie	8,3 dm ³ /100 km	11,1 dm ³ /100 km	10,9 dm ³ /100 km	8,5 dm ³ /100 km
Emisja CO ₂	151 g/km	192 g/km	184 g/km	171 g/km
Norma emisji	Euro 3	Euro 2	Euro 3	Euro 2
Rodzaj paliwa	benzyna	benzyna	benzyna	olej napędowy
Pojemność skokowa silnika	1587 cm ³	1796 cm ³	1781 cm ³	1896 cm ³
Liczba i układ cylindrów	4, rzędowy	4, rzędowy	4, rzędowy	4, rzędowy
Układ zaworowy	16 v, DOHC	8 v, SOHC	20 v, DOHC	8 v, SOHC
Układ zasilania	wtrysk pośredni, wielopunktowy	wtrysk pośredni, wielopunktowy	wtrysk pośredni, wielopunktowy	wtrysk bezpośredni
Moc maksymalna	81 kW/5750 obr/min	85 kW/5500 obr/min	132 kW/5500 obr/min	81 kW/4000 obr/min
Moment obrotowy maksymalny	147 Nm/4000 obr/min	168 Nm/3900 obr/min	235 Nm/1950 obr/min	235 Nm/1900 obr/min
Rodzaj napędu	przedni	tylny	przedni	przedni
Skrzynia biegów	automatyczna, 5 biegów	manualna, 5 biegów	manualna, 6 biegów	manualna, 5 biegów
Szybkość maksymalna	195 km/h	194 km/h	229 km/h	172 km/h

Parametr	Pojazd nr 1	Pojazd nr 2	Pojazd nr 3	Pojazd nr 4
Ogumienie	Barum Polaris 3	Barum Bravuris 2	Semperit Speed- Grip 2	Dębica Furio
Rozmiar ogumienia	175/70R14	235/40R17	205/55/R16	195/65R15
Rodzaj ogumienia	zimowe	letnie	zimowe	letnie
Głębokość bieżnika	5 mm	4 mm	5 mm	4 mm
Ciśnienie w ogumieniu	przód - 2,2 bar tył - 2,2 bar	przód - 2,5 bar tył - 2,5 bar	przód - 2,2 bar tył - 2,2 bar	przód - 2,2 bar tył - 2,3 bar
Rodzaj hamulców przód	tarczowe wentylo- wane	tarczowe wentylo- wane	tarczowe wentylo- wane	tarczowe wentylo- wane
Rodzaj hamulców tył	tarczowe	tarczowe	tarczowe	tarczowe
Stan klocków hamulcowych	przód – 5 mm tył – 4 mm	przód – 4 mm tył – 4 mm	przód – 7 mm tył – 7 mm	przód – 3 mm tył – 3 mm
Zawieszenie przód	MacPerson	MacPerson	MacPerson	MacPerson
Zawieszenie tył	belka skrętna	wielo- wahaczowe	belka skrętna	belka skrętna
Zbieżność przód	+1 mm	+1,2 mm	+ 0,2 mm	+1,4 mm
Zakres tolerancji	+1,0/+3,0 mm	+1,0/+3,0 mm	-1,1/+1,1 mm	+1,1/+3,3 mm
Zbieżność tył	+5,2 mm	+2,5 mm	+1,7 mm	-0,2 mm
Zakres tolerancji	+4,5/+6,5 mm	+2,0/+3,3 mm	+1,1/+3,3 mm	-2,7/+2,7 mm
Reflektory oświetleniowe	FF/halogen	halogen	FF/halogen	halogen

6.1.2. Charakterystyka urządzeń kontrolno-pomiarowych

W niniejszym rozdziale przedstawiono ogólną charakterystykę urządzeń wykorzystywanych w badaniach. W tabelach od tab. 3 do tab. 18 zestawiono urządzenia do kontroli skuteczności tłumienia drgań w zawieszeniu, urządzenia rolkowe do kontroli sił hamowania, płytowe do kontroli ustawienia kół oraz urządzenia do kontroli ustawienia reflektorów.

Urządzenia, jak też późniejsze wyniki pomiarów, zostały zaprezentowane w kolejności, w jakiej odwiedzane były stacje kontroli pojazdów i tym samym przeprowadzane pomiary. We wszystkich przypadkach obserwuje się duże zróżnicowanie producentów urządzeń oraz ich wieku. Można spotkać urządzenia nowe lub takie, które są w eksploatacji już od blisko 20 lat. Dobrym wskaźnikiem stanu technicznego urządzeń mogłaby być całkowita liczba wykonanych przy ich pomocy badań. Można szacować, że liczba wykonywanych przeglądów wahała się w granicach od kilkuset do kilku lub kilkunastu tysięcy rocznie, co w połączeniu z wiekiem urządzeń byłoby właściwym wskaźnikiem ich stanu technicznego. Jednakże właściciele stacji nie udzielali informacji na ten temat i niestety nie udało się tego ustalić. Ponadto w kilku przypadkach urządzeń rolkowych wykonywana była wymiana rolek lub regeneracja ich powierzchni, wobec powyższego wspomniany wskaźnik wymagałby doprecyzowania.



Rys. 35. Struktura wiekowa urządzeń w badaniach tłumienia drgań, sił hamowania, ustawienia kół oraz ustawienia reflektorów

Fig. 35. Age structure of devices in vibration damping tests, braking forces, wheels alignment and headlight alignment

6.1.2.1. Urządzenia do kontroli skuteczności tłumienia drgań w zawieszeniu

Do badań skuteczności drgań w zawieszeniu pojazdów zwykle wykorzystywane są metody drgań wymuszonych i urządzenia najazdowe zabudowane w posadzce stanowiska kontroli pojazdów.

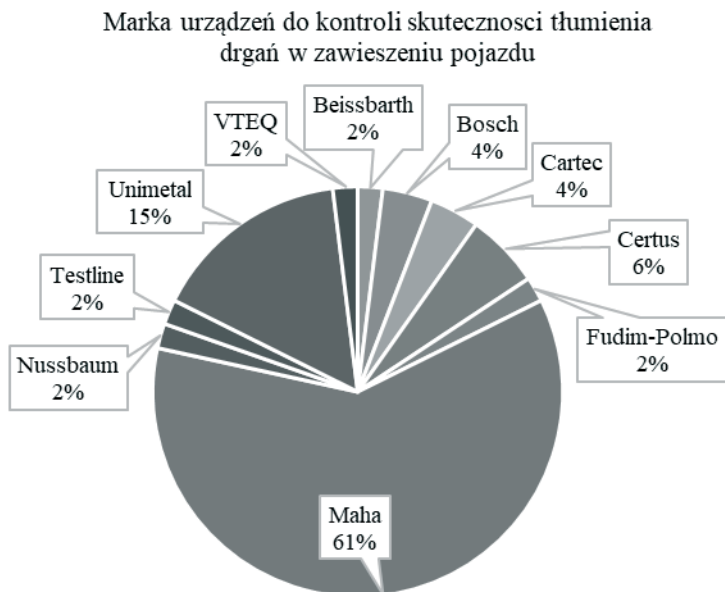
Wśród metod opartych o drgania wymuszone wymienić należy metodę BOGE oraz metodę EUSAMA oraz wiele ich modyfikacji i rozszerzeń (Sitek, 2008; Burdzik i Konieczny, 2009; Magda i Uhl, 2013; Stańczyk i Jurecki, 2014). Pierwsza z nich została opracowana przez firmę BOGE. W tej metodzie efektywność tłumienia drgań określa się na podstawie analizy amplitudy drgań. Niestety, aby prawidłowo dokonać oceny amortyzatorów wymagany jest dostęp do bazy danych dla ocenianych pojazdów. Fakt ten został uznany za wadę tej metody i skutkuje wycofywaniem z rynku urządzeń opartych bezpośrednio na tej metodzie.

Inna metoda opracowana przez Europejskie Stowarzyszenie Producentów Amortyzatorów (EUSAMA – European Shock Absorbers Manufacturers Association) jest metodą uniwersalną ze względu na brak konieczności korzystania z bazy danych. Wynika to ze sposobu oceny skuteczności tłumienia drgań, którą określa się na podstawie względnych zmian nacisku koła na podłoże przy realizacji stałej wartości amplitudy wymuszenia (Gardulski, 2006; Trzeciak, 2014).

Ostatnią z preferowanych metod jest metoda THETA. Jest to najnowsza metoda oceny własności tłumienia amortyzatorów zabudowanych w pojeździe. Stanowiska wykorzystujące tę metodę, jako pierwsza wprowadziła firma MAHA, która do budowy urządzenia MSD3000 wykorzystwała części mechaniczne bardzo zbliżone do poprzednich rozwiązań będących rozwinięciem metody BOGE (FWT1, SA2) (Kupiec i Ślaski, 2009; Maha, 2010a).

Wśród wykorzystywanych w badaniach znalazły się wszystkie wspomniane wyżej metody, jednak z uwagi na pojedyncze przypadki wykorzystania metody THETA, nie była ona uwzględniana w ocenie. Metody BOGE i EUSAMA mają podobny sposób prezentacji wyników, ale pomimo to, należy pamiętać, że nie powinny być ze sobą porównywane w sposób bezpośredni.

Na rys. 36 zaprezentowano zróżnicowanie urządzeń do kontroli skuteczności tłumienia drgań w zawieszeniu pojazdu w zależności od producentów. Można zauważyć, że największy udział w rynku ma niemiecka firma MAHA, która obejmuje ok. 60% rynku. Drugą pozycję zajmuje polska firma Unimetal, która wśród objętych badaniami urządzeń miała udział o wartości 15%.



Rys. 36. Zróżnicowanie producentów urządzeń do kontroli skuteczności tłumienia drgań w zawieszeniu, występujących w stacjach biorących udział w badaniach

Fig. 36. Diversification of manufacturers of suspension testing devices occurring at stations included in the research

Tabela 3.

Zestawienie urządzeń do badania skuteczności tłumienia drgań w zawieszeniu pojazdów w badaniach pojazdu nr 1

Table 3.

List of suspension testing devices involved in tests of vehicle No. 1

Nr stacji	Producent	Typ urządzenia	Metoda	Stan ogólny	Rok prod.
1	Maha	FWT 1 Eurosystem	Boge	bardzo dobry	1999
2	Maha	FWT 1 Screen	Boge	dobry	1999
3	Fudim-Polmo	BHE-EU	Eusama	bardzo dobry	2013
4	Maha	FWT 1 Screen	Boge	dobry	2000
5	Maha	FWT 1 Screen	Boge	bardzo dobry	2000
6	Maha	FWT 1 Eurosystem	Boge	dobry	2004
7	Maha	FWT 1 Screen	Boge	dobry	1998
8	Testline	Breka 3000/3002	Eusama	bardzo dobry	2004
9	Maha	MSD 3000 Eurosystem	Theta	bardzo dobry	2014
10	Maha	MSD 3000 Eurosystem	Theta	bardzo dobry	2014

Tabela 4.

Zestawienie urządzeń do badania skuteczności tłumienia drgań w zawieszeniu pojazdów w badaniach pojazdu nr 2

Table 4.

List of suspension testing devices involved in tests of vehicle No. 2

Nr stacji	Producent	Typ urządzenia	Metoda	Stan ogólny	Rok prod.
1	Maha	FWT 1 Screen	Boge	dobry	2000
2	CERTUS	CSA - EVO 2	Boge	bardzo dobry	2014
3	Maha	SA2 Eurosystem	Boge	bardzo dobry	2012
4	Maha	FWT 1 Eurosystem	Boge	dobry	2002
5	Maha	FWT 1 Screen	Boge	dobry	1999
6	Maha	MSD 3000 Eurosystem	Theta	bardzo dobry	2014

Tabela 5.

Zestawienie urządzeń do badania skuteczności tłumienia drgań w zawieszeniu pojazdów w badaniach pojazdu nr 3

Table 5.

List of suspension testing devices involved in tests of vehicle No. 3

Nr stacji	Producent	Typ urządzenia	Metoda	Stan ogólny	Rok prod.
1	Maha	SA2 Eurosystem	Boge	bardzo dobry	2011
2	Cartec	FWT 2000	Eusama	dobry	2010
3	CERTUS	CSA - EVO 2	Boge	bardzo dobry	2017
4	Maha	FWT1 Eurosystem-PC	Boge	dobry	2000
5	Maha	SA2 Eurosystem	Boge	bardzo dobry	2010
6	Unimetal	TUZ-1/L	Eusama	bardzo dobry	2013
7	Maha	FWT1 Eurosystem	Boge	bardzo dobry	2016
8	Maha	FWT1 Eurosystem-PC	Boge	dobry	2003
9	Maha	SA2 Eurosystem	Boge	dobry	2008
10	Maha	MSD 3000 Eurosystem	Theta	bardzo dobry	2015
11	Nussbaum	NTS520/H.A.Z	Eusama	bardzo dobry	2012
12	Unimetal	TUZ-1/L	Eusama	bardzo dobry	2015
13	Maha	FWT1 Eurosystem	Boge	dobry	2009
14	Maha	FWT1 D	Boge	dobry	2000
15	Maha	FWT1 Eurosystem PC	Boge	bardzo dobry	2010
16	Maha	FWT1 Eurosystem	Boge	bardzo dobry	2014
17	Maha	FWT1 Eurosystem	Boge	bardzo dobry	2013
18	Unimetal	TUZ-1/L	Eusama	bardzo dobry	2010
19	Maha	SA2 Eurosystem	Boge	bardzo dobry	2012
20	Maha	FWT1 Eurosystem	Boge	bardzo dobry	2009

Tabela 6.

Zestawienie urządzeń do badania skuteczności tłumienia drgań w zawieszeniu pojazdów w badaniach pojazdu nr 4

Table 6.

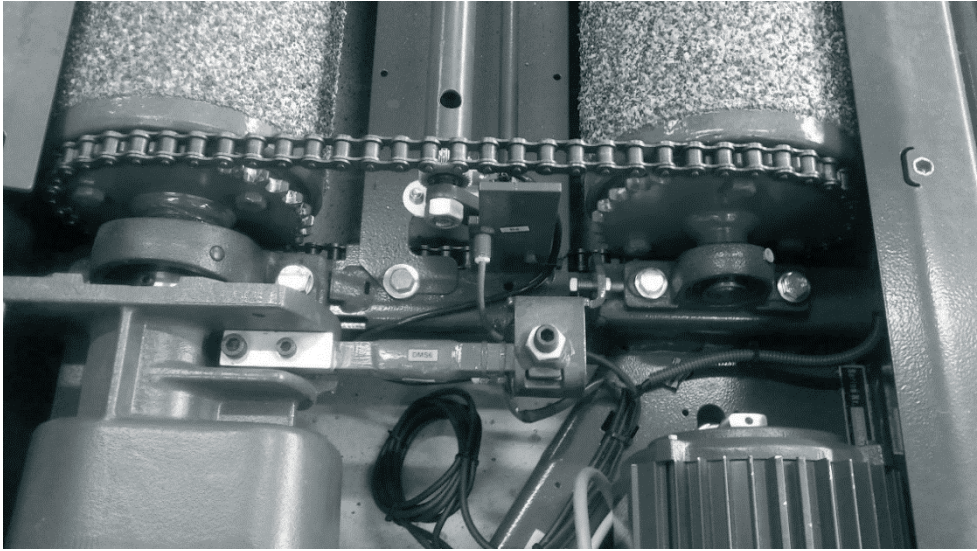
List of suspension testing devices involved in tests of vehicle No. 4

Nr stacji	Producent	Typ urządzenia	Metoda	Stan ogólny	Rok prod.
1	Unimetal	TUZ-1/L	Eusama	bardzo dobry	2003
2	Maha	FWT 1 Screen	Boge	dobry	1999
3	Beissbarth	SA600	Eusama	bardzo dobry	2009
4	Bosch	SDL 261	Eusama	dobry	2004
5	Unimetal	TUZ-1/L	Eusama	bardzo dobry	2013
6	VTEQ	EUSA 3000	Eusama	dobry	2008
7	Maha	FWT1 Eurosystem	Boge	bardzo dobry	2011
8	Unimetal	TUZ-1/L	Eusama	bardzo dobry	2009
9	Maha	FWT 1 Screen	Boge	dobry	2000
10	Cartec	FWT 2000	Eusama	dobry	2000
11	Unimetal	TUZ-1/L	Eusama	dobry	2006
12	CERTUS	CSA - EVO 2	Boge	bardzo dobry	2010
13	Bosch	SDL 261	Eusama	bardzo dobry	2005
14	Unimetal	TUZ-1/L	Eusama	bardzo dobry	2010
15	Maha	FWT 1 Eurosystem	Boge	bardzo dobry	2009

6.1.2.2. Urządzenia do badania sił hamowania

Do pomiarów sił hamowania, oporów toczenia, kontroli równomierności sił hamowania podczas obrotu kół (owalizacja) oraz pomiaru różnic sił hamowania lewej i prawej strony danej osi wykorzystywane są urządzenia rolkowe (rys. 37). Można także spotkać urządzenia płytowe, lecz są one obecnie rzadkością.

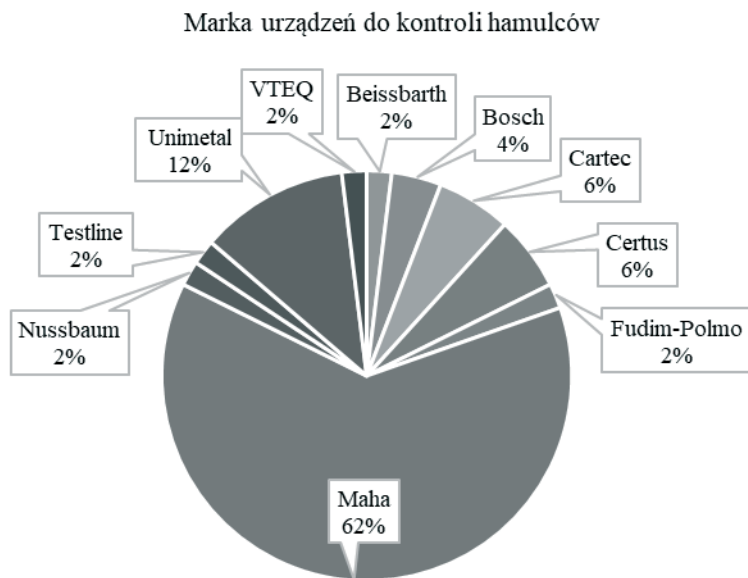
Urządzenia rolkowe występują w różnych wariantach. Są urządzenia do kontroli sił hamowania pojazdów o dopuszczalnym nacisku osi do 3 t, 10 t, 13 t i do 18 t, a niekiedy nawet do 20 t. Występują urządzenia do badania pojazdów o dopuszczalnej masie całkowitej do 3,5 t, realizujące pomiary przy prędkości obwodowej na powierzchni rolki 5 km/h oraz uniwersalne urządzenia do badania pojazdów o d.m.c. do oraz powyżej 3,5 t, które wykonują badania z prędkościami 3 lub 6 km/h. Niektóre są wyposażone w rolki stalowe o napawanej powierzchni w celu zwiększenia wartości współczynnika przyczepności. Inne urządzenia posiadają rolki o powierzchni betonowej, bitumicznej lub pokrytej warstwą żywiczną z dużą zawartością kruszywa o wysokiej chropowatości. Według producentów powierzchnie rolek zapewniają uzyskanie wartości współczynnika przyczepności na poziomie nie mniejszym niż 0,8 dla powierzchni suchych i nie mniejszym niż 0,7 dla powierzchni mokrych. Wszystkie umożliwiają pomiar oporów toczenia, owalizacji oraz maksymalnych sił hamowania. Jednocześnie wyznaczane są różnice sił hamowania lewej i prawej strony osi oraz wskaźnik skuteczności hamowania obliczany w oparciu o dopuszczalną masę całkowitą pojazdu.



Rys. 37. Mechanizm pomiarowy urządzenia rolkowego do badań hamulców (fot. KEiŚT)
Fig. 37. Measuring mechanism of the roller device for brake testing (phot by KEiŚT)

Większość urządzeń współpracuje z urządzeniami do kontroli skuteczności tłumienia drgań w zawieszeniu, które umożliwiają pomiar nacisku statycznego osi pojazdu, a tym samym pozwalają na pomiar bieżącego ciężaru pojazdu, który może być wykorzystany do obliczenia bieżącego wskaźnika skuteczności hamowania. Wyniki pomiarów są rejestrowane i wyświetlane w postaci liczbowej oraz graficznej, jako przebiegi czasowe lub względne. Mechanizm pomiarowy w dużym skrócie oparty jest na tensometrii oporowej wykorzystywanej do pomiaru odkształcenia elementu mocującego silnik, który z kolei napędza rolę. Pomimo różnic w rozmiarach i konstrukcji urządzeń zasada pomiaru jest jednak zawsze podobna. Różny natomiast może być współczynnik przyczepności ze względu na różną nawierzchnię rolek, a także ze względu na stan ich wyeksploatowania. Niekiedy spotyka się urządzenia ponad 20-letnie. Jednakże nie sam wiek urządzenia wydaje się być krytyczny. Istotna jest przede wszystkim liczba przeprowadzonych badań.

Na rys. 38 zaprezentowano zróżnicowanie urządzeń do kontroli sił hamowania według producentów. Można zauważyć, podobnie jak w przypadku urządzeń do kontroli zawieszenia, że największy udział w rynku ma niemiecka firma MAHA. Polscy producenci Fudim-Polmo i Certus stanowią razem 8% producentów urządzeń rolkowych w badanych stacjach.



Rys. 38. Zróżnicowanie producentów urządzeń rolkowych do kontroli sił hamowania, występujących w stacjach biorących udział w badaniach

Fig. 38. Diversification of roller brake tester manufacturers occurring at stations included in the tests

Tabela 7.

Zestawienie urządzeń do badania sił hamowania w badaniach pojazdu nr 1

Table 7.

List of brake testers involved in tests of vehicle No. 1

Nr stacji	Producent	Typ urządzenia	Nawierzchnia rolek	Rok produkcji
1	Maha	IW 2 Screen	dobra	1999
2	Maha	IW 2 Screen	zużyta	1999
3	Fudim-Polmo	BHE-EU	dobra	2013
4	Maha	IW 2 Screen	zużyta	2000
5	Maha	IW 2 Screen	dobra	2000
6	Maha	IW 2 Eurosystem	dobra	2004
7	Maha	IW 2 Screen	zużyta	1998
8	Testline	Breka 3000/3002	dobra	2004
9	Maha	MBT 2250 Eurosystem	dobra	2014
10	Maha	MBT 2250 Eurosystem	dobra	2014

Tabela 8.

Zestawienie urządzeń do badania sił hamowania w badaniach pojazdu nr 2

Table 9.

List of brake testers involved in tests of vehicle No. 2

Nr stacji	Producent	Typ urządzenia	Nawierzchnia rolek	Rok produkcji
1	Maha	IW 2 Screen	zużyta	2000
2	CERTUS	CRB 13 - EVO 2	dobra	2014
3	Maha	IW 2 Eurosystem	dobra	2012
4	Maha	IW 2 Eurosystem	zużyta	2002
5	Maha	IW 2 Screen	zużyta	1999
6	Maha	MBT 2250 Eurosystem	dobra	2014

Tabela 9.

Zestawienie urządzeń do badania sił hamowania w badaniach pojazdu nr 3

Table 9.

List of brake testers involved in tests of vehicle No. 3

Nr stacji	Producent	Typ urządzenia	Nawierzchnia rolek	Rok produkcji
1	Maha	IW 4 Eurosystem LKW	dobra	2011
2	Cartec	BDE 2304	zużyta	2010
3	CERTUS	CRB 13- EVO 2	dobra	2017
4	Maha	IW 2 Eurosystem PC	zużyta	2000
5	Maha	IW 2 Eurosystem	dobra	2010
6	Unimetal	RH0-6/L-A	dobra	2013
7	Maha	IW 4 Eurosystem LKW	dobra	2016
8	Maha	IW 2 Eurosystem	zużyta	2003
9	Maha	IW 2 Eurosystem	zużyta	2003
10	Maha	MBT 4250	dobra	2015
11	Nussbaum	NTS520/H.A.Z	dobra	2012
12	Unimetal	RHE-30/6S-A	dobra	2015
13	Maha	IW 2 Eurosystem	zużyta	2009
14	Maha	IW 7 Screen	zużyta	1998
15	Maha	IW 7 Eurosystem PC	dobra	2010
16	Maha	IW 4 Eurosystem LKW	dobra	2014
17	Maha	IW 4 Eurosystem LKW	dobra	2013
18	Maha	IW 7 Screen	zużyta	2000
19	Maha	IW 2 Eurosystem	dobra	2012
20	Maha	IW 4 Eurosystem LKW	dobra	2009

Tabela 10.

Zestawienie urządzeń do badania sił hamowania w badaniach pojazdu nr 4

Table 10.

List of brake testers involved in tests of vehicle No. 4

Nr stacji	Producent	Typ urządzenia	Nawierzchnia rolek	Rok produkcji
1	Unimetal	RHO-6/L	dobra	2003
2	Maha	IW 2 Screen	zużyta	1999
3	Beissbarth	MB8000	zużyta	2009
4	BOSCH	BSA 251	dobra	2005
5	Unimetal	RHO-6/L-A	dobra	2013
6	VTEQ	VTEQ V02.54	zużyta	2008
7	Maha	IW4 Eurosystem	dobra	2011
8	Unimetal	RHO-6/L-A	dobra	2009
9	Maha	IW 2 Screen	zużyta	2000
10	Cartec	BDE 2000	zużyta	2000
11	Unimetal	RHO-6/L	zużyta	2006
12	CERTUS	EVO 2	dobra	2010
13	BOSCH	BSA 251	dobra	2005
14	Cartec	BDE 2000	zużyta	1999
15	Maha	IW 2 Screen	dobra	2000

6.1.2.3. Urządzenia do kontroli prawidłowości ustawienia kół jezdnych pojazdu

Odchylenie od prostoliniowego toru jazdy, poza utrudnieniami w kierowaniu pojazdem, prowadzić może do zwiększenia ryzyka wypadnięcia w poślizg, szczególnie w przypadku złych warunków pogodowych i śliskiej nawierzchni drogi. Dodatkowo przy nieprawidłowościach ustawienia kół pojawiają się przyspieszone i nieregularne zużycie ogumienia oraz zwiększone zużycie paliwa.

Do badań prawidłowości ustawienia kół jezdnych wykorzystuje się zazwyczaj testery płytowe. Pomiar wymaga przejechania jednym kołem badanej osi przez przesuwającą płytę zabudowaną w posadzce stanowiska kontrolnego. Wstępnie płyta znajduje się w położeniu środkowym, ale pod wpływem naprężeń występujących w zawieszeniu może się ona przesunąć w kierunku osi symetrii pojazdu lub na zewnątrz. Przy niewielkich prędkościach jazdy wartość przesunięcia bocznego będzie uzależniona od ustawienia kół, co w dużej mierze związane jest ze zbieżnością kół badanej osi. Wartość przesunięcia będzie świadczyła o ewentualnych nieprawidłowościach w układzie jezdnym pojazdu. Zazwyczaj wyniki podawane są w mm/m lub m/km, co informuje o tendencji kierunku toczenia się kół. Wartości graniczne możliwego bocznego przesunięcia płyty to ok. ± 20 mm, jednakże jako wartości prawidłowe należy przyjmować wartości mniejsze od 7 mm/m, a zakres 8-14 mm/m świadczy o występujących nieprawidłowościach i wymaga dalszej kontroli bardziej zaawansowanym technologicznie urządzeniem, które umożliwi wykrycie przyczyny nieprawidłowego toczenia się kół (Maha, 1997). Niektórzy producenci, jako graniczną wartość prawidłową podają 3,5 mm/m. Niektóre urządzenia umożliwiają także przeliczenie zmierzonej wartości bocznego przesunięcia na wartości liczbowe zbliżone do zbieżności wyrażonej w mm (Maha,

2001). Należy wówczas uwzględnić rozmiar koła pojazdu. Dla przykładu, jeżeli średnica koła wynosi 0,5 m to przesunięcie boczne o wartości 7 mm/m będzie wskazywać na zbieżność całkowitą kół badanej osi o wartości ok. 3,5 mm. Jednakże takie rozumowanie nie wydaje się w pełni uzasadnione, ponieważ nie są to takie same warunki, w jakich mierzy się zbieżność. Parametry geometryczne ustawienia kół wprowadza się i reguluje podczas postoju pojazdu na płytach odprężnych i obrotnicach zapewniających swobodę przemieszczania się kół w płaszczyźnie poziomej. Nie występują wówczas naprężenia wywołane siłami oporu toczenia, siłami napędowymi ani bocznymi, które pojawiają się podczas ruchu pojazdu. Można, co najwyżej zakładać, że naprężenia te będą małe, a zmierzone wartości w części wskazują na zbieżność kół.



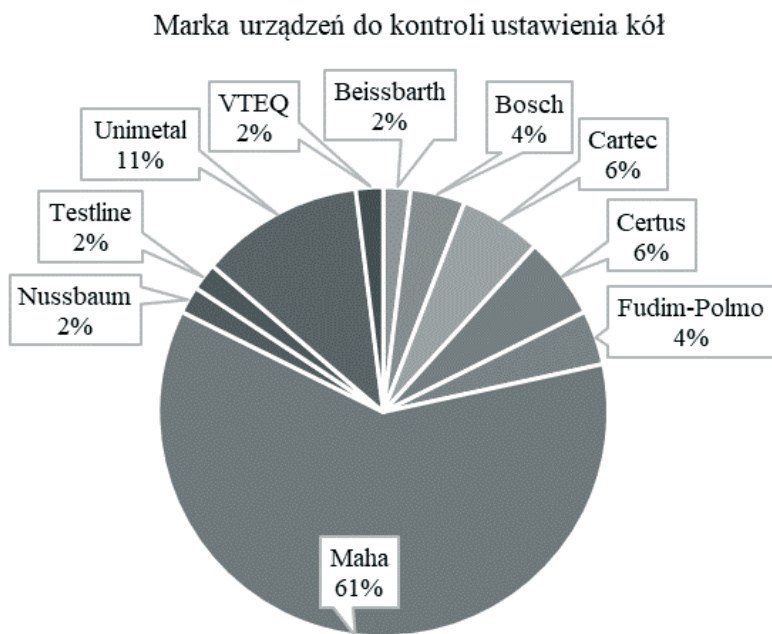
Rys. 39. Przejazd pojazdu przez urządzenie płytowe do kontroli ustawienia kół jezdnych (fot. KEiŚT)

Fig. 39. A vehicle passes through a plate device controlling the wheels alignment (photo by KEiŚT)

Omawiane urządzenia płytowe niekiedy nazywane są testerami zbieżności, jednak jest to określenie nieprawidłowe, ponieważ przyczyn nieprawidłowego toczenia się kół i uślizgu bocznego może być więcej niż nieprawidłowo ustawiona zbieżność kół, a niekiedy nawet prawidłowej zbieżności może towarzyszyć silne ściągnięcie pojazdu w jedną ze stron.

W celu przeprowadzenia kontroli ustawienia kół jezdnych pojazdu należy przejechać przez płytę lewym kołem badanej osi. Przejazd powinien odbywać się ze stałą prędkością o niewielkiej wartości (4-8 km/h), bez nadmiernego rozwijania sił stycznych w obszarze pola kontaktu koła z podłożem tzn., że na koła nie powinien być przekazywany duży moment

napędowy ani też nie powinny być generowane momenty hamujące. Należy także zwrócić uwagę, aby podczas przejazdu przez płytę nie korygować kierunku ruchu pojazdu, który z założenia powinien być prostoliniowy (Gajek i Strzępek, 2016). Założenia technologiczne stacji kontroli pojazdów powinny ponadto uwzględniać lokalizację testera w miejscu, w którym przejazd przez jego powierzchnię nie będzie zakłócany innymi czynnikami, jak np. przejazd kołami osi aktualnie niepodlegających badaniom przez inne urządzenia lub progi. W związku z powyższym wjazd na stację powinien być wypoziomowany i płaski już w odległości ok. 5 m przed urządzeniem do kontroli ustawienia kół pojazdu, a brama wjazdowa nie powinna mieć podniesionego progu.



Rys. 40. Zróżnicowanie producentów urządzeń do kontroli prawidłowości ustawienia kół jezdnych, występujących w stacjach biorących udział w badaniach

Fig. 40. Diversification of manufacturers of wheel alignment controllin devices occurring at stations involved in the tests

Tabela 11.

Zestawienie urządzeń płytowych do oceny prawidłowości ustawienia kół jezdnych w badaniach z wykorzystaniem pojazdu nr 1

Table 11.

List of wheel alignment controlling devices involved in tests of vehicle No. 1

Nr stacji	Producent	Typ urządzenia	Ogólny stan techniczny	Rok produkcji
1	Maha	MINC I	bardzo dobry	1999
2	Maha	MINC I	dobry	1999
3	Fudim-Polmo	PZK-EU-S50	bardzo dobry	2013
4	Maha	MINC I	dobry	2000
5	Maha	MINC I	bardzo dobry	2000
6	Maha	MINC I	dobry	2004
7	Maha	MINC I	dobry	1998
8	Testline	Breka 3000/3002	bardzo dobry	2004
9	Maha	MINC I	bardzo dobry	2014
10	Maha	MINC I	bardzo dobry	2014

Tabela 12.

Zestawienie urządzeń płytowych do oceny prawidłowości ustawienia kół jezdnych w badaniach z wykorzystaniem pojazdu nr 2

Table 12.

List of wheel alignment controlling devices involved in tests of vehicle No. 2

Nr stacji	Producent	Typ urządzenia	Ogólny stan techniczny	Rok produkcji
1	Maha	MINC I	dobry	2000
2	CERTUS	CSP15	bardzo dobry	2014
3	Maha	MINC I	bardzo dobry	2012
4	Maha	MINC I	dobry	2002
5	Maha	MINC I	dobry	1999
6	Maha	MINC I	bardzo dobry	2014

Tabela 13.

Zestawienie urządzeń płytowych do oceny prawidłowości ustawienia kół jezdnych w badaniach z wykorzystaniem pojazdu nr 3

Table 13.

List of wheel alignment controlling devices involved in tests of vehicle No. 3

Nr stacji	Producent	Typ urządzenia	Ogólny stan techniczny	Rok produkcji
1	Maha	MINCII	bardzo dobry	2011
2	Cartec	SSP 2500	dobry	2010
3	CERTUS	CSP15	bardzo dobry	2017
4	Maha	MINC I	dobry	2000
5	Maha	MINC II	bardzo dobry	2010

Nr stacji	Producent	Typ urządzenia	Ogólny stan techniczny	Rok produkcji
6	Uminetal	UNO SMART	bardzo dobry	2013
7	Maha	MINC II	bardzo dobry	2016
8	Maha	MINC I	dobry	2003
9	Maha	MINC I	dobry	2003
10	Maha	MINC II	bardzo dobry	2015
11	Nussbaum	NTS520/H.A.Z P50	bardzo dobry	2012
12	Uminetal	UNC-8	bardzo dobry	2015
13	Maha	MINC II	dobry	2009
14	Fudim-Polmo	PZK-EU-S50	dobry	1998
15	Maha	MINC II	bardzo dobry	2010
16	Maha	MINC II	bardzo dobry	2014
17	Maha	MINC II	bardzo dobry	2013
18	Maha	MINC II	dobry	2000
19	Maha	MINC I	bardzo dobry	2012
20	Maha	MINC II	bardzo dobry	2009

Tabela 14.

Zestawienie urządzeń płytowych do oceny prawidłowości ustawienia kół jezdnych w badaniach z wykorzystaniem pojazdu nr 4

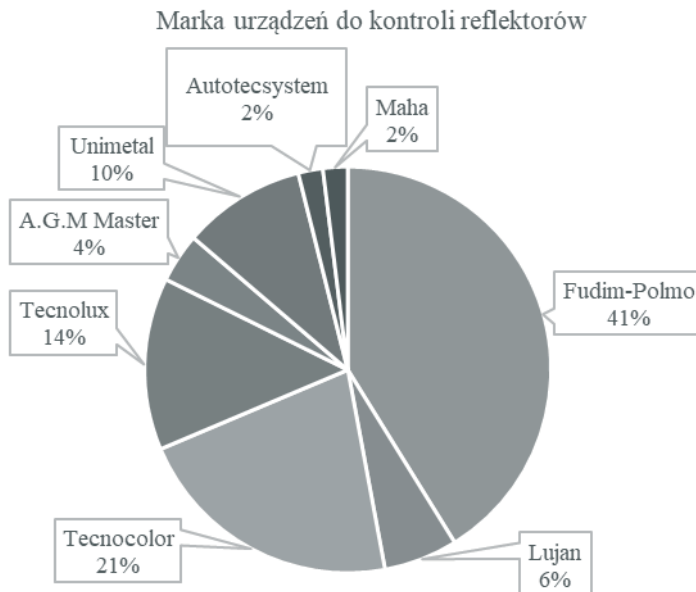
Table 14.

List of wheel alignment controlling devices involved in tests of vehicle No. 4

Nr stacji	Producent	Typ urządzenia	Ogólny stan techniczny	Rok produkcji
1	Unimetal	UNO SMART	bardzo dobry	2003
2	Maha	MINC I	dobry	1999
3	Beissbarth	ST600	bardzo dobry	2009
4	BOSCH	BSA 251	dobry	2005
5	Unimetal	UNO SMART	bardzo dobry	2013
6	VTEQ	VTEQ V02.54	dobry	2008
7	Maha	MINC II	bardzo dobry	2011
8	Unimetal	UNO SMART	bardzo dobry	2009
9	Maha	MINC I	dobry	2000
10	Cartec	SSP 2500	dobry	2000
11	Unimetal	UNO SMART	dobry	2006
12	CERTUS	CPS 4,0	bardzo dobry	2010
13	BOSCH	BSA 251	dobry	2005
14	Cartec	SSP 2500	dobry	1999
15	Maha	MINC I	dobry	2000

6.1.2.4. Urządzenia do kontroli ustawienia reflektorów

Do badań ustawienia reflektorów stosuje się urządzenia, które dzięki zastosowanemu układowi optycznemu, na ekranie pomiarowym urządzenia, umożliwiają wizualizację granicznej linii światła i cienia. W przypadku analogowych urządzeń ekran pomiarowy zabudowany w tubusie optycznym może być podnoszony lub opuszczany o zadaną wartość odpowiadającą wartości pochylenia strumienia świetlnego (PSS) emitowanego przez reflektor. Zatem zazwyczaj pomiar odbywa się poprzez nastawienie na pokrętle urządzenia zadanej wartości PSS i następnie na skontrolowaniu z graniczną linią na ekranie położenia granicy światła i cienia emitowanego przez reflektor strumienia świetlnego. Jeżeli granica światła i cienia nie pokrywa się z linią na ekranie, wówczas diagnosta dokonuje korekty ustawienia reflektora. Są również urządzenia wykorzystujące matryce CMOS, zazwyczaj nie posiadają one możliwości regulacji położenia ekranu w układzie optycznym. W tym przypadku ocena dokonywana jest automatycznie na podstawie zakresu oświetlenia matrycy, a wyniki przesyłane są do jednostki komputerowej (Maha, 2010b).



Rys. 41. Zróżnicowanie producentów urządzeń do kontroli ustawienia reflektorów występujących w stacjach biorących udział w badaniach

Fig. 41. Diversification of manufacturers of headlight testing devices occurring at stations involved in the research

Jeżeli podczas realizowanych badań stwierdzono, że ustawienie reflektora jest nieprawidłowe, wówczas wykonywano korekcję ustawienia urządzenia, tak aby uzyskane położenie granicy światła i cienia było akceptowalne w odniesieniu do ekranu kontrolnego w urządzeniu. Następnie porównywano zadane ustawienie urządzenia z wymaganiami dla reflektorów pojazdu. Wynik zapisywano jako odchyłkę bezwzględną pochylenia strumienia świetlnego emitowanego przez reflektor pojazdu odczytanego z urządzenia oraz wartości wymaganej dla reflektorów danego pojazdu.

Na rys. 41 zaprezentowano zróżnicowanie producentów urządzeń do kontroli reflektorów, a w tabelach (tab. 15 do tab. 18) przedstawiono zestawienia urządzeń wykorzystywanych w badaniach poszczególnych pojazdów.

Tabela 15.

Zestawienie urządzeń do kontroli ustawienia reflektorów w badaniach pojazdu nr 1

Table 15.

List of headlight testing devices involved in tests of vehicle No. 1

Nr stacji	Producent	Typ urządzenia	Ogólny stan techniczny	Rok produkcji
1	Fudim-Polmo	USP-20	bardzo dobry	1999
2	Fudim-Polmo	USP-20	bardzo dobry	1999
3	Fudim-Polmo	USP-20 PLA	bardzo dobry	2013
4	Fudim-Polmo	USP-20	dobry	2000
5	Fudim-Polmo	USP-20	dobry	2000
6	Tecnocolor	Technik 2400/D	bardzo dobry	2004
7	Fudim-Polmo	USP-20 C	bardzo dobry	2005
8	Tecnocolor	Technik 2400/D/PL/G/S	bardzo dobry	2004
9	Fudim-Polmo	USP-20 PLA	bardzo dobry	2014
10	Fudim-Polmo	USP-20 PLA	bardzo dobry	2014

Tabela 16.

Zestawienie urządzeń do kontroli ustawienia reflektorów w badaniach pojazdu nr 2

Table 16.

List of headlight testing devices involved in tests of vehicle No. 2

Nr stacji	Producent	Typ urządzenia	Ogólny stan techniczny	Rok produkcji
1	Fudim-Polmo	USP-20 C	bardzo dobry	2012
2	Lujan	LJN5417	bardzo dobry	2016
3	Fudim-Polmo	USP-20 PLA	bardzo dobry	2012
4	Tecnocolor	Technik 2400/D	dobry	2000
5	Fudim-Polmo	USP-20 B	dobry	2000
6	Maha	Lite 1.3	bardzo dobry	2014

Tabela 17.

Zestawienie urządzeń do kontroli ustawienia reflektorów w badaniach pojazdu nr 3

Table 17.

List of headlight testing devices involved in tests of vehicle No. 3

Nr stacji	Producent	Typ urządzenia	Ogólny stan techniczny	Rok produkcji
1	Fudim-Polmo	USP-20 PLA	bardzo dobry	2012
2	Fudim-Polmo	USP-20 PLA	bardzo dobry	2014
3	Lujan	LJN5417	bardzo dobry	2017
4	Tecnocolor	Technik 2400/D	dobry	2000
5	Tecnolux	Rigel 2400/D/PLN	bardzo dobry	2010
6	Tecnolux	12066/D/L2/Y	bardzo dobry	2013
7	Tecnocolor	Technik 2400/D	dobry	2000
8	Fudim Polmo	USP-20 C	dobry	2003
9	Tecnocolor	Technik 2400/D/PL/G/S	dobry	2004
10	Tecnolux	12066/PP/D/L2/Y	bardzo dobry	2015
11	A.G.M Master	2400/D rok 2004	bardzo dobry	2004
12	Unimetal	Argo 2019/PP/D/K/Y	bardzo dobry	2015
13	Unimetal	Argo 2019/PP/D/K/Y	bardzo dobry	2016
14	Fudim Polmo	USP-20 B	dobry	1998
15	Tecnocolor	Technik 2400/D	bardzo dobry	1999
16	Autotecsystem	2400/D/PLN/G/S	bardzo dobry	2010
17	Fudim Polmo	USP-20 PLA	bardzo dobry	2012
18	Fudim Polmo	USP-20 PLA	bardzo dobry	2013
19	Unimetal	Argo 2019/PP/D/K/Y	bardzo dobry	2015
20	Tecnolux	12066/D/L2/Y	bardzo dobry	2015

Tabela 18.

Zestawienie urządzeń do kontroli ustawienia reflektorów w badaniach pojazdu nr 4

Table 18.

List of headlight testing devices involved in tests of vehicle No. 4

Nr stacji	Producent	Typ urządzenia	Ogólny stan techniczny	Rok produkcji
1	Fudim-Polmo	USP-20 PLA	bardzo dobry	2012
2	Fudim-Polmo	USP-20 PLA	bardzo dobry	2014
3	Lujan	LJN5417	bardzo dobry	2017
4	Tecnocolor	Technik 2400/D	dobry	2000
5	Tecnolux	Rigel 2400/D/PLN	bardzo dobry	2010
6	Tecnolux	12066/D/L2/Y	bardzo dobry	2013
7	Tecnocolor	Technik 2400/D	dobry	2000
8	Fudim Polmo	USP-20 C	dobry	2003
9	Tecnocolor	Technik 2400/D/PL/G/S	dobry	2004
10	Tecnolux	12066/PP/D/L2/Y	bardzo dobry	2015
11	A.G.M Master	2400/D rok 2004	bardzo dobry	2004
12	Unimetal	Argo 2019/PP/D/K/Y	bardzo dobry	2015

Nr stacji	Producent	Typ urządzenia	Ogólny stan techniczny	Rok produkcji
13	Unimetal	Argo 2019/PP/D/K/Y	bardzo dobry	2016
14	Fudim Polmo	USP-20 B	dobry	1998
15	Tecnocolor	2400/D technik	bardzo dobry	1999

6.2. Metodyka oceny jakości badań analizatorów spalin

Ponieważ badania na różnych stacjach kontroli były wykonywane nieodpłatnie, personel stacji już na początku badań z niechęcią podchodził do ich realizacji i w efekcie uzgodniono wykonanie pomiarów w ograniczonym zakresie. Badania emisji spalin, jako wymagające więcej uwagi, nie weszły w skład wynegocjowanego zakresu badań.

Ponadto, już w wyniku własnych obserwacji zauważono, że pojawiają się przypadki odstępowania od kontroli emisji spalin, założono zatem, że będzie to jeden z aspektów oceny jakości badań technicznych pojazdów.

Jednakże, aby pomimo to uwzględnić w ocenie badań technicznych pojazdów analizatory spalin samochodowych, podjęto się oceny tych urządzeń w oparciu o znacznie większą ich liczbę niż tylko te występujące na badanych stacjach kontroli pojazdów.

W związku z tym, w ramach współpracy z Akredytowanym Laboratorium Pomiarowym wykonującym legalizację tego rodzaju przyrządów pomiarowych oraz z przedsiębiorstwem serwisującym takie urządzenia, podjęto się rejestrowania występujących uszkodzeń i czynności obsługowych wykonywanych w ramach prac serwisowych. Ponadto dokonano oceny stabilności układów pomiarowych analizatorów na podstawie analizy wybranego typu analizatora i poszczególnych jego egzemplarzy w ramach wyodrębnionej grupy.

Ogółem w badaniach analizatorów uwzględniono 784 urządzenia użytkowane na terenie województwa lubelskiego, podkarpackiego, mazowieckiego oraz podlaskiego.

Ocena jakości badań emisji spalin została zatem przeprowadzona w sposób pośredni. Ponadto przyjęto, że w tej ocenie realizowane będą dwie ścieżki. W jednej z nich ocenie poddane były analizatory, stanowiące wyposażenie stacji kontroli pojazdów, używane do oceny emisji spalin podczas okresowych badań technicznych pojazdów. Ocena ta miała na celu wykazanie technicznych możliwości dokonania rzetelnej oceny stanu technicznego układu zasilania i układu oczyszczania spalin w pojazdach i została opisana w niniejszym rozdziale. Natomiast druga ścieżka badawcza skierowana była w stronę oceny wykonywania badań emisji spalin przez personel stacji kontroli pojazdów. Te badania polegały na obserwacji wykonywanych przez diagnostów czynności oraz na opiniach klientów stacji odnośnie realizacji poszczególnych prac i zostały zaprezentowane w oddzielnych rozdziałach. Takie podejście pozwoliło na ocenę możliwości prawidłowego przeprowadzania kontroli pojazdów oraz skutecznego eliminowania z ruchu drogowego pojazdów niespełniających wymagań w zakresie emisji szkodliwych substancji do środowiska.

6.2.1. Kontrola metrologiczna analizatorów

Analizator spalin jest przykładem urządzenia pomiarowego, wobec którego obok kontroli eksploatacyjnej, przewidziana jest także prawna kontrola metrologiczna. Zgodnie z zapisami w ustawie „Prawo o miarach” z 2001 r. (Dz. U. poz. 884, 2016), jako urządzenia mające związek ze stanem środowiska oraz zdrowiem człowieka oraz ponieważ są wykorzystywane do wykonywania prawnie uwarunkowanych technicznych badań pojazdów (Dz. U. poz. 884, 2016), podlegają tzw. legalizacji ponownej (Dz. U. poz. 885, 2017). Rozporządzenie Ministra Rozwoju i Finansów z dnia 13 kwietnia 2017 r. w sprawie prawnej kontroli metrologicznej przyrządów pomiarowych wskazuje 6 miesięcy jako okres ważności tej formy kontroli.

Tabela 19.

Przykładowe udziały gazów wzorcowych w azocie stosowanych przy legalizacji analizatorów spalin samochodowych (Dz. U. poz. 1765, 2007)

Table 19.

Sample proportions of reference gases in nitrogen used for the legalization of exhaust gas analyzers (Dz. U. poz. 1765, 2007)

Składniki mieszanin wzorcowych		CO (%)	CO ₂ (%)	HC (%)	O ₂ (%)
Mieszanina I	udział objętościowy niepewność rozszerzona	0,50 ± 0,005	6,15 ± 0,0615	0,0217 ± 0,0002	0
Mieszanina II	udział objętościowy niepewność rozszerzona	3,37 ± 0,0337	13,99 ± 0,1399	0,2064 ± 0,0021	0

W ramach współpracy z akredytowanym przez Polskie Centrum Akredytacji laboratorium pomiarowym, upoważnionym przez Prezesa Głównego Urzędu Miar do wykonywania legalizacji ponownej samochodowych analizatorów spalin, które funkcjonuje w ramach zintegrowanego systemu zarządzania jakością, zgodnego z wymaganiami norm: PN-EN ISO 9001:2008 i PN-EN ISO/IEC 17025:2005, dokonano przeglądu procesu legalizacji oraz procesów towarzyszących.

Kontrola analizatora polega na jego identyfikacji i stwierdzeniu legalności jego wykorzystania w stacji kontroli pojazdów, następnie przeprowadzane są oględziny zewnętrzne i ocena kompletności wymaganych elementów, a na koniec przeprowadzane jest sprawdzenie poprawności wskazań polegające na ich porównaniu ze znanym składem gazów wzorcowych, powiązanych z wzorcem państwowym. Wzorcami są mieszaniny gazów zawierające w swoim składzie gazy, do których detekcji przeznaczony jest analizator (Dz. Urz. Miar i Prob.Nr.13 poz.73 § 2). Dokładny skład mieszanin wzorcowych (tab. 19) jest określony poprzez wzorcowanie i wskazany w stosownych świadectwach wzorcowania. Wyznaczane poprzez porównania odchyłki wskazań danego analizatora stanowią o jego zdolności do użytkowania w warunkach stacji kontroli pojazdów.

Procedura kontrolna opiera się zatem na wzorcowaniu, jednakże z formalnego punktu widzenia ważny jest fakt spełnienia wymagań prawnych. Głównymi kryteriami oceny są błędy wskazań analizatora porównywane z dopuszczalnymi błędami granicznymi (tab. 20),

a także jego kompletność oraz działanie wszystkich wymaganych funkcji (Dz. U. poz. 1765, 2007). Sprawdza się między innymi obecność uszkodzeń zewnętrznych, mogących świadczyć o nieprawidłowościach w działaniu analizatora oraz szczelność układu przetwarzania gazów. Kontroli podlega także szczelność toru pomiarowego oraz zdolność do wykrywania nieszczelności i pozostałości węglowodorów.

Jeżeli wyniki sprawdzenia są pozytywne wystawiane jest świadectwo legalizacji ponownej, będące potwierdzeniem poprawności działania tego analizatora (Dz. U. poz. 969, 2017). Jeżeli natomiast analizator nie realizuje któregoś z wymagań, wówczas wydawana jest decyzja o odmowie legalizacji.

Tabela 20.

Wartości granicznych błędów dopuszczalnych dla analizatorów spalin samochodowych podczas legalizacji ponownej (Dz. U. poz. 1765, 2007)

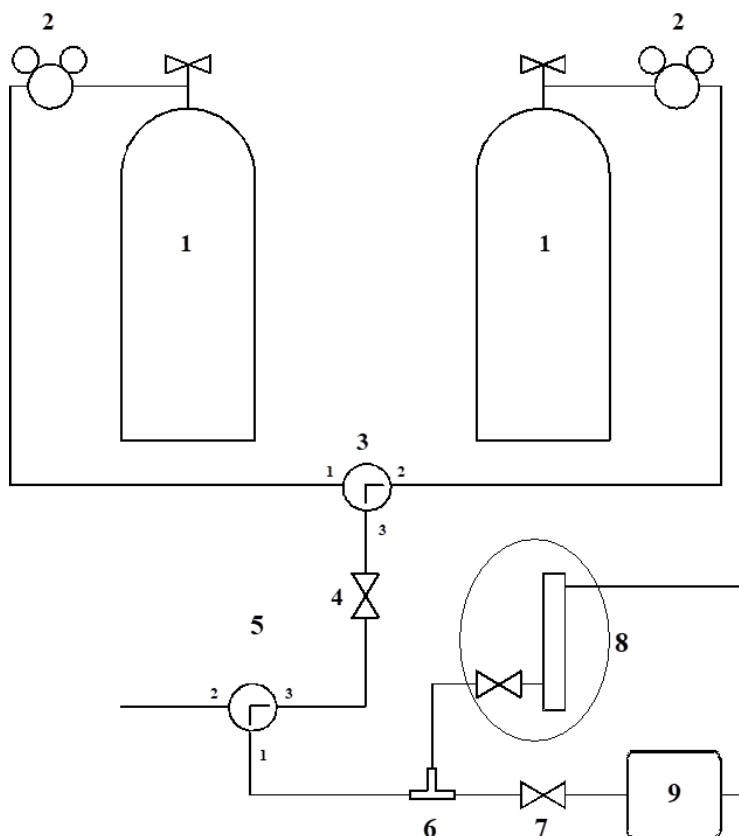
Table 20.

Limits of acceptable errors for exhaust gas analyzers at the legalisation (Dz. U. poz. 1765, 2007)

Klasa analizatora	Błąd graniczny dopuszczalny				
	Rodzaj błędu	CO (%)	CO ₂ (%)	HC (%)	O ₂ (%)
0	bezwzględny	± 0,03	± 0,5	± 0,001	± 0,1
	względny	± 5	± 5	± 5	± 5
I	bezwzględny	± 0,06	± 0,5	± 0,0012	± 0,1
	względny	± 5	± 5	± 5	± 5
II	bezwzględny	± 0,2	± 1	± 0,003	± 0,2
	względny	± 10	± 10	± 10	± 10

W celu przeprowadzania badań związanych z procesem legalizacyjnym należy między innymi zestawić stosowną instalację gazową, której przykładowe rozwiązanie zaprezentowano na schemacie przedstawionym na rys. 42.

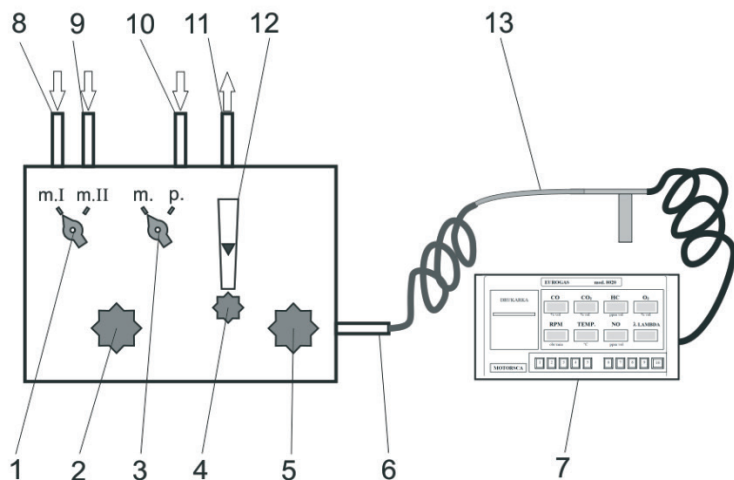
Uwzględnione w schemacie gazy wzorcowe (rys. 42) powinny spełniać wymagania zawarte w załączniku do zarządzenia nr 66 Prezesa Głównego Urzędu Miar z dnia 20 maja 1996 roku (Dz.Urz.Miar i Prob.Nr.13 poz.73 § 2). W szczególności skład mieszanin gazowych stosowanych podczas sprawdzania analizatorów powinien odpowiadać składowi spalin, jakie mogą być emitowane przez pojazdy samochodowe, ponadto każda butla z gazem powinna być zaopatrzona w świadectwo wzorcowania z wyszczególnieniem zawartości składników określonych na podstawie wzorcowania mieszanin.



Rys. 42. Schemat instalacji gazowej stanowiska do kontroli analizatorów spalin samochodowych. 1 – butle z mieszaninami wzorcowymi, 2 – reduktory, 3 – zawór trójdrożny, 4 – zawór iglicowy, 5 – zawór trójdrożny, 6 – trójnik, 7 – zawór iglicowy, 8 – rotametr, 9 – sprawdzany analizator (Stoma, 2003)

Fig. 42. Scheme of test stand gas installation for the tests of exhaust gas analyzers: 1 – cylinders with standard mixtures, 2 – reducers, 3 – way valve, 4 – needle valve, 5 – way three – way valve, 6 – tee, 7 – needle valve, 8 – rotameter, 9 – checked analyzer (Stoma, 2003)

Proces sprawdzania poprawności wskazań zakłada zestawienie stanowiska zgodnie z układem zaprezentowanym na rys. 43.



Rys. 43. Układ stanowiska wykorzystywanego przy kontroli wskazań analizatora (Kuranc i in., 2014a): 1 – zawór wyboru mieszaniny gazowej, 2 – zawór dławienia przepływu gazu, 3 – zawór wyboru mieszanin/powietrze, 4 – zawór upustowy rotametr, 5 – zawór regulacyjny przepływu gazu, 6 – wyprowadzenie gazu, 7 – sprawdzany analizator, 8 – doprowadzenie mieszaniny MIX-1, 9 – doprowadzenie mieszaniny MIX-2, 10 – doprowadzenie powietrza, 11 – odprowadzenie gazów do wentylacji, 12 – rotametr, 13 – sonda poboru spalin

Fig. 43. The layout of the stand used to control the analyzer's indications (Kuranc et al., 2014a): 1 – gas selection valve, 2 – gas flow restriction valve, 3 – mixture/air selection valve, 4 – valve rotameter, 5 – gas flow control valve, 6 – gas outlet, 7 – checked analyzer, 8 – inlet MIX-1, 9 – inlet MIX-2, 10 – air supply, 11 – gas ventilation, 12 – rotameter, 13 – exhaust gas collection probe

W celu sprawdzenia cech funkcjonalnych analizatora kontroluje się działanie urządzenia do wykrywania szczątkowej pozostałości węglowodorów, co realizowane jest etapami. W pierwszym etapie ocenia się tor pomiarowy w aspekcie pozostałości węglowodorów. W drugim etapie sprawdza się działanie urządzenia do wykrywania tych pozostałości. W tym celu doprowadza się do układu pomiarowego mieszaninę gazową o zawartości ok. 65 ppm propanu. Następnym krokiem w procesie kontroli analizatora jest sprawdzenie błędów wskazań w dwóch punktach pomiarowych dla każdego uwzględnianego składnika gazowego. Błędy wskazań przy zachowaniu warunków odniesienia powinny mieścić się w granicach błędów dopuszczalnych (tab. 20), przy czym należy zauważyć, że błędy graniczne dopuszczalne dla danego składnika mogą się różnić w zależności od poziomu wartości wielkości mierzonej (Stoma, 2003). Tak jest w przypadku wszystkich analizowanych składników gazowych, dla których określono po dwie wartości błędów granicznego, jedną stałą, konkretnie określoną i drugą wyrażoną, jako 5% wartości mierzonej. Dopuszczalną wartość błędów granicznego stanowi wartość większa.

6.2.2. Kontrola serwisowa analizatorów

W związku z tym, że zalegalizowane mogą być tylko sprawne urządzenia, uwzględniono potrzebę identyfikacji, a następnie analizy wybranych zagadnień związanych z funkcjonowaniem i niedomaganiem analizatorów. Analiza ta, w połączeniu z oceną procesu legalizacji analizatorów, pozwoliła wskazać ich związek z jakością technicznych badań pojazdów w zakresie oddziaływania pojazdów na środowisko.

Analizę przeprowadzono w ramach współpracy z firmą zajmującą się serwisowaniem urządzeń stanowiących wyposażenie stacji kontroli pojazdów, której kompetencje potwierdziło ponad dwudziestoletnie doświadczenie i ugruntowana współpraca z Głównym Urzędem Miar oraz laboratorium przeprowadzającym prawną kontrolę metrologiczną analizatorów spalin.

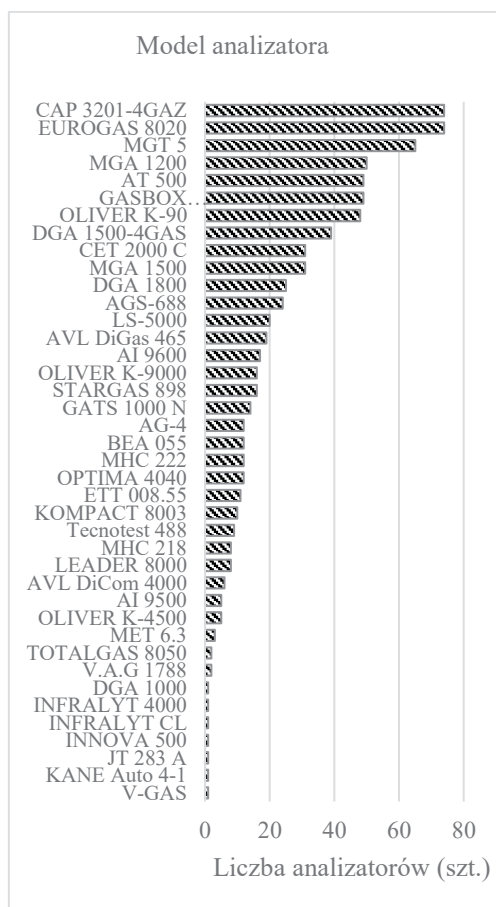
Pozyskane podczas przeprowadzonych badań informacje pozwoliły na ocenę analizatorów, które zostały przyjęte przez serwis w latach 2016-2018. Niniejszej ocenie podlegały krytyczne, ze względu na działanie analizatora problemy ujawniane podczas obsługi serwisowej lub legalizacji. Wiązały się z nimi wymagane czynności obsługowe, do których zaliczyć należy: naprawę układu zasilania, wymianę filtrów, wymianę czujnika tlenu, adjustację układu pomiarowego, usuwanie nieszczelności lub awarii pompy zasysającej oraz wymianę bateryjnego układu podtrzymania pamięci.

Przegląd czynników mogących mieć wpływ na poprawność wskazań analizatorów wykazał kilka newralgicznych punktów, do jakich należy układ pomiarowy (tzw. bench), który wraz z upływem czasu wykazuje powolny dryft wskazań, co w konsekwencji prowadzi do nieprawidłowości wyników pomiarów. Zalecenia producentów analizatorów przewidują kalibrację gazami wzorcowymi co 6 lub 12 miesięcy, w zależności od typu układu pomiarowego analizatora. Kolejnym elementem wymagającym uwagi jest pompa przetłaczająca, która ze względu na zasysanie wraz z gazami spalinowymi także cząstek stałych, olejów, itp., zanieczyszcza się. Zawory układu odprowadzania kondensatu mogą się zawieszać, co prowadzi do blokady układu lub działania odwrotnego niż przewidziane. Może dochodzić do zasysania powietrza spoza układu, co wywołuje silne zafałszowanie wyników pomiaru. Również bardzo istotnym i czasowo ograniczonym w swoim funkcjonowaniu jest czujnik tlenu. Działa on bazując na procesach chemicznych, dlatego jego trwałość wynosi ok. 2 lata. Wymiana tego elementu jest konieczna, gdy obserwowane wskazania są niestabilne lub brak jest spadku udziału tlenu podczas pomiaru emisji spalin albo, gdy obserwowane jest niskie stężenie tlenu w powietrzu atmosferycznym. Nie mniej istotne okazują się filtry. Filtr z węglem aktywnym stosowany jest do tzw. zerowania. Wówczas do komory pomiarowej zasysane jest powietrze z otoczenia. Jednakże należy pamiętać, że w takim powietrzu mogą znajdować się niewielkie ilości węglowodorów, których obecność w warsztatach lub stacjach kontroli jest trudna do wyeliminowania. Powietrze to musi być zatem dodatkowo przefiltrowane przez filtr z węglem aktywnym. Równie istotne są filtry w torze pomiarowym analizatora. Ich wymiana może być dokonywana na bieżąco przez użytkownika analizatora w zależności od intensywności jego użytkowania i jakości spalin emitowanych przez badane pojazdy.

6.2.3. Charakterystyka badanych analizatorów

Badaniami objęto 784 analizatory spalin samochodowych, które na przestrzeni trzech lat poddawane były obsłudze okresowej i legalizacji we wspomnianych w poprzednich rozdziałach przedsiębiorstwach. Na podstawie analizy zestawień modeli analizatorów należy stwierdzić, że rynek tych urządzeń w Polsce jest bardzo bogaty.

Tylko w badaniach dotyczących wspomnianych przedsiębiorstw wyróżniono 40 modeli analizatorów różnych producentów, głównie europejskich (rys. 44). Jak się można przekonać, są modele bardziej popularnie (ponad 70 szt.), ale są także pojedyncze egzemplarze w danym typie. Najwięcej jest urządzeń takich marek jak: SUN (18%), MOTORSCAN (11%), CAPELEC (9%), MAHA (8%), czy OLIVER (7%), ATAL (6%) lub GASBOX (6%).



Rys. 44. Ilościowe zestawienie analizatorów objętych badaniami

Fig. 44. Quantitative list of analyzers covered by the tests

Niektóre z nich są długo eksploatowane, inne są stosunkowo nowe. Ich struktura wiekowa posiada w miarę równomierny rozkład, co przedstawiono na rys. 45. Najstarsze egzemplarze pochodzą z 1993 r, następnie obserwuje się napływ nowszych egzemplarzy, związany ze zmianami wymagań i procedur kontroli pojazdów w okresie przed końcem ubiegłego wieku. Część z analizatorów pochodzi także z rynku wtórnego i podobnie jak pojazdy napłynęły do Polski w wyniku wymiany tego typu urządzeń w innych krajach europejskich. Ostatnie lata obfitują także w powstawanie nowych stacji kontroli pojazdów oraz zakładów instalacji układów zasilania gazem LPG, co także wiąże się ze wzrostem sprzedaży nowych analizatorów. Na podstawie zestawienia (rys. 45) można wywnioskować, że nowe urządzenia zasilają rynek w ok. 4% rocznie, czyli ok. 31 szt. w przypadku urządzeń objętych opisywanymi badaniami.

Struktura wiekowa ma także związek z postępem technologicznym w zakresie konstrukcji analizatorów, co przekłada się na szybkość uruchamiania i wygrzewania toru pomiarowego, mniejszą energochłonność, możliwość generowania z badań raportów oraz współpracę z systemami komputerowymi usprawniającymi pracę stacji kontroli pojazdów. Ponadto zmiany wiążą się także z dokładnością wskazań analizatorów, a więc również z wysoką jakością techniczną przeprowadzanych pomiarów.



Rys. 45. Struktura wiekowa analizatorów objętych badaniami

Fig. 45. Age structure of the analyzers involved in the tests

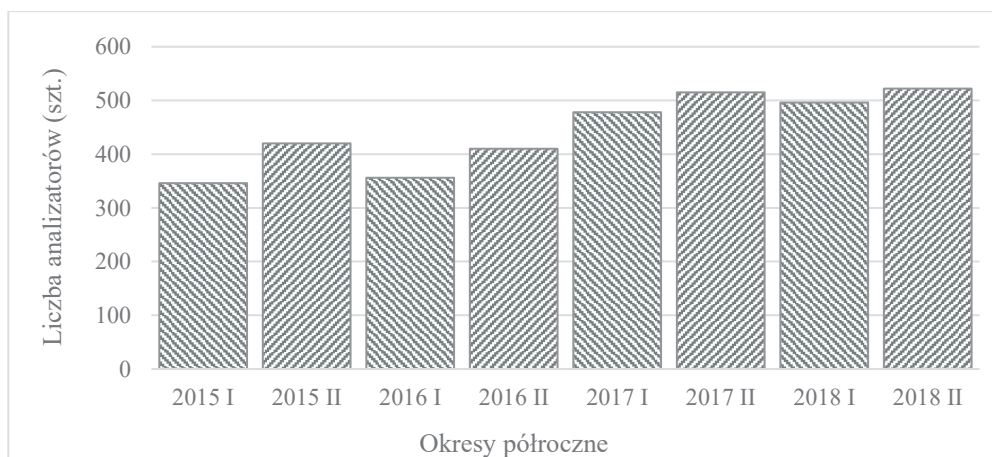
Zestawienie klas dokładności analizatorów według OIML (Organisation Internationale de Métrologie Légale) zaprezentowano na rys. 46. Obecnie w najwyższej klasie „0” jest blisko 30% urządzeń. Nie jest to wysoki udział, biorąc pod uwagę już blisko 15-letnią obecność na rynku urządzeń w tej klasie, ale pocieszające jest to, że nie występują już analizatory klasy „2”.



Rys. 46. Klasa dokładności analizatorów objętych badaniami

Fig. 46. Accuracy class of the analyzers covered by the tests

Śledząc liczbę zgłaszanych do legalizacji analizatorów można zauważyć, że liczba ta stopniowo rośnie, co może świadczyć o wzroście zapotrzebowania na takie urządzenia w branży motoryzacyjnej lub wskazywać na usprawnienie nadzoru nad podmiotami, na które nałożony jest obowiązek stosowania analizatorów spalin samochodowych.



Rys. 47. Liczba analizatorów zgłaszanych do legalizacji w okresach półrocznych 2016-2018

Fig. 47. Number of gas analyzers legalized in semi-annual periods of 2016-2018

Liczba legalizowanych analizatorów w przypadku danego laboratorium wynosi ponad 500 szt. w okresach półrocznych (rys. 47). Jest to różna liczba w stosunku do analizowanej w badaniach (784 szt.), co może być efektem migracji sprzętu do innych laboratoriów lub jego wymiany na nowy. Niemniej należy podkreślić, że jest to liczba wszystkich analizatorów, jakie w analizowanym okresie były przedmiotem legalizacji w laboratorium pomiarowym, z których część cyklicznie powraca w okresach półrocznych z uwagi na 6-miesięczny okres ważności legalizacji analizatora spalin.

6.3. Metodyka ankietowych badań jakości usługi badania pojazdu

Badania ankietowe zaplanowane zostały, jako badania uzupełniające, których wyniki uzupełnią obraz badań technicznych pojazdów, uzyskany w oparciu o badania wybranego wyposażenia stacji kontroli pojazdów.

Badania te dotyczyły, z jednej strony, oceny usługi badania technicznego pojazdu dokonywanej przez klientów stacji kontroli pojazdów oraz, z drugiej strony, oceny urządzeń diagnostycznych dokonywanej przez personel stacji kontroli pojazdów. Badania były realizowane dwutorowo i niezależnie od siebie oraz od wcześniej opisanych badań wybranego wyposażenia stacji kontroli pojazdów. Wszystkie wspomniane badania dotyczyły innych obiektów i co innego było ich przedmiotem. W związku z tym przyjęto, że mogą być wykonywane niejednocześnie i że nie muszą być także realizowane w oparciu o te same stacje kontroli pojazdów, co z uwagi na dane uwarunkowania logistyczne ułatwiło ich organizację i umożliwiło przeprowadzenie w dogodnym okresie.

6.3.1. Badania pojazdów w ocenie klientów stacji kontroli pojazdów

Na podstawie doniesień literaturowych i własnych doświadczeń przeanalizowano przebieg czynności wykonywanych podczas okresowego przeglądu technicznego pojazdu i na tej podstawie opracowano pytania ankietowe, a następnie skierowano je do kierowców/użytkowników pojazdów uczestniczących w tych przeglądach.

Celem ankiety było uzyskanie informacji na temat oceny jakości usługi badania technicznego pojazdu, postrzeganej przez użytkowników pojazdów.

W formularzu ankiety zestawiono szereg pytań o charakterze zamkniętym oferując siedem wariantów odpowiedzi tak, aby możliwy był wybór najbardziej odpowiedniej. Poza podstawowymi informacjami o ankietowanych, pytania dotyczyły wstępnej oceny stacji, oceny personelu diagnostycznego, realizacji poszczególnych etapów badania, obszarów wymagających poprawy oraz wybranych form zachęty kierowanych do klientów stacji.

Łącznie w badaniu wzięło udział sto osób, które uczestniczyły w technicznym badaniu pojazdu bezpośrednio przed wypełnieniem ankiety. Badania były realizowane przy wybranych stacjach kontroli pojazdów w Radomiu, Lublinie i okolicach.

Przyjęto założenie, że ankietowani nie dysponowali wiedzą techniczną pozwalającą dostrzec wszelkie szczegóły, a także niedociągnięcia pracy diagnosty i że niektóre odpowiedzi mogą być tym implikowane. Niemniej wszelkie uwagi i spostrzeżenia pozwalają na ocenę podejmowanych działań i ewentualną ich korektę w celu poprawy jakości świadczonych usług.

6.3.2. Urządzenia diagnostyczne w ocenie personelu stacji kontroli pojazdów

Dokonując oceny jakości funkcjonowania stacji kontroli pojazdów oraz świadczonych przez te przedsiębiorstwa usług nie można pominąć aspektu oceny sprzętu, jakim dysponują te jednostki oraz sposobu jego wykorzystania. Poza badaniami opartymi o pomiary wykonane na wybranych pojazdach, a opisanych w innych rozdziałach, należy poznać opinię użytkowników urządzeń diagnostycznych. W tym celu sporządzono formularz ankietowy zawierający szereg pytań dotyczących wykorzystania wspomnianego sprzętu. Badania realizowane były w formie wywiadu z pracownikami 24 stacji kontroli pojazdów zlokalizowanych przeważnie w Lublinie. Na podstawie udzielonych odpowiedzi udało się uzupełnić obraz sytuacji wpływającej na jakościową ocenę technicznych badań pojazdów.

7. WYNIKI BADAŃ STANOWISKOWYCH

7.1. Wyniki badań skuteczności tłumienia drgań w zawieszeniu i pomiarów nacisków osi pojazdu

7.1.1. Wyniki pomiarów nacisków osi badanych pojazdów

Badania nacisków osi przeprowadzano tymi samymi urządzeniami co badania skuteczności tłumienia drgań w zawieszeniu pojazdu. Niektóre z tych urządzeń wykorzystują bezpośrednio wartość nacisku koła na powierzchnię testera w celu oceny tłumienia drgań, inne natomiast niejako „przy okazji” mierzą nacisk osi pojazdu, a ten z kolei może być wykorzystany do wyznaczenia wskaźnika skuteczności hamowania na stanowisku rolkowym. Jest to również informacja o warunkach, w jakich przeprowadzany jest pomiar i może być pomocna przy określeniu czynników zakłócających przeprowadzanie pomiaru.

Tabele od tab. 21 do tab. 24 zawierają zestawienie wartości nacisków osi przedniej, tylnej oraz nacisków całkowitych zmierzonych podczas testów w odniesieniu do obiektów odniesienia, jakimi były cztery pojazdy, których wybrane dane techniczne zestawiono w tab. 2.

Omówienie wyników nacisków oraz wyników innych pomiarów oraz ich graficzna prezentacja przedstawione zostały w rozdziale 8.

Tabela 21.

Zestawienie wyników badań nacisków na stanowisko - pojazd nr 1

Table 21.

Results of loads measured on station plates - vehicle No. 1

Lp.	Typ urządzenia pomiarowego	P - nacisk pojazdu na stanowisko, (daN)		
		oś przednia	oś tylna	całkowity
1	FWT 1 Eurosystem	682	412	1094
2	FWT1 Screen	688	450	1138
3	BHE-EU	735	525	1260
4	FWT 1 Screen	614	408	1022
5	FWT 1 Screen	636	444	1080
6	FWT 1 Eurosystem	673	464	1137
7	FWT 1 Screen	643	460	1103
8	Breka 3000/3002	612	421	1033
9	MSD 3000 Eurosystem	683	448	1131
10	MSD 3000 Eurosystem	685	451	1136

Tabela 22.

Zestawienie wyników badań nacisków na stanowisko - pojazd nr 2

Table 22.

Results of loads measured on station plates - vehicle No. 2

Lp.	Typ urządzenia pomiarowego	P - nacisk pojazdu na stanowisko, (daN)		
		oś przednia	oś tylna	całkowity
1	IW 2 Screen	652	752	1404
2	CERTUS EVO 2	648	762	1410
3	IW 2 Eurosystem	626	727	1353
4	IW 2 Eurosystem	637	737	1374
5	IW 2 Screen	634	693	1326
6	MSD3000 Eurosystem	659	753	1412

Tabela 23.

Zestawienie wyników badań nacisków na stanowisko - pojazd nr 3

Table 23.

Results of loads measured on station plates - vehicle No. 3

Lp.	Typ urządzenia pomiarowego	P - nacisk pojazdu na stanowisko, (daN)		
		oś przednia	oś tylna	całkowity
1	SA2 Eurosystem	934	601	1535
2	FWT 2000	865	547	1412
3	CSA - EVO 2	719	457	1176
4	FWT1 Eurosystem-PC	786	516	1302
5	SA2 Eurosystem	823	516	1339
6	TUZ-1/L	854	536	1390
7	FWT1 Eurosystem	902	547	1449
8	FWT1 Eurosystem-PC	832	545	1377
9	SA2 Eurosystem	818	515	1333
10	MSD 3000	825	521	1346
11	NTS520/H.A.Z	888	553	1441
12	TUZ-1/L	766	487	1253
13	FWT1 Eurosystem LKW	820	504	1324
14	FWT1 D	823	528	1351
15	FWT1 Eurosystem PC	846	534	1380
16	FWT1 Eurosystem LKW	871	543	1414
17	FWT1 Eurosystem LKW	920	565	1485
18	TUZ-1/L	875	552	1427
19	SA2	856	530	1386
20	FWT1 Eurosystem LKW	891	553	1444

Tabela 24.

Zestawienie wyników badań nacisków na stanowisko - pojazd nr 4

Table 24.

Results of loads measured on station plates - vehicle No. 4

Lp.	Typ urządzenia pomiarowego	P - nacisk pojazdu na stanowisko, (daN)		
		oś przednia	oś tylna	całkowity
1	TUZ-1/L	1025	731	1756
2	FWT 1 Screen	1001	723	1724
3	SA600	1051	746	1797
4	SDL 261	1011	725	1736
5	TUZ-1/L	1020	740	1760
6	EUSA 3000	914	663	1577
7	FWT1 Eurosystem	929	674	1603
8	TUZ-1/L	1020	728	1748
9	FWT 1 Screen	965	698	1663
10	FWT 2000	982	705	1687
11	TUZ-1/L	1022	735	1757
12	CSA - EVO 2	962	694	1656
13	SDL 261	987	709	1696
14	TUZ-1/L	948	684	1632
15	FWT 1 Eurosystem	1013	727	1740

7.1.2. Wyniki pomiarów skuteczności tłumienia drgań w zawieszeniu badanych pojazdów

Tabele od tab. 25 do tab. 28 zawierają wyniki pomiarów skuteczności tłumienia drgań w zawieszeniu pojazdu. Tabele zawierają wszystkie wyniki uzyskiwane kolejno na poszczególnych urządzeniach pomiarowych. Należy przy tym zaznaczyć, że w tabelach zestawiono razem wyniki dla różnych metod i nie należy ich porównywać w sposób bezpośredni. W rozdziale dotyczącym omówienia wyników zostały one rozdzielone ze względu na metodę pomiarową.

Tabela 25.

Zestawienie wyników badań skuteczności tłumienia drgań w zawieszeniu pojazdu nr 1

Table 25.

Results of the tests of damping effectiveness in the suspension - vehicle No. 1

Lp.	Typ urządzenia pomiarowego	Test drgań wymuszonych w zawieszeniu pojazdu				Metoda ¹
		oś przednia		oś tylna		
		lewa	prawa	lewa	prawa	
1	FWT 1 Eurosystem	76%	74%	77%	76%	Boge
2	FWT 1 Screen	77%	73%	75%	74%	Boge
3	BHE-EU	85%	85%	72%	58%	Eusama
4	FWT 1 Screen	75%	75%	77%	73%	Boge
5	FWT 1 Screen	75%	75%	77%	73%	Boge
6	FWT 1 Eurosystem	76%	72%	74%	74%	Boge
7	FWT 1 Screen	77%	73%	74%	72%	Boge
8	Breka 3000/3002	68%	66%	79%	90%	Eusama
9	MSD 3000 Eurosystem	0,34	0,27	0,37	0,38	Theta ²
10	MSD 3000 Eurosystem	0,3	0,3	0,3	0,3	Theta ²

¹ – wyniki otrzymane za pomocą różnych metod nie powinny być porównywane

² – w tej metodzie wyniki nie posiadają jednostek

Tabela 26.

Zestawienie wyników badań skuteczności tłumienia drgań w zawieszeniu pojazdu nr 2

Table 26.

Results of the tests of damping effectiveness in the suspension - vehicle No. 2

Lp.	Typ urządzenia pomiarowego	Test drgań wymuszonych w zawieszeniu pojazdu				Metoda ¹
		oś przednia		oś tylna		
		lewa	prawa	lewa	prawa	
1	IW 2 Screen	77%	80%	75%	77%	Boge
2	CERTUS EVO 2	69%	73%	64%	67%	Boge
3	IW 2 Eurosystem	77%	78%	73%	76%	Boge
4	IW 2 Eurosystem	81%	80%	74%	77%	Boge
5	IW 2 Screen	71%	73%	72%	75%	Boge
6	MSD3000 Eurosystem	0,3	0,3	0,3	0,3	Theta ²

¹ – wyniki otrzymane za pomocą różnych metod nie powinny być porównywane

² – w tej metodzie wyniki nie posiadają jednostek

Tabela 27.

Zestawienie wyników badań skuteczności tłumienia drgań w zawieszeniu pojazdu nr 3

Table 27.

Results of the tests of damping effectiveness in the suspension - vehicle No. 3

Lp.	Typ urządzenia pomiarowego	Test drgań wymuszonych w zawieszeniu pojazdu				Metoda ¹
		oś przednia		oś tylna		
		lewa	prawa	lewa	prawa	
1	SA2 Eurosystem	76%	79%	78%	75%	Boge
2	FWT 2000	81%	83%	66%	66%	Eusama
3	CSA - EVO 2	81%	78%	78%	76%	Boge
4	FWT1 Eurosystem-PC	81%	80%	78%	78%	Boge
5	SA2 Eurosystem	82%	82%	81%	81%	Boge
6	TUZ-1/L	72%	74%	54%	56%	Eusama
7	FWT1 Eurosystem	80%	78%	79%	76%	Boge
8	FWT1 Eurosystem-PC	80%	80%	76%	76%	Boge
9	SA2 Eurosystem	82%	82%	84%	74%	Boge
10	MSD 3000	0,45	0,4	0,38	0,37	Theta ²
11	NTS520/H.A.Z	76%	78%	72%	76%	Eusama
12	TUZ-1/L	75%	75%	56%	52%	Eusama
13	FWT1 Eurosystem LKW	78%	79%	76%	77%	Boge
14	FWT1 D	85%	79%	80%	74%	Boge
15	FWT1 Eurosystem PC	80%	81%	79%	81%	Boge
16	FWT1 Eurosystem LKW	79%	78%	75%	75%	Boge
17	FWT1 Eurosystem LKW	81%	80%	81%	80%	Boge
18	TUZ-1/L	77%	73%	57%	61%	Eusama
19	SA2 Eurosystem	81%	81%	82%	80%	Boge
20	FWT1 Eurosystem LKW	77%	76%	74%	74%	Boge

¹ – wyniki otrzymane za pomocą różnych metod nie powinny być porównywane² – w tej metodzie wyniki nie mają jednostek

Tabela 28.

Zestawienie wyników badań skuteczności tłumienia drgań w zawieszeniu pojazdu nr 4

Table 28.

Results of the tests of damping effectiveness in the suspension - vehicle No. 4

Lp.	Typ urządzenia pomiarowego	Test drgań wymuszonych w zawieszeniu pojazdu				Metoda ¹
		oś przednia		oś tylna		
		lewa	prawa	lewa	prawa	
1	TUZ-1/L	73%	80%	58%	56%	Eusama
2	FWT 1 Screen	76%	78%	72%	76%	Boge
3	SA600	72%	80%	53%	58%	Eusama
4	SDL 261	73%	78%	64%	71%	Eusama
5	TUZ-1/L	75%	79%	52%	57%	Eusama
6	EUSA 3000	68%	55%	53%	52%	Eusama
7	FWT1 Eurosystem	70%	75%	76%	74%	Boge
8	TUZ-1/L	73%	79%	58%	55%	Eusama
9	FWT 1 Screen	73%	76%	74%	75%	Boge
10	FWT 2000	70%	67%	53%	55%	Eusama
11	TUZ-1/L	74%	80%	55%	57%	Eusama
12	CSA - EVO 2	71%	66%	58%	61%	Boge
13	SDL 261	72%	72%	61%	66%	Eusama
14	TUZ-1/L	69%	61%	53%	54%	Eusama
15	FWT 1 Eurosystem	74%	78%	54%	66%	Boge

¹ – wyniki otrzymane za pomocą różnych metod nie powinny być porównywane

7.2. Wyniki badań sił hamowania oraz wskaźników skuteczności hamowania

7.2.1. Wyniki pomiarów sił hamowania hamulca roboczego i awaryjnego

Wyniki pomiarów sił hamowania zestawiono w tabelach (tab. 29, tab. 30, tab. 31, tab. 32) prezentujących maksymalne zarejestrowane przez urządzenie rolkowe siły hamowania dla lewego i prawego koła danej osi. Siły hamowania przedstawiono odpowiednio dla hamulca roboczego (HR) i hamulca awaryjnego (HA), a ich wartości wyrażono w kN.

Tabela 29.

Zestawienie wyników badań sił hamowania z wykorzystaniem pojazdu nr 1

Table 29.

Results of braking forces - vehicle No. 1

Lp.	Typ urządzenia pomiarowego	T- siła hamowania, (kN)					
		HR - hamulec roboczy				HA - hamulec awaryjny	
		oś przednia		oś tylna		oś tylna	
		lewa	prawa	lewa	prawa	lewa	prawa
1	IW 2 Screen	2,54	2,72	1,55	1,08	1,41	1,05
2	IW 2 Screen	2,73	2,66	1,88	1,4	1,58	1,23
3	BHE-EU	2,13	1,77	1,92	1,25	0,82	0,99
4	IW 2 Screen	1,99	2,3	1,78	1,38	1,4	1,01
5	IW 2 Screen	2,88	2,98	2,14	1,57	1,28	1,3
6	IW 2 Eurosystem	3,2	3,3	1,97	1,62	1,83	1,4
7	IW 2 Screen	1,7	1,67	1,47	1,1	1,36	1,07
8	Breka 3000/3002	2,36	2,13	1,55	1,41	1,24	1,1
9	MBT 2250 Eurosystem	2,41	2,31	1,9	1,43	1,41	1,03
10	MBT 2250 Eurosystem	2,8	2,8	1,91	1,38	1,79	1,19

Tabela 30.

Zestawienie wyników badań sił hamowania z wykorzystaniem pojazdu nr 2

Table 30.

Results of braking forces - vehicle No. 2

Lp.	Typ urządzenia pomiarowego	T- siła hamowania, (kN)					
		HR - hamulec roboczy				HA - hamulec awaryjny	
		oś przednia		oś tylna		oś tylna	
		lewa	prawa	lewa	prawa	lewa	prawa
1	IW 2 Screen	2,51	2,66	2,21	2,62	2,27	1,91
2	CRB 13 - EVO 2	2,21	2,48	2,14	2,56	2,08	1,68
3	IW 2 Eurosystem	2,04	2,39	2,28	2,34	2,16	1,99
4	IW 2 Eurosystem	2,25	2,26	2,22	2,42	2,12	1,85
5	IW 2 Screen	2,12	2,42	2,52	2,88	2,1	2,05
6	MBT 2250 Eurosystem	2,18	2,45	2,61	2,98	2,2	1,71

Tabela 31.

Zestawienie wyników badań sił hamowania z wykorzystaniem pojazdu nr 3

Table 33.

Results of braking forces - vehicle No. 3

Lp.	Typ urządzenia pomiarowego	T- siła hamowania, (kN)					
		HR - hamulec roboczy				HA - hamulec awaryjny	
		oś przednia		oś tylna		oś tylna	
		lewa	prawa	lewa	prawa	lewa	prawa
1	IW 4 Eurosystem LKW	2,97	2,9	1,9	1,86	1,26	1
2	BDE 2304	2,813	2,805	1,605	1,468	1,605	1,24
3	CRB 13- EVO 2	3,99	4,04	2,72	2,45	2,05	1,74
4	IW 2 Eurosystem PC	3,36	3,15	1,98	1,8	1,67	1,1
5	IW 2 EUROSISTEM	4,22	3,78	2,03	1,79	1,86	1,42
6	RH0-6/L-A	3,15	3,27	1,79	1,64	1,6	1,25
7	IW 4 Eurosystem LKW	2,56	2,94	2,23	1,98	1,85	1,33
8	IW 2 Eurosystem	4,05	4	2,14	2,1	1,79	1,19
9	IW 2 Eurosystem	2,95	2,85	1,74	1,5	1,72	1,11
10	MBT 4250	3,37	3,37	2,04	1,98	1,59	1,5
11	NTS520/H.A.Z	3,91	3,877	2,724	2,63	2,291	2,449
12	RHE-30/6S-A	3,1	3,23	1,96	1,66	1,68	1,35
13	IW 2 Eurosystem	1,73	1,9	1,39	1,23	1,34	1,38
14	IW 7 Screen	2,5	3,1	1,6	1,9	1,6	1,9
15	IW 7 Eurosystem PC	2,59	2,76	1,8	1,42	1,49	1
16	IW 4 Eurosystem LKW	2,79	3,17	1,99	1,89	1,55	1,19
17	IW 4 Eurosystem LKW	2,59	2,73	1,81	1,54	1,28	0,77
18	IW 7 Screen	1,96	2,12	1,37	1,42	0,94	0,91
19	IW 2 Eurosystem	2,8	2,93	1,98	1,99	1,52	1,1
20	IW 4 Eurosystem LKW	3,38	3,43	1,88	1,75	1,7	1,18

Tabela 32.

Zestawienie wyników badań sił hamowania z wykorzystaniem pojazdu nr 4

Table 32.

Results of braking forces - vehicle No. 4

Lp.	Typ urządzenia pomiarowego	T- siła hamowania, (kN)					
		HR - hamulec roboczy				HA - hamulec awaryjny	
		oś przednia		oś tylna		oś tylna	
		lewa	prawa	lewa	prawa	lewa	prawa
1	RHO-6/L	2,97	3,13	2,26	2,22	2,49	0,26
2	IW 2 Screen	2,66	3,21	2,3	2,3	2,55	0,21
3	MB8000	2,6	2,7	1,8	3,3	2,76	0,73
4	BSA 251	3,58	3,53	1,27	1,43	1,51	0,17
5	RHO-6/L-A	2,62	2,95	1,28	1,37	0,91	0,11
6	VTEQ V02.54	2,37	2,54	1,68	1,51	2,33	0,08
7	IW4 Eurosystem	2,69	2,75	1,75	1,93	2,25	0,19
8	RHO-6/L-A	2,77	3,02	2,21	2,12	2,39	0,24
9	IW 2 Screen	2,69	2,75	2,02	2,11	2,4	0,2
10	BDE 2000	2,48	2,62	1,74	2,41	2,54	0,41
11	TUZ-1/L	2,79	2,62	1,77	1,79	1,7	0,19
12	EVO 2	2,97	3,03	1,47	1,48	1,92	0,18
13	BSA 251	3,27	3,28	1,37	1,45	1,7	0,18
14	BDE 2000	2,43	2,59	1,73	1,97	2,41	0,31
15	IW 2 Screen	2,81	3,16	2,28	2,26	2,52	0,24

Kolejne tabele zawierają zestawienie maksymalnych różnic sił hamowania lewej i prawej strony, odpowiednio do badanej osi i rodzaju hamulca (tab. 33, tab. 34, tab. 35, tab. 36). Względne różnice sił hamowania wyznaczono jako wynik odejmowania wartości siły uzyskanej dla prawego koła badanej osi od wartości zmierzonej dla koła lewego, następnie uzyskana różnica była dzielona przez moduł maksymalnej wartości ze wspomnianych sił dla lewego i prawego koła. Dzięki temu wyniki posiadają znak dodatni lub ujemny, co poza wartością różnicy, podaje informację na temat tego, które koło uzyskało wartości większe. Jeżeli siła hamowania na kole lewym była większa, wówczas wynik jest dodatni. Jeżeli natomiast przeważała siła hamowania prawego koła wynik ma znak ujemny. Wykorzystywaną w tym celu zależność przedstawia równanie (1).

$$R = \frac{T_L - T_P}{|\max(T_L; T_P)|} 100\% \quad (1)$$

gdzie:

- T_L – siła hamowania lewego koła, (kN)
 T_P – siła hamowania prawego koła, (kN).

Tabela 33.

Względne różnice sił hamowania kół lewej i prawej strony w badaniach pojazdu nr 1

Table 33.

Relative differences of left and right wheel braking forces - vehicle No. 1

Lp.	Typ urządzenia pomiarowego	R - różnica sił hamowania ¹ , (%)		
		HR - oś przednia	HR - oś tylna	HA - oś tylna
1	IW 2 Screen	-7	30	26
2	IW 2 Screen	(4) 3	26	22
3	BHE-EU	17	35	-17
4	IW 2 Screen	-13	22	28
5	IW 2 Screen	-3	27	-2
6	IW 2 Eurosystem	-3	18	23
7	IW 2 Screen	2	25	21
8	Breka 3000/3002	10	9	11
9	MBT 2250 Eurosystem	4	25	27
10	MBT 2250 Eurosystem	0	28	34

¹ – w nawiasach podano wartości zmierzone różniące się od obliczeń własnych

Tabela 34.

Względne różnice sił hamowania kół lewej i prawej strony w badaniach pojazdu nr 2

Table 34.

Relative differences of left and right wheel braking forces - vehicle No. 2

Lp.	Typ urządzenia pomiarowego	R - różnica sił hamowania ¹ , (%)		
		HR - oś przednia	HR - oś tylna	HA - oś tylna
1	IW 2 Screen	-6	-16	16
2	CRB 13 - EVO 2	-11	-16	19
3	IW 2 Eurosystem	-15	-3	8
4	IW 2 Eurosystem	(3) 0	-8	13
5	IW 2 Screen	-12	-13	(4) 2
6	MBT 2250 Eurosystem	-11	-12	22

¹ – w nawiasach podano wartości zmierzone różniące się od obliczeń własnych

Tabela 35.

Względnych różnice sił hamowania kół lewej i prawej strony w badaniach pojazdu nr 3

Table 35.

Relative differences of left and right wheel braking forces - vehicle No. 3

Lp.	Typ urządzenia pomiarowego	R - różnica sił hamowania ¹ , (%)		
		HR - oś przednia	HR - oś tylna	HA - oś tylna
1	IW 4 Eurosystem LKW	2	2	21
2	BDE 2304	0	9	(28) 23
3	CRB 13- EVO 2	-1	10	15
4	IW 2 Eurosystem PC	6	9	34
5	IW 2 EUROSYSYSTEM	10	12	24
6	RH0-6/L-A	-4	8	22
7	IW 4 Eurosystem LKW	-13	11	28
8	IW 2 Eurosystem	1	2	34
9	IW 2 Eurosystem	3	14	35
10	MBT 4250	0	3	6
11	NTS520/H.A.Z	1	(4) 3	-6
12	RHE-30/6S-A	-4	15	20
13	IW 2 Eurosystem	-9	12	-3
14	IW 7 Screen	(-21) -19	-16	-16
15	IW 7 Eurosystem PC	-6	21	33
16	IW 4 Eurosystem LKW	-12	5	23
17	IW 4 Eurosystem LKW	-5	15	40
18	IW 7 Screen	-8	-4	3
19	IW 2 Eurosystem	-4	-1	28
20	IW 4 Eurosystem LKW	(-2) -1	7	31

¹ – w nawiasach podano wartości zmierzone różniące się od obliczeń własnych

Tabela 36.

Względne różnice sił hamowania kół lewej i prawej strony w badaniach pojazdu nr 4

Table 36.

Relative differences of left and right wheel braking forces - vehicle No. 4

Lp.	Typ urządzenia pomiarowego	R - różnica sił hamowania ¹ , (%)		
		HR - oś przednia	HR - oś tylna	HA - oś tylna
1	RHO-6/L	-5	(4) 2	90
2	IW 2 Screen	-17	0	92
3	MB8000	-4	-45	74
4	BSA 251	1	-11	89
5	RHO-6/L-A	-11	-7	88
6	VTEQ V02.54	-7	10	97
7	IW4 Eurosystem	-2	-9	92
8	RHO-6/L-A	-8	4	90
9	IW 2 Screen	-2	-4	92
10	BDE 2000	-5	-28	84
11	TUZ-1/L	6	(-3) -1	89
12	EVO 2	-2	-1	91
13	BSA 251	(-2) 0	-6	89
14	BDE 2000	-6	-12	87
15	IW 2 Screen	-11	1	90

¹ – w nawiasach podano wartości zmierzone różniące się od obliczeń własnych

7.2.2. Wartości wskaźników skuteczności hamowania

Tabele od tab. 37 do tab. 40 zawierają wartości wskaźników skuteczności hamowania (WSH) dla poszczególnych osi oraz dla całego pojazdu. Zgodnie z rozporządzeniem (Dz. U. poz. 776, 2015) wskaźnik skuteczności hamowania dla pojazdu wyznacza się zgodnie z zależnością (2), jako sumę sił hamowania ze wszystkich kół pojazdu odniesioną do ciężaru pojazdu wyznaczonego w oparciu o dopuszczalną masę całkowitą pojazdu, którą należy odczytać z dowodu rejestracyjnego.

$$WSH = \frac{\Sigma T}{P} 100\% \quad (2)$$

gdzie:

- ΣT – suma sił hamowania, (kN)
- P – ciężar pojazdu (suma nacisków), (kN).

W przypadku danej osi wskaźnik obliczano jako stosunek sumy sił hamowania danej osi do jej nacisku. W przypadku całego pojazdu zsumowano siły hamowania ze wszystkich kół pojazdu, a następnie podzielono je przez nacisk całkowity pojazdu. Wartość wskaźnika skuteczności wyznaczono w sposób wskazany w ww. rozporządzeniu jako stosunek sumy sił hamowania do nacisku wyznaczonego na podstawie masy dopuszczalnej całkowitej, której wartość odczytano z dowodu rejestracyjnego pojazdu (tab. 2).

Tabela 37.

Zestawienie wartości wskaźników skuteczności hamowania wyznaczonych dla hamulca roboczego oraz hamulca awaryjnego w badaniach z wykorzystaniem pojazdu nr 1

Table 37.

Braking performance indicator for service and emergency brakes - vehicle No. 1

Lp.	Typ urządzenia pomiarowego	WSH - wskaźnik skuteczności hamowania, (%)				
		w oparciu o zmierzony nacisk na stanowisko do badania zawieszenia			w oparciu o dopuszczalną masę całkowitą	
		HR oś przednia	HR oś tylna	HR	HR	HA
1	IW 2 Screen	77	64	72	56	18
2	IW 2 Screen	78	73	76	62	20
3	BHE-EU	53	60	56	51	13
4	IW 2 Screen	70	77	73	53	17
5	IW 2 Screen	92	84	89	68	18
6	IW 2 Eurosystem	97	77	89	72	23
7	IW 2 Screen	52	56	54	42	17
8	Breka 3000/3002	73	70	72	53	17
9	MBT 2250 Eurosystem	69	74	71	58	17
10	MBT 2250 Eurosystem	82	73	78	64	21

Tabela 38.

Zestawienie wartości wskaźników skuteczności hamowania wyznaczonych dla hamulca roboczego oraz hamulca awaryjnego w badaniach z wykorzystaniem pojazdu nr 2

Table 38.

Braking performance indicator for service and emergency brakes - vehicle No. 2

Lp.	Typ urządzenia pomiarowego	WSH - wskaźnik skuteczności hamowania, (%)				
		w oparciu o zmierzony nacisk na stanowisko do badania zawieszenia			w oparciu o dopuszczalną masę całkowitą	
		HR oś przednia	HR oś tylna	HR	HR	HA
1	IW 2 Screen	79	64	71	58	30
2	CRB 13 - EVO 2	72	62	67	55	27
3	IW 2 Eurosystem	71	64	67	53	30
4	IW 2 Eurosystem	71	63	67	53	28
5	IW 2 Screen	72	78	75	58	30
6	MBT 2250 Eurosystem	70	74	72	59	28

Tabela 39.

Zestawienie wartości wskaźników skuteczności hamowania wyznaczonych dla hamulca roboczego oraz hamulca awaryjnego w badaniach z wykorzystaniem pojazdu nr 3

Table 39.

Braking performance indicator for service and emergency brakes - vehicle No. 3

Lp.	Typ urządzenia pomiarowego	WSH - wskaźnik skuteczności hamowania, (%)				
		w oparciu o zmierzony nacisk na stanowisko do badania zawieszenia			w oparciu o dopuszczalną masę całkowitą	
		HR oś przednia	HR oś tylna	HR	HR	HA
1	IW 4 Eurosystem LKW	63	63	63	54	13
2	BDE 2304	65	56	62	49	16
3	CRB 13- EVO 2	112	113	112	74	21
4	IW 2 Eurosystem PC	83	73	79	58	16
5	IW 2 EUROSYSYSTEM	97	74	88	67	18
6	RH0-6/L-A	75	64	71	56	16
7	IW 4 Eurosystem LKW	61	77	67	55	18
8	IW 2 Eurosystem	97	78	89	69	17
9	IW 2 Eurosystem	71	86	76	51	16
10	MBT 4250	82	77	80	61	17
11	NTS520/H.A.Z	88	97	91	74	27
12	RHE-30/6S-A	83	74	79	56	17
13	IW 2 Eurosystem	44	52	47	35	15
14	IW 7 Screen	68	66	67	51	20
15	IW 7 Eurosystem PC	63	41	53	48	14
16	IW 4 Eurosystem LKW	68	71	70	55	15
17	IW 4 Eurosystem LKW	58	59	58	49	12
18	IW 7 Screen	47	51	48	39	10
19	IW 2 Eurosystem	67	75	70	55	15
20	IW 4 Eurosystem LKW	76	66	72	59	16

Tabela 40.

Zestawienie wartości wskaźników skuteczności hamowania wyznaczonych dla hamulca roboczego oraz hamulca awaryjnego w badaniach z wykorzystaniem pojazdu nr 4

Table 40.

Braking performance indicator for service and emergency brakes - vehicle No. 4

Lp.	Typ urządzenia pomiarowego	WSH - wskaźnik skuteczności hamowania, (%)				
		w oparciu o zmierzony nacisk na stanowisko do badania zawieszenia			w oparciu o dopuszczalną masę całkowitą	
		HR oś przednia	HR oś tylna	HR	HR	HA
1	RHO-6/L	60	61	60	45	12
2	IW 2 Screen	59	64	61	44	12
3	MB8000	50	68	58	44	15
4	BSA 251	70	37	57	42	7
5	RHO-6/L-A	55	36	47	35	4
6	VTEQ V02.54	54	48	51	34	10
7	IW4 Eurosystem	59	55	57	39	10
8	RHO-6/L-A	57	59	58	43	11
9	IW 2 Screen	56	59	58	41	11
10	BDE 2000	52	59	55	39	13
11	TUZ-1/L	53	48	51	38	8
12	EVO 2	62	43	54	38	9
13	BSA 251	66	40	55	40	8
14	BDE 2000	53	54	53	37	12
15	IW 2 Screen	59	62	60	45	12

7.3. Wyniki kontroli ustawienia kół jezdnych

W wyniku przeprowadzenia pomiarów (testów) prawidłowości ustawienia kół jezdnych otrzymano dla pojazdów odniesienia wyniki boczego znoszenia kół. Wynik należy rozumieć jako odległość, o jaką zmieniłoby położenie badane koło pojazdu względem pozycji wyjściowej, gdyby jego ruch mógłby być kontynuowany na drodze jednego kilometra.

Wyniki zestawiono oddzielnie dla pojazdów w liczbie odpowiadającej liczbie kontrolowanych w ten sposób urządzeń. Niestety nie dla każdej stacji kontroli pojazdów udało się zrealizować pomiary. Były stanowiska, gdzie pomiar nie został wykonany lub wykonany został tylko dla jednej osi pojazdu. Niemniej w większości przypadków wyniki testów zostały zarejestrowane.

Tabela 41.

Zestawienie wyników kontroli prawidłowości ustawienia kół jezdnych - pojazd nr 1

Table 41.

Results of measurements of wheels alignment correctness - vehicle No. 1

Nr stacji	Producent	Typ urządzenia	UKJ - ustawienie kół jezdnych, (mm/m)	
			oś przednia	oś tylna
1	Maha	MINC I	-4	8
2	Maha	MINC I	2	-2
3	Fudim-Polmo	PZK-EU-S50	1,6	2,4
4	Maha	MINC I	2	7
5	Maha	MINC I	2	5
6	Maha	MINC I	-2	-
7	Maha	MINC I	2	9
8	Testline	Breka 3000/3002	-	-1
9	Maha	MINC I	6	3
10	Maha	MINC I	-2	5

Tabela 42.

Zestawienie wyników kontroli prawidłowości ustawienia kół jezdnych - pojazd nr 2

Table 42.

Results of measurements of wheels alignment correctness - vehicle No. 2

Nr stacji	Producent	Typ urządzenia	UKJ - ustawienie kół jezdnych, (mm/m)	
			oś przednia	oś tylna
1	Maha	MINC I	2	7
2	CERTUS	CSP15	0,4	5,6
3	Maha	MINC I	-2	6
4	Maha	MINC I	5	5
5	Maha	MINC I	-3	-1
6	Maha	MINC I	5	2

Tabela 43.

Zestawienie wyników kontroli prawidłowości ustawienia kół jezdnych - pojazd nr 3

Table 43.

Results of measurements of wheels alignment correctness - vehicle No. 3

Nr stacji	Producent	Typ urządzenia	UKJ - ustawienie kół jezdnych, (mm/m)	
			oś przednia	oś tylna
1	Maha	MINCII	2	13
2	Cartec	SSP 2500	-1,1	5,9
3	CERTUS	CSP15	-1,1	-0,7
4	Maha	MINC I	1	-
5	Maha	MINC II	-1	-
6	Uminetal	UNO SMART	6,9	-1,6
7	Maha	MINC II	-5	7
8	Maha	MINC I	-4	8
9	Maha	MINC I	-1,2	2
10	Maha	MINC II	-4	8
11	Nussbaum	NTS520/H.A.Z P50	0,2	3,2
12	Uminetal	UNC-8	3,3	-
13	Maha	MINC II	15	16
14	Fudim-Polmo	PZK-EU-S50	0	0
15	Maha	MINC II	-3	7
16	Maha	MINC II	-3	9
17	Maha	MINC II	-1	8
18	Maha	MINC II	0	0
19	Maha	MINC I	0	0
20	Maha	MINC II	-	-

Tabela 44.

Zestawienie wyników kontroli prawidłowości ustawienia kół jezdnych - pojazd nr 4

Table 44.

Results of measurements of wheels alignment correctness - vehicle No. 4

Nr stacji	Producent	Typ urządzenia	UKJ - ustawienie kół jezdnych, (mm/m)	
			oś przednia	oś tylna
1	Unimetal	UNO SMART	4,4	0
2	Maha	MINC I	-2	-4
3	Beissbarth	ST600	1	1
4	BOSCH	BSA 251	0	0
5	Unimetal	UNO SMART	5,4	8,2
6	VTEQ	VTEQ V02.54	2	7
7	Maha	MINC II	-5	-2

Nr stacji	Producent	Typ urządzenia	UKJ - ustawienie kół jezdnych, (mm/m)	
			oś przednia	oś tylna
8	Unimetal	UNO SMART	0,3	3,4
9	Maha	MINC I	-3	6
10	Cartec	SSP 2500	3,5	7,4
11	Unimetal	UNO SMART	1,3	-3,4
12	CERTUS	CPS 4,0	-3,6	2,9
13	BOSCH	BSA 251	4	-
14	Cartec	SSP 2500	0	2,4
15	Maha	MINC I	7	4

7.4. Wyniki kontroli ustawienia reflektorów

W tabelach poniżej (tab. 45 do tab. 48) przedstawiono zestawienie wyników kontroli reflektorów zamontowanych w pojazdach odniesienia. Badano ustawienie reflektorów świateł mijania i oceniano odchyłki pochylenia strumienia świetlnego (PSS) w płaszczyźnie pionowej oraz odchylenie strumienia świetlnego (OSS) w płaszczyźnie poziomej.

Tabela 45.

Zestawienie wyników badań ustawienia reflektorów pojazdu nr 1

Table 45.

Results of headlight set-up correctness - vehicle No. 1

Lp.	Typ urządzenia pomiarowego	Ustawienie reflektorów				Pozycjonowanie urządzenia przed pojazdem	Zalecenie kontroli ciśnienia
		lewy		prawy			
		PŚŚ (%)	OŚŚ -	PŚŚ (%)	OŚŚ -		
1	USP-20	0		0,1		tak	tak
2	USP-20	-0,1		0		nie	nie
3	USP-20 PLA	0		0,1		nie	nie
4	USP-20	0		0		tak	nie
5	USP-20	0		0		nie	nie
6	Technik 2400/D	0,1		0		nie	tak
7	USP-20 C	-0,1		0		nie	nie
8	Technik 2400/D	0		0,1		tak	nie
9	USP-20 PLA	0		0	w prawo	nie	nie
10	USP-20 PLA	0		0		tak	nie

Tabela 46.

Zestawienie wyników badań ustawienia reflektorów pojazdu nr 2

Table 46.

Results of headlight set-up correctness - vehicle No. 2

Lp.	Typ urządzenia pomiarowego	Ustawienie reflektorów				Pozycjonowanie urządzenia przed pojazdem	Zalecenie kontroli ciśnienia
		lewy		prawy			
		PŚŚ (%)	OŚŚ -	PŚŚ (%)	OŚŚ -		
1	USP-20 C	0	w lewo	0,1		nie	nie
2	LJN5417	0,1		0,1		nie	tak
3	USP-20 PLA	0		0		tak	nie
4	Technik 2400/D	0,1		0,1		tak	nie
5	USP-20 B	0,1		0,1		nie	tak
6	Lite 1.3	0		0		tak	tak

Tabela 47.

Zestawienie wyników badań ustawienia reflektorów pojazdu nr 3

Table 47.

Results of headlight set-up correctness - vehicle No. 3

Lp.	Typ urządzenia pomiarowego	Ustawienie reflektorów				Pozycjonowanie urządzenia przed pojazdem	Zalecenie kontroli ciśnienia
		lewy		prawy			
		PŚŚ (%)	OŚŚ -	PŚŚ (%)	OŚŚ -		
1	USP-20 PLA	0		0		tak	nie
2	USP-20 PLA	-0,1		0		nie	tak
3	LJN5417	0		0		nie	tak
4	Technik 2400/D	0		0	w lewo	tak	nie
5	Rigel 2400/D	0		0		nie	nie
6	12066/D/L2/Y	-0,1		0		tak	tak
7	Technik 2400/D	-0,1		-0,1		nie	tak
8	USP-20 C	0,1		0,1		tak	nie
9	Technik 2400/D rok 2000	-0,1		0		nie	nie
10	12066/PP/D/L2/Y	0		0		nie	nie
11	Master 2400/D	0		0		nie	nie
12	ARGO 2019/PP/D/K/Y	-0,1		0	w prawo	nie	nie
13	ARGO 2019/PP/D/K/Y	0		0		nie	nie

Lp.	Typ urządzenia pomiarowego	Ustawienie reflektorów				Pozycjonowanie urządzenia przed pojazdem	Zalecenie kontroli ciśnienia
		lewy		prawy			
		PSŚ (%)	OSŚ -	PSŚ (%)	OSŚ -		
14	USP-20 B	0		0		nie	nie
15	Technik 2400/D	0		0		nie	nie
16	2400/D/PLN/G/S	0		0		nie	nie
17	USP-20 PLA	0		0		nie	nie
18	USP-20 PLA	-0,1		0	w lewo	tak	tak
19	Argo 2019/PP/D/K/Y	0		0	w prawo	nie	nie
20	12066/D/L2/Y	0		0		nie	nie

Tabela 48.

Zestawienie wyników badań reflektorów pojazdu nr 4

Table 48.

Results of headlight set-up correctness - vehicle No. 4

Lp.	Typ urządzenia pomiarowego	Ustawienie reflektorów				Pozycjonowanie urządzenia przed pojazdem	Zalecenie kontroli ciśnienia
		lewy		prawy			
		PŚŚ (%)	OSŚ -	PŚŚ (%)	OSŚ -		
1	USP-20 PLA	0		0		tak	nie
2	USP-20 PLA	-0,1		0	w lewo	nie	nie
3	LJN5417	0		0		tak	tak
4	Technik 2400/D	-0,1		0	w lewo	tal	nie
5	Rigel 2400/D/PLN	0		0		nie	nie
6	12066/D/L2/Y	0		0		nie	nie
7	Technik 2400/D	0		0		nie	nie
8	USP-20 C	0		0		tak	tak
9	Technik 2400/D/PL/G/S	0		0		nie	nie
10	12066/PP/D/L2/Y	-0,1		0		nie	nie
11	2400/D rok 2004	-0,1		-0,1		tak	nie
12	Argo 2019/PP/D/K/Y	0		0		tak	nie
13	Argo 2019/PP/D/K/Y	0		0		nie	tak
14	USP-20 B	0,1		0,1		nie	tak
15	2400/D technik	0		0	w prawo	nie	nie

8. ANALIZA WYNIKÓW BADAŃ

Podczas analizy wyników stwierdzono, że dla każdej analizowanej metody występowały różnice wartości wyników uzyskanych w różnych stacjach kontroli pojazdów. W niektórych przypadkach rozrzut wyników był niewielki, w innych zaś znaczący.

W przypadku nacisków osi pojazdów w odniesieniu do wszystkich pojazdów i urządzeń, na których były one badane, można zauważyć, że zmierzone na poszczególnych stanowiskach naciski, pomimo takiej samej masy pojazdu, różniły się znacząco. Maksymalna stwierdzona różnica to 15%.

W przypadku badań współczynnika skuteczności tłumienia drgań sytuacja była podobna, a rozstęp wyników, w zależności od pojazdu, wynosił od kilku do kilkunastu procent. Dla metody EUSAMA zaobserwowano przy tym umiarkowanie wyższe wartości rozrzutu niż dla metody BOGE.

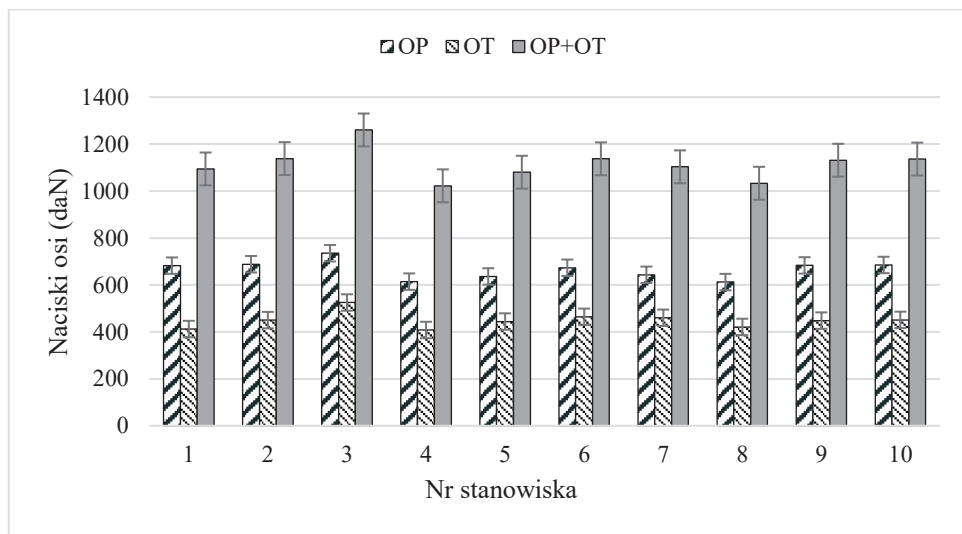
W badaniach prawidłowości ustawienia kół jezdnych wyniki poszczególnych pomiarów znacząco się od siebie różniły. Należy założyć, że nawet niewielki błąd podczas wykonywania testu mógł zafałszowywać wyniki i kamuflować usterki układu jezdnego. Prawdopodobnie miało to miejsce podczas realizowanych badań w przypadkach, dla których uzyskano wyniki świadczące o nieprawidłowościach, których w oparciu o inną dokładniejszą metodę pomiaru nie stwierdzono.

Przechodząc do oceny ustawienia reflektorów dokonanej przez diagnostów na poszczególnych stacjach kontroli pojazdów stwierdzono, że w ok. 30-40% pomiarów ustawienie to było prawidłowe, natomiast w pozostałych przypadkach wskazano potrzebę korekty, jednakże miało to również miejsce w przypadkach, w których nie wykorzystano dedykowanego systemu pozycjonowania urządzenia względem pojazdu.

Najbardziej znaczące różnice wyników zaobserwowano dla badań sił hamowania. Analizując czynniki mogące mieć bezpośredni wpływ na ich zróżnicowanie, w pierwszej kolejności należy wskazać warunki współpracy kół z powierzchniami rolek poszczególnych urządzeń.

8.1. Analiza wyników pomiaru nacisków osi

Zmierzone wartości nacisków kół i osi pojazdów na stanowiskach kontrolnych do badania skuteczności tłumienia drgań w zawieszeniu pojazdów wskazują różnice, które mogą być znaczące przy ocenie wskaźnika skuteczności tłumienia (Kuranc, 2009; Stańczyk i Jurecki, 2014). W przypadku wszystkich pojazdów i urządzeń, na których były one badane można zauważyć, że naciski osi badanych pojazdów, pomimo tego, że w rzeczywistości nie różniły się w zasadniczy sposób to na poszczególnych stanowiskach uzyskano różne wartości.



Rys. 48. Wyniki pomiarów nacisków osi pojazdu nr 1 w stacjach biorących udział w jego badaniach

Fig. 48. Measurement results of axle loads of vehicle No. 1 at stations involved its tests

Zgodnie z wymaganiami ustawodawcy (Dz. U. poz. 275, 2006) dopuszczalny błąd graniczny takiego urządzenia nie powinien być większy od $\pm 2\%$ dla wartości nacisku na oś równego połowie masy pojazdu badanego na tym stanowisku. Wobec tego, jeżeli dopuszczalna masa całkowita pojazdu badanego na takim stanowisku wynosi 3500 kg, to błąd graniczny pomiaru nacisku osi nie powinien przekraczać ± 35 daN. Zatem, w odniesieniu do nacisku całego pojazdu, którego pomiar wykonywany jest dwuetapowo (najpierw pomiar dla osi przedniej, a następnie dla tylnej) należy przyjąć wartość dwukrotnie większą. Błędy graniczne o takich wartościach zaprezentowano w postaci „wąsów” na słupkach (rys. 48, rys. 49, rys. 50, rys. 51)

Na tych samych ilustracjach można zauważyć, że wartości zmierzonych nacisków osi na poszczególnych stanowiskach różnią się od siebie bardziej niż wynika to z błędu dopuszczalnego. Maksymalna zaobserwowana różnica w przypadku pojazdu nr 1 dla osi przedniej to 123 daN dla urządzeń oznaczonych numerami 3 i 8 oraz 117 daN dla osi tylnej dla urządzeń 3 i 4, natomiast dla nacisku całkowitego to 238 daN dla urządzeń 3 i 4.

W przypadku pojazdu nr 2 te różnice wynoszą odpowiednio 33 daN (dla urządzeń 3 i 6), 69 daN (dla urządzeń 2 i 5) oraz 85 daN (dla urządzeń 5 i 6).

Analizując wyniki dla pojazdu nr 3 zaobserwowano, że maksymalna różnica dla osi przedniej to 215 daN dla urządzeń oznaczonych numerami 1 i 3 oraz 403 daN dla osi tylnej dla urządzeń 9 i 15, natomiast dla nacisku całkowitego różnica ta wynosi aż 448 daN dla urządzeń 3 i 15.

Podczas badań pojazdu nr 4 również stwierdzono różnice nacisków wykraczające poza błędy dopuszczalne urządzeń. Maksymalna różnica dla osi przedniej to 137 daN dla urządzeń

oznaczonych numerami 3 i 6 oraz 83 daN dla osi tylnej dla urządzeń 39 i 6, natomiast dla nacisku całkowitego różnica ta wynosi 220 daN.



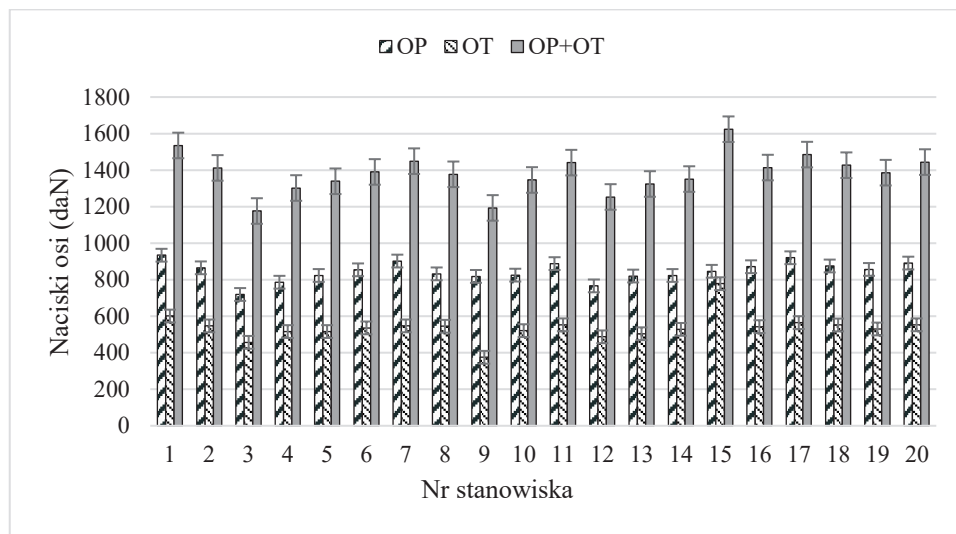
Rys. 49. Wyniki pomiarów nacisków osi pojazdu nr 2 w stacjach biorących udział w jego badaniach

Fig. 49. Measurement results of axle loads of vehicle No. 2 at stations involved its tests

Wynika stąd, że przyjmując wartość przyspieszenia ziemskiego jako $10 \text{ m} \cdot \text{s}^{-2}$, masa tego samego pojazdu wskazana przez różne stanowiska różniła się od masy poprawnej zmierzonej przed pomiarami.

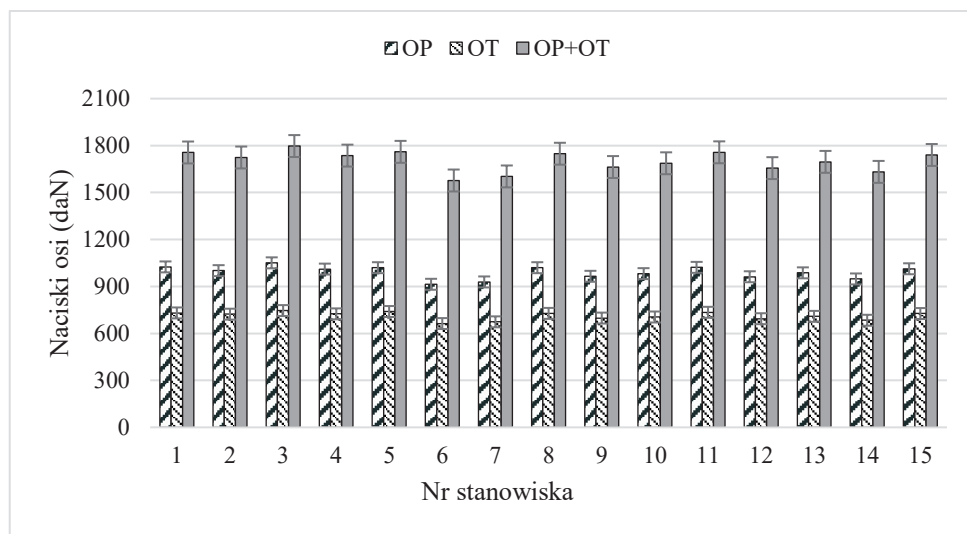
Dla pojazdu nr 1 wartość masy w testach to $1117 \text{ kg} \pm 20 \text{ kg}$, natomiast wartości skrajne wynikające z pomiarów na stanowiskach to $1260 \text{ kg} \pm 70 \text{ kg}$ i $1022 \text{ kg} \pm 70 \text{ kg}$. Dla pojazdu nr 2 wartość w testach to $1420 \text{ kg} \pm 20 \text{ kg}$, a wartości skrajne na urządzeniach to $1412 \text{ kg} \pm 70 \text{ kg}$ i $1327 \text{ kg} \pm 70 \text{ kg}$. Dla pojazdu nr 3 wartość poprawna to $1390 \text{ kg} \pm 20 \text{ kg}$, a wartości skrajne to $1624 \text{ kg} \pm 70 \text{ kg}$ oraz $1176 \text{ kg} \pm 70 \text{ kg}$. Natomiast dla pojazdu nr 4 wartość poprawna to $1712 \text{ kg} \pm 20 \text{ kg}$, a wartości skrajne to $1797 \text{ kg} \pm 70 \text{ kg}$ i $1577 \text{ kg} \pm 70 \text{ kg}$.

Przyglądając się bliżej tym wartościom można zauważyć, że w przypadku pojazdu nr 1, tylko stanowisko nr 3 wskazało wartości, które, pomimo uwzględnienia błędów granicznych urządzeń, nie mieściły się w części wspólnej zbioru wartości z innych stanowisk, w której może znajdować się wartość prawidłowa masy pojazdu nr 3. Stanowiska 4, 5, 7 i 8 wykazywały obszary, gdzie mógłby się mieścić wynik wspólny dla tych urządzeń, ale musiałaby to być wartość w granicach od 1080 kg do 1100 kg , co po uwzględnieniu niepewności ($\pm 20 \text{ kg}$) związanej z wartością poprawną masy tego pojazdu teoretycznie mogło mieć miejsce. Podobnie graniczna sytuacja zachodzi dla wyników nacisków całkowitych dla pojazdu nr 2. Jedynie stanowisko nr 5 wskazało wartość, która po dodaniu maksymalnego błędu urządzenia była o 3 kg niższa niż wartość poprawna pomniejszona o niepewność masy pojazdu.



Rys. 50. Wyniki pomiarów nacisków osi pojazdu nr 3 w stacjach biorących udział w jego badaniach

Fig. 50. Measurement results of axle loads of vehicle No. 3 at stations involved its tests



Rys. 51. Wyniki pomiarów nacisków osi pojazdu nr 4 w stacjach biorących udział w jego badaniach

Fig. 51. Measurement results of axle loads of vehicle No. 4 at stations involved its tests

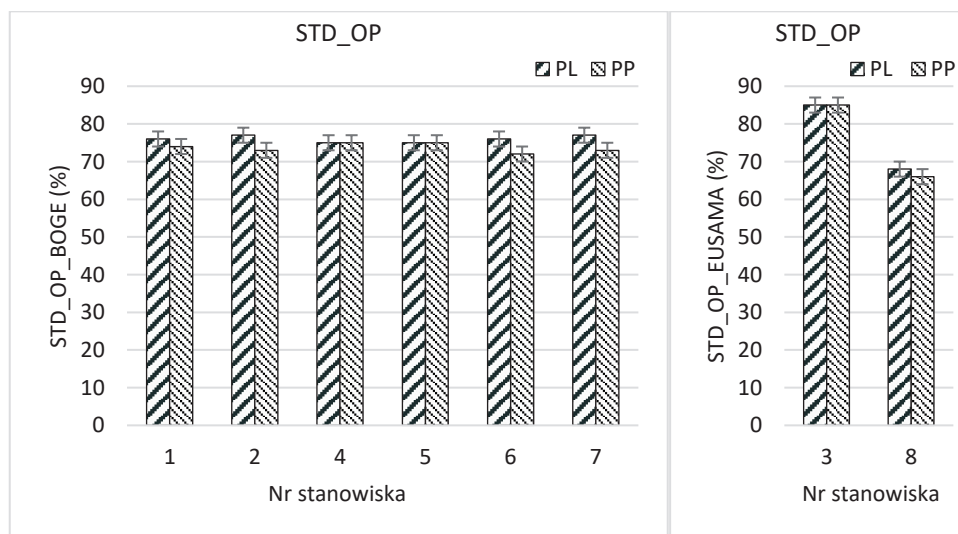
Największe rozbieżności występowały dla pojazdu nr 3. Ograniczając analizowane stanowiska do pozycji nr 2, 5, 6, 7, 8, 10, 11, 13, 14, 16, 18, 19, 20 i po uwzględnieniu maksymalnej wartości błędu dopuszczalnego, można wskazać część wspólną zbioru wartości z tych stanowisk, w której może znajdować się wartość prawidłowa masy pojazdu nr 3. Średnia wartość nacisków z wszystkich stanowisk to 1383 daN, a odchylenie standardowe wyznaczone dla tej populacji wyników wynosi aż 104 daN przy współczynniku zmienności na poziomie 7,5%. W porównaniu do innych pojazdów (Poj. nr 1: 63 daN, 5,7%; Poj. nr 2: 32 daN, 2,3%; Poj. nr 4: 62 daN, 3,6%) są to wartości wysokie, świadczące o wyjątkowym rozproszeniu wyników pomiaru nacisków pojazdów.

W przypadku pojazdu nr 4 wartości ze stanowiska nr 3 oraz 6 i 7 należy wskazać jako skrajne i wówczas, po uwzględnieniu maksymalnego błędu oraz uwzględniając niepewność masy pojazdu nr 4 można umieścić tam wartość poprawną.

Zestawienie parametrów oceny zmienności zmierzonych wyników nacisków prezentują tabele od tab. 49 do tab. 52.

8.2. Analiza wyników pomiaru skuteczności tłumienia drgań w zawieszeniu

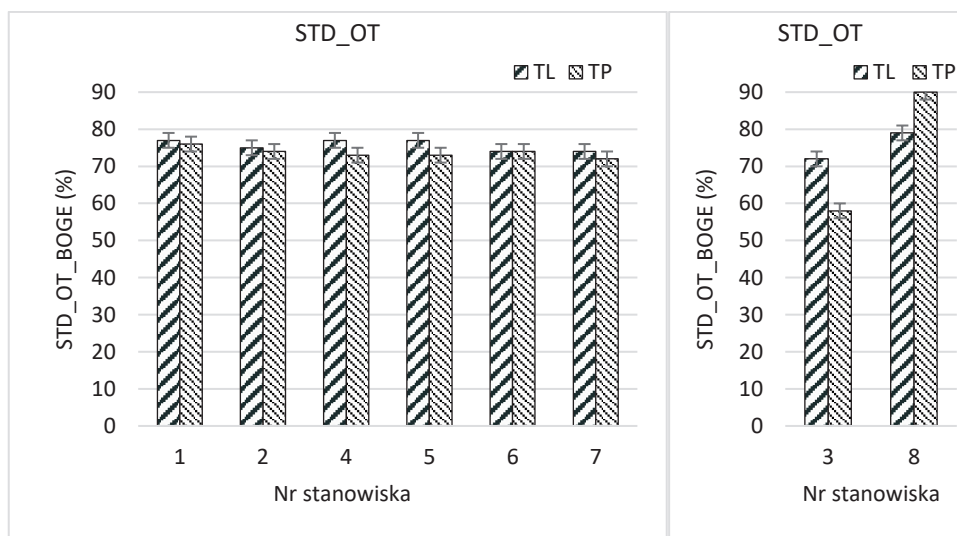
Wyniki badań skuteczności tłumienia drgań w zawieszeniu pojazdów zestawione w tabelach od tab. 25 do tab. 28 poddano analizie rozdzielając je wstępnie według stosowanych metod pomiarowych oraz według pojazdów wykorzystywanych jako pojazdy odniesienia. Rezultaty zaprezentowano na ilustracjach od rys. 52 od rys. 59. Z uwagi na pojedyncze urządzenia wykorzystujące metodę THETA, w dalszej analizie nie uwzględniano tych urządzeń, jednakże należy podkreślić, że wyniki pomiarów przeprowadzone z ich udziałem były jakościowo zgodne z innymi wynikami uzyskanymi na pozostałych urządzeniach.



Rys. 52. Wyniki pomiarów skuteczności tłumienia drgań w zawieszeniu osi przedniej pojazdu nr 1 na różnych stanowiskach z podziałem na metody BOGE i EUSAMA

Fig. 52. Measurement results of damping efficiency in the front axle suspension of vehicle No. 1 at various stations, divided into BOGE and EUSAMA methods

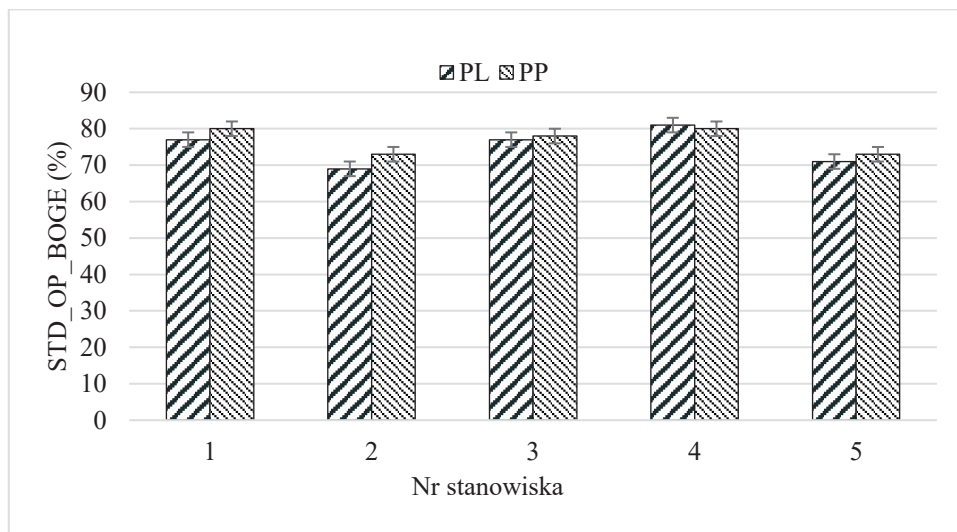
Na rys. 52 przedstawiono wyniki badań dla pojazdu nr 1, badanego przy pomocy urządzeń wykorzystujących metodę BOGE oraz EUSAMA. Średnie wartości zmierzone dla współczynnika STD w metodzie BOGE w zawieszeniu przedniej osi wynoszą dla lewej i prawej strony odpowiednio 76% i 73,7%. Rozstęp wartości odpowiednio 2% i 3%. Współczynnik zmienności wynosi 1,07% i 1,5%, co świadczy o niewielkich różnicach pomiędzy tymi wynikami, przy czym błąd graniczny przewidziany przez ustawodawcę dla urządzeń tego rodzaju ($\pm 2\%$) obejmuje zakresem rozstęp zmierzonych wartości, co potwierdza dobre jakościowo wyniki dla tego parametru i grupy ocenianych urządzeń. Inaczej jest dla metody EUSAMA. Mniejsza liczba wyników komplikuje ocenę, jednakże pomimo to można zauważyć, że wyniki te różnią się jakościowo zarówno dla osi przedniej jak i tylnej (rys. 53) od otrzymanych metodą BOGE, gdzie wyższe parametry uzyskuje lewa strona. W przypadku drugiej metody wyraźna różnica występuje też w przypadku pomiaru dla osi przedniej i tylnej tego samego pojazdu. Oś przednia uzyskuje równe i wysokie wartości na stanowisku 3, natomiast na stanowisku 8 wyniki są również porównywalne, ale znacznie niższe. W przypadku osi tylnej tendencja jest odwrotna, a wyniki dla lewej i prawej strony są bardziej zróżnicowane.



Rys. 53. Wyniki pomiarów skuteczności tłumienia drgań w zawieszeniu osi tylnej pojazdu nr 1 na różnych stanowiskach z podziałem na metody BOGE i EUSAMA

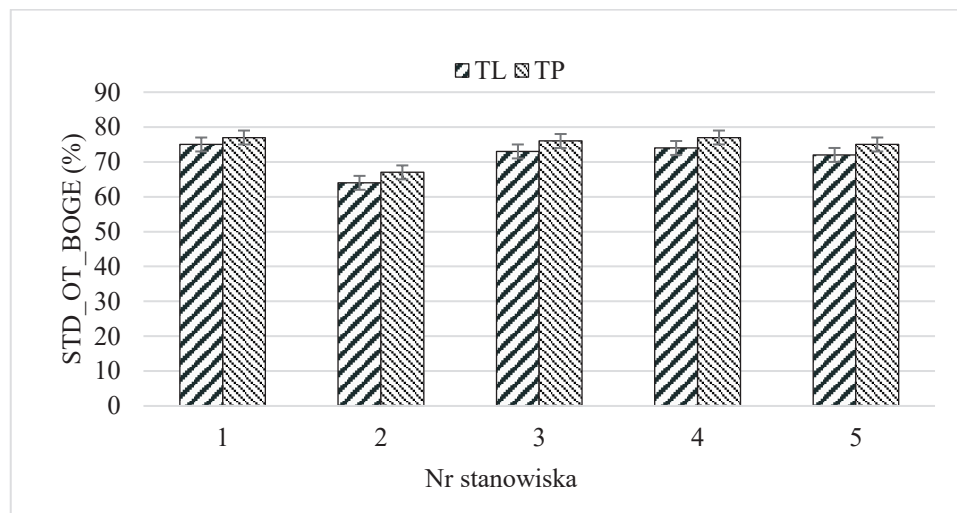
Fig. 53. Measurement results of damping efficiency in the rear axle suspension of vehicle No. 1 at various stations, divided into BOGE and EUSAMA methods

Rozstęp wyników dla tych urządzeń wynosi 17% dla lewej i 19% dla prawej strony osi przedniej, a dla tylnej odpowiednio 7% i 32%, natomiast błąd dopuszczalny nadal $\pm 2\%$, stąd wniosek o nieprawidłowościach w funkcjonowaniu przynajmniej jednego z tych urządzeń. Niestety, z uwagi na brak bezpośredniej możliwości porównania wyników różnych metod nie można jednoznacznie stwierdzić, jaka w tej metodzie powinna być wartość prawidłowa wyniku w oparciu o wyniki metody BOGE i dlatego trudno wskazać wadliwe urządzenie.



Rys. 54. Wyniki pomiarów skuteczności tłumienia drgań w zawieszeniu osi przedniej pojazdu nr 2 na różnych stanowiskach w metodzie BOGE

Fig. 54. Measurement results of damping efficiency in the front axle suspension of vehicle No. 2 at various stations in BOGE method

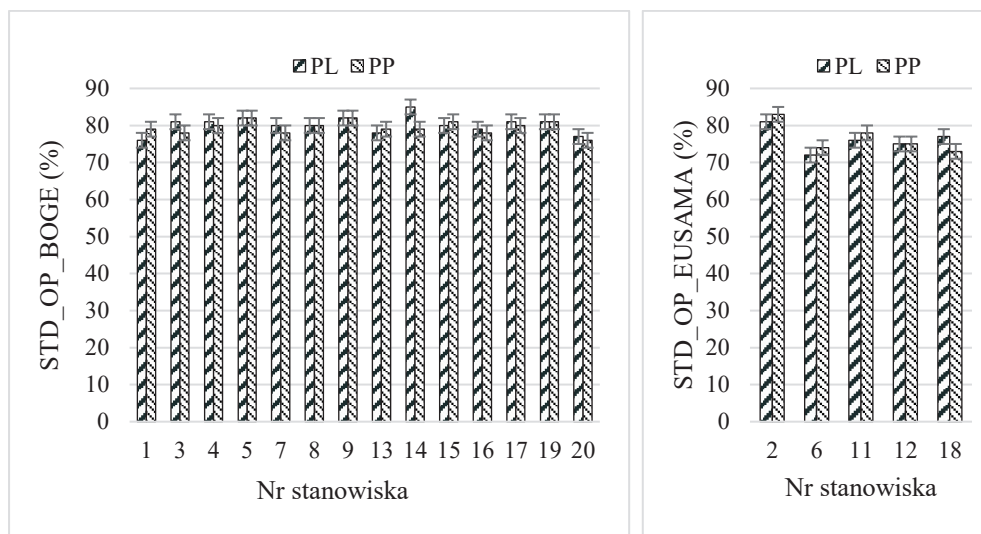


Rys. 55. Wyniki pomiarów skuteczności tłumienia drgań w zawieszeniu osi tylnej pojazdu nr 2 na różnych stanowiskach w metodzie BOGE

Fig. 55. Measurement results of damping efficiency in the rear axle suspension of vehicle No. 2 at various stations in BOGE method

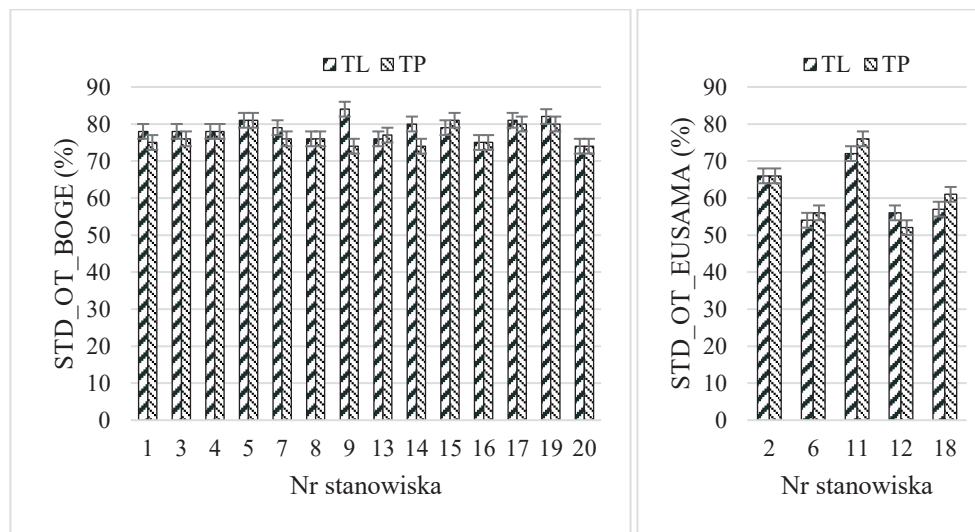
W przypadku pojazdu nr 2 (rys. 54, rys. 55) wykorzystywane były tylko urządzenia z grupy BOGE. Można przy tym zauważyć, że w przypadku tej metody obserwujemy rozstęp na poziomie porównywalnym dla osi przedniej i tylnej (odpowiednio 7% i 12%), w związku z czym wyniki wykraczają poza granice dopuszczalne. Co istotne, przewaga jednej strony utrzymuje się prawie we wszystkich pomiarach.

W przypadku pojazdu nr 3 (rys. 56, rys. 57) mamy do czynienia z nieco większą liczbą stanowisk i można tu zaobserwować podobne tendencje jak dla pojazdu nr 1. Dla metody BOGE rozstęp wyników jest większy i wynosi od 6% do 10%, jednakże współczynnik zmienności nadal pozostaje na niskim poziomie dla osi przedniej 2,71% (lewa), 2,06% (prawa) i niewiele wyższym dla osi tylnej (odpowiednio 3,45% i 3,28%). Dla metody EUSAMA obserwujemy umiarkowanie wyższe wartości świadczące o większym rozrzucie wyników. Współczynnik zmienności dla osi przedniej wynosi odpowiednio 3,84% i 4,71% a dla osi tylnej już 11,26% oraz 13,43%, o czym wstępnie informuje także rozstęp osiągający dla osi tylnej 18% i 24% odpowiednio dla lewej i prawej strony zawieszenia. Analiza graficzna dobrze uwidacznia pojawiające się zróżnicowanie wyników pomiarów.



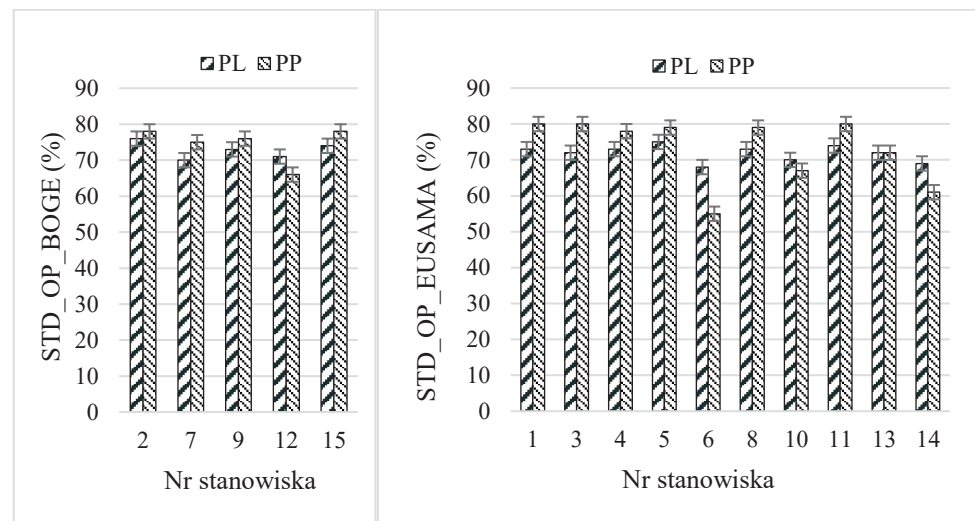
Rys. 56. Wyniki pomiarów skuteczności tłumienia drgań w zawieszeniu osi przedniej pojazdu nr 3 na różnych stanowiskach z podziałem na metody BOGE i EUSAMA

Fig. 56. Measurement results of damping efficiency in the front axle suspension of vehicle No. 3 at various stations, divided into BOGE and EUSAMA methods



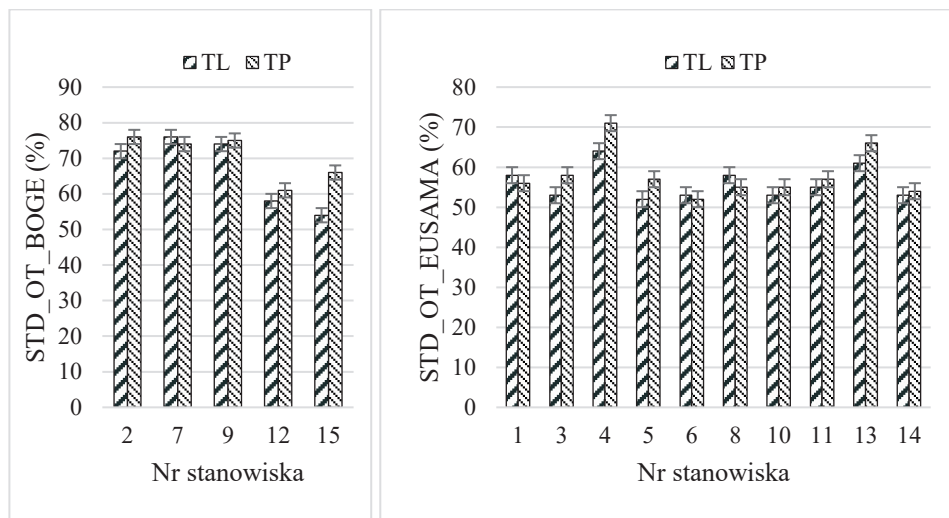
Rys. 57. Wyniki pomiarów skuteczności tłumienia drgań w zawieszeniu osi tylnej pojazdu nr 3 na różnych stanowiskach z podziałem na metody BOGE i EUSAMA

Fig. 57. Measurement results of damping efficiency in the rear axle suspension of vehicle No. 3 at various stations, divided into BOGE and EUSAMA methods



Rys. 58. Wyniki pomiarów skuteczności tłumienia drgań w zawieszeniu osi przedniej pojazdu nr 4 na różnych stanowiskach z podziałem na metody BOGE i EUSAMA

Fig. 58. Measurement results of damping efficiency in the front axle suspension of vehicle No. 4 at various stations, divided into BOGE and EUSAMA methods



Rys. 59. Wyniki pomiarów skuteczności tłumienia drgań w zawieszeniu osi tylnej pojazdu nr 4 na różnych stanowiskach z podziałem na metody BOGE i EUSAMA

Fig. 59. Measurement results of damping efficiency in the rear axle suspension of vehicle No. 4 at various stations, divided into BOGE and EUSAMA methods

Badania pojazdu nr 4 (rys. 58, rys. 59) również potwierdzają większą stabilność wskazań dla metody BOGE, a parametry świadczące o zmienności wyników są rzędu obserwowanych dla poprzednich pojazdów.

Przyglądając się słupkom błędów na opisywanych wyżej ilustracjach (rys. 52 do rys. 59) można zauważyć, że nie łatwo wskazać wyniki, które w większości mieściłyby się w granicach wyznaczonych dopuszczalnym błędem granicznym.

Na podstawie zgromadzonych danych można także zaobserwować pewną cechę związaną z metodami pomiarowymi. Wartości uzyskiwane w metodzie BOGE są wyższe niż w metodzie EUSAMA, co ma swoje potwierdzenie w granicach referencyjnych podawanych przez producentów tych urządzeń. Ponadto metoda EUSAMA wskazuje niższe wartości dla osi tylnej, co ma związek z mniejszym naciskiem tej osi, ale również potwierdza odmienność metod i wskazuje na różną ich wrażliwość na niektóre parametry.

Zestawienie parametrów charakteryzujących zmienność uzyskiwanych wyników skuteczności tłumienia drgań zestawiono w tabelach od tab. 49 do tab. 52.

Tabela 49.

Zestawienie parametrów oceny zmienności wyników skuteczności tłumienia drgań i nacisków na stanowisko uzyskanych dla pojazdu nr 1

Table 49.

List of parameters of assessing the variability of vibration damping results and stand load obtained for vehicle No. 1

Lp.	Wielkość	STD - Skuteczność tłumienia drgań w zawieszeniu pojazdu				P - Nacisk		
		OP	OP	OT	OT	OP	OT	OP+OT
		lewe	prawe	lewe	prawe	przednia	tylna	razem
		(%)	(%)	(%)	(%)	(daN)	(daN)	(daN)
BOGE								
1	Max	77	75	77	76	688	464	1138
2	Min	75	72	74	72	614	408	1022
3	Rozstęp	2	3	3	4	74	56	116
4	Mediana	76	73,5	76	73,5	658	447	1098
5	Średnia	76	73,7	75,7	73,7	656	440	1096
6	Odchylenie standardowe	0,82	1,11	1,37	1,25	26,8	22,0	39,2
7	Współczynnik zmienności (%)	1,07	1,50	1,82	1,69	4,1	5,0	3,6
EUSAMA								
1	Max	85	85	79	90	735	525	1260
2	Min	68	66	72	58	612	421	1033
3	Rozstęp	17	19	7	32	123	104	227
4	Mediana	76,5	75,5	75,5	74	673,5	473	1146,5
5	Średnia	76,5	75,5	75,5	74	673,5	473	1146,5
6	Odchylenie standardowe	8,5	9,5	3,5	16	61,5	52	113,5
7	Współczynnik zmienności (%)	11,11	12,58	4,64	21,62	9,1	11,0	9,9
8	Zakres pomiarowy	100	100	100	100	2000	2000	4000
9	Błąd graniczny dopuszczalny	± 2	± 2	± 2	± 2	± 35	± 35	± 70

Tabela 50.

Zestawienie parametrów oceny zmienności wyników skuteczności tłumienia drgań i nacisków na stanowisko uzyskanych dla pojazdu nr 2

Table 50.

List of parameters of assessing the variability of vibration damping results and stand load obtained for vehicle No. 2

Lp.	Wielkość	STD - Skuteczność tłumienia drgań w zawieszeniu pojazdu				P - Nacisk		
		OP	OP	OT	OT	OP	OT	OP+OT
		lewa	prawa	lewa	prawa	przednia	tylna	razem
		(%)	(%)	(%)	(%)	(daN)	(daN)	(daN)
BOGE								
1	Max	81	80	75	77	652	762	1410
2	Min	69	73	64	67	626	693	1327
3	Rozstęp	12	7	11	10	26	69	83
4	Mediana	77	78	73	76	637	737	1374
5	Średnia	75	76,8	71,6	74,4	639,4	734,2	1373,6
6	Odchylenie standardowe	4,38	3,19	3,93	3,77	9,5	23,9	31,1
7	Współczynnik zmienności (%)	5,84	4,15	5,49	5,07	1,5	3,2	2,3
8	Zakres pomiarowy	100	100	100	100	2000	2000	4000
9	Błąd graniczny dopuszczalny	± 2	± 2	± 2	± 2	± 35	± 35	± 70

Tabela 51.

Zestawienie parametrów oceny zmienności wyników skuteczności tłumienia drgań i nacisków na stanowisko uzyskanych dla pojazdu nr 3

Table 51.

List of parameters of assessing the variability of vibration damping results and stand load obtained for vehicle No. 3

Lp.	Wielkość	STD - Skuteczność tłumienia drgań w zawieszeniu pojazdu				P - Nacisk		
		OP	OP	OT	OT	OP	OT	OP+OT
		lewe	prawe	lewe	prawe	przednia	tylna	razem
		(%)	(%)	(%)	(%)	(daN)	(daN)	(daN)
BOGE								
1	Max	85	82	84	81	934	778	1624
2	Min	76	76	74	74	719	375	1176
3	Rozstęp	9	6	10	7	215	403	448
4	Mediana	80,5	79,5	78,5	76,0	839	537	1382
5	Średnia	80,2	79,5	78,6	76,9	845,8	539,9	1385,6
6	Odchylenie standardowe	2,18	1,64	2,72	2,52	54,5	83,7	117,3
7	Współczynnik zmienności (%)	2,71	2,06	3,45	3,28	6,4	15,5	8,5
EUSAMA								
1	Max	81	83	72	76	888	553	1441
2	Min	72	73	54	52	766	487	1253
3	Rozstęp	9	10	18	24	122	66	188
4	Mediana	76	75	57	61	865	547	1412
5	Średnia	76,2	76,6	61	62,2	849,6	535	1384,6
6	Odchylenie standardowe	2,93	3,61	6,87	8,35	43,3	24,7	67,9
7	Współczynnik zmienności (%)	3,84	4,71	11,26	13,43	5,1	4,6	4,9
8	Zakres pomiarowy	100	100	100	100	2000	2000	4000
9	Błąd graniczny dopuszczalny	± 2	± 2	± 2	± 2	± 35	± 35	± 70

Tabela 52.

Zestawienie parametrów oceny zmienności wyników skuteczności tłumienia drgań i nacisków na stanowisko uzyskanych dla Pojazdu nr 4

Table 52.

List of parameters of assessing the variability of vibration damping results and stand load obtained for vehicle No. 4

Lp.	Wielkość	STD - Skuteczność tłumienia drgań w zawieszeniu pojazdu				P - Nacisk		
		OP	OP	OT	OT	OP	OT	OP+OT
		lewe	prawe	lewe	prawe	przednia	tylna	razem
		(%)	(%)	(%)	(%)	(daN)	(daN)	(daN)
BOGE								
1	Max	76	78	76	76	1013	727	1740
2	Min	70	66	54	61	929	674	1603
3	Rozstęp	6	12	22	15	84	53	137
4	Mediana	73	76	72	74	965	698	1663
5	Średnia	72,8	74,6	66,8	70,4	974	703,2	1677,2
6	Odchylenie standardowe	2,14	4,45	9,00	5,89	30,0	19,6	49,6
7	Współczynnik zmienności (%)	2,93	5,97	13,47	8,36	3,1	2,8	3,0
EUSAMA								
1	Max	75	80	64	71	1051	746	1797
2	Min	68	55	52	52	914	663	1577
3	Rozstęp	7	25	12	19	137	83	220
4	Mediana	72,5	78,5	54	56,5	1015,5	726,5	1742
5	Średnia	71,9	73,1	56	58,1	998	716,6	1714,6
6	Odchylenie standardowe	2,12	8,65	3,87	5,56	39,0	25,1	63,9
7	Współczynnik zmienności (%)	2,95	11,84	6,92	9,57	3,9	3,5	3,7
8	Zakres pomiarowy	100	100	100	100	2000	2000	4000
9	Błąd graniczny dopuszczalny	± 2	± 2	± 2	± 2	± 35	± 35	± 70

8.3. Analiza wyników sił hamowania

8.3.1. Ocena zmienności wyników pomiaru sił hamowania

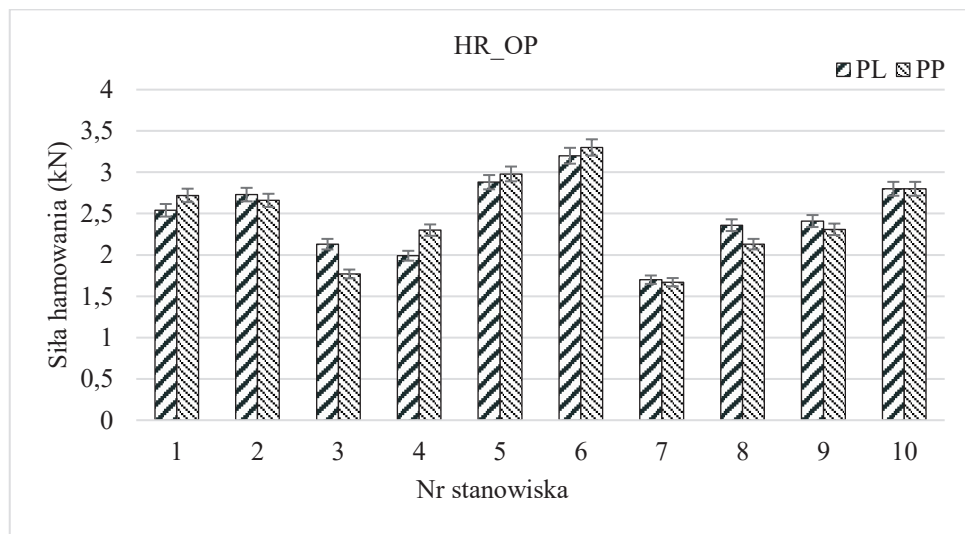
Wykresy od rys. 60 do rys. 71 ukazują wartości sił hamowania zmierzone dla poszczególnych kół i osi pojazdów odniesienia przy pomocy ocenianych urządzeń rolkowych do pomiaru sił hamowania. Jak już wcześniej wspomniano zestawienie wyników na wykresach w uszeregowanych kolejnościach wynika z kolejności wykonywania pomiarów przy pomocy poszczególnych urządzeń i ma znaczenie dla oceny uzyskanych wyników pomiarów.

Na rys. 60 można zaobserwować duże zróżnicowanie wartości zarejestrowanych dla hamulca roboczego przedniej osi pojazdu, jakim był Citroen C2. Wartości sił hamowania wahają się w granicach od 1,7 kN do 3,2 kN dla koła przedniego lewego, przy rozstępie zmierzonych wartości 1,5 kN, a dla koła przedniego prawego osiągają wartości od 1,67 kN do 3,3 kN osiągając rozstęp 1,63 kN, przy czym skrajne wartości mierzonych sił występują odpowiednio dla tych samych urządzeń pomiarowych. W przypadku hamulca roboczego (rys. 60) średnia siła hamowania osi przedniej wynosi 2,47 kN, a średnie odchylenie standardowe 0,46 kN. Dla osi tylnej (rys. 61) są to wartości odpowiednio 1,58 kN i 0,19 kN.

Na wykresach poza zmierzonymi wartościami sił hamowania zaznaczono również „wąsy” błędów reprezentujące maksymalną wartość błędu urządzenia przewidzianą przez ustawodawcę, w odniesieniu do urządzeń wprowadzanych na rynek i ocenianych przy pomocy specjalnego przyrządu kalibracyjnego (Dz. U. poz. 275, 2006). Wartość błędu dopuszczalnego ustalono na $\pm 3\%$ wartości mierzonej, przy czym różnica wskazań między układami pomiarowymi lewego i prawego zestawu rolek przy pomiarze siły o tej samej wartości nie powinna różnić się o więcej niż 2% wartości końcowej zakresu pomiarowego. Zatem w przypadku realizowanych badań dopuszczalny błąd pomiaru siły hamowania wynosi od $\pm 0,03$ kN do ok. $\pm 0,09$ kN w zależności od mierzonej wartości. Na uwagę zasługuje fakt, że w większości przypadków zmierzone na poszczególnych stanowiskach wartości różnią się od siebie znacznie bardziej niż wynika to z błędu dopuszczalnego urządzeń pomiarowych. Może to wynikać z faktu, iż w wymaganiach metrologicznych przewidziano kontrolę urządzenia, nie uwzględniając warunków współpracy koła z powierzchnią rolek stanowiskowych.

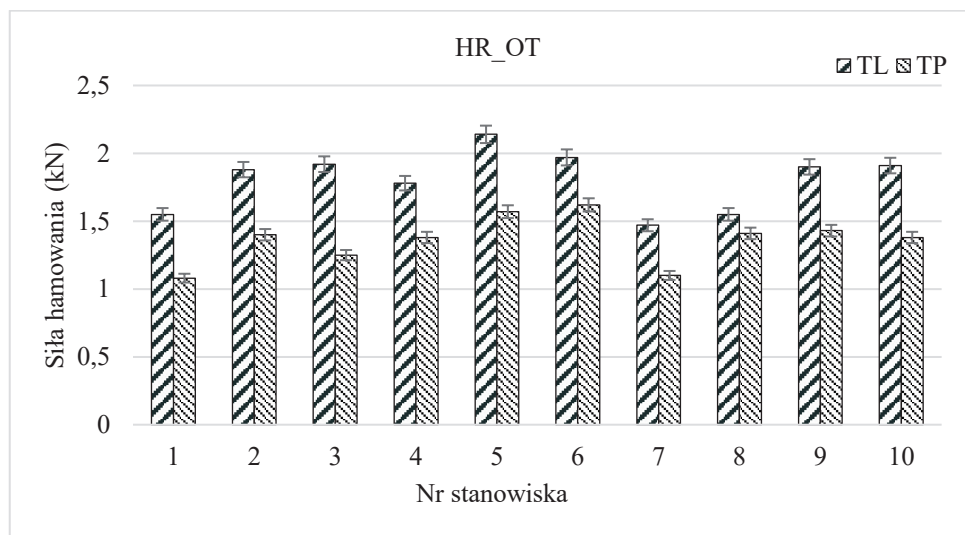
Obserwowane maksymalne względne różnice wynoszą blisko 100% w stosunku do najmniejszej wartości, przy czym najniższe wartości obserwuje się na 3, 4 i na 7 stacji, a najwyższe na 5, 6 i 10. Bezpośrednio po najniższych wskazaniach (3, 4) występują najwyższe (5, 6). Zmiany te wskazują bądź na podobną zmianę stanu technicznego układu hamulcowego, bądź na odmienne funkcjonowanie urządzeń pomiarowych. Podobne tendencje można zaobserwować na rys. 61 i rys. 62 dla hamulca roboczego osi tylnej i hamulca awaryjnego, przy czym dla osi tylnej uwidacznia się większe zróżnicowanie sił hamowania lewej i prawej strony. Siły hamowania lewej strony osiągają wartości o ok. 0,5 kN większe od sił dla prawego koła i ta tendencja utrzymuje się dla wszystkich przypadków hamulca roboczego, natomiast w przypadku hamulca awaryjnego są dwa przypadki o przewadze sił prawej strony.

Badane urządzenia rolkowe w przypadku pojazdu nr 1 to głównie urządzenia firmy Maha o podobnej konstrukcji. Jest też jedno urządzenie firmy Fudim-Polmo (3) i jedno firmy Testline (8), jednakże nie uwidacznia to zależności uzyskiwanych wyników od marki urządzenia. Podobnie jest w przypadku pojazdu nr 2 (rys. 63, rys. 64, rys. 65). Tutaj, poza jednym urządzeniem marki Certus (2), wszystkie są produkcji firmy Maha.



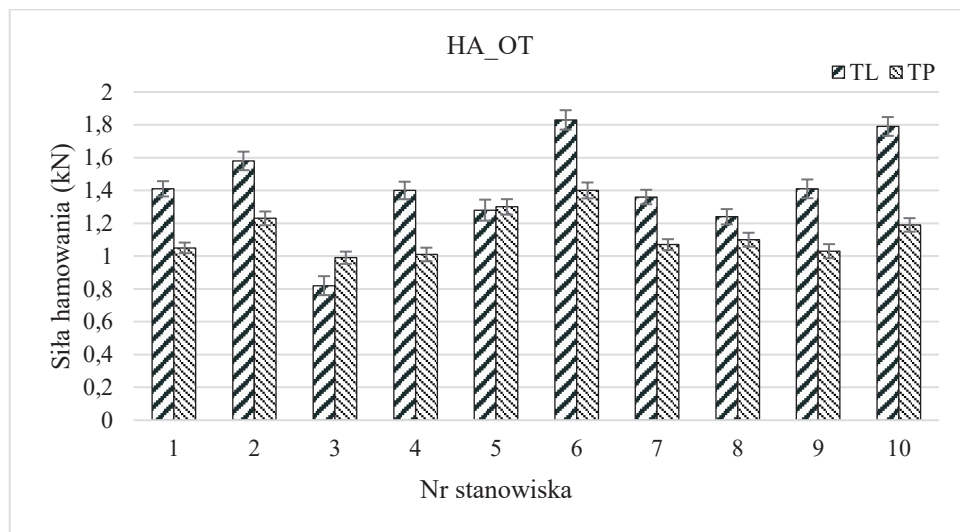
Rys. 60. Zestawienie wyników pomiarów sił hamowania hamulcem roboczym osi przedniej pojazdu nr 1 w stacjach biorących udział w jego badaniach

Fig. 60. Results of braking forces measurements of front axle service brake – vehicle No. 1 at stations involved in its tests



Rys. 61. Zestawienie wyników pomiarów sił hamowania hamulcem roboczym osi tylnej pojazdu nr 1 w stacjach biorących udział w jego badaniach

Fig. 61. Results of braking forces measurements of rear axle service brake – vehicle No. 1 at stations involved in its tests



Rys. 62. Zestawienie wyników pomiarów sił hamowania hamulcem awaryjnym pojazdu nr 1 w stacjach biorących udział w jego badaniach

Fig. 62. Results of braking forces measurements of rear axle emergency brake – vehicle No. 1 at stations involved in its tests

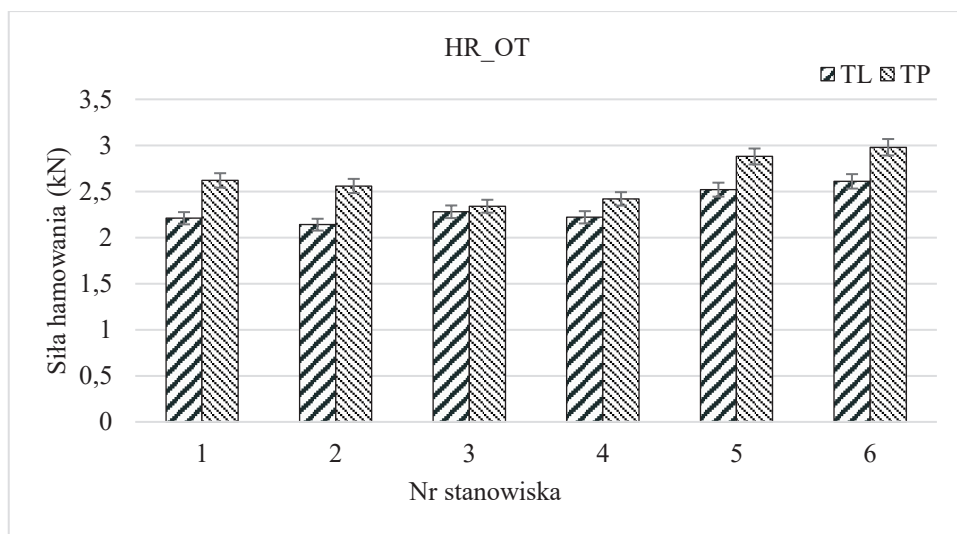


Rys. 63. Zestawienie wyników pomiarów sił hamowania hamulcem roboczym osi przedniej pojazdu nr 2 w stacjach biorących udział w jego badaniach

Fig. 63. Results of braking forces measurements of front axle service brake – vehicle No. 2 at stations involved in its tests

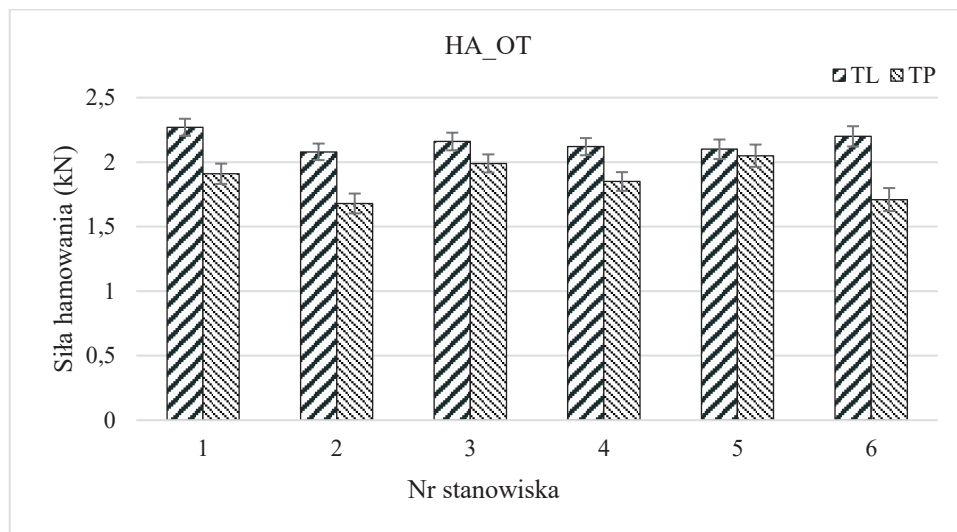
W przypadku hamulca roboczego (rys. 63) średnia siła hamowania osi przedniej wynosi 2,33 kN, a osi tylnej 2,48 kN. Dla hamulca roboczego osi przedniej (rys. 63) nie obserwuje się tak dużych różnic wskazań z poszczególnych urządzeń. Odchylenie standardowe wyników dla koła przedniego lewego wynosi 0,15 kN, a dla koła tylnego prawego 0,23 kN. Maksymalne różnice dla poszczególnych stanowisk dla osi przedniej zbliżają się do 23%, natomiast w przypadku osi tylnej (rys. 64) osiągają 27%. Należy podkreślić, że w większości przypadków zmierzone na tych stanowiskach wartości różnią się od siebie o więcej niż 3%, czyli o więcej niż wynosi błąd graniczny dopuszczalny.

Dodatkowo, charakteryzując wyniki można zauważyć, że w przypadku hamulca roboczego nieznacznie większe wartości osiągane są dla kół prawej strony (0,22 do 0,3 kN), a w przypadku hamulca awaryjnego (rys. 65) nieznacznie dominuje strona lewa (ok. 0,3 kN) i takie tendencje obserwuje się z udziałem wszystkich urządzeń dla pojazdu nr 2.



Rys. 64. Zestawienie wyników pomiarów sił hamowania hamulcem roboczym osi tylnej pojazdu nr 2 w stacjach biorących udział w jego badaniach

Fig. 64. Results of braking forces measurements of rear axle service brake – vehicle No. 2 at stations involved in its tests



Rys. 65. Zestawienie wyników pomiarów sił hamowania hamulcem awaryjnym pojazdu nr 2 w stacjach biorących udział w jego badaniach

Fig. 65. Results of braking forces measurements of emergency brake – vehicle No. 2 at stations involved in its tests

Zestawienie zaprezentowane na kolejnych wykresach (rys. 66, rys. 67, rys. 68) ukazuje wartości sił hamowania zmierzone dla poszczególnych kół pojazdu nr 3 przy pomocy kolejnych urządzeń rolkowych.

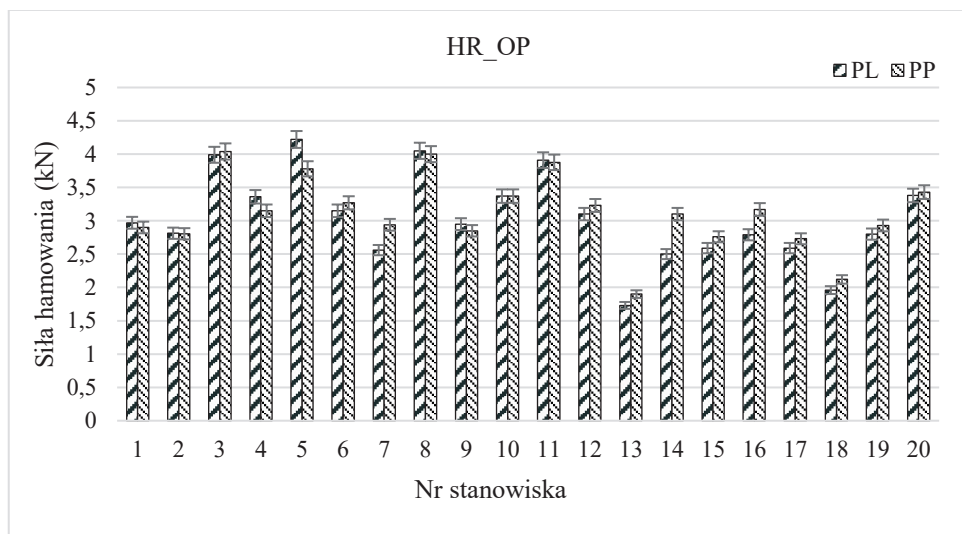
W tym przypadku podobnie jak dla pojazdów nr 1 i nr 2 obserwowane zmiany wartości nie mają związku z kolejnością ich zestawienia i kolejnością wykonywania pomiarów. Jeżeli dla danej stacji oznaczonej numerem 3 (rys. 66) obserwujemy wzrost wartości siły hamowania na kole przednim lewym to wzrost wartości możemy zaobserwować również dla sił hamowania koła przedniego prawego oraz kół osi tylnej. Podobnie będzie dla stacji oznaczonych numerami 8, 11, 14. Analogicznie, niższe wartości obserwowane dla stacji 2, 4, 9, 13 lub 18 również występują wspólnie dla innych kół (rys. 66, rys. 67). Tego rodzaju zjawisko świadczy o tym, że dane urządzenie, a nie badany na nim pojazd odgrywa znaczącą rolę dla uzyskiwanych wartości sił hamowania. Taki stan rzeczy potwierdza tendencję danego urządzenia pomiarowego do zaniżania lub zawyżania wyników. Niestety trudno jednoznacznie wskazać urządzenie, które wskazuje prawidłową wartość wyniku pomiaru.

Zmienność wskazań obserwowana na rys. 66 i rys. 67 charakteryzuje się średnim odchyleniem standardowym dla osi przedniej na poziomie 0,6 kN a dla osi tylnej 0,34 kN, przy czym średnie wartości sił hamowania dla osi przedniej i tylnej wynoszą odpowiednio 3,08 kN i 1,87 kN. Należy podkreślić, że także w przypadku badań pojazdu nr 3, w większości przypadków, zmierzone na poszczególnych stanowiskach wartości różnią się od siebie o więcej niż 0,09 kN, czyli tyle ile wynosi maksymalny dopuszczalny błąd graniczny dla ocenianych urządzeń.

Analizując przykład lewego przedniego koła można zauważyć, że średnia wartość siły hamowania zmierzona różnymi urządzeniami wynosi 3,04 kN, maksymalna 4,22 kN, a minimalna 1,73 kN. Zatem maksymalna różnica wskazań z różnych urządzeń dla koła przedniego lewego osiąga wartość 2,49 kN, co stanowi 144% najmniejszej wartości. Analogicznie dla koła przedniego prawego różnica ta wynosi 2,14 kN (113%) a dla kół tylnych odpowiednio dla lewego i prawego 1,35 kN (98%) i 1,4 kN (114%), a dla hamulca awaryjnego (rys. 68) 1,35 kN (144%) i 1,68 kN (218%). Należy ponadto zauważyć, że dla osi tylnej zmierzono zaskakująco wysokie wartości w przypadku urządzeń ze stacji nr 11. Były one o ok. 40% wyższe od średniej i to zarówno w odniesieniu do hamulca roboczego jak też awaryjnego. Jednakże wydaje się uzasadnione uwzględnienie tych wyników w ogólnej ocenie, ponieważ są to wyniki uzyskane podczas nadzorowanego testu, a więc mogłyby być uzyskane podczas rutynowego przeglądu technicznego pojazdu.

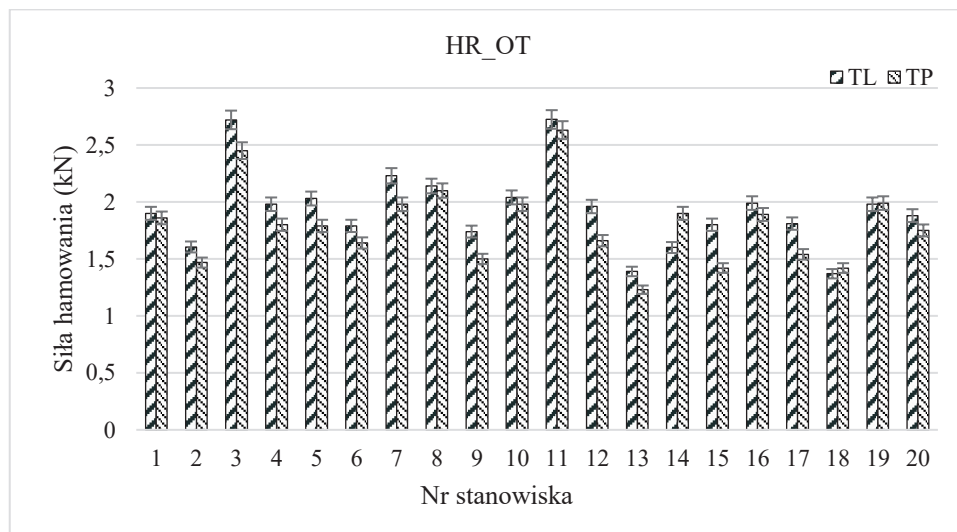
Analizując różnice sił hamowania hamulca roboczego można zauważyć nieznacznie większe siły prawej strony przedniej osi (średnio 0,08 kN), natomiast w przypadku tylnej uwidacznia się niewielka przewaga lewej strony (średnio 0,13 kN), co również występuje w przypadku hamulca awaryjnego (średnio 0,31 kN) (rys. 65).

Badane urządzenia rolkowe w odniesieniu do pojazdu nr 3 to głównie urządzenia firmy Maha (15 szt), dwa urządzenia firmy Unimetal (6 i 12), oraz po jednym firm Cartec (2), Certus (3) i Nussbaum (11). Co istotne, tutaj również nie uwidacznia się wyraźna zależność uzyskiwanych wyników od marki urządzenia. Wyjątek może stanowić urządzenie nr 11 (Nussbaum), które wskazało wyraźnie wyższe wartości sił hamowania dla tylnej osi. Jednak jest to tylko jedno urządzenie, trudno więc przypisać wysokie wartości wyników jego marce.



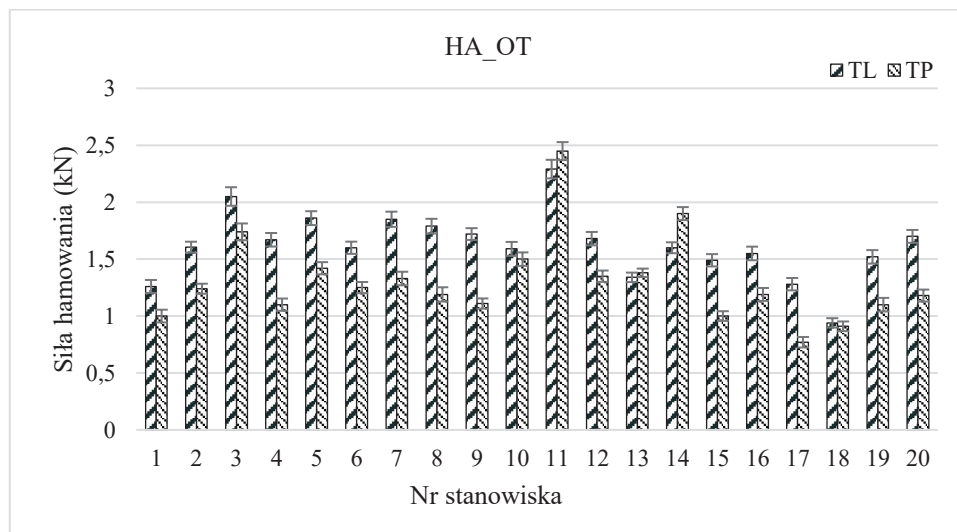
Rys. 66. Zestawienie wyników pomiarów sił hamowania hamulcem roboczym osi przedniej pojazdu nr 3 w stacjach biorących udział w jego badaniach

Fig. 66. Results of braking forces measurements of front axle service brake – vehicle No. 3 at stations involved in its tests



Rys. 67. Zestawienie wyników pomiarów sił hamowania hamulcem roboczym osi tylnej pojazdu nr 3 w stacjach biorących udział w jego badaniach

Fig. 67. Results of braking forces measurements of rear axle service brake – vehicle No. 3 at stations involved in its tests



Rys. 68. Zestawienie wyników pomiarów sił hamowania hamulcem awaryjnym pojazdu nr 3 w stacjach biorących udział w jego badaniach

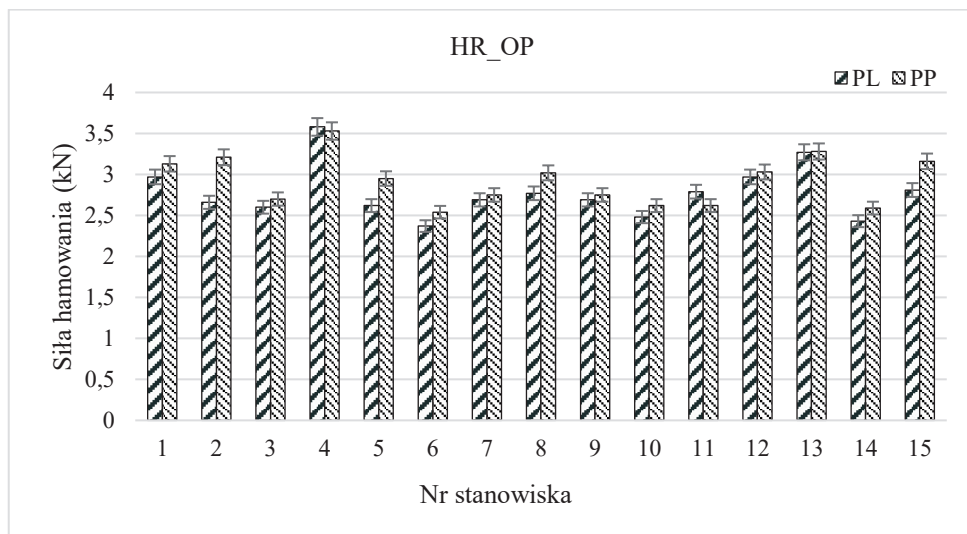
Fig. 68. Results of braking forces measurements of emergency brake – vehicle No. 3 at stations involved in its tests

Na kolejnych wykresach (rys. 69, rys. 70, rys. 71) zaprezentowane są wartości sił hamowania zmierzone dla pojazdu nr 4 przy pomocy kolejnych urządzeń rolkowych.

Podobnie jak poprzednio także i tym razem nie ma związku wartości wyników z kolejnością wykonywania pomiarów oraz ich zestawieniem. Po wartościach wyższych następują niższe i na odwrót. Tego rodzaju zjawisko może jak poprzednio świadczyć o tym, że to dane urządzenie a nie badany na nim pojazd odgrywa znaczącą rolę dla uzyskiwanych wartości sił hamowania.

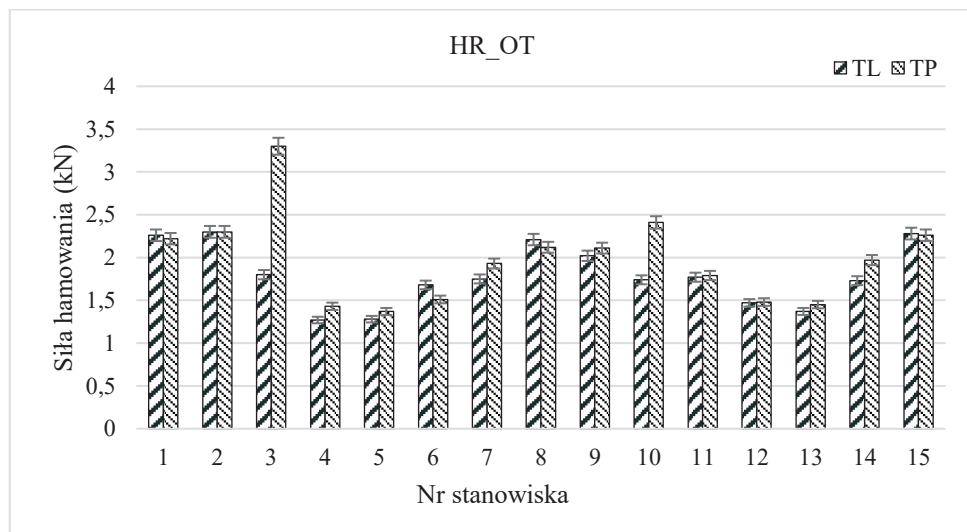
W przypadku hamulca roboczego (rys. 69) średnia siła hamowania osi przedniej wynosi 2,85 kN, a osi tylnej 1,2 kN. Różnice wskazań z poszczególnych urządzeń dla kół osi przedniej są zbliżone i nie przekraczają 51%, natomiast dla tego samego rodzaju hamulca w przypadku osi tylnej (rys. 70) osiągają 81% dla koła lewego i nawet 141% dla koła prawego. Dla hamulca awaryjnego i kół osi tylnej różnice te sięgają 200% i 800%. Jednakże należy zauważyć, że tak wysokie wartości są wynikiem wadliwego działania hamulca awaryjnego i bardzo niskich wartości sił hamowania na kole prawym, wskutek czego względna różnica tych sił wzrasta wielokrotnie.

W przypadku hamulca roboczego nieznacznie większe wartości osiągane są dla kół prawej strony (średnio koła przednie 0,14 kN do 0,18 kN koła tylne), a w przypadku hamulca awaryjnego (rys. 71) zdecydowanie dominuje strona lewa (średnie różnice ok. 1,9 kN) i takie tendencje obserwuje się dla pojazdu nr 4 na wszystkich badanych urządzeniach.



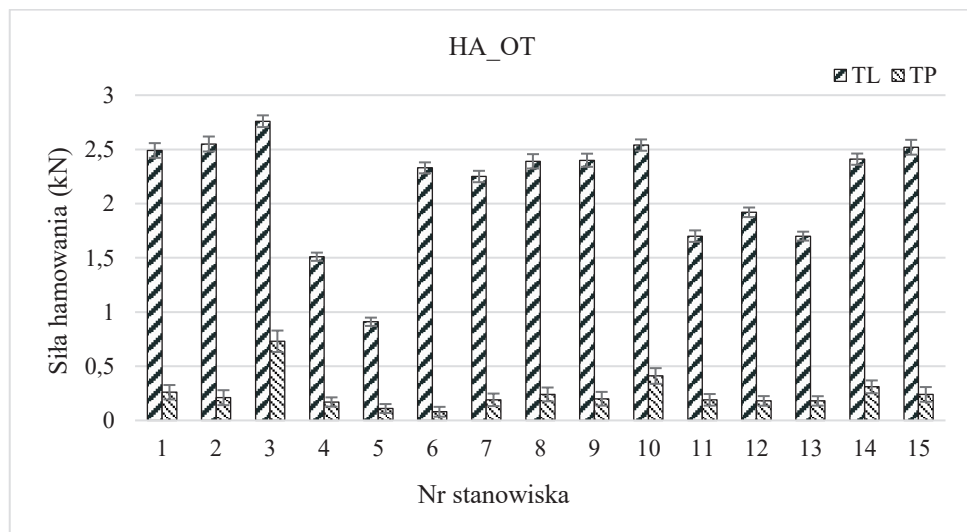
Rys. 69. Zestawienie wyników pomiarów sił hamowania hamulcem roboczym osi przedniej pojazdu nr 4 w stacjach biorących udział w jego badaniach

Fig. 69. Results of braking forces measurements of front axle service brake – vehicle No. 4 at stations involved in its tests



Rys. 70. Zestawienie wyników pomiarów sił hamowania hamulcem roboczym osi tylnej pojazdu nr 4 w stacjach biorących udział w jego badaniach

Fig. 70. Results of braking forces measurements of rear axle service brake – vehicle No. 4 at stations involved in its tests



Rys. 71. Zestawienie wyników pomiarów sił hamowania hamulcem awaryjnym pojazdu nr 4 w stacjach biorących udział w jego badaniach

Fig. 71. Results of braking forces measurements of emergency brake – vehicle No. 4 at stations involved in its tests

W celu dodatkowego scharakteryzowania uzyskanych wyników dotyczących sił hamowania w tabelach (tab. 53 do tab. 56) zestawiono wyniki analiz oceny zmienności sił hamowania w aspekcie pomiarów wykonywanych na różnych stanowiskach. Ponadto zamieszczono tam informacje o błędach granicznych dopuszczalnych dla kontroli takich urządzeń przyrządem kalibracyjnym.

Tabela 53.

Zestawienie parametrów oceny zmienności wartości sił hamownia i ich różnic na kołach danej osi i rodzaju hamulca uzyskanych dla pojazdu nr 1

Table 53.

List of parameters of assessing the variability of breaking forces and their differences at the wheels of a given axle and accordingly to the type of brake - vehicle No. 1

Lp.	Wielkość	T – Siła hamowania hamulca roboczego			T – Siła hamowania hamulca roboczego			T – Siła hamowania hamulca awaryjnego		
		HR	HR	R	HR	HR	R	HA	HA	R
		OP	OP	OP	OT	OT	OT	OT	OT	OT
		lewe	prawe		lewe	prawe		lewe	prawe	
		(kN)	(kN)	(%)	(kN)	(kN)	(%)	(kN)	(kN)	(%)
1	Max	3,20	3,30	16,9	2,14	1,62	34,9	1,83	1,40	33,5
2	Min	1,70	1,67	-13,5	1,47	1,08	9,0	0,82	0,99	-17,2
3	Rozstęp	1,50	1,63	30,4	0,67	0,54	25,9	1,01	0,41	50,7
4	Mediana	2,48	2,49	0,9	1,89	1,39	25,4	1,41	1,09	22,8
5	Średnia	2,47	2,46	0,9	1,81	1,36	24,4	1,41	1,14	17,3
6	Odchylenie standardowe	0,43	0,50	8,04	0,21	0,17	6,69	0,27	0,13	14,81
7	Współczynnik zmienności (%)	17,3	20,1	929	11,4	12,3	27,4	19,3	11,5	85,4
8	Zakres pomiarowy	6	6	100	6	6	100	6	6	100
9	Błąd graniczny dopuszczalny	± 0,08	± 0,08	± 6	± 0,06	± 0,06	± 6	± 0,06	± 0,06	± 6

Tabela 54.

Zestawienie parametrów oceny zmienności wartości sił hamownia i ich różnic na kołach danej osi i rodzaju hamulca uzyskanych dla pojazdu nr 2

Table 54.

List of parameters of assessing the variability of breaking forces and their differences at the wheels of a given axle and accordingly to the type of brake - vehicle No. 2

Lp.	Wielkość	T – Siła hamowania hamulca roboczego			T – Siła hamowania hamulca roboczego			T – Siła hamowania hamulca awaryjnego		
		HR	HR	R	HR	HR	R	HA	HA	R
		OP	OP	OP	OT	OT	OT	OT	OT	OT
		lewe	prawe		lewe	prawe		lewe	prawe	
		(kN)	(kN)		(kN)	(kN)		(kN)	(kN)	
1	Max	2,51	2,66	-0,4	2,61	2,98	-2,6	2,27	2,05	22,3
2	Min	2,04	2,26	-14,6	2,14	2,34	-16,4	2,08	1,68	2,4
3	Rozstęp	0,47	0,4	14,2	0,47	0,64	13,8	0,19	0,37	19,9
4	Mediana	2,20	2,44	-11,0	2,25	2,59	-12,5	2,14	1,88	14,3
5	Średnia	2,22	2,44	-9,2	2,33	2,63	-11,3	2,16	1,87	13,4
6	Odchylenie standardowe	0,15	0,12	4,75	0,17	0,23	4,71	0,06	0,14	6,72
7	Współczynnik zmienności (%)	6,61	4,88	-51,8	7,43	8,74	-41,7	3,00	7,27	50,2
8	Zakres pomiarowy	6	6	100	6	6	100	6	6	100
9	Błąd graniczny dopuszczalny	± 0,07	± 0,07	± 6	± 0,06	± 0,06	± 6	± 0,06	± 0,06	± 6

Tabela 55.

Zestawienie parametrów oceny zmienności wartości sił hamownia i ich różnic na kołach danej osi i rodzaju hamulca uzyskanych dla Pojazdu nr 3

Table 55.

List of parameters of assessing the variability of breaking forces and their differences at the wheels of a given axle and accordingly to the type of brake - vehicle No. 3

Lp.	Wielkość	T – Siła hamowania hamulca roboczego			T – Siła hamowania hamulca roboczego			T – Siła hamowania hamulca awaryjnego		
		HR	HR	R	HR	HR	R	HA	HA	R
		OP	OP	OP	OT	OT	OT	OT	OT	OT
		lewe	prawe		lewe	prawe		lewe	prawe	
		(kN)	(kN)		(kN)	(kN)		(kN)	(kN)	
1	Max	4,22	4,04	10,4	2,72	2,63	21,1	2,29	2,45	39,8
2	Min	1,73	1,90	-19,4	1,37	1,23	-15,8	0,94	0,77	-15,8
3	Rozstęp	2,49	2,14	29,8	1,35	1,40	36,9	1,35	1,68	55,6
4	Mediana	2,96	3,13	-2,6	1,93	1,80	8,5	1,60	1,22	23,0
5	Średnia	3,04	3,12	-3,1	1,93	1,80	6,9	1,62	1,31	19,6
6	Odchylenie standardowe	0,65	0,54	6,8	0,34	0,34	7,8	0,28	0,37	14,9
7	Współczynnik zmienności (%)	21,3	17,4	-217	17,6	18,6	113	17,6	28,2	76,1
8	Zakres pomiarowy	6	6	100	6	6	100	6	6	100
9	Błąd graniczny dopuszczalny	± 0,1	± 0,1	± 6	± 0,07	± 0,07	± 6	± 0,07	± 0,07	± 6

Tabela 56.

Zestawienie parametrów oceny zmienności wartości sił hamownia i ich różnic na kołach danej osi i rodzaju hamulca uzyskanych dla Pojazdu nr 4

Table 56.

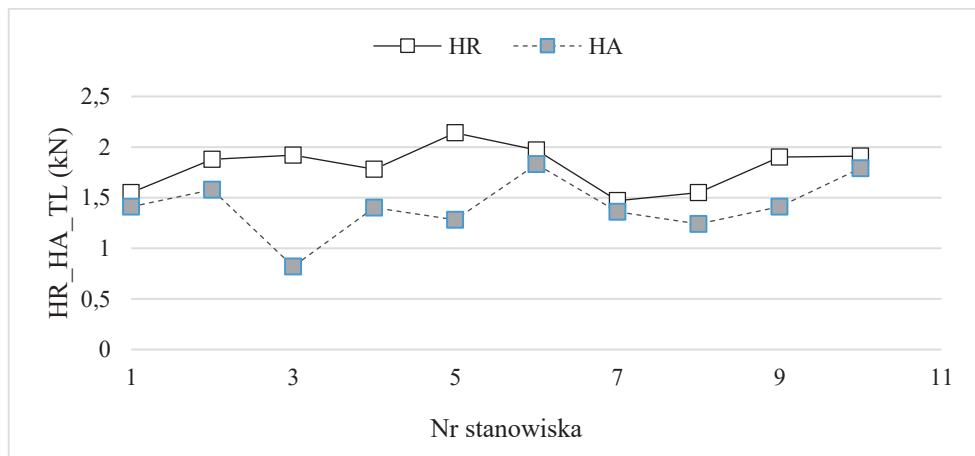
List of parameters of assessing the variability of breaking forces and their differences at the wheels of a given axle and accordingly to the type of brake - vehicle No. 4

Lp.	Wielkość	T – Siła hamowania hamulca roboczego			T – Siła hamowania hamulca roboczego			T – Siła hamowania hamulca awaryjnego		
		HR	HR	R	HR	HR	R	HA	HA	R
		OP	OP	OP	OT	OT	OT	OT	OT	OT
		lewe	prawe		lewe	prawe		lewe	prawe	
		(kN)	(kN)		(kN)	(kN)		(kN)	(kN)	
1	Max	3,58	3,53	6,1	2,30	3,30	10,1	2,76	0,73	96,6
2	Min	2,37	2,54	-17,1	1,27	1,37	-45	0,91	0,08	73,6
3	Rozstęp	1,21	0,99	23,2	1,03	1,93	55,6	1,85	0,65	23,0
4	Mediana	2,69	2,95	-5,1	1,75	1,97	-4,3	2,39	0,20	89,6
5	Średnia	2,78	2,93	-4,9	1,80	1,98	-7,2	2,16	0,25	88,8
6	Odchylenie standardowe	0,31	0,29	5,5	0,34	0,49	13,3	0,49	0,15	4,9
7	Współczynnik zmienności (%)	11,1	9,87	-111	19,2	25,0	-186	22,6	60,6	5,5
8	Zakres pomiarowy	6	6	100	6	6	100	6	6	100
9	Błąd graniczny dopuszczalny	± 0,09	± 0,09	±	± 0,09	± 0,09	± 6	± 0,09	± 0,09	± 6

Analizując kolejne aspekty związane z zebrany materiał pomiarowy oraz dążąc do wyjaśnienia tego, co jest przyczyną tak widocznego zróżnicowania wyników, można prześledzić kolejne zestawienia. Wykresy od rys. 72 do rys. 79 prezentują porównania sił hamowania dla hamulca roboczego i awaryjnego, działających na dane koło przy zakładanym takim samym jego ustawieniu.

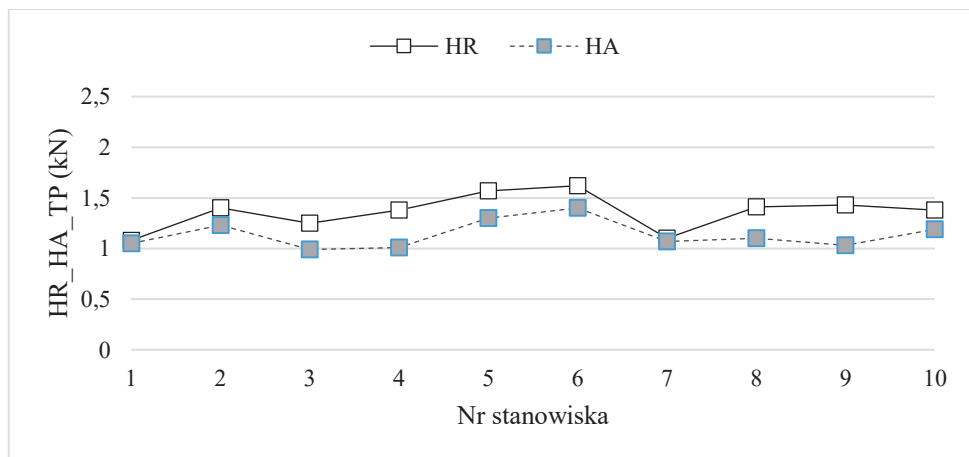
Dla poprawy czytelności wykresów przedstawiono je dla poszczególnych pojazdów w rozbiciu na koło lewe i prawe tylnej osi, która w każdym przypadku była osią, na której działał hamulec roboczy oraz awaryjny. Jeżeli zauważymy, że w występujących bezpośrednio po sobie pomiarach dla hamulca awaryjnego i roboczego występują zbliżone warunki współpracy koła z rolką, to zmierzone dla tych rodzajów hamulców siły hamowania powinny wykazywać podobne tendencje, powielając różnice działania hamulców na poszczególnych urządzeniach pomiarowych, a zmiany mierzonych wartości zależne od stanowiska pomiarowego powinny być widoczne w przypadku obydwu rodzajów hamulców. Potwierdzałoby to wpływ urządzenia na wyniki i zmniejszało zależność różnic zmierzonych wartości od ewentualnych zmian wynikających z właściwości badanego pojazdu. Takie tendencje są w tych przypadkach obserwowane.

Szczególnie wyraźnie widoczne są te zależności na rys. 72 w przypadku stanowisk 1, 2 oraz 6 – 10. W tych punktach zmiana siły hamowania hamulca roboczego wyraźnie koreluje ze zmianą siły hamowania hamulcem awaryjnym. Od tej tendencji odbiegają nieco pomiary siły hamowania ze stacji 3 i 5. Podobne zależności można zaobserwować na rys. 73.



Rys. 72. Zestawienie wyników pomiarów sił hamowania hamulcem roboczym i awaryjnym dla tylnego lewego koła pojazdu nr 1

Fig. 72. Results of braking force measurements of service and emergency brake for the left rear wheel - vehicle No. 1



Rys. 73. Zestawienie wyników pomiarów sił hamowania hamulcem roboczym i awaryjnym dla tylnego prawego koła pojazdu nr 1

Fig. 73. Results of braking force measurements of service and emergency brake for the right rear wheel - vehicle No. 1



Rys. 74. Zestawienie wyników pomiarów sił hamowania hamulcem roboczym i awaryjnym dla tylnego lewego koła pojazdu nr 2

Fig. 74. Results of braking force measurements of service and emergency brake for the left rear wheel - vehicle No. 2

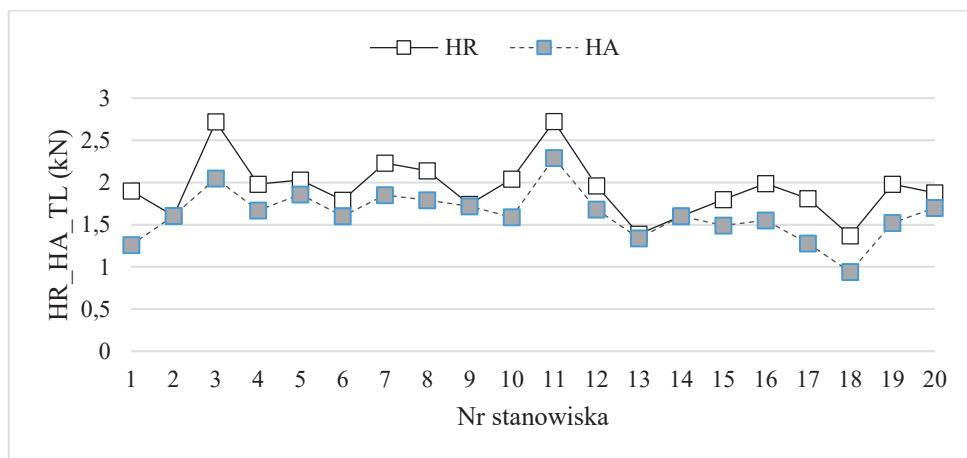


Rys. 75. Zestawienie wyników pomiarów sił hamowania hamulcem roboczym i awaryjnym dla tylnego prawego koła pojazdu nr 2

Fig. 75. Results of braking force measurements of service and emergency brake for the right rear wheel - vehicle No. 2

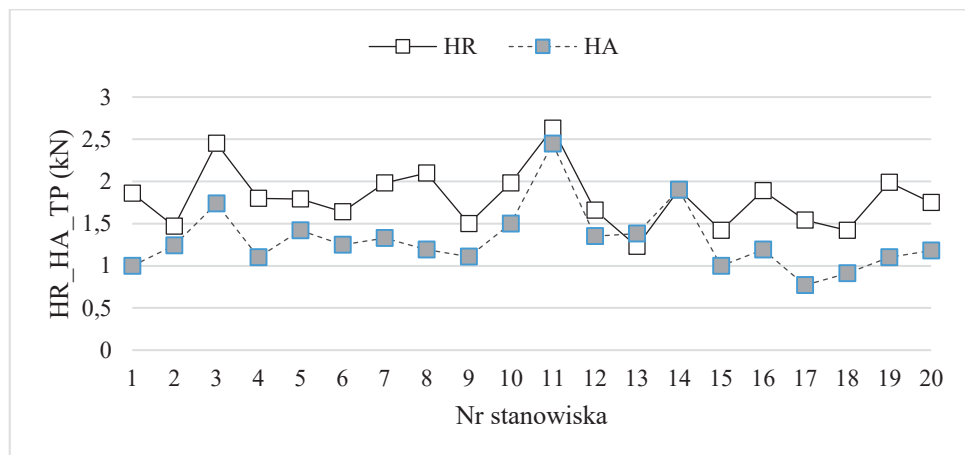
Także w przypadku pojazdu nr 2 (rys. 74, rys. 75) można zaobserwować podobne zależności, jednak z uwagi na mniejszą liczbę uwzględnianych stanowisk pomiarowych są one mniej widoczne niż w przypadku innych pojazdów.

Na przykładzie pojazdu nr 3 (rys. 76, rys. 77), gdzie mamy do czynienia z 20 stanowiskami pomiarowymi efekt ten jest bardziej zauważalny. Zmiany wartości zarejestrowane dla hamulca roboczego, zobrazowane jako przebieg linii łamanej łączącej punkty odpowiadające poszczególnym stanowiskom pomiarowym wyraźnie korelują z przebiegiem analogicznej linii wygenerowanej dla hamulca awaryjnego. Na rys. 76 punkty odpowiadające stanowiskom 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8 na liniach dla obydwu hamulców układają się podobnie, następnie punkty 10, 11, 12, 13, 14, podobnie jak 15, 16, 17, 18, 19 również wykazują podobne przebiegi. Jeżeli dla hamulca roboczego na kolejnym stanowisku obserwowany jest wzrost wartości to taka sama tendencja widoczna jest w przypadku hamulca awaryjnego. Równie wyraźne korelacje można zauważyć dla prawego tylnego koła (rys. 77).



Rys. 76. Zestawienie wyników pomiarów sił hamowania hamulcem roboczym i awaryjnym dla tylnego lewego koła pojazdu nr 3

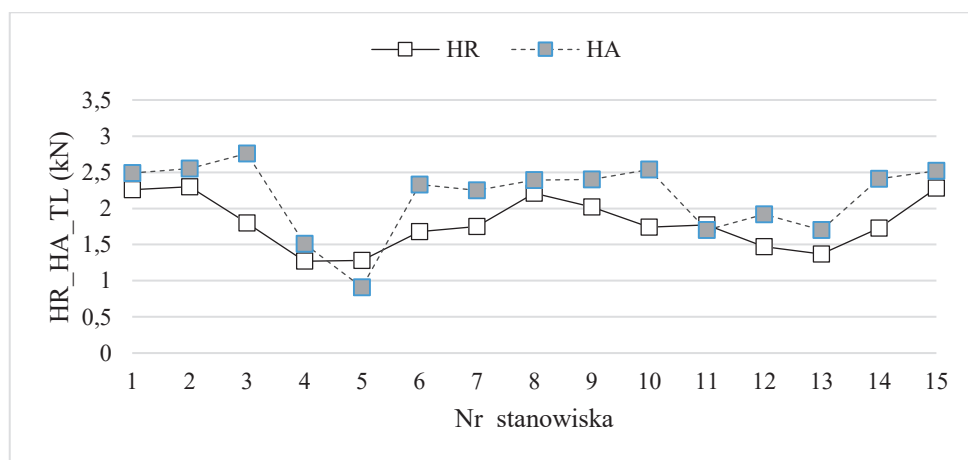
Fig. 76. Results of braking force measurements of service and emergency brake for the left rear wheel - vehicle No. 3



Rys. 77. Zestawienie wyników pomiarów sił hamowania hamulcem roboczym i awaryjnym dla tylnego prawego koła pojazdu nr 3

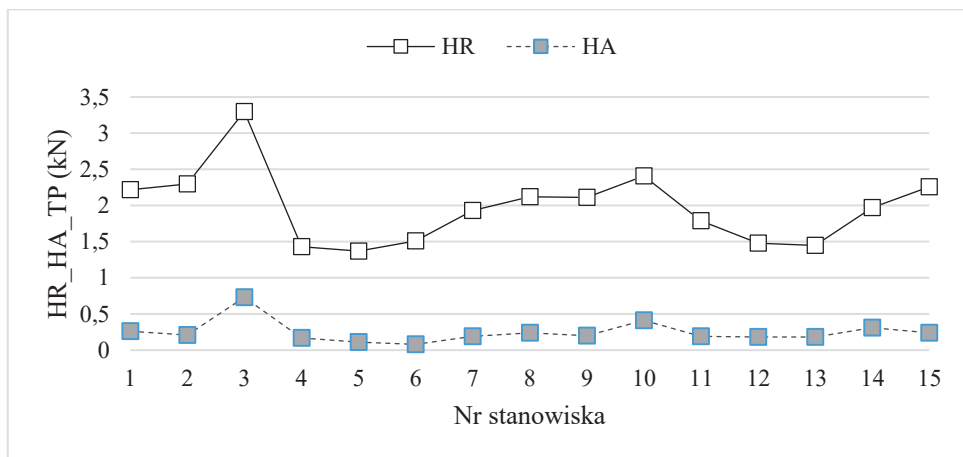
Fig. 77. Results of braking force measurements of service and emergency brake for the right rear wheel - vehicle No. 3

Analogiczne podobieństwa są obserwowane także dla pojazdu nr 4 (rys. 78, rys. 79). Jakkolwiek występują też pewne różnice od wartości obserwowanych dla poprzednich pojazdów.



Rys. 78. Zestawienie wyników pomiarów sił hamowania hamulcem roboczym i awaryjnym dla tylnego lewego koła pojazdu nr 4

Fig. 78. Results of braking force measurements of service and emergency brake for the left rear wheel - vehicle No. 4



Rys. 79. Zestawienie wyników pomiarów sił hamowania hamulcem roboczym i awaryjnym dla tylnego prawego koła pojazdu nr 4

Fig. 79. Results of braking force measurements of service and emergency brake for the right rear wheel - vehicle No. 4

Należy założyć, że dla hamulca roboczego i hamulca awaryjnego wartości sił hamowania generowane na tym samym kole, przy tym samym nacisku koła na podłoże, przy jednakowej szybkości narastania siły hamującej oraz przy pełnej sprawności układów hamujących, powinny być jednakowe. Zazwyczaj jednak, z uwagi na dynamikę przeprowadzania pomiaru, podczas kontroli hamulca roboczego siła hamowania narasta szybciej niż w przypadku hamulca awaryjnego. Może to wynikać z faktu, że nacisk na pedał hamulca zadawany jest przez diagnostę w sposób zbliżony do hamowania awaryjnego w warunkach drogowych. Wówczas siła hamowania narasta szybko i może zostać osiągnięta oraz zarejestrowana jej wysoka wartość, zanim urządzenie pomiarowe wyłączy się z powodu poślizgu na rolce przekraczającego wartość 25%. W przypadku hamulca awaryjnego jego uruchamianie odbywa się zazwyczaj za pomocą dźwigni ręcznej i przebiega z mniejszą szybkością niż w przypadku hamulca roboczego. Możliwe jest zatem, że urządzenie kontrolne ma stałą czasową, umożliwiającą właściwą reakcję na wartość poślizgu koła na rolce i zakończenie pomiaru przy wartości siły hamowania niższej niż dla hamulca roboczego.

W analizowanym przypadku dla koła tylnego lewej strony (rys. 78) siła hamowania obserwowana dla hamulca awaryjnego na większości stanowisk osiąga wyższe wartości niż dla hamulca roboczego. Aby wyjaśnić tę sytuację należy ją rozpatrywać razem z siłami obserwowanymi dla koła prawego (rys. 79). Można wówczas zauważyć, że hamulec awaryjny prawego koła praktycznie nie działał, co powodowało, że diagnosta mocniej naciskał na pedał hamulca. Pomiar jednak nie zakończył się po osiągnięciu takiej samej siły jak dla hamulca roboczego, ponieważ pojazd nie mógł być wypchnięty ze stanowiska, z uwagi na to, że siła styczna rozwijana była tylko na jednym kole, a poślizg kończący pomiar nastąpił przy większej wartości siły hamowania.

8.3.2. Różnice sił hamowania kół lewej i prawej strony pojazdu

Zestawienie wartości maksymalnych sił hamowania mierzonych dla hamulca roboczego i awaryjnego dla poszczególnych urządzeń pomiarowych z uwzględnieniem pojazdów odniesienia w układzie koło lewe oraz koło prawe uzupełnia przeprowadzoną w poprzednim podrozdziale analizę. Zazwyczaj, niezależnie od rodzaju urządzenia pomiarowego, dla pojedynczego pomiaru danego rodzaju hamulca rejestrowane są narastające w czasie tego procesu siły hamowania, możliwe jest także graficzne zobrazowanie zmian sił hamowania lewej strony względem prawej.

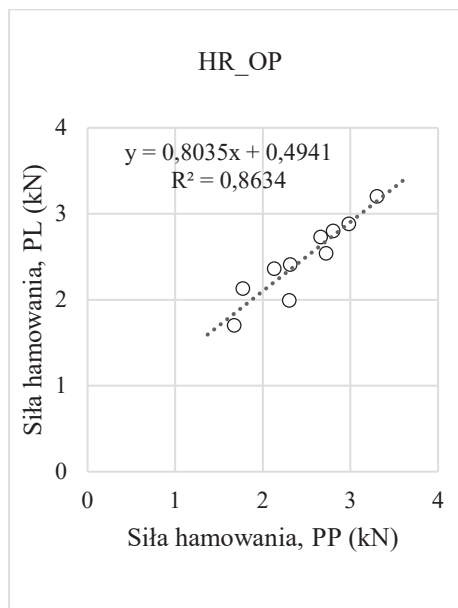
W poniższym materiale zaprezentowano zestawienie, które ukazuje zbiorczo maksymalne wartości sił hamowania lewej i prawej strony dla danego hamulca, zarejestrowane dla różnych stanowisk pomiarowych (rys. 80, rys. 82, rys. 84, rys. 86, rys. 88, rys. 90, rys. 92, rys. 94).

Dla danego pojazdu (dla obu kół i rodzajów hamulców) dobrano jednakowe skale na wykresach sił hamowania lewego i prawego koła, ponadto przyjęto, niezależnie od wykorzystania obszaru na wykresie, że skale będą się zaczynać od wartości zerowych. Pozwoli to na lepsze zobrazowanie bezwzględnych wartości sił, ich zróżnicowania względem lewej i prawej strony oraz względem rodzaju badanego hamulca, a przede wszystkim w aspekcie rozproszenia punktów, które odpowiadają poszczególnym stanowiskom pomiarowym.

Przewaga sił jednej strony nad drugą będzie się uwidaczniała w wartości współczynnika kierunkowego i wyrazu wolnego w równaniu linii trendu wyznaczonej dla danego hamulca i osi pojazdu. Współczynnik R^2 określa stopień dopasowania linii trendu do punktów wykresu. Jeżeli wartość tego współczynnika będzie bliska 1, wówczas można mówić o dużej powtarzalności różnicy sił hamowania mierzonej na poszczególnych stanowiskach. Jednakże w prezentowanych wynikach (rys. 80 do rys. 94) wartości współczynnika R^2 tego nie potwierdzają.

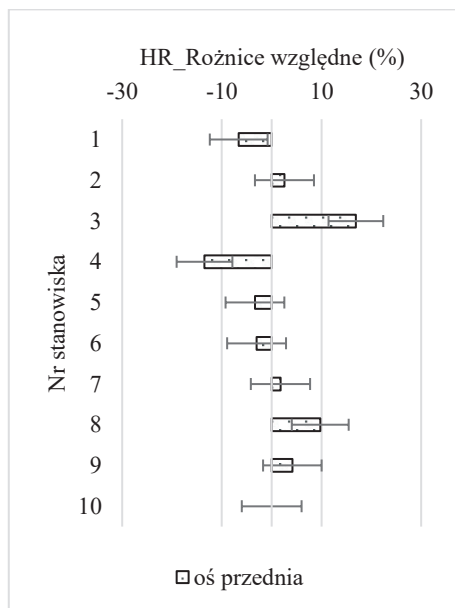
Jako wartość dopuszczalną różnicy sił hamowania lewego i prawego koła pojazdu, stanowiącą kryterium oceny pojazdu podczas przeglądu technicznego, przyjmuje się 30% większej wartości (Dz. U. poz. 2022, 2016). Zazwyczaj urządzenia kontrolno-pomiarowe nie podają znaku wyliczonej w ten sposób różnicy, aczkolwiek w przypadku przeprowadzanych analiz wydaje się to uzasadnione, ponieważ nie tylko wartość różnicy może się zmienić, ale może się zmienić również jej znak, a tym samym jej charakter jakościowy. Dla kontroli pojazdu podczas przeglądu technicznego nie ma znaczenia czy różnica jest dodatnia (większa siła hamowania koła lewego), czy ujemna (większa siła hamowania prawego koła), jednakże ze względu na dokonywaną ocenę urządzeń wykorzystywanych w badaniach pojazdu ma to znaczenie, ponieważ dostarcza ważnych informacji o zróżnicowaniu właściwości pomiarowych poszczególnych stanowisk. W celu analizy tych właściwości różnice sił hamowania wyznaczano w oparciu o przedstawioną wcześniej zależność (1).

W prezentowanym podejściu pojawia się jeszcze jedna istotna kwestia. Należy zwrócić uwagę, że urządzenia pomiarowe mają za zadanie zarejestrować największą wartość różnicy sił hamowania, jaka się pojawi podczas procesu hamowania i nie musi być to wartość zarejestrowana przy maksymalnych siłach hamowania. W opisywanych badaniach było tak w kilku przypadkach, jednak zarejestrowane różnice nie były krytyczne w odniesieniu do decyzji o dopuszczeniu pojazdu do ruchu. Jeżeli wartości tych różnic były odmienne od wartości obliczonych na podstawie przedstawionej zależności (1) wskazania te zaprezentowano w tabelach wyników (tab. 33 do tab. 36) w nawiasach przed różnicami obliczonymi.



Rys. 80. Zestawienie maksymalnych sił hamowania hamulcem roboczym dla lewego i prawego koła osi przedniej pojazdu nr 1 na różnych stanowiskach

Fig. 80. Maximum braking forces of the service brake of the left and right wheels of the front axle vehicle No. 1 at various stations



Rys. 81. Różnice sił hamowania lewego i prawego koła osi przedniej dla hamulca roboczego pojazdu nr 1 na różnych stanowiskach

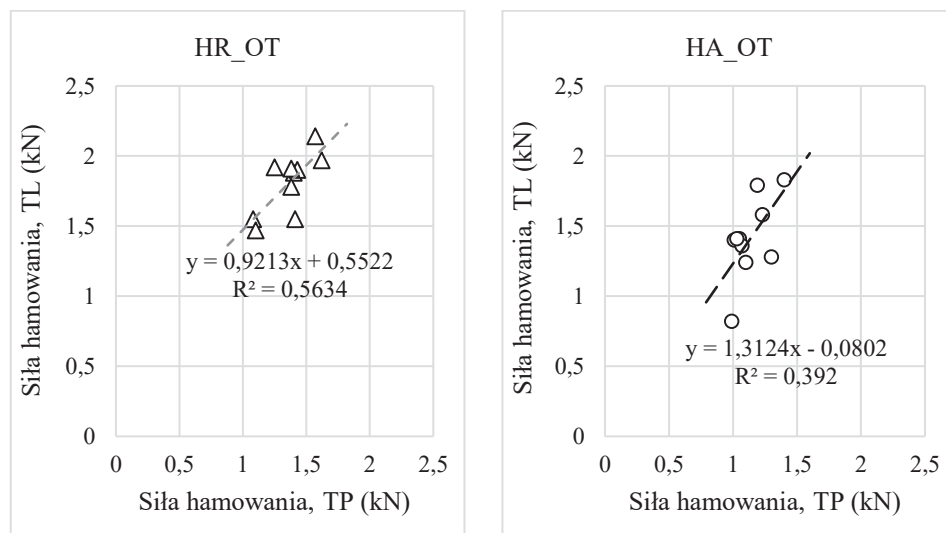
Fig. 81. Differences of braking forces of the left and right wheels of the front axle for the service brake vehicle No. 1 at various stations

Na rys. 81 przedstawiono różnice maksymalnych sił hamowania hamulca roboczego dla przedniej osi pojazdu nr 1. Na wspomnianej ilustracji można zaobserwować względne różnice o wartościach od ujemnych (-13%) po dodatnie sięgające 17%. Wartości tych różnic są jeszcze dalekie od wartości dopuszczalnej dla pozytywnej oceny pojazdu, aczkolwiek różnica pomiędzy tymi wynikami osiąga 30%, co wskazuje na zróżnicowanie urządzeń pomiarowych pod względem jakości realizowanych pomiarów. Zróżnicowanie to potwierdza także wartość odchylenia standardowego dla populacji wyników różnic z poszczególnych stanowisk, które wynosi 8,04%.

Rozważając dodatkowo błąd pomiaru można założyć, że jest on wynikiem sumy błędów pomiaru sił hamowania lewego i prawego koła odniesionej do wartości większej siły i pomnożonej przez 100%. Jeżeli błąd pomiaru siły hamowania wynosi $\pm 3\%$ wartości mierzonej to przykładowo dla siły hamowania o wartości 2,80 kN wyniesie on $\pm 0,084$ kN, a dla różnicy tych sił będzie to $\pm 0,168$ kN, co w przeliczeniu na wartość względną wynosi $\pm 6\%$.

Zatem porównując wskazania dwóch różnych urządzeń i zakładając, że mylą się o maksymalną dopuszczoną wartość, różnice zmierzone na poszczególnych stanowiskach mogłyby się różnić maksymalnie o 12%. W związku z tym wartość 30% to wartość o 18% większa od

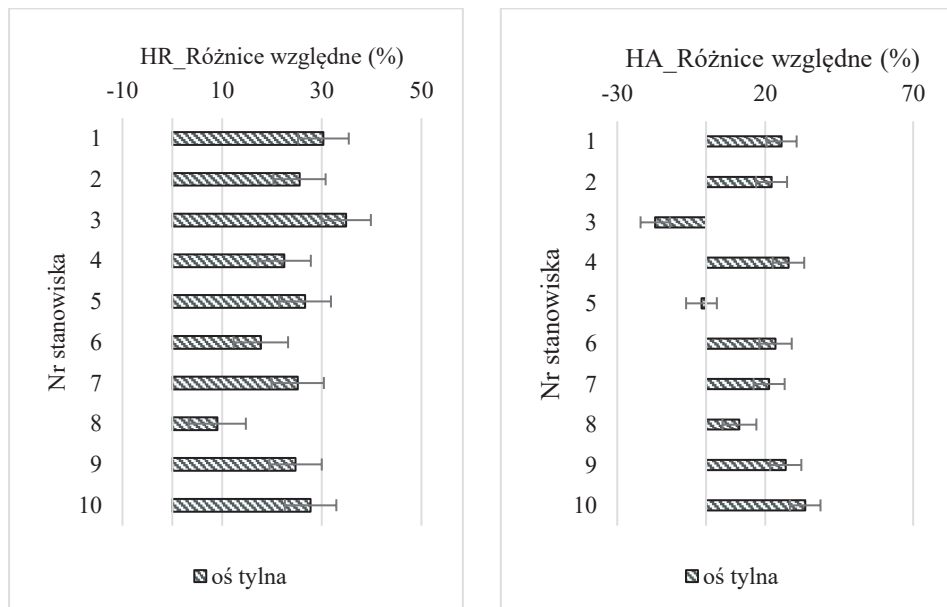
maksymalnej. Nie można jednak wykluczyć niewielkich losowych zmian w funkcjonowaniu hamulców, które mogły pojawić się pomiędzy pomiarami na różnych urządzeniach. Jakkolwiek, różnica 18% to już wartość poza tolerancją i trudno przyjąć, że stan hamulców aż tak się zmienił, tym bardziej, że na następnych stanowiskach różnice są znów inne.



Rys. 82. Zestawienie maksymalnych sił hamowania hamulcem roboczym i hamulcem awaryjnym dla lewego i prawego koła osi tylnej pojazdu nr 1

Fig. 82. Maximum braking forces of the service- Δ and emergency- $\circ$ brakes for the left and right wheels of the rear axle of vehicle No. 1 at various stations

Dla hamulca roboczego i awaryjnego tylnej osi (rys. 82) obserwujemy wartości charakteryzujące się także znacznym rozproszeniem ($R^2=0,5634$ (HR) i $R^2=0,392$ (HA)), co wskazuje na duże różnice występujące w pomiarach na różnych stanowiskach. Odchylenia standardowe dla różnic sił hamowania wynoszą odpowiednio 6,69% i 14,81% dla hamulców roboczego i awaryjnego. Rys. 83 potwierdza te spostrzeżenia i dodatkowo obrazuje wartości możliwych błędów pomiarowych dla uwzględnianych urządzeń i pomiarów. Dla hamulca roboczego przewaga lewego koła jest widoczna na każdym urządzeniu, jednakże w dwóch przypadkach (1, 3) różnica sił hamowania przyjmuje wartość powyżej 30%, co mogłoby być powodem niedopuszczenia pojazdu do ruchu, gdyby był on formalnie badany w tych stacjach kontroli pojazdów. W przypadku pozostałych stanowisk wyniki mieszczą się w granicach wartości dopuszczalnej i ocena pojazdu byłaby pod tym względem pozytywna.

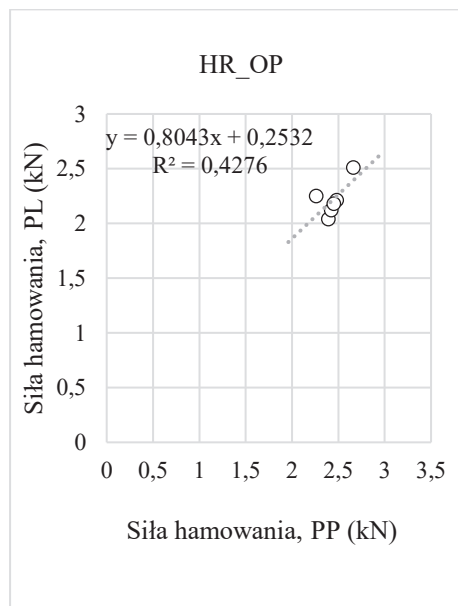


Rys. 83. Różnice sił hamowania lewego i prawego koła osi tylnej dla hamulca roboczego i awaryjnego pojazdu nr 1

Fig. 83. Differences in braking forces of the left and right wheel of the rear axle for the service and emergency brakes vehicle No. 1 at various positions

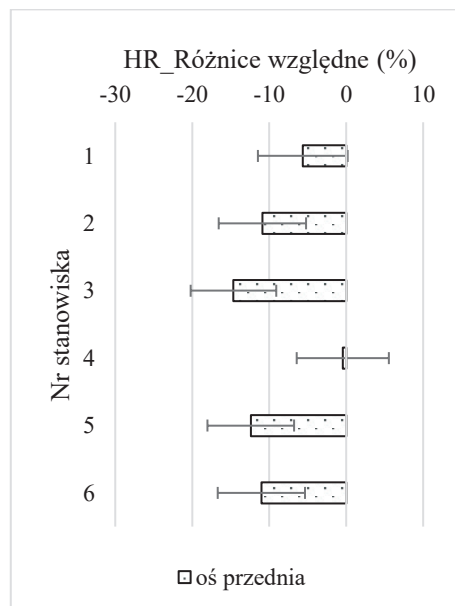
Ponadto dla hamulca awaryjnego (rys. 83), gdzie na większości stanowisk przewagę ma koło lewe, pojawia się również znaczna wartość ujemna (-17%) z przewagą koła prawego, występująca na stanowisku nr 3. Poza stanowiskiem nr 5, gdzie występuje podobna sytuacja, inne urządzenia wykazują zdecydowaną (ok. 20%) przewagę hamulca koła lewego.

W przypadku pojazdu nr 2 należy stwierdzić, że wartości sił lewej i prawej strony dla hamulca roboczego osi przedniej (rys. 84) i tylnej (rys. 86) wykazują mniejsze zróżnicowanie w odniesieniu do stanowisk pomiarowych, a względne różnice sił hamowania kół osi przedniej (rys. 85) oraz tylnej (rys. 87) osiągają mniejsze wartości niż dla pojazdu nr 1. Niemniej różnice te także występują. Dla obu osi pojazdu rozstępy wyników różnic wynoszą po ok. 14%, a odchylenia standardowe blisko 4,75%.



Rys. 84. Zestawienie maksymalnych sił hamowania hamulcem roboczym dla lewego i prawego koła osi przedniej pojazdu nr 2 na różnych stanowiskach

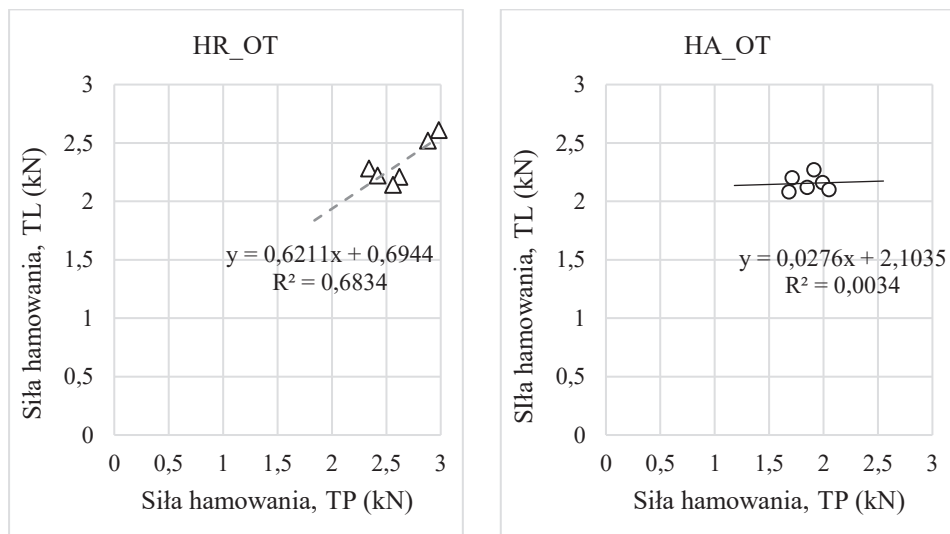
Fig. 84. Maximum braking forces of the service brake of the left and right wheels of the front axle vehicle No. 2 at various stations



Rys. 85. Różnice sił hamowania lewego i prawego koła osi przedniej dla hamulca roboczego pojazdu nr 2 na różnych stanowiskach

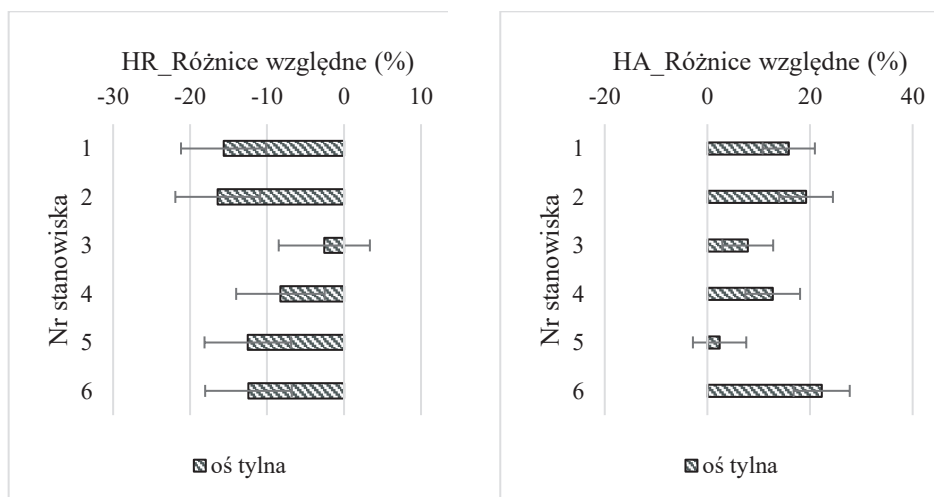
Fig. 85. Differences of braking forces of the left and right wheels of the front axle for the service brake vehicle No. 2 at various stations

Dla hamulca awaryjnego (rys. 86 i rys. 87) również widoczne jest umiarkowane rozproszenie wyników (rozstęp 19,8%, odchylenie standardowe 6,7%), ale także tym razem zmienia się charakter różnicy z dodatniej na ujemną (stanowisko nr 5). Stosunkowo niewielka liczba stanowisk ogranicza bardziej precyzyjne analizy, a punkty pomiarowe utrudniają dopasowanie linii trendu, o czym świadczy wyjątkowo niski współczynnik R^2 .



Rys. 86. Zestawienie maksymalnych sił hamowania hamulcem roboczym-Δ i hamulcem awaryjnym-○ dla lewego i prawego koła osi tylnej pojazdu nr 2

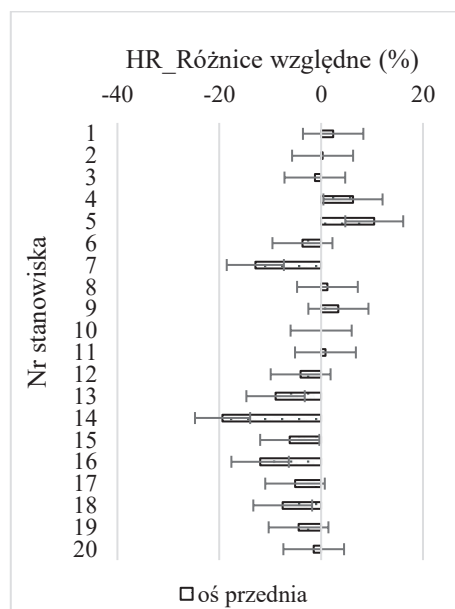
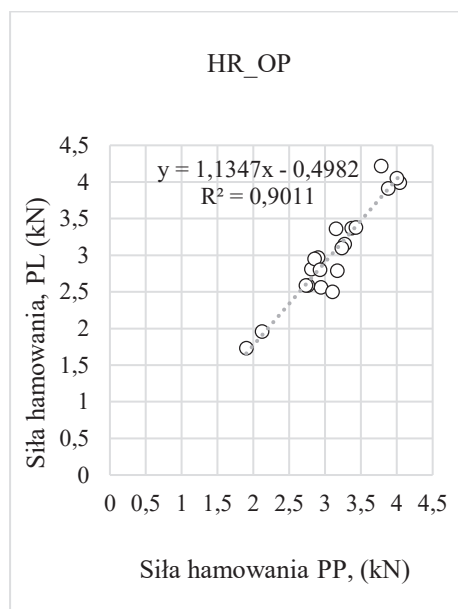
Fig. 86. Maximum braking forces of the service-Δ and emergency-○ brakes for the left and right wheels of the rear axle of vehicle No. 2 at various stations



Rys. 87. Różnice sił hamowania lewego i prawego koła osi tylnej dla hamulca roboczego i awaryjnego pojazdu nr 2

Fig. 87. Differences in braking forces of the left and right wheel of the rear axle for the service and emergency brakes of vehicle No. 2 at various stations

Badania pojazdu nr 3, które objęły największą liczbę stanowisk, wykazały wśród badanych pojazdów największe różnice pomiędzy pomiarami na różnych stacjach kontroli pojazdów.



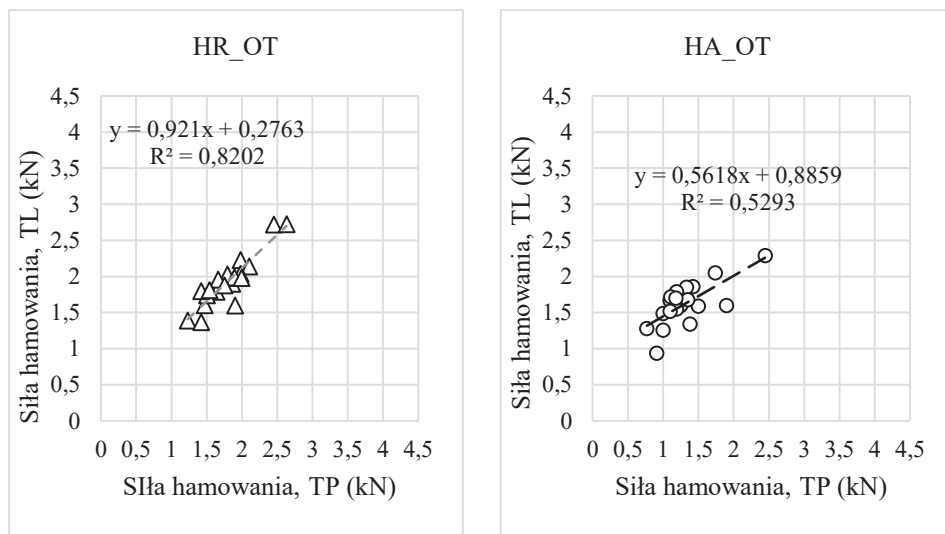
Rys. 88. Zestawienie maksymalnych sił hamowania hamulcem roboczym dla lewego i prawego koła osi przedniej pojazdu nr 3 na różnych stanowiskach

Fig. 88. Maximum braking forces of the service brake of the left and right wheels of the front axle vehicle No. 3 at various stations

Rys. 89. Różnice sił hamowania lewego i prawego koła osi przedniej dla hamulca roboczego pojazdu nr 3 na różnych stanowiskach

Fig. 89. Differences of braking forces of the left and right wheels of the front axle for the service brake vehicle No. 3 at various stations

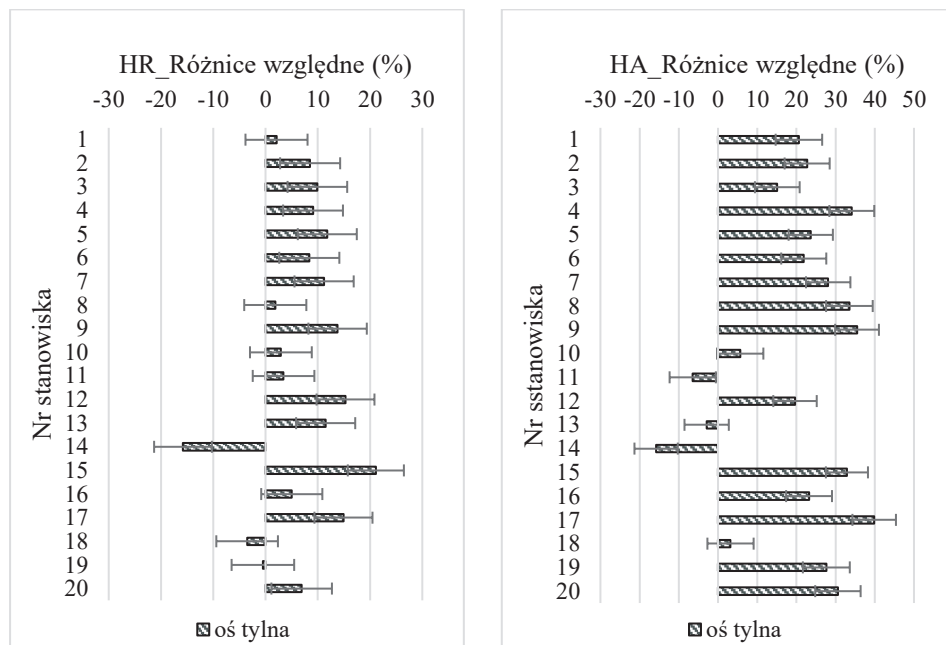
W wypadku osi przedniej bardziej wyraźnie rysuje się wzajemna liniowa zależność zmierzonych sił hamowania lewego i prawego koła (rys. 88), co może świadczyć o stosunkowo równomiernie wykalibrowanych zespołach rolkowych lewej i prawej strony poszczególnych stanowisk. Z drugiej jednak strony takie rozłożenie punktów na wykresie i dobre dopasowanie linii trendu może wynikać z dużego zróżnicowania stanowisk pod względem poprawności wskazań. Duże rozbieżności mierzonych sił rozciągają wykres i sprawiają, że dopasowanie linii trendu jest łatwiejsze. Należy jednak zauważyć, że względne różnice sił hamowania zmierzone na poszczególnych urządzeniach są podobnie wysokie jak w przypadku poprzednich pojazdów (rys. 89). Maksymalna wartość różnicy lewej i prawej strony wynosi (-19,3%) i została zmierzona na stanowisku nr 14. Druga w kolejności jest wartość (-13%) zmierzona na st. nr. 7. Są również wartości dodatnie, a największa to 10,4%. Rozstęp obserwowanych wartości wynosi 29,7%, natomiast odchylenie standardowe względnych różnic dla populacji uwzględnianych stanowisk (6,76%) jest zbliżone do wartości uzyskanych dla pojazdów 1 i 2.



Rys. 90. Zestawienie maksymalnych sił hamowania hamulcem roboczym-Δ i hamulcem awaryjnym-○ dla lewego i prawego koła osi tylnej pojazdu nr 3

Fig. 90. Maximum braking forces of the service-Δ and emergency-○ brakes for the left and right wheels of the rear axle of vehicle No. 3 at various stations

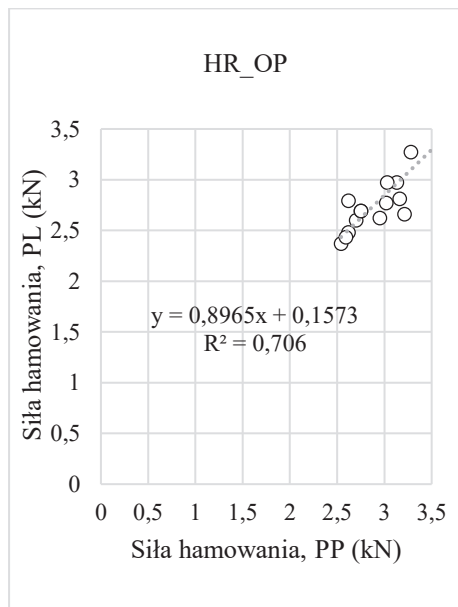
Dla osi tylnej hamulca roboczego oraz awaryjnego (rys. 90) obserwować można niższe niż dla osi przedniej wartości sił hamowania, a punkty im odpowiadające są mniej rozproszone na obszarze wykresu. Jednakże z uwagi na mniejsze wartości bezwzględne, ich względne różnice osiągają wartości większe, tj. od (-16%) do 21% dla hamulca roboczego oraz od (-16%) do 40% dla hamulca awaryjnego (rys. 91). Rozstępy wyników dla tych hamulców osiągają zatem bardzo wysokie wartości 36,9% (roboczy) i 55,6% (awaryjny). Natomiast średnie wartości wynoszą 6,9% dla hamulca roboczego i 19,6% dla awaryjnego, odchylenia standardowe odpowiednio 7,82% i 14,94%. Dla większości stanowisk różnice te osiągają wartości dodatnie, czyli przeważa siła hamowania lewego koła, osiągając wartości przekraczające 20% aż w 13 stacjach. Na uwagę zasługuje stanowisko nr 14, na którym osiągnięta jest duża przewaga prawego koła (czyli znacząca wartość ujemna) i ma to miejsce jednocześnie w przypadku obydwu rodzajów hamulców. Podobne odstępstwa pojawiają się także na stanowiskach 11, 13 i 18. Stanowisko nr 14 także podczas pomiaru sił hamowania hamulca roboczego przedniej osi wykazało podobną tendencję do wskazania znacznie niższej wartości dla lewego koła i tym samym przyczyniło się do zarejestrowania największej różnicy funkcjonowania stanowisk w zakresie pomiaru różnicy sił hamowania lewej i prawej strony. Może to świadczyć o znacznie odbiegającym stanie technicznym tego urządzenia od pozostałych, o jego rozregulowaniu lub także o niewłaściwie przeprowadzonej adjustacji.



Rys. 91. Różnice sił hamowania lewego i prawego koła osi tylnej dla hamulca roboczego i awaryjnego pojazdu nr 3

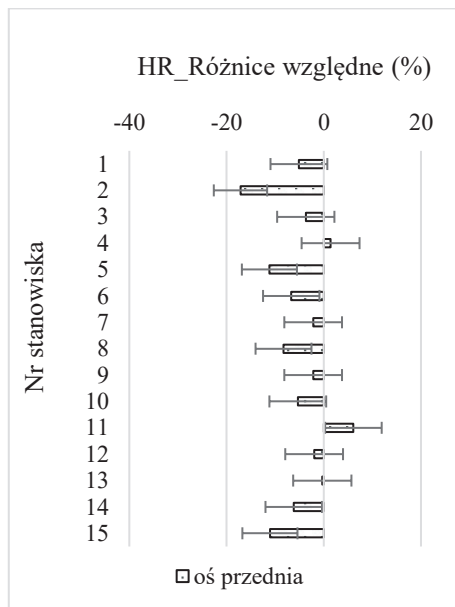
Fig. 91. Differences in braking forces of the left and right wheel of the rear axle for the service and emergency brakes vehicle No. 3 at various positions

Badania pojazdu nr 4 pozwoliły ponadto zaobserwować ciekawe wyniki, ponieważ, o ile w przypadku osi przedniej hamulca roboczego (rys. 92 i rys. 93) wykazały podobieństwo do poprzednich pojazdów, o tyle w przypadku osi tylnej ujawniły dużo większe różnice (rys. 94, rys. 95).



Rys. 92. Zestawienie maksymalnych sił hamowania hamulcem roboczym dla lewego i prawego koła osi przedniej pojazdu nr 4 na różnych stanowiskach

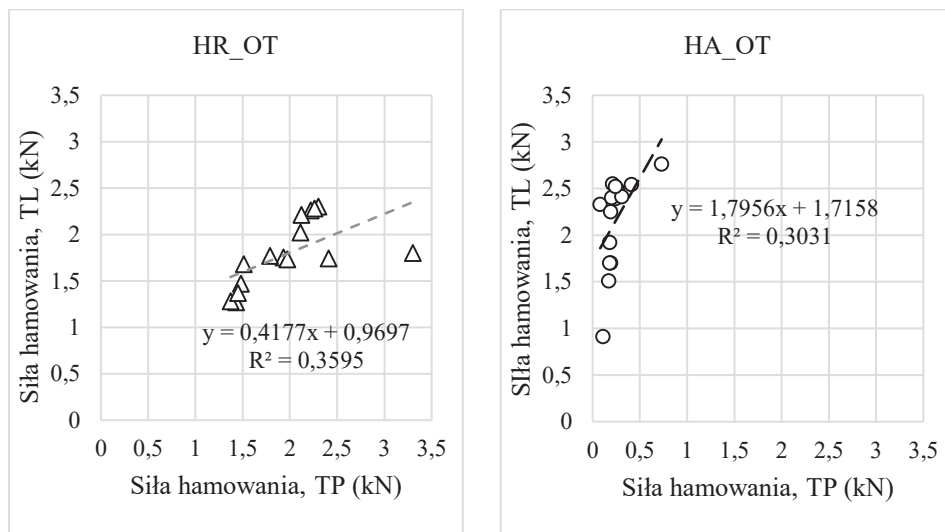
Fig. 92. Maximum braking forces of the service brake of the left and right wheels of the front axle vehicle No. 4 at various stations



Rys. 93. Różnice sił hamowania lewego i prawego koła osi przedniej oraz tylnej dla hamulca roboczego pojazdu nr 4 na różnych stanowiskach

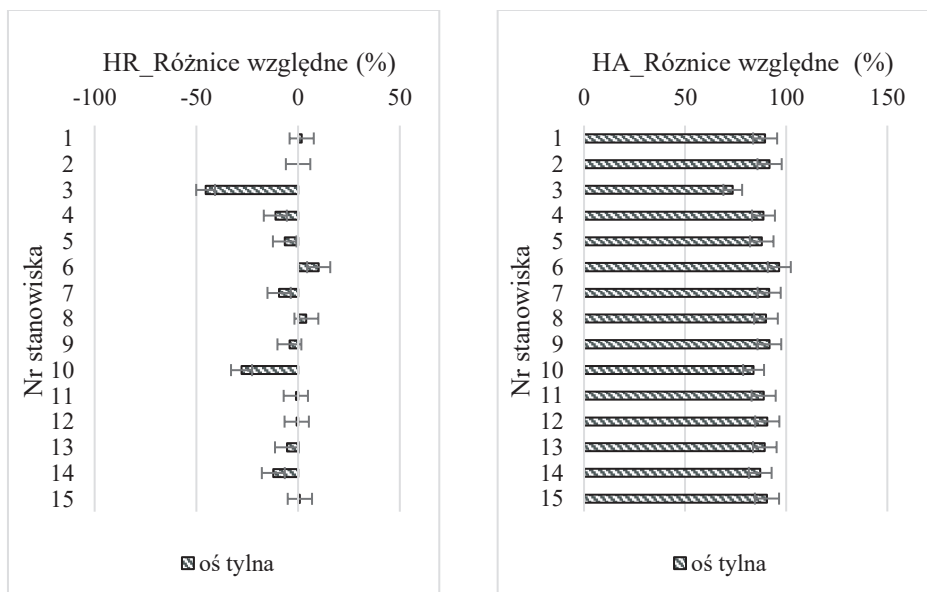
Fig. 93. Differences of braking forces of the left and right wheels of the front axle for the service brake vehicle No. 1 at various stations

Dla osi przedniej średnia różnica zmierzona na stanowiskach wynosiła -4,9%, przy rozstępie wartości wynoszącym 23,22% i odchyleniu równym 5,47%. Analogicznie dla hamulca roboczego osi tylnej te parametry wynosiły odpowiednio: średnia (-7,15%); rozstęp wartości 55,57%, a odchylenie standardowe 13,28%. Natomiast w przypadku hamulca awaryjnego osi tylnej ujawniły skalę jego niedomagań, czego objawem była ekstremalnie duża względna różnica sił hamowania lewego i prawego koła. Awarię tą zarejestrowały wszystkie testowane urządzenia, co należy uznać za pozytywny aspekt badań, ponieważ nie pojawiła się w tych okolicznościach potencjalna możliwość dopuszczenia do ruchu pojazdu w ewidentnie wadliwym stanie technicznym. Zmierzona w tym wypadku różnica sił hamowania lewej i prawej strony wyniosła średnio 88,77%; a słuszność wyniku potwierdzają umiarkowany rozstęp wartości uzyskanych na poszczególnych stanowiskach (23,02%) oraz stosunkowo niskie odchylenie standardowe 4,86%.



Rys. 94. Zestawienie maksymalnych sił hamowania hamulcem roboczym- Δ i hamulcem awaryjnym- $\circ$ dla lewego i prawego koła osi tylnej pojazdu nr 4

Fig. 94. Maximum braking forces of the service- Δ and emergency- $\circ$ brakes for the left and right wheels of the rear axle of vehicle No. 4 at various stations



Rys. 95. Różnice sił hamowania lewego i prawego koła osi tylnej dla hamulca roboczego i awaryjnego pojazdu nr 4 na różnych stanowiskach

Fig. 95. Differences in braking forces of the left and right wheel of the rear axle for the service and emergency brakes vehicle No. 4 at various positions

Abstrahując od wyników uzyskanych na różnych stanowiskach należy przypuszczać, że najprawdopodobniej awaria związana była z uszkodzeniem mechanizmu uruchamiającego hamulec awaryjny prawego koła. Przemawia za tym fakt, że hamulec roboczy tylnej osi osiągał średnie siły hamowania dla lewej i prawej strony wynoszące 1,75 kN i 1,97 kN, wykazując przewagę prawego koła (średnio -7,15%). To z kolei świadczy o tym, że elementy cierne oraz mechanizm uruchamiania hamulca roboczego, stanowiący również podstawę działania hamulca awaryjnego, były w stanie umożliwiającym jego uruchomienie. Możliwą przyczyną może być uszkodzenie pancerza linki uruchamiającej hamulec awaryjny.

8.3.3. Analiza wartości wskaźników skuteczności hamowania

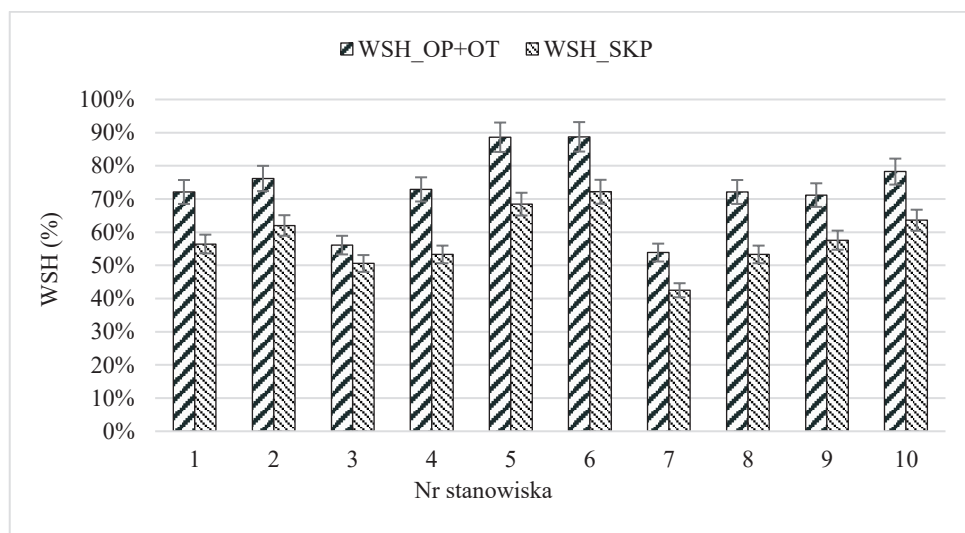
Wyniki wskaźników skuteczności hamowania wynikają z wyników sił hamowania oraz ciężaru pojazdu. Rozporządzenie zakłada wyznaczanie wskaźnika skuteczności hamowania w oparciu o d.m.c. pojazdu. W przypadku gdyby wartość w ten sposób wyznaczona nie osiągnęła wartości minimalnej wymaganej, wówczas należy wyznaczyć tzw. wartość obliczeniową WSH w oparciu o współczynnik przeliczeniowy wyznaczony na podstawie stosunku dopuszczalnego nacisku na pedał hamulca (Dz. U. poz. 2022, 2016) do nacisku, jaki został zarejestrowany podczas pomiaru. Niestety wymagania te są rzadko respektowane, a dodatkowo diagnozy podczas pomiarów nie wykorzystują miernika nacisku na pedał hamulca. Podobnie było też w przypadku opisywanych badań i w związku z tym przeliczenia takie nie były możliwe, choć w kilku przypadkach wartości WSH były niższe od wymaganych.

Przyjmowanie do obliczeń dopuszczalnej masy całkowitej wobec mniejszej wartości masy pojazdu podczas badania zaniża wartość współczynnika WSH. Wyznaczenie tej wielkości w oparciu o wartość masy pojazdu podczas badania wydaje się bardziej obiektywne, jednakże nie wszystkie urządzenia do badania sił hamowania dysponują możliwością pomiaru masy pojazdu. Odnosi się to głównie do pojazdów o dopuszczalnej masie całkowitej powyżej 3,5 t. W tym przypadku wymagane byłoby stanowisko wagowe i system dociążania osi pojazdu na każdej okręgowej stacji kontroli pojazdów, a to znacznie podniosłoby i tak już wysokie koszty funkcjonowania stacji tego rodzaju.

Jeżeli stacja kontroli pojazdów dysponuje stanowiskiem do kontroli skuteczności tłumienia drgań w zawieszeniu pojazdów i jest to urządzenie tego samego producenta, co stanowisko rolkowe, to możliwe jest wykorzystanie informacji o naciskach poszczególnych kół i osi, a tym samym nacisku całego pojazdu do wyznaczenia wartości WSH. Niestety możliwość wykorzystania zmierzonej tym sposobem masy nie została formalnie przewidziana. Analiza przyczyn jest niejasna i trudna do racjonalnego wytłumaczenia szczególnie w przypadku pojazdów o dopuszczalnej masie całkowitej do 3,5 t, gdzie bieżące naciski pojazdów są dostępne. Należy zauważyć, że w przypadku wykorzystywania do oceny działania układu hamulcowego opóźnieniomierza wartość WSH określa się na podstawie zmierzonego opóźnienia hamowania, a masa pojazdu (również mniejsza niż dopuszczalna) nie jest w żaden sposób korygowana.

W dalszej analizie wyników zaprezentowano wartości WSH wyznaczone w oparciu o zmierzone podczas testów naciski kół oraz w oparciu o dopuszczalną masę całkowitą pojazdu odczytaną z dowodu rejestracyjnego.

Na ilustracji (rys. 96) można zaobserwować dużą zmienność wskaźnika skuteczności hamowania wyznaczanego na podstawie zmierzonych nacisków pojazdu (WSH_OP+OT) oraz w odniesieniu do nacisku od dopuszczalnej masy całkowitej (WSH_SKP) dla pojazdu nr 1 w poszczególnych stacjach kontroli pojazdów dla hamulca roboczego. Wartości te charakteryzują się większym względnym rozrzutem niż siły hamowania, gdyż obciążone są dodatkowo zależnością od ciężaru pojazdu, co także wpływa na wartość dopuszczalnego błędu, jaki należy przewidzieć dla wskaźnika skuteczności hamowania.

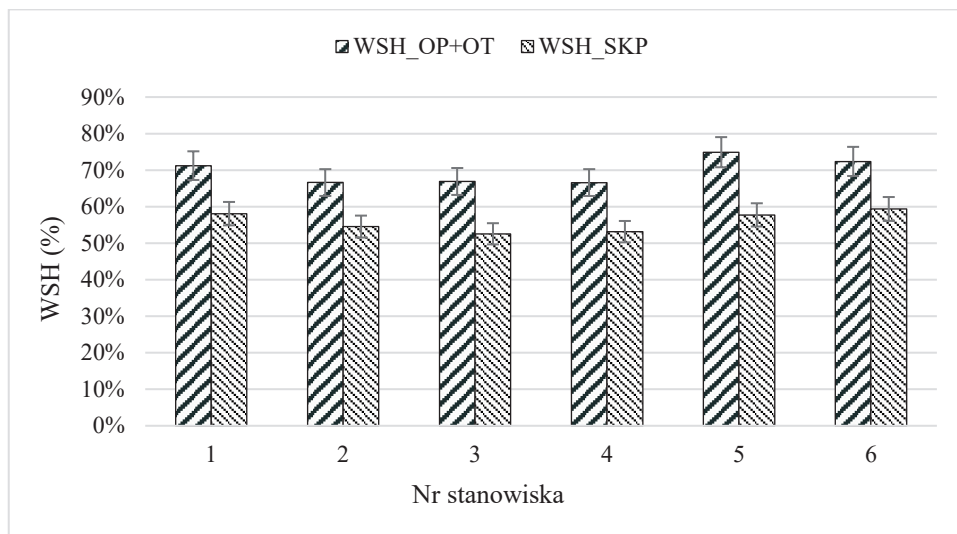


Rys. 96. Wskaźnik skuteczności hamowania wyznaczony w oparciu o zmierzone naciski oraz w oparciu o dopuszczalną masę całkowitą pojazdu nr 1

Fig. 96. Braking performance index determined on the basis of measured loads (OP+OT) and on the permissible gross vehicle mass (SKP) of vehicle No. 1

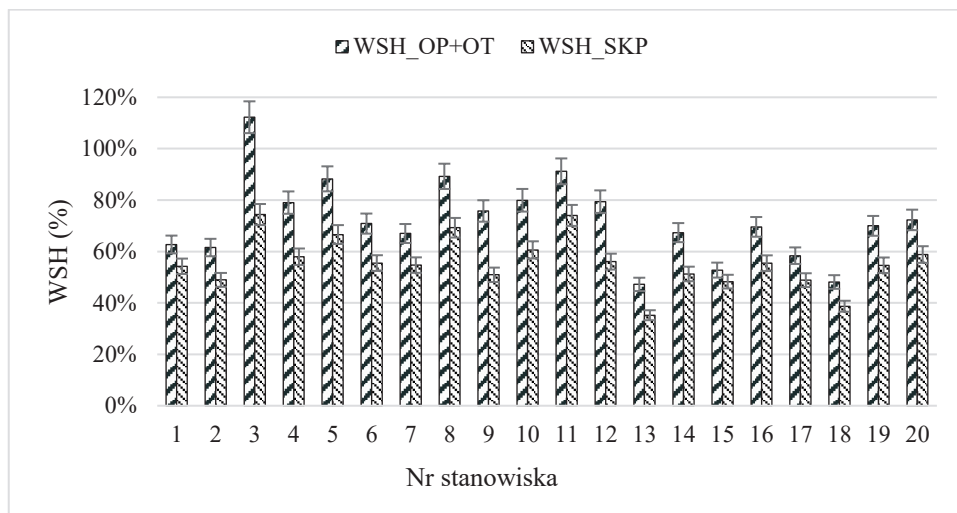
Obserwowana wartość średnia WSH_OP+OT dla całego pojazdu jest na poziomie 72,5%. Rozstęp wartości wynosi średnio ok. 34,9%, a więc jest to wartość stosunkowo duża w odniesieniu do średniej. Maksymalna wartość WSH_OP+OT odnotowana dla pojazdu nr 1 to 88,7%, natomiast minimalna to 53,8%. Odchylenie standardowe wynosi ok. 11%. W odniesieniu do dopuszczalnej masy, maksymalna wyznaczona wartość WSH_SKP to 72,1%, minimalna 42,5%, a średnia 58%. Rozstęp wartości wynosi 29,7%, a odchylenie standardowe ok. 8%. Biorąc pod uwagę kryteria dopuszczenia pojazdu do ruchu, w przypadku stacji nr 7 nie były one spełnione. W pozostałych przypadkach były spełnione, ale margines tolerancji był niewielki. Gdyby natomiast oceniać wartości zmierzone na stanowiskach (WSH_OP+OT) to wszystkie wyniki kwalifikowałyby pojazd, jako zdolny do dalszej eksploatacji.

W przypadku pojazdu nr 2 wszystkie wyniki WSH, zarówno bieżące i te wyznaczone dla d.m.c. nie wskazują na nieprawidłowości dotyczące pojazdu, choć również nie świadczą o wysokim stopniu sprawności hamulców.



Rys. 97. Wskaźnik skuteczności hamowania wyznaczony w oparciu o zmierzone naciski oraz w oparciu o dopuszczalną masę całkowitą pojazdu nr 2

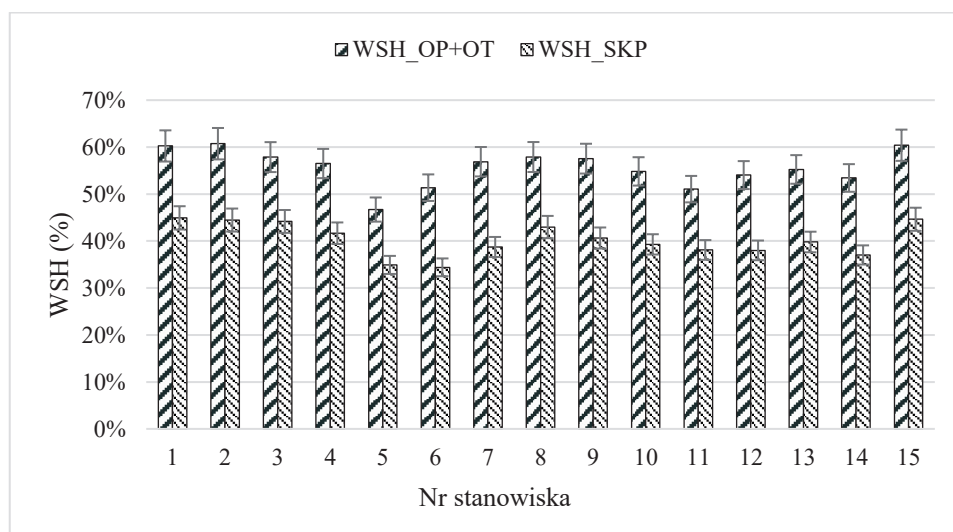
Fig. 97. Braking performance index determined on the basis of measured loads (OP+OT) and on the permissible gross vehicle mass (SKP) of vehicle No. 2



Rys. 98. Wskaźnik skuteczności hamowania wyznaczony w oparciu o zmierzone naciski oraz w oparciu o dopuszczalną masę całkowitą pojazdu nr 3

Fig. 98. Braking performance index determined on the basis of measured loads (OP+OT) and on the permissible gross vehicle mass (SKP) of vehicle No. 3

Dla hamulca roboczego pojazdu nr 3 na ilustracji (rys. 98) można zaobserwować bardzo duże rozbieżności wyników na poszczególnych stanowiskach. Obserwowana wartość średnia WSH_OP+OT wynosi 72,2%. Rozstęp wartości jest bardzo duży i wynosi 65%. Maksymalna wartość odnotowana to 112,2%, natomiast minimalna to 47,2%. Odchylenie standardowe wynosi 15,4%. Znacznie niższe wartości odnotowane były dla dopuszczalnej masy całkowitej. Maksymalna wartość WSH_SKP to 74,4%, minimalna 35,2%, średnia osiąga 55,7%, a rozstęp 39,2%. Odchylenie standardowe przyjmuje wartość 9,8%. Okazało się, że 25% stacji kontroli pojazdów biorących udział w badaniach tego pojazdu wydałoby negatywną ocenę ze względu na wartość urzędową wskaźnika skuteczności hamowania. W pozostałych przypadkach wynik byłby pozytywny, a niektóre wyniki osiągały wartość nawet powyżej 70%. Jak widać prawdopodobieństwo negatywnego wyniku przeglądu technicznego w tym przypadku wyniosło 0,25.



Rys. 99. Wskaźnik skuteczności hamowania wyznaczony w oparciu o zmierzone naciski oraz w oparciu o dopuszczalną masę całkowitą pojazdu nr 4

Fig. 99. Braking performance index determined on the basis of measured loads (OP+OT) and on the permissible gross vehicle mass (SKP) of vehicle No. 4

Najniższe wyniki odnotował pojazd nr 4. Obserwowana wartość średnia WSH_OP+OT wyniosła 55%. Rozstęp był stosunkowo niewielki, bo tylko 14%, a maksymalna wartość to 60,7%, zaś minimalna to 46,7%, a odchylenie standardowe to niecałe 4%. Dla dopuszczalnej masy maksymalna wyznaczona wartość WSH_SKP to już tylko 44,9%, minimalna 34,4%, a średnia 40,2%. Rozstęp wartości wynosił 10,5%, natomiast odchylenie standardowe - ok. 3,4%. We wszystkich przypadkach pojazd nie powinien zostać dopuszczony do ruchu. Paradoksalnie nie jest to zły wynik. Badaniu podlegały, bowiem urządzenia na stacjach i one zgodnie wykazały niezdatny stan pojazdu. Warto zauważyć, że wyniki były relatywnie zgodne, o czym świadczy niska wartość odchylenia standardowego i niski współczynnik

zmienności (8,4%). Więcej szczegółów oraz wyniki dotyczące oceny hamulca awaryjnego zamieszczono w tab. 57 zawierającej parametry oceny zmienności WSH.

Tabela 57.

Zestawienie parametrów oceny zmienności wartości wskaźnika skuteczności hamowania uzyskanych dla pojazdów nr 1, 2, 3 oraz 4

Table 57.

List of parameters of the variability assessment for the braking performance index obtained for vehicles No. 1, 2, 3 and 4

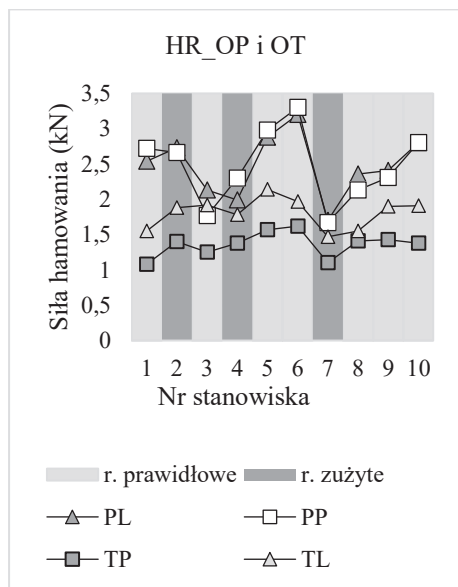
Lp.	Wielkość	WSH – wskaźnik skuteczności hamowania, (%)				
		HR	HR	HR	HR	HA
		nacisk OP	nacisk OT	nacisk OP+OT	nacisk dmc	nacisk dmc
Pojazd nr 1						
1	Max	97	84	89	72	23
2	Min	52	56	54	42	13
3	Rozstęp	44	28	35	30	10
4	Mediana	75	73	73	57	18
5	Średnia	74	71	73	58	18
6	Odchylenie standardowe	14	8	11	8	3
7	Współczynnik zmienności, (%)	18	11	15	14	14
Pojazd nr 2						
1	Max	79	78	75	59	24
2	Min	70	62	67	53	22
3	Rozstęp	9	16	8	7	2
4	Mediana	71	64	69	56	24
5	Średnia	73	67	70	56	23
6	Odchylenie standardowe	3	6	3	3	1
7	Współczynnik zmienności, (%)	4	9	5	5	4
Pojazd nr 3						
1	Max	111,7	113,1	112,2	74,4	26,7
2	Min	44,3	41,4	47,2	35,2	10,4
3	Rozstęp	67,4	71,7	65,0	39,2	16,3
4	Mediana	69,7	72,4	70,4	55,1	16,0
5	Średnia	73,4	70,7	72,2	55,7	16,5
6	Odchylenie standardowe	16,4	15,8	15,4	9,8	3,4
7	Współczynnik zmienności, (%)	22	22	21	18	21

Lp.	Wielkość	WSH – wskaźnik skuteczności hamowania, (%)				
		HR	HR	HR	HR	HA
		nacisk OP	nacisk OT	nacisk OP+OT	nacisk dmc	nacisk dmc
Pojazd nr 4						
1	Max	70	68	61	45	15
2	Min	50	36	47	34	4
3	Rozstęp	20	33	14	11	10
4	Mediana	57	55	57	40	11
5	Średnia	58	53	56	40	10
6	Odchylenie standardowe	5	10	4	3	2
7	Współczynnik zmienności, (%)	9	19	7	8	24
8	Zakres wartości	100	100	100	100	100
9	Błąd bezwzględny dopuszczalny	2,75	2,75	5,5	5,5	2,75

8.3.4. Dyskusja wyników sił hamowania

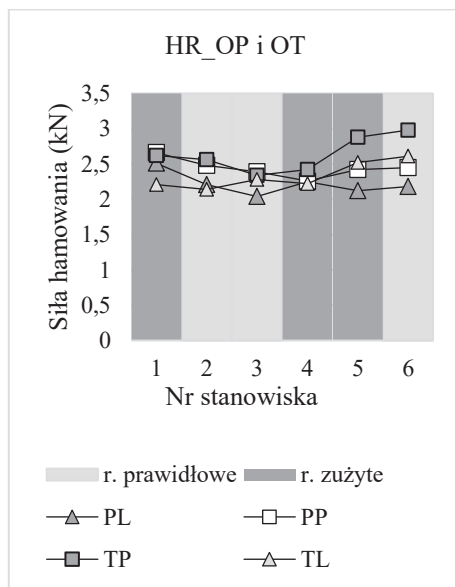
Analizując czynniki mogące mieć bezpośredni wpływ na zróżnicowanie sił hamowania zmierzonych dla pojazdów odniesienia na różnych stanowiskach pomiarowych należy wskazać w pierwszej kolejności warunki współpracy kół z powierzchniami rolek tych urządzeń.

W szczególności to współczynnik przyczepności kół do podłoża decyduje o uzyskiwanych siłach stycznych. W tym przypadku należy zauważyć, że we wszystkich testach dla danego pojazdu wykorzystywane były te same opony, a powierzchnia rolek była sucha. Jednakże stan nawierzchni rolkowych różnił się wskutek zużycia eksploatacyjnego. Wysokie wartości sił hamowania uzyskano dla urządzeń najnowszych, wykonanych z wykorzystaniem żywicznych lepiszczy i kruszywa gwarantującego wysoki współczynnik chropowatości. Zestawienie wyników subiektywnej oceny stanu urządzeń z wynikami sił hamowania (rys. 102) w wielu przypadkach stanowisk pomiarowych potwierdza powyższe spostrzeżenia.



Rys. 100. Wartości sił hamowania zmierzone dla hamulca roboczego kół przedniej i tylnej osi oraz stan nawierzchni rolek w badaniach pojazdu nr 1

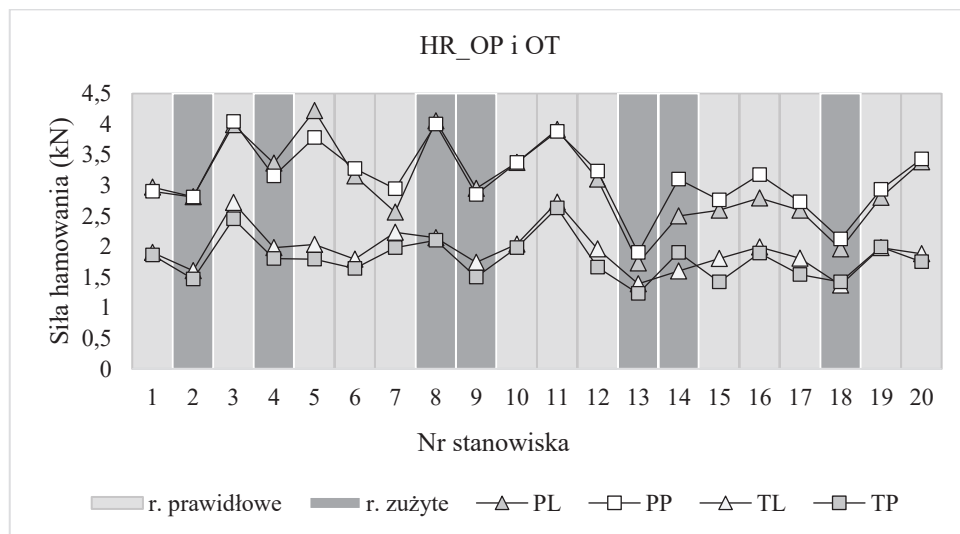
Fig. 100. Braking forces for the service brake of front and rear wheels and the condition of the roll surface in tests of vehicle no. 1



Rys. 101. Wartości sił hamowania zmierzone dla hamulca roboczego kół przedniej i tylnej osi oraz stan nawierzchni rolek w badaniach pojazdu nr 2

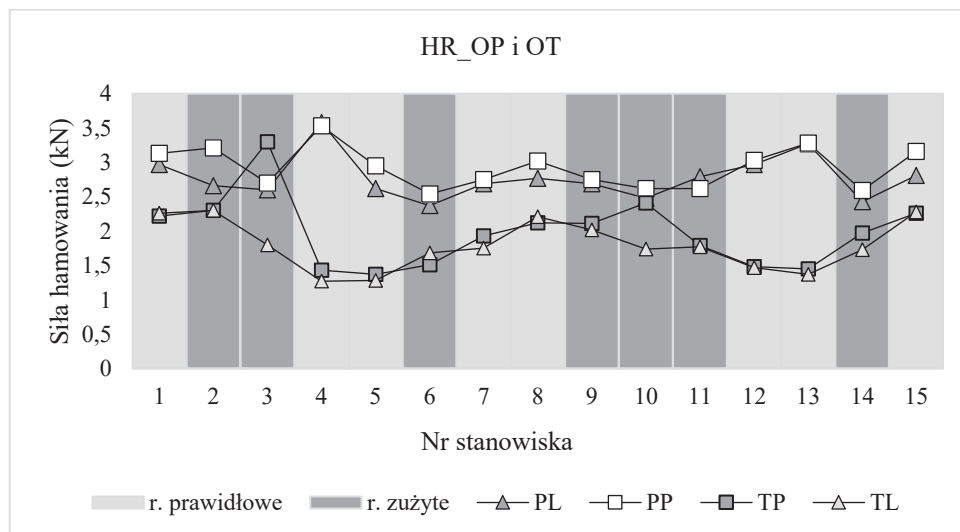
Fig. 101. Braking forces for the service brake of front and rear wheels and the condition of the roll surface in tests of vehicle no. 2

Należy zauważyć, że niektóre urządzenia to urządzenia uniwersalne, czyli służące do badania sił hamowania pojazdów o dopuszczalnej masie całkowitej do i powyżej 3,5 t. Oznacza to, że jeżeli są to urządzenia, na których badane są pojazdy o nacisku osi oscylującym w granicach ok. 100 kN, wówczas rozwijane siły hamowania mogą osiągać wartości do ok. 25 kN na pojedyncze koło, co sprawia, że są to siły blisko 10-krotnie większe niż w przypadku samochodów osobowych. Ponieważ materiał na powierzchni rolek tych urządzeń jest taki sam, jak na powierzchni rolek dedykowanych wyłącznie do samochodów o dopuszczalnej masie całkowitej do 3,5 t, to należy się spodziewać, że może się on zużywać szybciej.



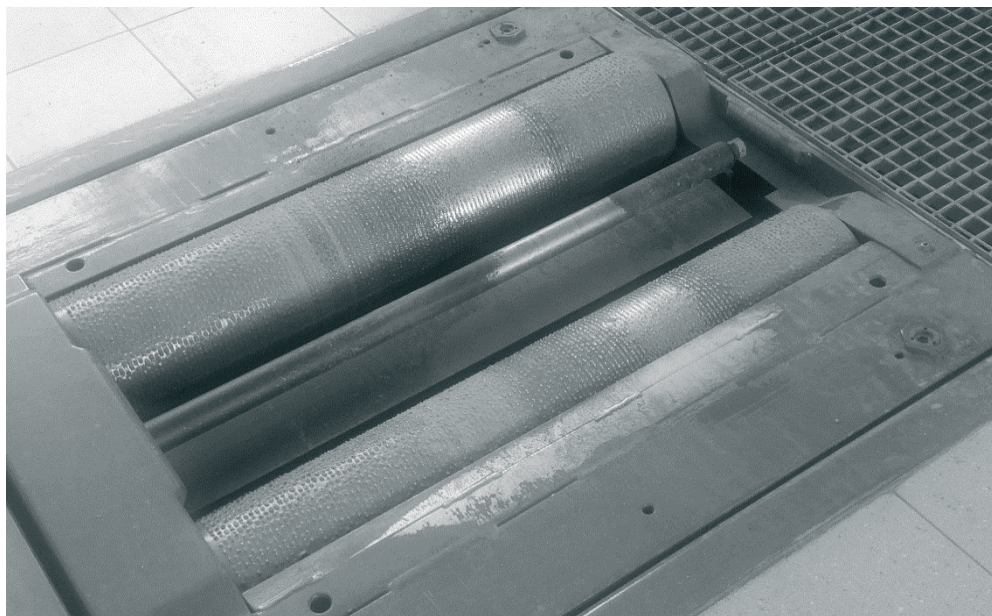
Rys. 102. Wartości sił hamowania zmierzone dla hamulca roboczego kół przedniej i tylnej osi oraz stan nawierzchni rolek w badaniach pojazdu nr 3

Fig. 102. Braking forces for the service brake of front and rear wheels and the condition of the roll surface in tests of vehicle no. 3



Rys. 103. Wartości sił hamowania zmierzone dla hamulca roboczego kół przedniej i tylnej osi oraz stan nawierzchni rolek w badaniach pojazdu nr 4

Fig. 103. Braking forces for the service brake of front and rear wheels and the condition of the roll surface in tests of vehicle no. 4



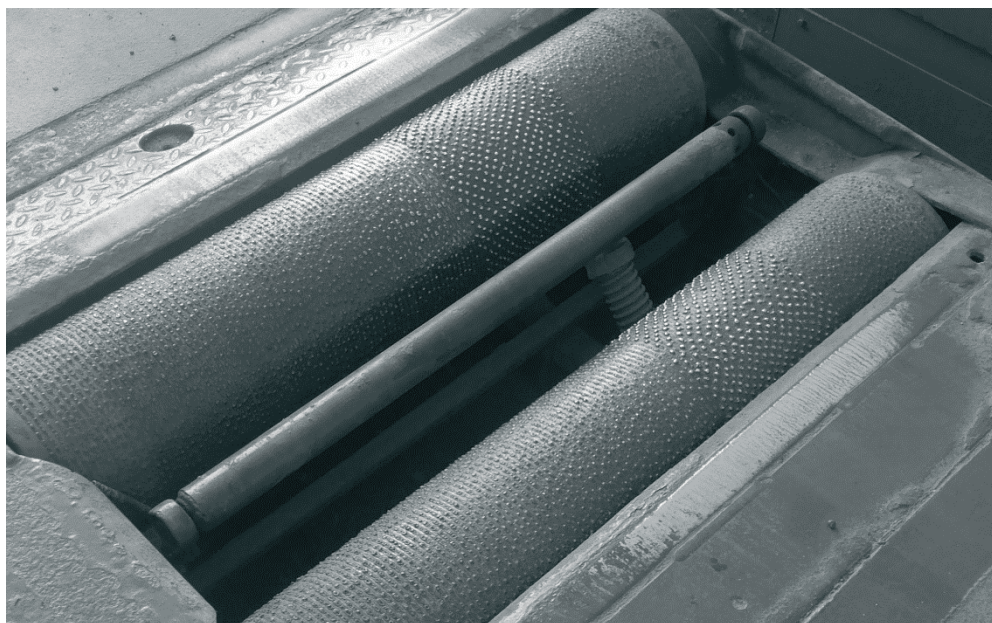
Rys. 104. Widok urządzenia rolkowego o zużytej powierzchni rolek (fot. KEiŚT)

Fig. 104. View of the roller brake tester of worn roller surface (photo by KEiŚT)

W przypadku rolek o zużytej powierzchni należy ponadto zwrócić uwagę na miejsce ustawienia pojazdu na rolkach. Jeżeli większość badanych na stanowisku pojazdów to samochody osobowe, to biorąc pod uwagę, że rozstaw ich kół jest podobny i przeciętnie wynosi ok. 1,5 m, silniej będą się zużywać miejsca, gdzie ustawiane są takie pojazdy (rys. 104). Najczęściej są one ustawiane symetrycznie w osi stanowiska. To sprawia, że ten sam obszar rolek jest najczęściej wykorzystywany i zużywa się najintensywniej. Można zatem przypuszczać, że jeżeli pojazd byłby ustawiony bardziej po lewej lub bardziej po prawej stronie stanowiska, to wyniki pomiarów sił hamowania byłyby odmienne i inne byłyby także wartości różnic tych sił, co niewątpliwie także mogło mieć miejsce podczas przeprowadzania niniejszych badań. Są też podejmowane zabiegi regeneracyjne powierzchni rolek (rys. 105), jednakże ich efekty należałoby zweryfikować.

W związku z powyższym można przyjąć, że każdy wynik mógł być poprawny, ponieważ oddawał obraz sił hamowania uzyskanych na danym urządzeniu i w danych warunkach, a siły te podczas pomiaru mogły uzyskiwać właśnie takie, jak zmierzone wartości. Jednakże nie zmienia to faktu, że wskazania poszczególnych urządzeń bardzo się różniły, a to mogłoby mieć wpływ na decyzję o dopuszczeniu pojazdu do ruchu.

Różnice pomiędzy poszczególnymi urządzeniami, w przypadku pomiaru sił hamowania dla tego samego koła, osiągnęły wartości różniące się nawet o ponad 100% (Pojazd nr 3).



Rys. 105. Widok urządzenia rolkowego o regenerowanej powierzchni rolek (fot. KEiŚT)
Fig. 105. View of the roller brake tester of regenerated roller surface (photo by KEiŚT)

Dysponując przedstawionymi informacjami nasuwa się wątpliwość, czy metoda pomiarowa pozwalająca mierzyć wskaźnik skuteczności hamowania jest wystarczająco dobra. Można postawić pytanie, kto za ewentualną sytuację niedopuszczenia pojazdu do ruchu ma być odpowiedzialny, czy właściciel, którego pojazd być może stracił już swoje właściwości techniczne, czy właściciel urządzenia kontrolno-pomiarowego, które z uwagi na nieodpowiednią jakość nawierzchni rolek wykazało niską wartość WSH. Należy podkreślić, że ten sam pojazd, badany na innym stanowisku kontrolnym, w innej stacji kontroli pojazdów, dysponującej rolkami o wysokim współczynniku przyczepności, w świetle wymagań formalnych, hamulce mogłyby mieć sprawne (Dz. U. poz. 776, 2015; Dz. U. poz. 2022, 2016).

8.4. Analiza wyników kontroli ustawienia kół jezdnych

Na podstawie przeprowadzonych testów ustawienia kół jezdnych oraz zarejestrowanych wyników dla ustawienia kół jezdnych pojazdów opracowano ich graficzną interpretację, która pozwala zapoznać się z występującymi w przypadku tych testów rozbieżnościami dotyczącymi poszczególnych urządzeń pomiarowych. Niestety podobnie jak innego rodzaju pomiary, tak również te obciążone są wieloma czynnikami mającymi wpływ na otrzymywane rezultaty. W przypadku testów prawidłowości ustawienia kół, podatność na czynniki niezwiązane bezpośrednio z urządzeniem pomiarowym jest duża (Sitek i Syta, 2011; Gajek i Strzępek, 2016).

Jak wspomniano w rozdziale 6.1.2.3. istota pomiaru polega na przejechaniu kołem przez stanowisko płytowe, jednakże sposób przejazdu oraz stan nawierzchni przed testerem ma

istotne znaczenie dla otrzymanych wyników (Bocheński, 2000; Trzeciak, 2014). Niestety, aby dokonać oceny stanu nawierzchni wymagane byłoby przeprowadzenie bardziej skomplikowanych pomiarów obszaru przed testerem i wjazdem do stacji kontroli. Ogłędziny zewnętrzne nie wskazywały istotnych nieprawidłowości, jednak bardziej dokładna ocena nie była przeprowadzana i związek tego czynnika z wynikami zrealizowanych pomiarów pozostaje nieznany.

Innym niemierzonym podczas testów czynnikiem był czynnik ludzki związany z prawidłowym ustawieniem pojazdu przed i podczas przejazdu przez urządzenie. Nie ustalono, czy diagnosta zachował pierwotny kierunek jazdy, czy może dokonywał nieznacznych korekt przejeżdżając przez płytę. Nieznana była również prędkość pojazdu i nie wiadomo czy jej wartość była stała podczas testu, a także czy pojazd był w fazie przyspieszania czy hamowania. Oczywiście należy zakładać, że diagnosta w każdym przypadku był świadom wymagań związanych z procedurą realizacji testu, jednakże czy procedury te zostały w pełni spełnione nie udało się ustalić, a niestety rozbieżności w tym względzie wykluczyć nie można.

Kolejnym czynnikiem, który mógłby mieć wpływ na wyniki kontroli ustawienia kół jest ciśnienie w ogumieniu, które powinno być skontrolowane i odpowiednio wyregulowane jeszcze przed testem. Jak już wspomniano w metodyce badań, ciśnienie było wyregulowane przed testem na wymaganą przez producenta wartość i we wszystkich testach jego wartość była jednakowa. W związku z tym wpływ tego czynnika (niezwykle istotny) w tym przypadku można wykluczyć. Jednak na uwagę zasługuje fakt, iż tylko w ok. 1/3 przypadków stacji kontroli pojazdów personel stacji inicjował czynności związane z potrzebą dokonania regulacji ciśnienia. Aczkolwiek w tych przypadkach odbywało się to już po wjechaniu na stanowisko diagnostyczne i tym samym po przeprowadzeniu testu prawidłowości ustawienia kół jezdnych.

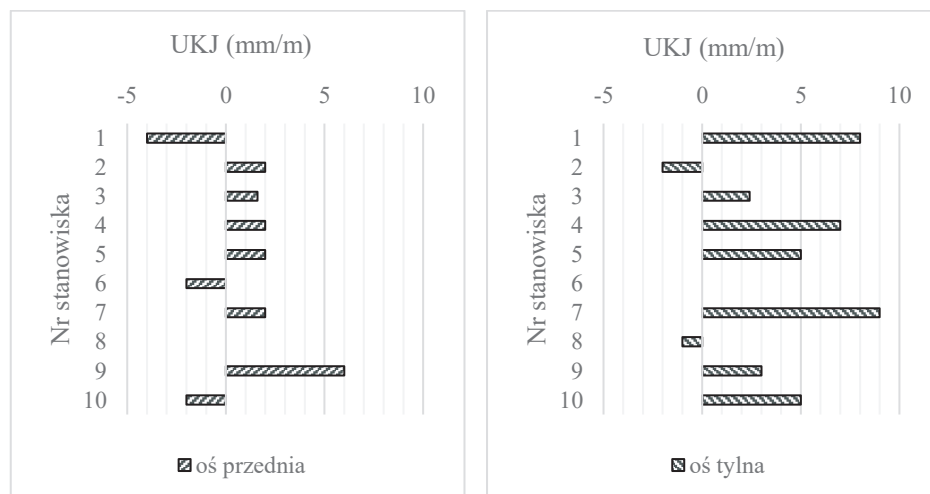
Można zatem przypuszczać, że w wielu przypadkach pomiary tego parametru są realizowane niejako „przy okazji” innych badań i jeżeli wynik jest w granicach tolerancji to zagadnienie to pozostaje bez dalszej analizy. Jak się jednak okazuje wyniki przeprowadzonych testów w zależności od stanowisk były zróżnicowane i wskazywały wartości, które mogły świadczyć o nieprawidłowościach w ustawieniu kół. Taką ewentualność należy jednak wykluczyć z uwagi na to, że przed opisywanymi w pracy badaniami przeprowadzono wstępną kontrolę ustawienia kół przy wykorzystaniu urządzenia do kontroli geometrii ustawienia kół i osi pojazdu typu Geo-test 60 i stwierdzono, że ustawienie kół było prawidłowe (tab. 2).

Skoro jednak wyniki testów wskazywały na nieprawidłowości, a ustawienie kół było, to można zakładać, że również sytuacja odwrotna może mieć miejsce, kiedy to ustawienie kół będzie nieprawidłowe, ale wskazania niektórych urządzeń będą się mieścić w granicach tolerancji. Pozytywny wynik badania należy zatem traktować orientacyjnie, ponieważ brak zarejestrowanego skutku działania siły bocznej może być wynikiem wzajemnego znoszenia się sił składowych, z których każdą powoduje inna usterka geometrii ustawienia kół lub wada ogumienia, co jest również powszechne.

Istnieje możliwość, że dokonana w dalszych etapach kontroli pojazdu ocena ogumienia i jego zużycia wskaże na nieprawidłowości, których test ustawienia kół nie wykazał.

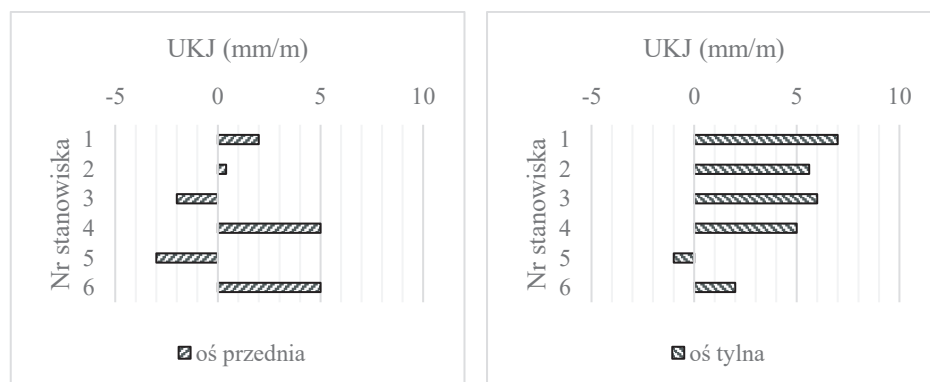
Analizując uzyskane wyniki (rys. 106 do rys. 109) już na wstępie można zauważyć duże różnice wskazań w zależności od wykorzystywanego stanowiska. Dla pojazdu nr 1 średnia wartość odchylenia od prostoliniowego toru dla badanego koła osi przedniej wynosi 0,8 mm/m (mediana 2 mm/m), rozstęp wartości wyników 10 mm/m, a odchylenie standardowe 2,83 mm/m. Według oceny współczynnika zmienności (335%) wyniki charakteryzują się skrajnie dużym zróżnicowaniem. W przypadku osi tylnej wartość średnia wynosiła 4 mm/m, a rozstęp wartości 11 mm/m. Współczynnik zmienności (88%) również potwierdzał zróżnicowanie wy-

ników, a w porównaniu do osi przedniej wyniki charakteryzowały się większą wartością odchylenia standardowego (3,59 mm/m), co również wskazuje na rozbieżności pomiarowe na poszczególnych stanowiskach.



Rys. 106. Ustawienie kół jezdnych osi przedniej i tylnej na różnych stanowiskach pomiarowych dla pojazdu nr 1

Fig. 106. Results of correctness of wheels alignment for the front and rear axle at various test stands for vehicle No. 1

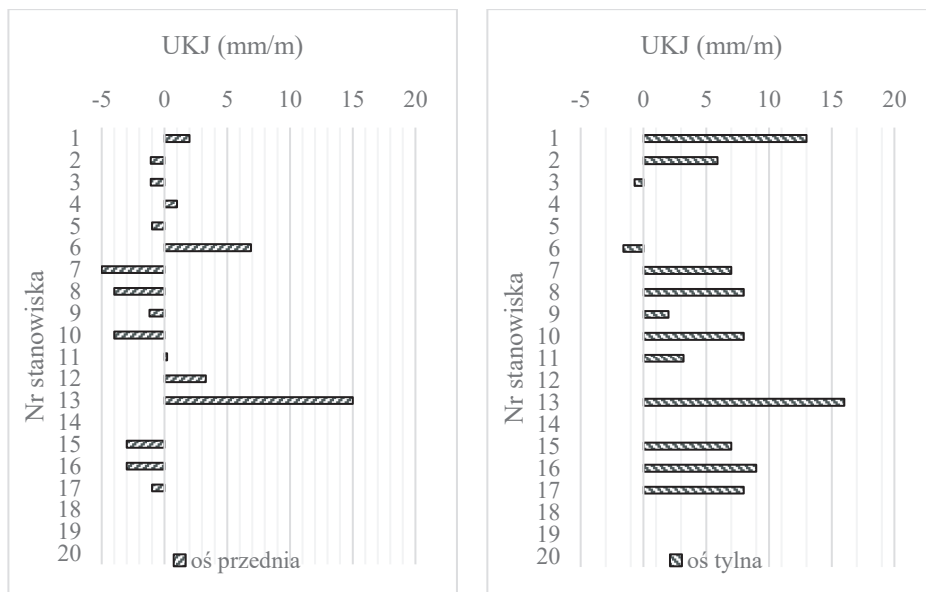


Rys. 107. Ustawienie kół jezdnych osi przedniej i tylnej na różnych stanowiskach pomiarowych dla pojazdu nr 2

Fig. 107. Results of correctness of wheels alignment for the front and rear axle at various test stands for vehicle No. 2

Podobne wyniki uzyskano dla pojazdu nr 2 (rys. 107). Dla osi przedniej średnia to 1,2 mm/m, rozstęp 8 mm/m, a odchylenie standardowe 3,11 mm/m. Dla osi tylnej uzyskano odpowiednio: 4,1 mm/m, 8 mm/m i 2,75 mm/m.

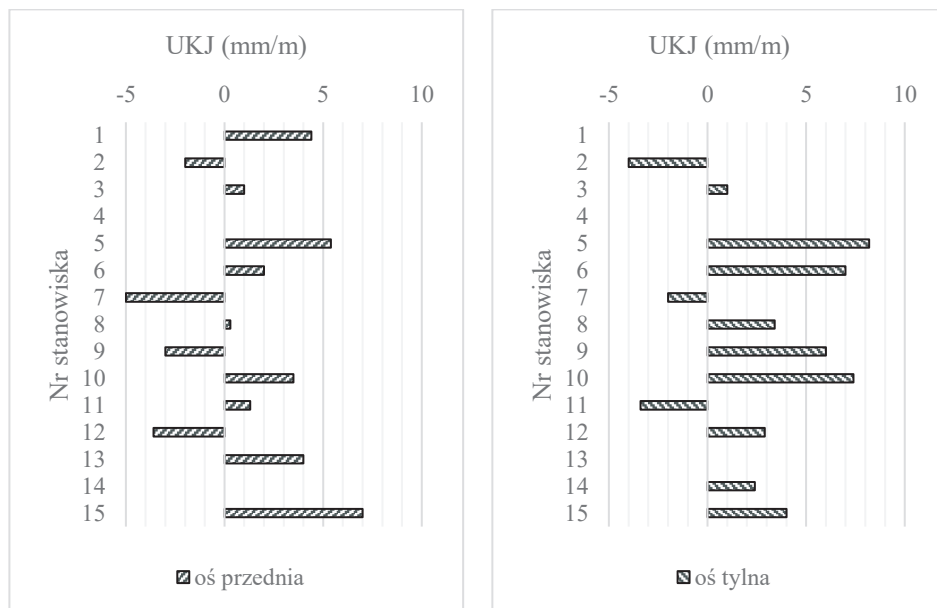
Badając ustawienie kół pojazdu nr 3 (rys. 108) stwierdzono jeszcze większe zróżnicowanie wyników. Średnia ze stanowisk dla osi przedniej wynosiła 0,21 mm/m (GeoTest 60; zbieżność: 0,2 mm), jednakże już rozstęp wyników osiągnął wartość 20 mm/m, a odchylenie standardowe 4,4 mm/m. Dla tylnej osi średnia wyniosła 5,3 mm/m (GeoTest 60; zbieżność: 1,7 mm), rozstęp 17,6 mm/m, a odchylenie 5 mm/m.



Rys. 108. Ustawienie kół jezdnych osi przedniej i tylnej na różnych stanowiskach pomiarowych dla pojazdu nr 3

Fig. 108. Results of correctness of wheels alignment for the front and rear axle at various test stands for vehicle No. 3

Dla ostatniego z badanych pojazdów (rys. 109) stwierdzono podobne rozbieżności. Średnia ze stanowisk dla osi przedniej wynosiła 1,02 mm/m (GeoTest 60; zbieżność: 1,4 mm), rozstęp wyników 12 mm/m, a odchylenie standardowe 3,3 mm/m. Dla tylnej osi było to odpowiednio: 2,35 mm/m (GeoTest 60; zbieżność: -0,2 mm), rozstęp 12,2 mm/m, a odchylenie 3,81 mm/m.



Rys. 109. Ustawienie kół jezdnych osi przedniej i tylnej na różnych stanowiskach pomiarowych dla pojazdu nr 4

Fig. 109. Results of correctness of wheels alignment for the front and rear axle at various test stands for vehicle No. 4

Podsumowując ogólnie wyniki tych pomiarów można zauważyć, że średnie wartości uślizgu nie odbiegają rażąco od wartości zbieżności zmierzonej na innym rodzaju urządzenia, które z założenia jest znacznie dokładniejsze od testera płytowego. Niemniej jednak należy stale pamiętać, że zmierzone wartości nie reprezentują zbieżności, więc trudno się do niej autorytatywnie odnosić.

Natomiast ważne jest stwierdzenie, że wyniki poszczególnych pomiarów znacząco się od siebie różniły, tak więc należy założyć, że niewielki błąd podczas wykonywania testu może zakamufłować usterki układu jezdnego, tak jak miało to miejsce w przypadku wskazań nieprawidłowego ustawienia kół, których w oparciu o inną metodę pomiaru nie stwierdzono.

8.5. Analiza wyników kontroli ustawienia reflektorów

Na wyniki badań ustawienia reflektorów świateł głównych w pojeździe wpływ ma wiele czynników i w dużej mierze są one uzależnione od ścisłego przestrzegania procedury pomiarowej przez osobę dokonującą kontroli. Jako główne z nich, które mają zasadnicze znaczenie dla dokładności pomiaru wymienić należy:

- stan obciążenia pojazdu,
- ustawienie korektora regulacji zasięgu reflektora,
- ciśnienie powietrza w ogumieniu,

- stan nawierzchni przed badanym pojazdem w miejscu ustawienia urządzenia,
- stan wypoziomowania nawierzchni w miejscu ustawienia badanego pojazdu,
- równoległe ustawienie osi optycznej urządzenia pomiarowego i osi symetrii nadwozia pojazdu.



Rys. 110. Pozycjonowanie urządzenia do kontroli reflektorów względem pojazdu (HELLA, 2019)

Fig. 110. Positioning of the headlight tester basing on the vehicle body (HELLA, 2019)

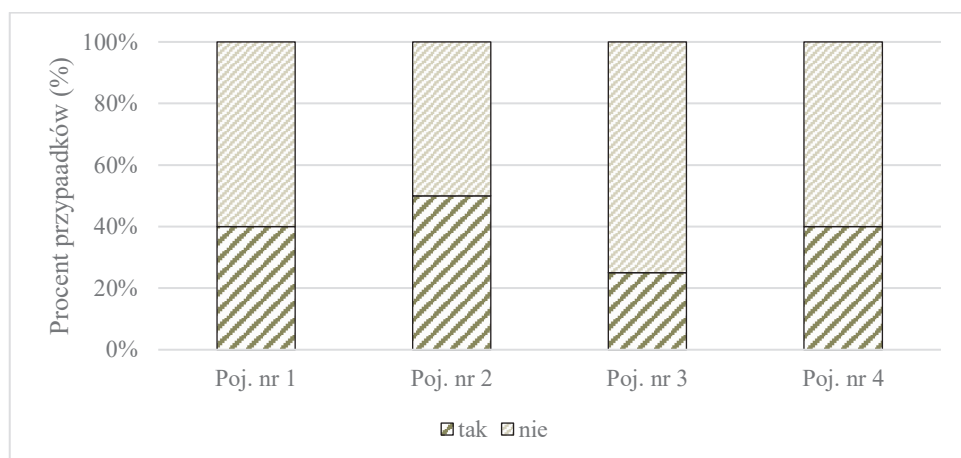
Podczas realizowanych badań obciążenie pojazdu było zgodne z zaleceniami producentów pojazdów oraz utrzymywane w trakcie wszystkich pomiarów w niezmiennym stanie, podobnie jak ustawienie korektora zasięgu światła. Ciśnienie w ogumieniu również miało wymaganą wartość, jednakże zwracano uwagę na działania diagnostów w celu sprawdzenia i ewentualnego skorygowania jego wartości przed pomiarami. Nie był znany stan wypoziomowania nawierzchni stanowisk w miejscach ustawienia pojazdu i urządzenia kontrolnego, choć należy zauważyć, że stanowiska te w momencie odbioru technicznego obiektu musiały spełniać stosowne wymagania (Dz. U. poz. 275, 2006). Ponadto ocena organoleptyczna nie wykazała wyraźnych uszkodzeń nawierzchni w tych obszarach. Zatem należy przyjąć, że w tym zakresie wymagania również zostały spełnione. Ostatnim z ocenianych czynników był sposób ustawiania urządzenia przed pojazdem w celu zachowania równoległości jego osi optycznej z osią symetrii nadwozia pojazdu.

Zestawienie wyników badań pozwala zauważyć, że kontrola ciśnienia w ogumieniu przed pomiarami jest wykonywana raczej rzadko (rys. 111). W przypadku pojazdu nr 1 tylko 20% diagnostów przed przystąpieniem do badań deklarowało potrzebę skontrolowania ciśnienia w ogumieniu. W pozostałych przypadkach taką konieczność wskazało 50%, 25% i niespełna 27% diagnostów odpowiednio dla pojazdów nr 2, 3 i 4. Świadczy to o potencjalnych nieprawidłowościach podczas badań oświetlenia pojazdów, a także innych układów, gdzie ciśnienie w ogumieniu odgrywa znaczenie.



Rys. 111. Wskazanie przez diagnostów potrzeby regulacji ciśnienia w ogumieniu przed testami poszczególnych pojazdów na różnych stacjach

Fig. 111. Cases when diagnosticians indicated the need of adjusting the tire pressure before tests of the vehicles at different stations



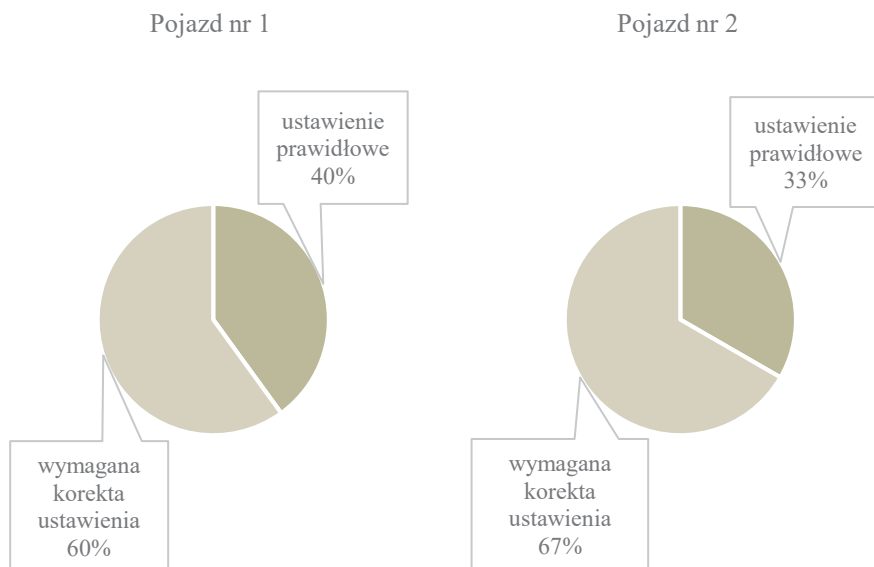
Rys. 112. Przeprowadzenie przez diagnostów pozycjonowania urządzenia do kontroli reflektorów względem pojazdu przed pomiarami na różnych stacjach

Fig. 112. Cases when diagnosticians used the dedicated systems for adjusting headlight testers before tests at different stations

Niestety podobna sytuacja miała miejsce podczas pozycjonowania urządzeń kontrolnych przed pojazdami (rys. 112). Urządzenie należy ustawić z dokładnością równoległości względem osi symetrii pojazdu nie przekraczającą $\pm 15'$. Służą do tego dodatkowe przyrządy pozycjonujące montowane wraz z urządzeniami optycznymi. Jak się jednak okazuje, niekiedy

personel stacji korzysta z innych metod np. ustawienie przyrządu „względem płytek terakoty” na posadzce. Metoda może wymagać mniej czasu, ale nie gwarantuje prawidłowości ustawienia urządzenia względem pojazdu.

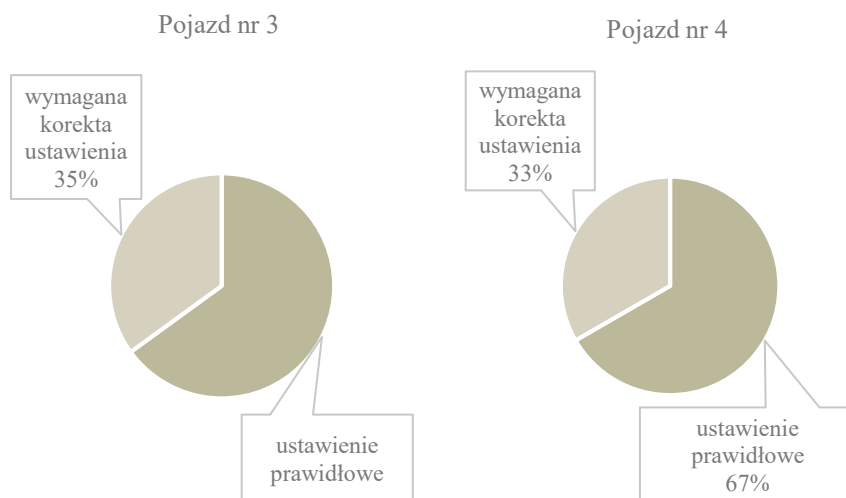
Z dedykowanych metod i przyrządów w celu pozycjonowania urządzenia skorzystano tylko w 40% w przypadku badań pojazdu nr 1, a w pozostałych przypadkach pojazdów nr 2, 3 i 4 odpowiednio w 50%, 25% i 40%. Tego rodzaju odstępstwa wprowadzają ryzyko nieprawidłowego ustawienia reflektorów w płaszczyźnie poziomej i mogą powodować, że reflektory będą za bardzo skierowane w kierunku osi jezdni, przez co mogą oślepiać nadjeżdżających z przeciwną lub w stronę przeciwną i wówczas nie będą doświetlać obszaru przed pojazdem.



Rys. 113. Prawidłowość ustawienia reflektorów dla pojazdów nr 1 i nr 2 na różnych stanowiskach pomiarowych

Fig. 113. The correctness of headlight setting for vehicles No. 1 and No. 2 at various stations

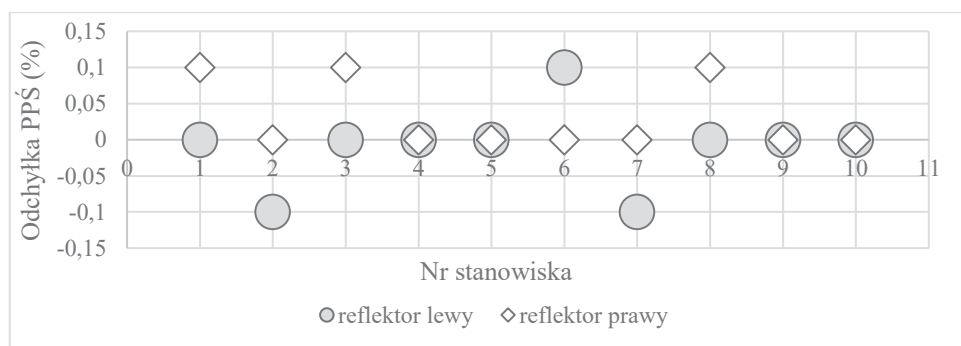
Przechodząc do oceny ustawienia reflektorów dokonanej przez diagnostów na poszczególnych stacjach kontroli pojazdów stwierdzono, że 40% diagnostów badających pojazd nr 1 oceniło ustawienie jego reflektorów jako prawidłowe, w przypadku pojazdu nr 2 takiej oceny dokonało 33% diagnostów, a w przypadku pojazdu nr 3 i pojazdu nr 4 opinię taką wydało odpowiednio 35% i 33% diagnostów (rys. 113, rys. 114). W pozostałych przypadkach stwierdzono potrzebę korekty, jednakże jak już wcześniej podkreślono, miało to również miejsce w przypadkach, w których nie wykorzystano dedykowanego systemu pozycjonowania urządzenia względem pojazdu.



Rys. 114. Prawidłowość ustawienia reflektorów dla pojazdów nr 3 i nr 4 na różnych stanowiskach pomiarowych

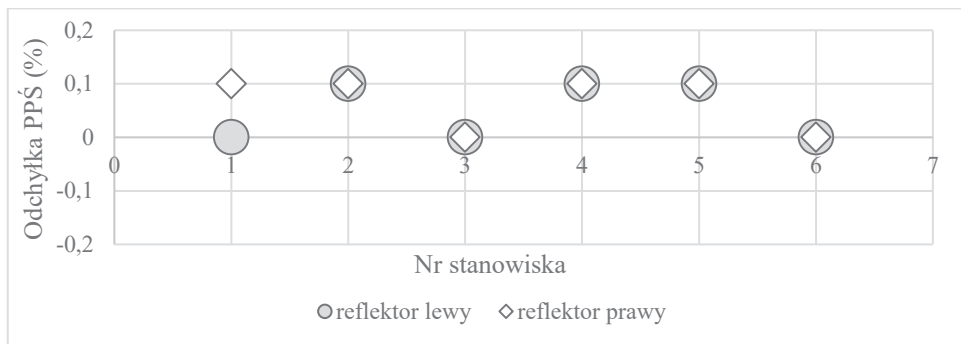
Fig. 114. The correctness of headlight setting for vehicles No. 3 and No. 4 at various stations

Kolejne ilustracje (rys. 115 do rys. 118) prezentują wyniki kontroli ustawienia reflektorów na poszczególnych stanowiskach w odniesieniu do badanych pojazdów. Wymiernej ocenie podlegało pochylenie strumienia świetlnego PPŚ, natomiast odchylenie strumienia świetlnego OSS oceniono odnotowując uwagi pracownika stacji w tabelach wyników (od tab. 15 do tab. 21).



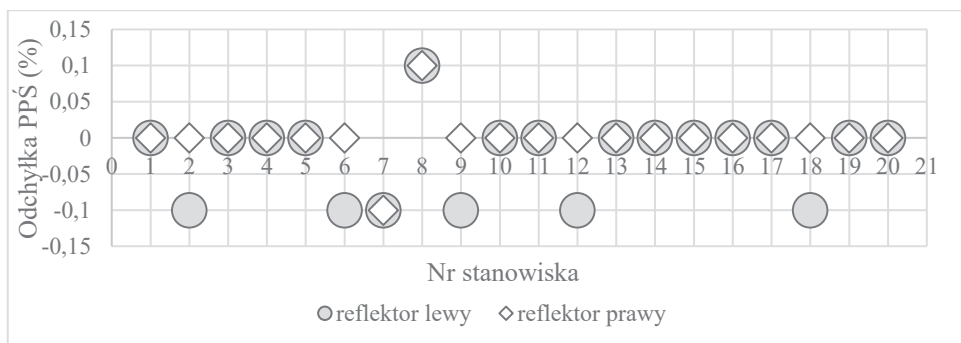
Rys. 115. Odchyłka pochylenia strumienia świetlnego w płaszczyźnie pionowej stwierdzona na różnych stanowiskach pomiarowych dla świateł mijania pojazdu nr 1

Fig. 115. Deviation of the inclination of the luminous flux in the vertical plane found on various stations for the dipped-beam of vehicle no. 1



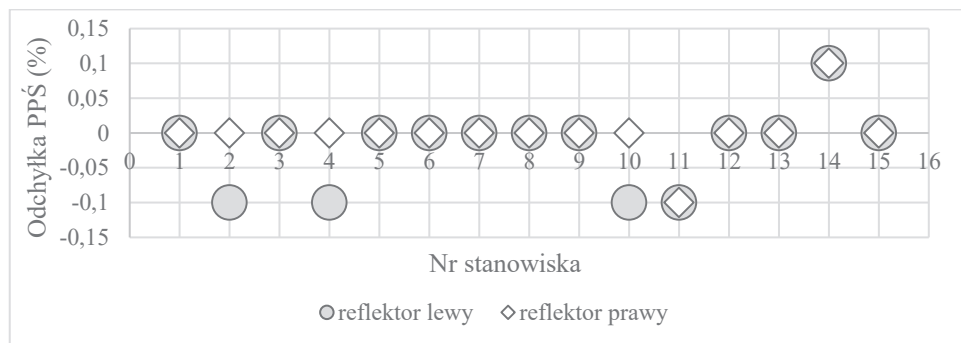
Rys. 116. Odchyłka pochylenia strumienia świetlnego w płaszczyźnie pionowej stwierdzona na różnych stanowiskach pomiarowych dla świateł mijania pojazdu nr 2

Fig. 116. Deviation of the inclination of the luminous flux in the vertical plane found on various stations for the dipped-beam of vehicle no. 2



Rys. 117. Odchyłka pochylenia strumienia świetlnego w płaszczyźnie pionowej stwierdzona na różnych stanowiskach pomiarowych dla świateł mijania pojazdu nr 3

Fig. 117. Deviation of the inclination of the luminous flux in the vertical plane found on various stations for the dipped-beam of vehicle no. 3



Rys. 118. Odchyłka pochylenia strumienia świetlnego w płaszczyźnie pionowej stwierdzona na różnych stanowiskach pomiarowych dla świateł mijania pojazdu nr 4

Fig. 118. Deviation of the inclination of the luminous flux in the vertical plane found on various stations for the dipped-beam of vehicle no. 4

Odchyłki ustawienia reflektorów w płaszczyźnie pionowej zaprezentowano oddzielnie dla lewego i prawego reflektora świateł mijania. Dla pochylenia strumienia świetlnego nie stwierdzono większych wartości odchyłek niż 0,1%. Jest to dobry wynik, gdyż należy przyjąć, że reflektory, których ustawienie zostałoby skorygowane o taką wartość, nie oślepiłyby nadjeżdżających z przeciwka i nie świeciłyby również zbyt blisko. Dopuszczalne wartości odchyłek w tym zakresie to +0,3% (w górę) i -0,5% (w dół). Dla odchylenia w płaszczyźnie poziomej wartości te wynoszą 0,5% w lewo oraz 2% w prawo.

Podsumowując, należy jednak podkreślić, że wyniki uzyskane przy pomocy różnych urządzeń i w różnych stacjach kontroli różnią się, a rozstęp wartości wynosi 0,2 dla ocenianego kąta pochylenia strumienia świetlnego PSS w płaszczyźnie pionowej.

8.6. Analiza wyników badań analizatorów spalin

8.6.1. Ocena wyników kontroli metrologicznej

W celu dokonania oceny wykonywanych pomiarów określa się niepewność, z jaką wyznaczane są wyniki pomiarów (ISO 1995; EA 4/02, 1999). Niepewność ta związana jest z niedoskonałością wzorców i przyrządów wykorzystywanych podczas pomiaru, uproszczeniami w stosowanych modelach matematycznych oraz ograniczonej percepcji zmysłów personelu laboratorium.

Badania przeprowadzano się dla dwóch stężeń składników CO, CO₂, HC w tzw. dwóch punktach pomiarowych, które wskazano w tab. 19. W mieszaninach nie występuje tlen, tak więc wartość zerowa wykorzystywana jest jako pierwszy punkt pomiarowy w przypadku tlenu. Drugi stanowi średnia zawartość tlenu w powietrzu atmosferycznym, czyli 20,9% (Kuranc i in., 2014a).

Należy zwrócić szczególną uwagę na jedną z podstawowych zmiennych określanych w procesie legalizacji analizatorów spalin, jaką jest wartość błędów wskazań zawartości CO

dla I mieszaniny, ponieważ podczas okresowego przeglądu technicznego pojazdu wartość ta (0,5% lub 0,3%) jest wartością graniczną, która decyduje o dopuszczeniu pojazdu do ruchu (Dz. U. poz. 996, 2012).

W związku z powyższym przeanalizowano główne składniki niepewności wyznaczania błędów analizatora, którymi są: niepewność związana z rozrzutem wskazań analizatora, niepewność wzorca gazowego oraz niepewność związana z konstrukcją wyświetlacza analizatora. Następnie przy pomocy podstawowych narzędzi matematycznych, zgodnie z wytycznymi w tym zakresie (ISO, 1995; EA 4/02, 1999), określono średnie oczekiwane i odchylenia standardowe oraz wyznaczono wartości estymat błędów wskazań analizatora w poszczególnych punktach pomiarowych. Niepewność złożoną wyznaczono jako sumę geometryczną niepewności składowych wg zależności (1), a następnie określono niepewność rozszerzoną pomiaru przy współczynniku rozszerzenia $k = 2$ według zależności (2). Wyniki przykładowych obliczeń dla poszczególnych składników gazowych i ich punktów pomiarowych zestawiono w tab. 58.

$$u(E_a) = \sqrt{u(w_a)^2 + u(w_{wz})^2 + u(\Delta w_c)^2} \quad (3)$$

$$U(E_a) = k \cdot u(E_a) \quad (4)$$

gdzie:

- $u(w_a)$ – niepewność standardowa rozrzutu wskazań,
- $u(w_{wz})$ – niepewność standardowa wzorca,
- $u(\Delta w_c)$ – niepewność standardowa wyświetlacza,
- $U(E_a)$ – niepewność rozszerzona,
- $u(E_a)$ – niepewność złożona,
- k – współczynnik rozszerzenia.

Tabela 58.

Niepewności rozszerzone wyznaczania błędów analizatora wyznaczone dla analizowanych punktów pomiarowych (na poziome rozszerzenia $k = 2$)

Table 58.

Extended uncertainties of the analyzer's errors determined for the analyzed measurement points (extension level $k = 2$)

Uwzględniany składnik gazowy	CO (%)		CO ₂ (%)		HC (%)		O ₂ (%)	
Punkt pomiarowy - wartość nominalna	0,5	3,5	6	14	0,02	0,2	0	20,9
Niepewność rozszerzona ($k = 2$)	0,0214	0,0280	0,0386	0,0960	0,0008	0,0012	0,0058	0,6086

Na podstawie zestawionych wartości dla ogółu badanych i legalizowanych analizatorów można wywnioskować, że im większy udział danego składnika, tym większa jest niepewność wyznaczenia wartości błędu wskazań. Najwyższą wartość wyznaczono dla tlenu (O₂) w powietrzu. Jednak warto zauważyć, że dotyczy to czystego powietrza i nie jest bezpośrednim

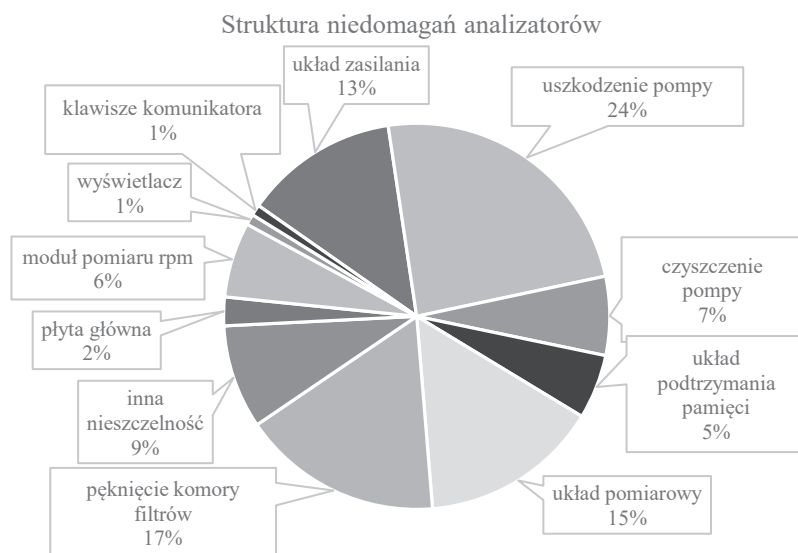
punktem odniesienia przy badaniach technicznych pojazdów. W dalszej kolejności największy wpływ na wyniki wywierają czynniki związane z parametrami technicznymi analizatorów spalin, takie jak zakres pomiarowy oraz rozdzielczość wskazań analizatora.

Ze względu na jakość kontroli emisji spalin podczas badań technicznych pojazdów, kluczową determinantą jest błąd wskazań analizatora w pierwszym punkcie pomiarowym dla tlenu węgla (0,50%). Wyznaczona wartość estymaty tego błędu wynosi 0,0214% i mieści się ona w zakresie błędu granicznego dopuszczalnego. Świadczy to o poprawności metodyki pomiarowej, a przede wszystkim o pozytywnym związku stosowanych analizatorów z jakością kontroli emisji podczas okresowej kontroli pojazdów.

Biorąc pod uwagę możliwość dopuszczenia do ruchu pojazdu, który nie spełniałby wymagań, a którego wskazania mieściłyby się w granicach błędu analizatora, należy stwierdzić, że rozbieżności z tego tytułu nie miałyby dużego znaczenia w ogólnej motoryzacyjnej emisji związków szkodliwych będących wynikiem rażących przekroczeń dopuszczalnych limitów.

8.6.2. Ocena wyników badań kontroli serwisowej analizatorów

W nawiązaniu do wcześniej charakteryzowanych przyczyn i obszarów niesprawności analizatorów spalin, opisaną grupę 784 analizatorów przyjętych do legalizacji poddawano oględzinom i w toku dalszych czynności i objawów zgłaszanych przez użytkowników stwierdzono, a następnie wyeliminowano szereg awarii i niedomagań.

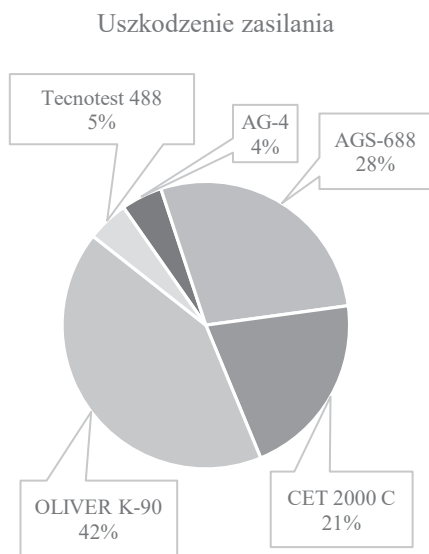


Rys. 119. Struktura najczęściej występujących niedomagań wśród analizowanej grupy 784 szt. analizatorów spalin samochodowych

Fig. 119. Structure of the most common failures in the analyzed group of 784 pieces exhaust gas analyzers

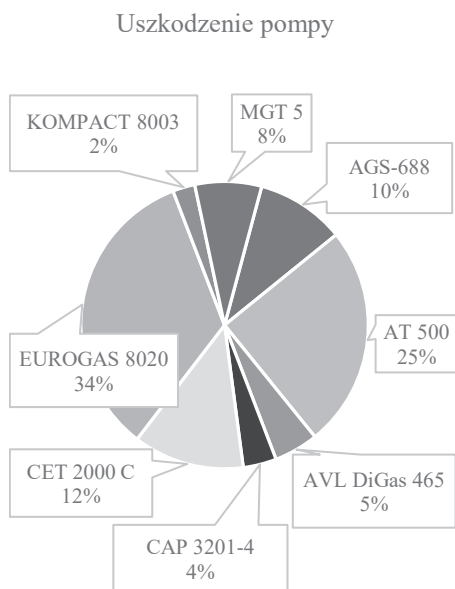
Wśród stwierdzonych ogółem 333 usterek (występujących w 224 analizatorach) największy udział miały usterki pompy przetłaczającej (24%), układu zasilania (13%), układu pomiarowego (15%) i obudowy filtrów głównych (17%). Diagram kołowy przedstawiający udziały poszczególnych uszkodzeń przedstawiono na rys. 119.

Analizując usterki pod kątem ich występowania w poszczególnych modelach analizatorów ograniczono się do analizy wymienionych wyżej, najczęściej występujących rodzajów niedomagań (rys. 120 do rys. 123). W związku w powyższym stwierdzono, że istnieją różnice w podatności poszczególnych rodzajów analizatorów na dane uszkodzenia. Zauważono, że usterki układu zasilania najliczniej, w stosunku do liczby badanych analizatorów, występowały w przypadku analizatorów typu OLIVER K-90 (42%) i AGS-688 (28%). Awarie pompy występowały głównie w analizatorach EUROGAS 8020 (34%) i AT500 (25%), a usterki układu pomiarowego występowały w analizatorach MGA1200 (20%) i EURAGAS 8020 (14%). Obudowy filtrów głównych, wymienianych przez użytkowników we własnym zakresie były popękane i nie zapewniały szczelności toru pomiarowego najczęściej w przypadku analizatorów EUROGAS 8020 (45%) i AT500 (27%). Mogłoby się wydawać, że analizatory EUROGAS 8020 są najbardziej podatne na różnego rodzaju usterki i być może jest to normą, jednakże należy zauważyć, że to także dosyć duża grupa analizatorów i że są one już długo w użytkowaniu, bo od roku 1996, a większość jest sprzed 2005 r. Tak więc wiek i tym bardziej intensywna eksploatacja może być przyczyną ich większej podatności na uszkodzenia.



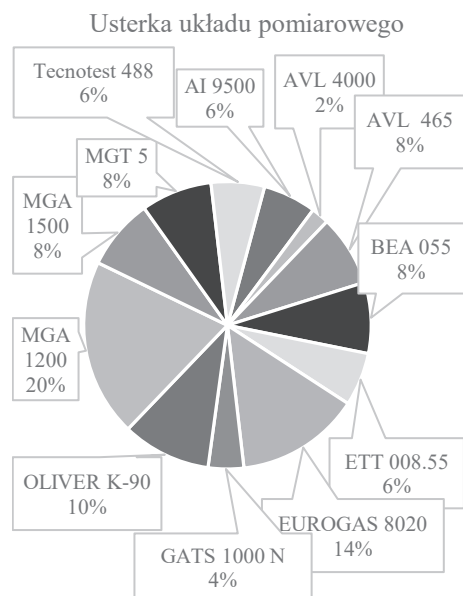
Rys. 120. Udziały analizatorów z awarią układu zasilania

Fig. 120. Shares of analyzers with power supply failure

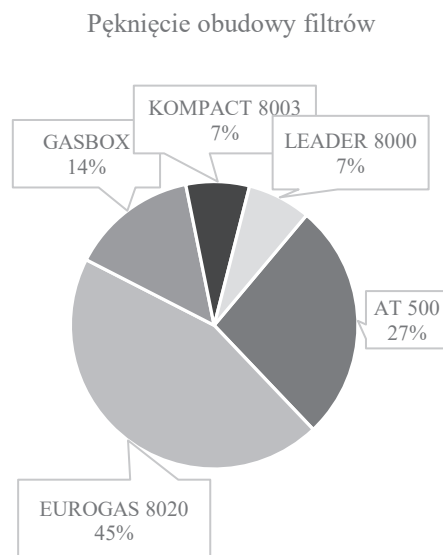


Rys. 121. Udziały analizatorów z uszkodzeniami pompy przetłaczającej

Fig. 121. Shares of analyzers with pump system failure



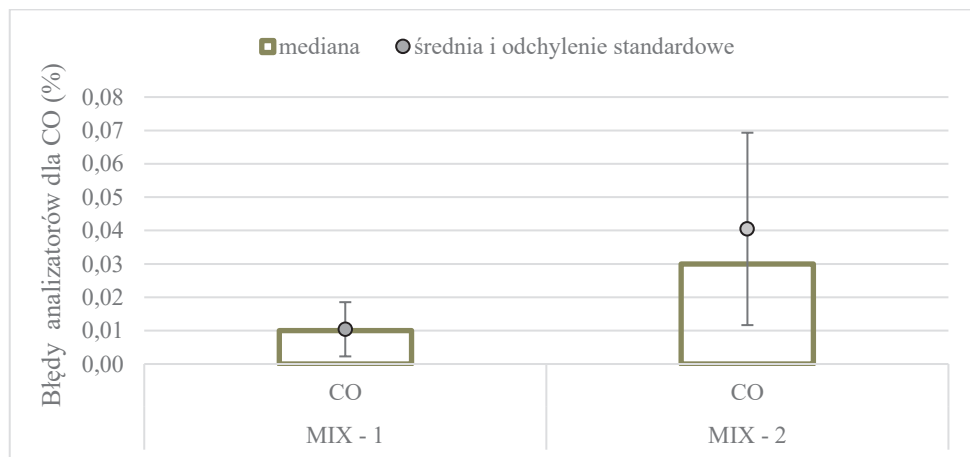
Rys. 122. Udziały analizatorów wykazujących usterki układu pomiarowego
Fig. 122. Shares of analyzers with faults in a measurement system



Rys. 123. Udziały analizatorów z pękniętą obudową filtrów głównych
Fig. 123. Shares of analyzers with a cracked main filter housing

Dokonując przeglądu najliczniejszej grupy analizatorów tego samego modelu (EUROGAS 8020) stwierdzono, że także dość duży był odsetek usterek w tej grupie (rys. 121, rys. 122). Analizatory wymagały czyszczenia lub naprawy pompy przetłaczającej, często konieczna była naprawa i kalibracja układu pomiarowego, a czasami także występowały nieszczelności w obudowie filtrów głównych. Do legalizacji zgłaszane były także egzemplarze, które nie wymagały istotnej ingerencji w system pomiarowy i te nie podlegały kalibracji. Takich urządzeń w ogólnie dobrym stanie przyjmowanych było do legalizacji ok. 35-45 szt. rocznie. Dla takiej grupy (analizatorów niewymagających kalibracji gazami wzorcowymi) zestawiono wartości błędów wskazań dla poszczególnych składników gazowych stwierdzone podczas legalizacji w okresie czterech lat (2014-2017).

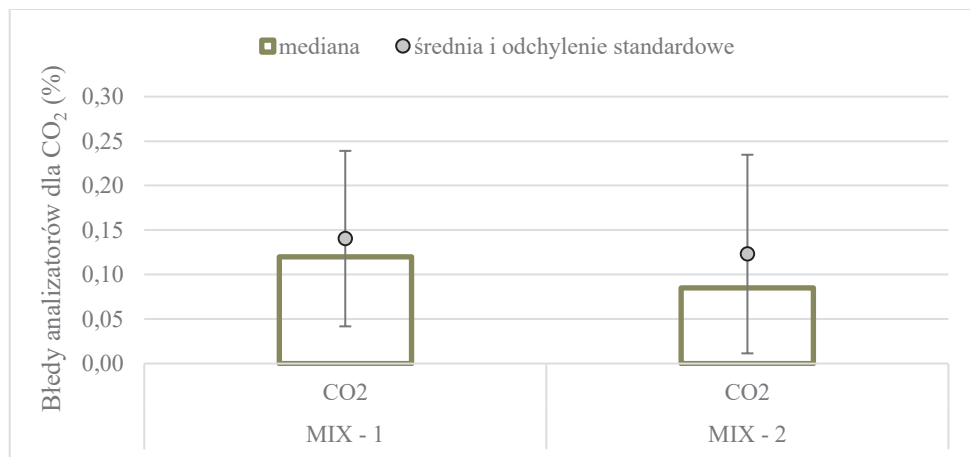
W analizie nie rozróżniano konkretnych egzemplarzy tych urządzeń, a jedynie jeden model analizatora. Zestawienia i ich analiza pozwoliła zaobserwować ogólnie dobry stan techniczny układów pomiarowych wybranego modelu analizatora. Błędy zestawione dla CO (rys. 124) dla pierwszej i drugiej mieszaniny gazowej (MIX-1 i MIX-2) wraz z odchyleniem standardowym i wartościami maksymalnymi mieściły się w granicach błędów dopuszczalnych określonych dla tego składnika i zakresu mierzonych wartości (tab. 59).



Rys. 124. Zakresy zmienności błęd wskazań CO analizatorów typu EUROGAS 8020

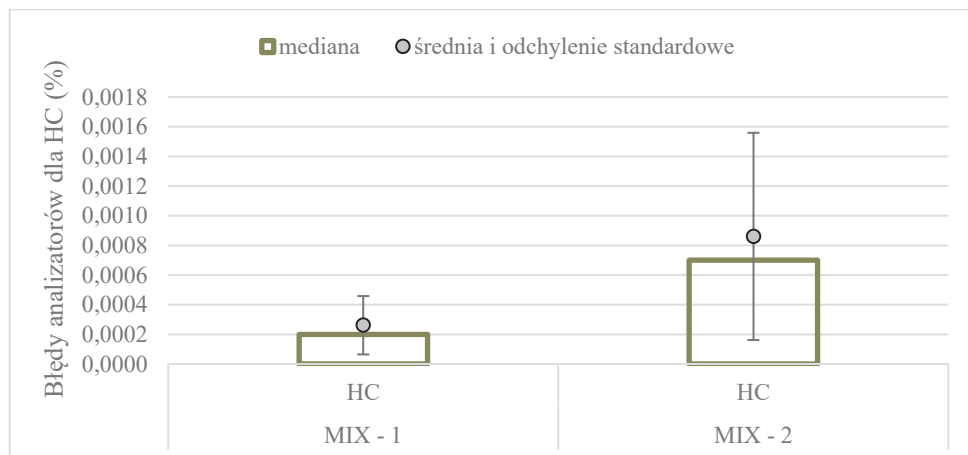
Fig. 124. Ranges of errors in the CO indications of the EUROGAS 8020 analyzers

Podobne spostrzeżenia można poczynić analizując wyniki wyznaczonych błędów dla wskazań dwutlenku węgla (rys. 125). Zarówno w przypadku mieszaniny MIX-1, jak również w przypadku MIX-2 maksymalne wartości odnotowane podczas legalizacji były bliskie granicznym wartościom błędów dopuszczalnych, ale były to pojedyncze przypadki wskazań. Odchylenie standardowe będące lepszym statystycznie wskaźnikiem przyjmowało wartości znacznie poniżej wartości błędów granicznych.



Rys. 125. Zakresy zmienności błęd wskazań CO₂ analizatorów typu EUROGAS 8020

Fig. 125. Ranges of errors in the CO₂ indications of the EUROGAS 8020 analyzers



Rys. 126. Zakresy zmienności błęd wskazań HC analizatorów typu EUROGAS 8020

Fig. 126. Ranges of errors in the HC indications of the EUROGAS 8020 analyzers

Także wartości maksymalnych błędów wyznaczone dla węglowodorów były poza bezpośrednim zasięgiem wartości błędów granicznych dopuszczalnych, co zaprezentowano na rys. 126.

Dla podsumowania informacji na temat błędów wskazań dla poszczególnych składników spalin w tab. 59 zestawiono w postaci liczbowej wartości wybranych parametrów statystycznych.

Tabela 59.

Zestawienie parametrów oceny zmienności błędów wskazań analizatorów marki Motorscan - model EUROGAS 8020

Table 59.

List of parameters for assessing the errors variability of the analyzers indications - model EUROGAS 8020

	Mieszanina wzorcowa	MIX-1			MIX-2		
	Składnik gazowy	CO (%)	CO ₂ (%)	HC (%)	CO (%)	CO ₂ (%)	HC (%)
	Wartość bazowa udziału w mieszaninie	0,5	3,5	6	14	0,02	0,2
1	Min	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
2	Kwartył 1	0,0025	0,06	0,0001	0,02	0,05	0,0004
3	Mediana	0,01	0,12	0,0002	0,03	0,085	0,0007
4	Średnia	0,01040	0,14043	0,00026	0,04049	0,12308	0,00086
5	Kwartył 3	0,01	0,20	0,00037	0,0575	0,16	0,0011
6	Max	0,04	0,49	0,0009	0,16	0,64	0,0055
8	Odchylenie standardowe	0,00813	0,09862	0,0002	0,0288	0,1116	0,0007
9	Błąd graniczny dopuszczalny	0,06	0,5	0,0012	0,17	0,7	0,0100

8.6.3. Ocena stanu analizatorów spalin wykorzystywanych w technicznych badaniach pojazdów

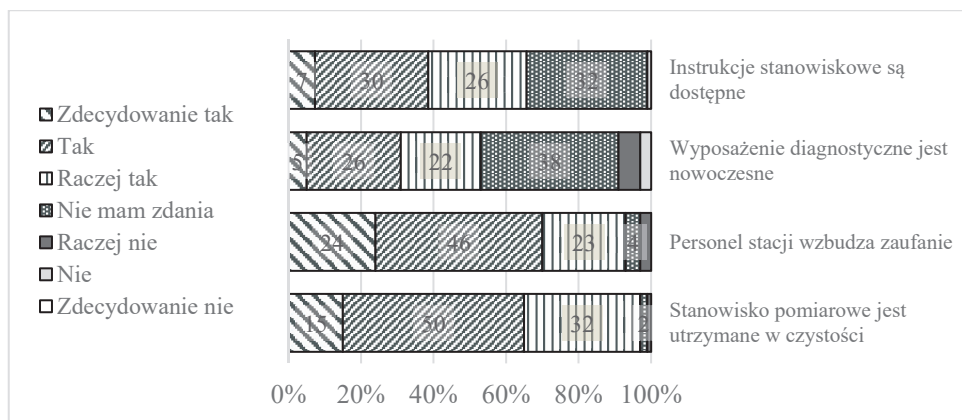
Oceniając ogół zagadnień związanych z utrzymaniem analizatorów spalin samochodowych w stanie zdadności należy zauważyć, że pomimo występujących usterek w ponad 25% ogółu zgłaszanych do legalizacji analizatorów w okresie 3 lat, większość z nich była w dobrym stanie technicznym, a przykładowe (EUROGAS 8020) badania tych, które nie wymagały kalibracji toru pomiarowego potwierdziły stabilność wskazań i spełnienie wymagań metrologicznych w zakresie błędów granicznych dopuszczalnych.

Z uwagi na występowanie usterek analizatorów, stwierdzonych podczas przyjmowania ich do kontroli, należy założyć, że ich systematyczne serwisowanie ma bardzo duże znaczenie dla jakości procesu kontroli pojazdów samochodowych. Można zatem stwierdzić, że wymóg regularnej legalizacji w kompetentnych laboratoriach i utrzymanie analizatorów spalin we właściwym stanie technicznym przyczyniają się do wykrywania nieprawidłowości w układach zasilania silników pojazdów oraz w ich układach wydechowych, co tym samym prowadzi do ograniczenia emisji szkodliwych zanieczyszczeń do środowiska.

8.7. Analiza oceny jakości usługi badania technicznego pojazdu oraz urządzeń diagnostycznych

8.7.1. Ocena technicznych badań pojazdów dokonana przez klientów stacji kontroli pojazdów

Na pytania ogólne (rys. 127) respondenci odpowiadali stwierdzając, że stanowisko kontrolno-pomiarowe SKP jest utrzymane w czystości, a personel stacji wzbudza zaufanie klienta, co pozwala przypuszczać, że będzie to przekładać się na jakość wykonanej usługi.

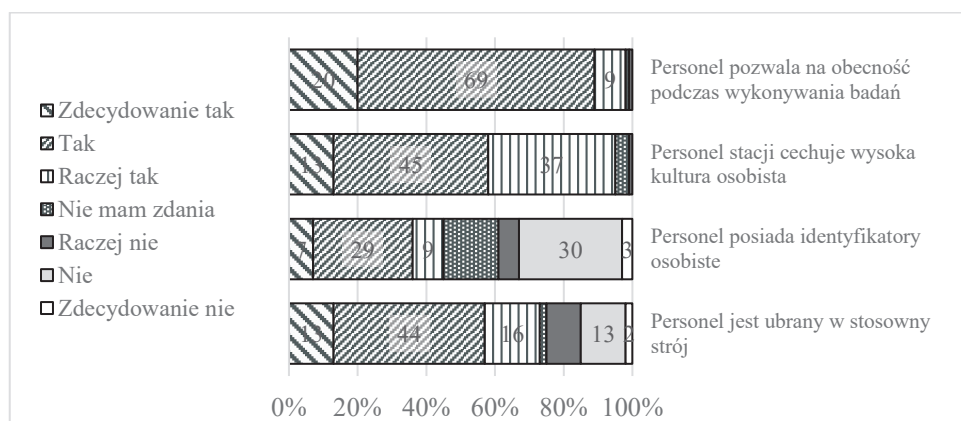


Rys. 127. Wstępna ocena stacji - udziały odpowiedzi na pytania ogólne

Fig. 127. Initial evaluation of the station - shares of answers to general questions

Nieco mniej zaufania klienci okazali w stosunku do wyposażenia wahając się przy stwierdzeniu, że jest ono nowoczesne. Raczej poza zasięgiem wzroku były także instrukcje stanowiskowe i dokumenty określające zasady pracy stacji kontroli pojazdów, a które to powinny być dostępne w widocznym dla klienta miejscu (Dz. U. poz. 275, 2006).

Wcześniejsze stwierdzenie o zaufaniu do personelu może także wynikać z faktu iż, klienci stwierdzali również, że diagnosty posiadają stosowny strój i identyfikator osobisty, które nadają im odpowiedni profesjonalny charakter. Pojawiają się jednak także odpowiedzi mówiące o braku identyfikatora czy stroju. Stwierdzano ponadto, że personel stacji cechuje wysoka kultura osobista oraz, że diagnosta pozwala na obecność klienta przy badaniach pojazdu (rys. 128).

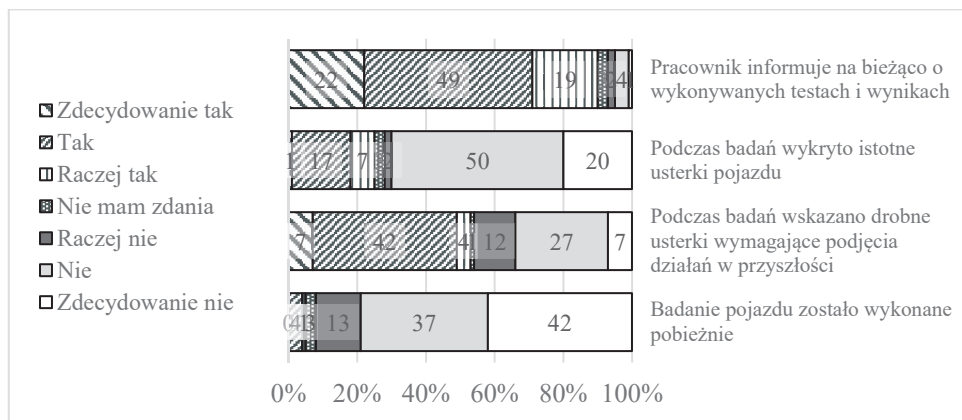


Rys. 128. Ocena personelu stacji dokonywana przez klientów

Fig. 128. Assessment of the station staff performed by the clients

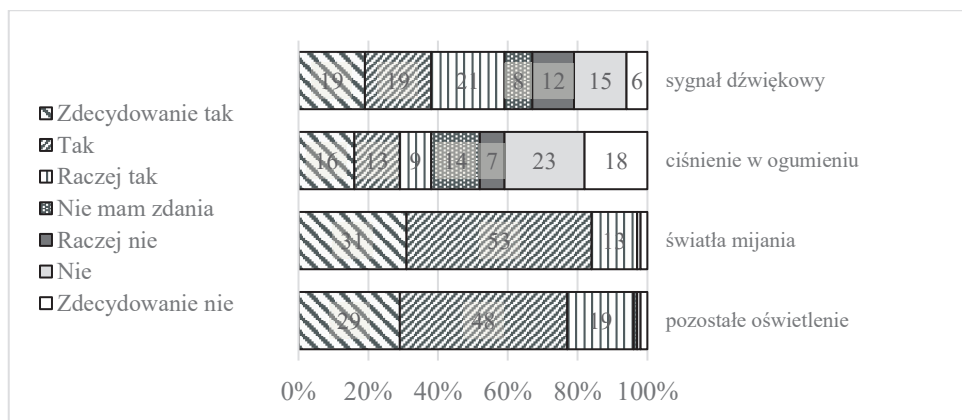
Zazwyczaj pracownicy stacji, wykonując badania, na bieżąco informują kierowców o wykonywanych testach i ich wynikach. (rys. 129). Użytkownicy pojazdów stwierdzali, że diagnosty zdecydowanie częściej informowali ich o usterkach natury istotnej niż o drobnych nieprawidłowościach. Mogło mieć to również podłoże w tym, że użytkownicy pojazdów większość informacji klasyfikowali jako dane istotne. Pocieszające jest także to, że na pytanie o to czy badanie zostało wykonane pobieżnie większość respondentów (79%) odpowiedziała przecząco.

Analizując wybrane elementy podlegające kontroli, ankietowani wskazali w zdecydowanej większości (97%), że badane były światła mijania i podobnie inne rodzaje świateł w pojeździe (rys. 130). Niestety z sygnałem dźwiękowym i kontrolą ciśnienia w ogumieniu nie byli już tak pewni. 33% respondentów stwierdziło, że sygnał nie był badany, kolejne 8% nie zajęło stanowiska, a tylko 38% było przekonanych, że zdarzenie to miało miejsce. Jeszcze mniej osób było przekonanych o przeprowadzeniu pomiarów ciśnienia (29%), natomiast 48% odpowiedziało, że ciśnienie nie było (41%) lub raczej nie było (7%) badane.



Rys. 129. Ocena skuteczności i dokładności wykonywanych badań

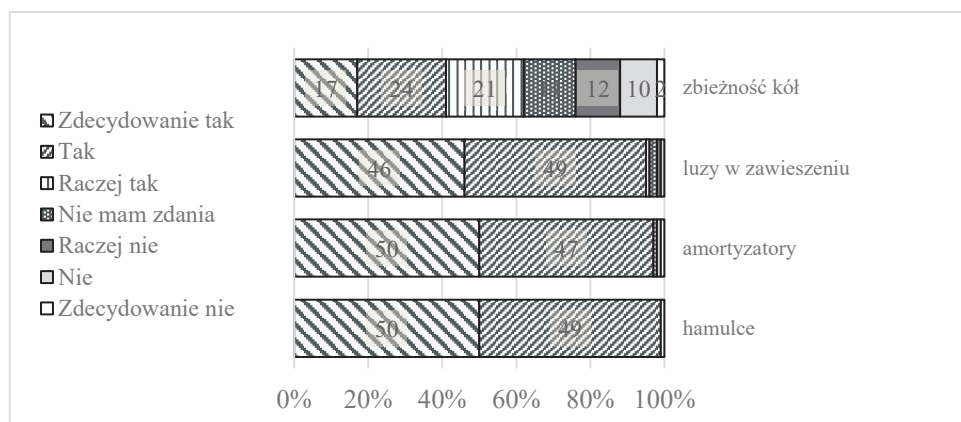
Fig. 129. Assessment of effectiveness and accuracy of performed tests



Rys. 130. Potwierdzenie wykonywania badań wybranych parametrów pojazdu: oświetlenie, ciśnienie w ogumieniu, sygnał dźwiękowy

Fig. 130. Clients' confirmation of being tested selected vehicle parameters: lighting, tire pressure, sound signal

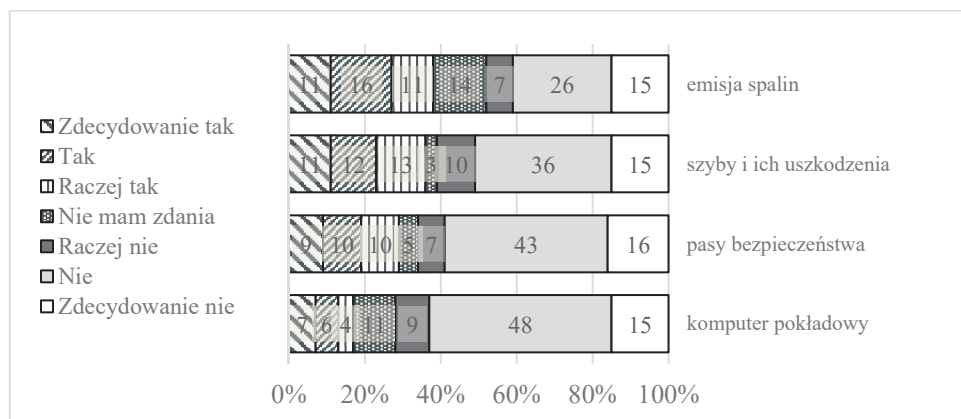
Podział odpowiedzi dotyczący prawidłowości ustawienia kół jezdnych (zbieżność kół) (rys. 131) był w miarę równomierny z niewielką przewagą odpowiedzi twierdzących (62%). Natomiast przeważająca większość ankietowanych potwierdziła przeprowadzenie badań luzów w zawieszeniu (95%), kontrolę amortyzatorów (skuteczność tłumienia drgań w zawieszeniu) (97%) oraz kontrolę hamulców (99%). Można to tłumaczyć „widowiskowością” tych pomiarów, bo trudno ich nie odnotować. Taki stan rzeczy dobrze świadczy o diagnostach, ponieważ potwierdza, że kontrola układów najbardziej odpowiedzialnych za czynne bezpieczeństwo jest przeprowadzana bez wyjątków.



Rys. 131. Potwierdzenie wykonywania badań wybranych parametrów pojazdu: hamulce, amortyzatory, luzy w zawieszeniu, zbieżność kół

Fig. 131. Clients' confirmation of being tested selected vehicle parameters: brakes, shock absorbers, looseness in suspension, wheel convergence

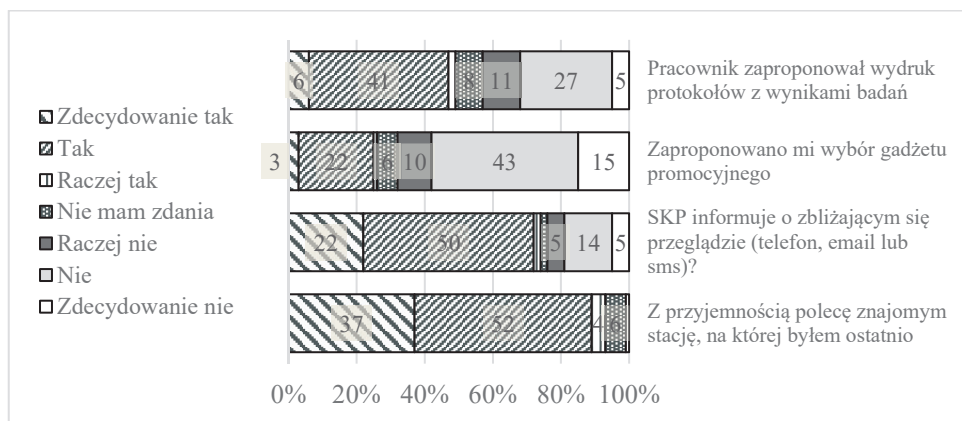
Inaczej sprawy mają się w przypadku kolejnych układów pośrednio związanych z bezpieczeństwem na drodze. Z zaprezentowanych na rys. 132 danych wynika, że najlepiej identyfikowane są pomiary emisji spalin, chociaż w tym przypadku 48% ankietowanych stwierdza, że te badania nie były przeprowadzane, natomiast 38% potwierdza, że je wykonano.



Rys. 132. Potwierdzenie wykonywania badań wybranych parametrów pojazdu: komputer pokładowy, pasy bezpieczeństwa, szyby, emisja spalin

Fig. 132. Clients' confirmation of being tested selected vehicle parameters: on-board computer, seat belts, windows, exhaust emission

Warto przy tym przypomnieć, że w przypadku nowszych pojazdów z silnikiem o zapłonie iskrowym, wyposażonych w standard diagnostyki pokładowej OBD, można niekiedy odstąpić od kontroli emisji. Jeżeli po wykonaniu testów diagnostycznych systemu OBD („komputera pokładowego”) nie zostaną stwierdzone nieprawidłowości, mogące mieć wpływ na podwyższoną emisję spalin, to badanie analizatorem nie musi być wykonywane, ale muszą być spełnione warunki określone w dziale IV załącznika nr 1 do rozporządzenia (Dz. U. poz. 776, 2015). Jednakże ponad 70% respondentów jest zdania, że komputer pokładowy (OBD) nie był badany, przeciwnego zdania było tylko 13%. Niestety podobne spostrzeżenia przywoływane są odnośnie oceny pasów bezpieczeństwa czy szyb w pojeździe. Można jednak w tym przypadku zakładać, że oględziny tych elementów są wykonywane przez diagnostę niejako przy okazji wykonywania innych czynności i nie musiały być dostrzeżone przez klientów SKP.

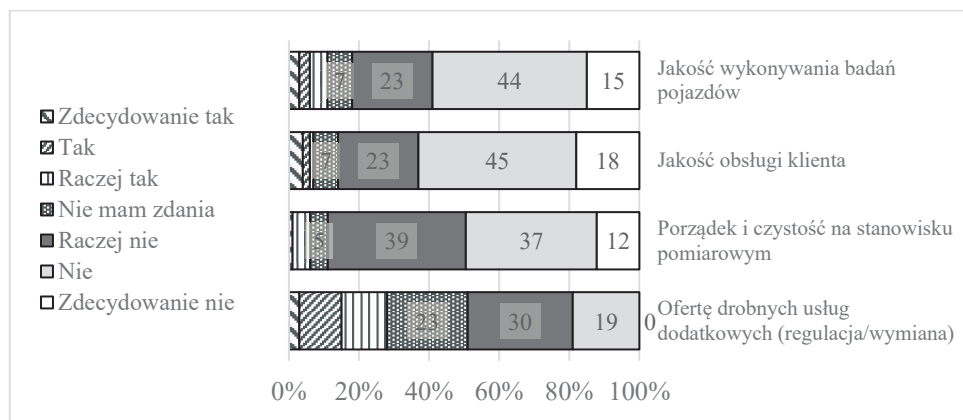


Rys. 133. Inne czynniki wpływające na ocenę jakości usługi badania technicznego pojazdu
Fig. 133. Other factors influencing the assessment of the quality of the vehicle's technical examination service

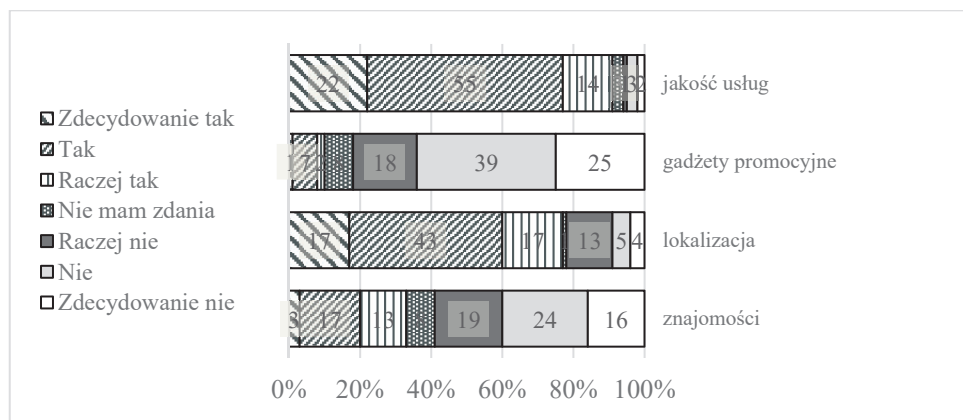
Wśród innych czynników składających się na postrzeganą jakość usługi technicznego badania pojazdu mogą występować propozycje upominków dołączanych do usługi, przypomnienia o zbliżającym się badaniu lub rzetelna informacja o badaniu i wydruki zawierające informacje o wynikach badań rys. 133. W większości przypadków (58%) nie spotkano się z propozycją upominków, ale za to w ok. połowie odpowiedzi znalazło się potwierdzenie propozycji protokołu z wynikami, ponad 70% ankietowanych zwróciło uwagę na przypomnienie SMS o zbliżającym się badaniu i w zdecydowanej większości ankietowani poleciliby „swoją” stację znajomym, co dobrze świadczy o ogólnie postrzeganej przez nich jakości usługi.

Porządek i czystość stanowisk nie budziły większych zastrzeżeń, podobnie jak jakość wykonywanych badań, czy jakość obsługi klienta, które w kilkunastu procentach uznano za warte wprowadzenia działań korygujących. Można mimo wszystko postawić pytanie czy jeżeli jest „tak dobrze”, to czy nie mogłoby być lepiej? Na pytanie o elementy, które można byłoby poprawić respondenci wskazali możliwość rozszerzenia oferty usług dodatkowych (rys. 134).

W ostatnim etapie respondentom zadano pytanie, co wpływa na decyzję o wyborze konkretnej SKP (rys. 135). Odpowiedzi bezsprzecznie wskazywały na jakość usług jako główny powód ich decyzji (ponad 80%). W drugiej kolejności wskazywano na lokalizację (ponad 60% odpowiedzi), a następnie znajomości, przez co należy rozumieć polecenie danej SKP przez znajomych lub bezpośrednie znajomości (ok. 20%). Dosyć niski „wskaźnik znajomości” może być wynikiem braku bezpośrednich znajomości w tym sektorze lub może świadczyć o tym, że znajomości nie są najważniejszym czynnikiem przy wyborze stacji kontroli pojazdów.



Rys. 134. Obszary, które wymagają poprawy w zakresie świadczonej usługi
Fig. 134. Areas that need improvement in the scope of the service provided



Rys. 135. Czynniki wpływające na wybór danej stacji kontroli pojazdów
Fig. 135. Factors affecting the choice of a given vehicle inspection station

Można przypuszczać, że świadomość i poczucie bezpieczeństwa na drodze stają się coraz bardziej istotne i użytkownicy pojazdów wolą pojechać do kogoś nieznanego, kto skontroluje pojazd obiektywnie i rzetelnie. Za tym twierdzeniem staje również spostrzeżenie, że najmniej osób jako powód korzystania z usług danej stacji wskazało gadzety promocyjne (ok. 10%), które traktowane są jako częsty zabieg marketingowy.

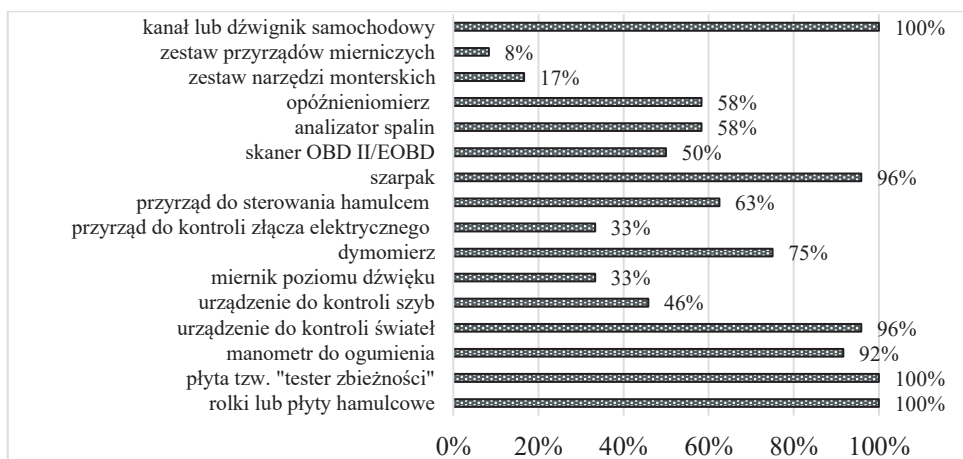
Konkludując należy podkreślić, że co prawda subiektywnie oceniana, ale to jakość świadczonych usług motywuje kierowców/użytkowników pojazdów do wykonywania badań technicznych w konkretnych stacjach kontroli pojazdów. Jednocześnie ogólnie jakość ta jest postrzegana na wysokim poziomie, pomimo braku odnotowania realizacji niektórych etapów procedury kontrolno-pomiarowej.

8.7.2. Ocena urządzeń diagnostycznych dokonana przez personel stacji kontroli pojazdów

Przechodząc do oceny urządzeń wykorzystywanych w technicznych badaniach pojazdów zebrano wyniki badań 24 stacji kontroli pojazdów zlokalizowanych w Lublinie i okolicach. Udzielone odpowiedzi uzupełniają obraz oceny jakości badań technicznych wykonywanych w SKP.

Zgodnie z §14.1. rozporządzenia MTiB z dnia 10 lutego 2006 r. w sprawie szczegółowych wymagań w stosunku do stacji przeprowadzających badania techniczne pojazdów w niniejszej analizie ograniczono się tylko do urządzeń wchodzących w zakres obowiązkowego wyposażenia SKP o podstawowym zakresie wykonywanych badań. Wyniki zestawiono w postaci wykresów słupkowych wskazujących twierdzące odpowiedzi ankietowanych osób.

Spośród zadawanych w bezpośrednim wywiadzie pytań, do poniższej analizy wybrano tylko te, które najlepiej wskazują na czynniki związane z wykorzystywaniem urządzeń oraz ich wpływem na jakość wykonywanych przy ich pomocy technicznych badań pojazdów.

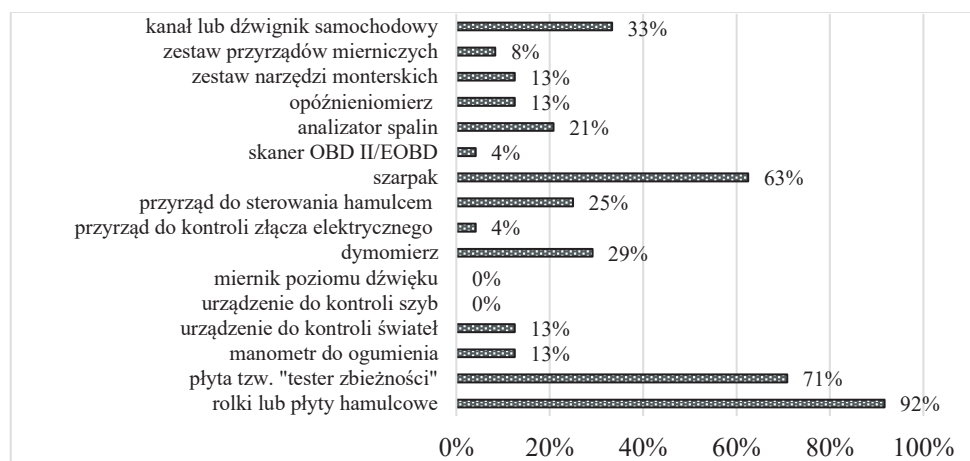


Rys. 136. Częstość wykorzystania urządzeń w stacji kontroli pojazdów

Fig. 136. Frequency of a given equipment utilization at a vehicle inspection station

Rozpoczynając analizę od rys. 136 należy zauważyć, że wśród najczęściej wykorzystywanych urządzeń powinny się znaleźć te, z których korzystają diagnosty podczas każdego badania technicznego. Generalnie odpowiedzi potwierdzające takie stwierdzenie dotyczą tylko kilku urządzeń. Inne przyrządy mogą być wykorzystane w zależności od rodzaju i wyposażenia pojazdu, jaki pojawi się na stacji. Jako najczęściej wykorzystywane urządzenia diagnostyki wskazują rolki hamulcowe (100%), tester zbieżności (100%), dźwignik samochodowy (100%), szarpak (96%) i urządzenie do kontroli reflektorów (96%). Blisko tych wartości (92%) plasuje się manometr do kontroli ciśnienia w ogumieniu, co potwierdza wcześniej opisywane odpowiedzi klientów SKP o częstych przypadkach pomijania kontroli ciśnienia. Urządzenia do kontroli spalin również powinny plasować się wysoko, jednakże z uwagi na fizycznie rozdzielone przyrządy i wymienione oddzielnie wskazywane są tylko częściowo. Częstość ich używania zależy bowiem od rodzaju silników zainstalowanych w badanych pojazdach.

Niektóre odpowiedzi mimo wszystko budzą wątpliwości, ponieważ wiadomo, że przyrządy, których dotyczą, są używane sporadycznie. Na przykład miernik poziomu dźwięku ma zastosowanie, gdy I etap kontroli układu wydechowego, związany z jego oględzinami da wynik negatywny (Dz. U. poz. 776, 2015), a taka sytuacja zdarza się rzadko. Podobnie jest z opóźnieniomierzem, który może być stosowany w odniesieniu do pojazdów, których cechy konstrukcyjne uniemożliwiają przeprowadzenie badania na stanowisku kontrolnym SKP. To samo dotyczy przyrządu do sterowania hamulcem najazdowym przyczepy, który wykorzystywany jest, gdy badana jest przyczepa wyposażona w taki rodzaj hamulca.



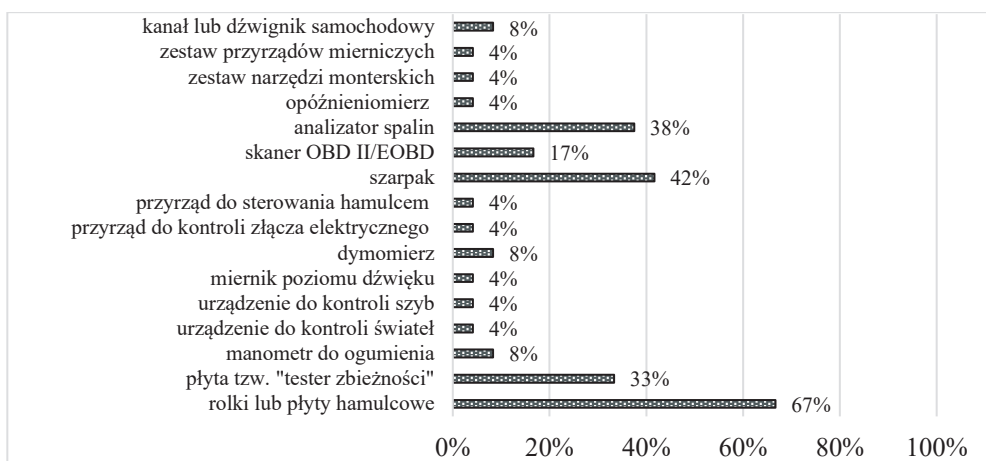
Rys. 137. Najbardziej zużywające się urządzenia wg opinii diagnostów

Fig. 137. The most easily becoming worn devices in the opinion of diagnosticians

Odpowiadając na pytanie, które z urządzeń zużywa się najbardziej podczas eksploatacji (rys. 137), diagnosty SKP wskazywali urządzenie do badania hamulców (92%), tester zbieżności (71%), szarpak (63%) oraz dźwignik pojazdowy (33%). W przypadku tego pytania

żadna odpowiedź nie uwzględniała miernika poziomu dźwięku, który poprzednio był wskazywany, jako stosunkowo często używany.

W związku z wymaganą okresową kontrolą eksploatacyjną wyposażenia kontrolno-pomiarowego SKP, właściciel stacji obowiązany jest do przeprowadzania okresowej kontroli eksploatacyjnej, metrologicznej i dozoru technicznego w odniesieniu do poszczególnych urządzeń (Dz. U. poz. 275, 2006). Jak się jednak okazuje niektóre urządzenia, rzadziej używane, nie będą wymagały dużych nakładów związanych z obsługą okresową i z tego tytułu być może ta obsługa (ocena) nie była wskazywana przez personel stacji, natomiast te używane często i intensywnie należy odpowiednio konserwować i sprawdzać pod względem metrologicznym. Prawdopodobnie z tego powodu urządzenie rolkowe (67%), szarpak (42%), analizator spalin (38%) oraz tester zbieżności wskazywano jako sprzęt wymagający wyjątkowej uwagi (rys. 138).



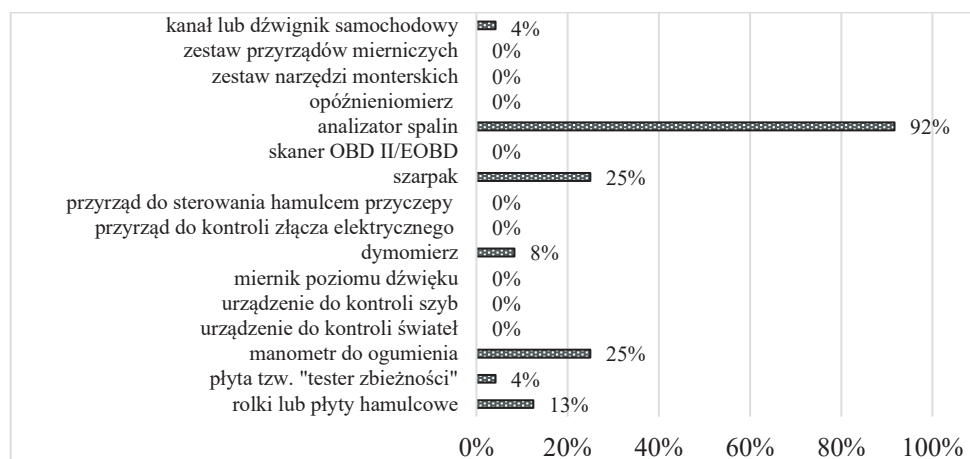
Rys. 138. Urządzenia wymagające najczęstszej obsługi okresowej wg opinii diagnostów

Fig. 138. Devices that require the most frequent periodic service in the opinion of diagnosticians

Można zaobserwować, że taka ocena ze strony ankietowanych jest właściwa i potwierdza częste użytkowanie tego sprzętu. Należy przy tym zaznaczyć, że urządzenia z tzw. grupy podłogowej są narażone na kontakt z drobinami ściernymi, zasoloną wodą, błotem pośniegowym, czy piachem наносzonym na kołach pojazdów. Są to media stosunkowo agresywne dla stalowych elementów konstrukcyjnych i elementów pomiarowych zabudowanych w tych urządzeniach, stąd czyszczenie, konserwacja i adjustacja tych przyrządów jest niezbędna do ich prawidłowego funkcjonowania. Kolejny raz niepokoi niska liczba odpowiedzi wskazujących manometr do ogumienia, co może sugerować rzadkie korzystanie z tego przyrządu.

Z obsługą okresową urządzeń wiąże się odpowiednie nakłady finansowe. Taka usługa może być wykonywana we własnym zakresie, jest wówczas tańsza lub może być zlecana zewnętrznej jednostce upoważnionej do takich czynności. Przykładami urządzeń, które podlegają zewnętrznej kontroli, są analizatory spalin samochodowych oraz manometry do ogumienia pojazdów podlegające legalizacji zgodnie z ustawą Prawo o miarach z 2001 (Dz. U.

poz. 884, 2016). Na rys. 139 zaprezentowano wyniki odpowiedzi wskazujących przyrządy wymagające największych nakładów finansowych. Należałoby się spodziewać, że urządzenia najczęściej używane i poddane działaniu agresywnych czynników będą generowały wysokie obciążenia, jednakże urządzenia rolkowe (13%), szarpak (25%), tester zbieżności (4%) wydają się tanie w utrzymaniu w porównaniu do analizatora (92%), czy manometru (25%).

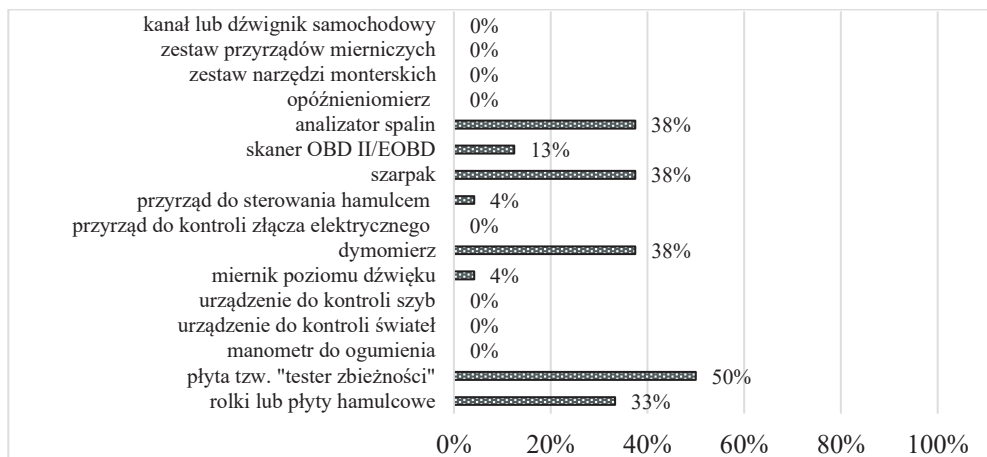


Rys. 139. Urządzenia o największych kosztach utrzymania wg diagnostów

Fig. 139. Devices with the largest maintenance costs in the opinion of diagnosticians

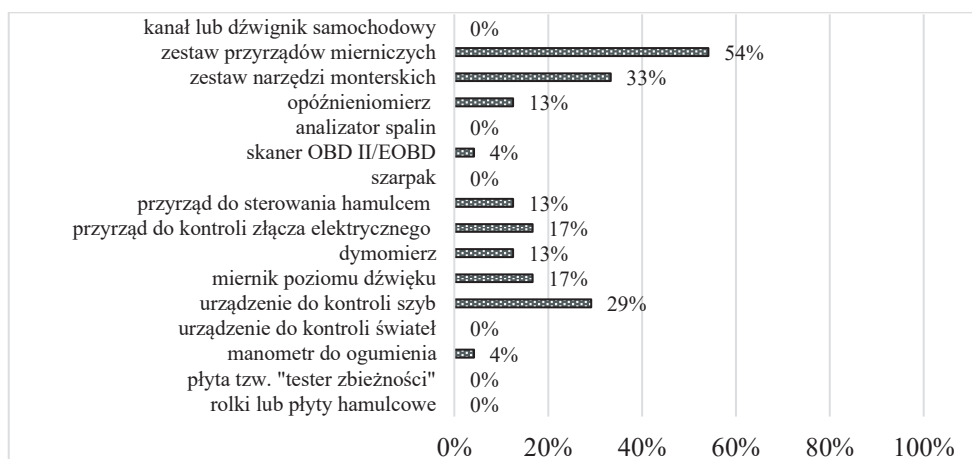
Z rozmów przeprowadzanych z przedstawicielami firm serwisujących analizatory wynikało, że chodzi tu raczej o subiektywną ocenę ponoszonych kosztów w stosunku do stopnia wykorzystania urządzenia. Być może podłożem takiego stanu jest brak świadomości odpowiedzialności społecznej za środowisko, na straży którego powinni poniekąd stać diagnostyci. Taki brak akceptacji kosztów próśrodkowowych może także świadczyć o wewnętrznym przyzwoleniu na zaniechanie kontroli emisji spalin i także na przemykanie oka na pojazdy niespełniające wymagań w zakresie dopuszczalnej emisji, a taka sytuacja staje się niebezpieczna dla zdrowia, szczególnie w aglomeracjach miejskich. Drugi bardziej przyziemny aspekt sprawy może być taki, że urządzenia mniej obciążane zużywają się w mniejszym stopniu i wymagają mniejszych nakładów finansowych, które pozwolą na utrzymanie ich w prawnie wymaganym należytych stanie technicznym i metrologicznym. Do serwisów trafiają niekiedy analizatory w takim stanie, jak gdyby poprzedniego dnia były czyszczone i to nie tylko powierzchownie, ale także wewnątrz toru pomiarowego. To zmniejsza konieczność wykonywania czynności obsługowych, ale świadczy o zaniedbywaniu prawnie nałożonego obowiązku kontroli emisji spalin.

Z naświetloną sytuacją wiąże się kolejne pytanie (rys. 140) o to, które urządzenia są najbardziej awaryjne. Jak się można spodziewać występują tu urządzenia silnie obciążane, takie jak: tester zbieżności (50%), rolki hamulcowe (33%), dymomierz (38%), analizator spalin (38%) i szarpak (8%).



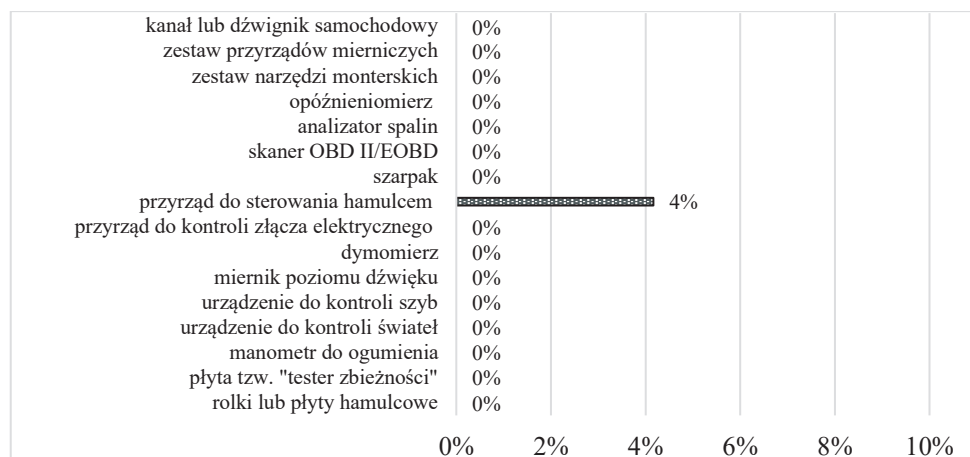
Rys. 140. Urządzenia najczęściej ulegające awarii wg opinii diagnostów
 Fig. 140. Devices the most frequently failing in the opinion of diagnosticians

Kolejne pytanie (rys. 141) o urządzenia, które są wykorzystywane najrzadziej jest odwróconym pytaniem, od którego rozpoczęto niniejszą analizę (rys. 136). W tym przypadku odpowiedzi potwierdzają uprzednio zasygnalizowany stan rzeczy, związany z niskim stopniem wykorzystania niektórych przyrządów. Najmniejsze zastosowanie znajdują przyrządy pomiarowe ogólnego przeznaczenia i zestaw kluczy monterskich, chociaż gdyby się zastanowić to śrubokręt lub klucz imbusowy to także urządzenia monterskie i powinny być często wykorzystywane do regulacji ustawienia reflektorów.



Rys. 141. Urządzenia używane najrzadziej wg opinii diagnostów
 Fig. 141. The devices used the least frequently in the diagnosticians opinion

Równie rzadko wykorzystywane są: urządzenie do kontroli przepuszczalności światła przez szyby pojazdów, miernik poziomu dźwięku, przyrząd do sterowania hamulcem najazdowym przyczepy, przyrząd do kontroli złącza elektrycznego pojazd-przyczepa, opóźniomierz, czy dymomierz. Pojawia się pytanie dlaczego dymomierz jest urządzeniem rzadko wykorzystywanym, przecież, co drugi samochód osobowy to samochód z silnikiem o zapłonie samoczynnym i powinien być badany z wykorzystaniem dymomierza. Na zaprzeczenie twierdzeniom klientów SKP o niewykorzystywaniu analizatora spalin, można zauważyć, że nikt z ankietowanych diagnostów nie wskazał tego przyrządu, co wskazuje na jego wykorzystanie.



Rys. 142. Urządzenia niepotrzebne wg opinii diagnostów

Fig. 142. Unnecessary devices in the diagnosticians opinion

Na koniec postawiono pytanie o urządzenia niepotrzebne i pojawiła się odpowiedź wskazująca na przyrząd sterowania hamulcem najazdowym przyczepy (4%). Jeżeli stacja jest upoważniona do przeprowadzania badań przyczep to wydaje się, że taka odpowiedź mogła paść tylko wówczas, gdy nikt dotychczas z przyczepą wyposażoną w hamulec najazdowy na badanie się nie zgłosił. Trudno bowiem inaczej wytłumaczyć fakt braku potrzeby zastosowania urządzenia umożliwiającego kontrolę hamulca w ciężkiej przyczepie rolniczej.

8.7.3. Podsumowanie oceny jakości usługi okresowych badań technicznych pojazdu i niezawodności wyposażenia pomiarowego

Ogólna opinia klientów o pracownikach stacji kontroli pojazdów jest pozytywna. Wśród ankietowanych panuje opinia, że diagności cechują się wysoką kulturą osobistą, wzbudzają zaufanie klientów, sumiennie i należycie wykonują swoje obowiązki. Jeśli chodzi o strój roboczy i identyfikator, to niestety nie zawsze jest to spełniony wymóg, a przecież stosowny zapis znajduje się w rozporządzeniu (Dz. U. poz. 275, 2006). Diagności często ubierają się tak, by czuć się wygodnie, a jednocześnie funkcjonalnie. Jednakże stosowny uniform także

może pełnić te funkcje, a przy okazji podnosić wizerunek przedsiębiorstwa i wpływać na jakość, z jaką klienci identyfikują daną stację kontroli pojazdów.

Duży odsetek SKP, szczególnie tych nowoczesnych, posiada dodatkowe pomieszczenia w kompleksie budynków np. poczekalnie, gdzie kierowcy mogą spędzić czas, oczekując na koniec badania. Nie zawsze jednak te pomieszczenia są wykorzystane, ponieważ większość diagnostów wyraża zgodę na obecność właściciela pojazdu podczas badania technicznego, co pozwala zapoznać użytkownika ze stanem technicznym pojazdu i na bieżąco omówić stwierdzone usterki. Czasami jest to także okazja do zaoferowania dodatkowych usług np. regulacji lub konserwacji danego układu lub podzespołu.

Przebieg badania na poszczególnych stacjach kontroli pojazdów był bardzo różny. Na większości stacji wszystkie układy były badane, ale zdarzały się też takie, gdzie wykonywana była tylko część obowiązkowych czynności określonych w formalnych wymaganiach. Najwięcej rozbieżności dotyczyło badania toksyczności spalin, czy kontroli ciśnienia w ogumieniu. Natomiast hamulce, elementy zawieszenia i oświetlenia były badane w każdym przypadku.

Marketing i reklama są czynnikami w bardzo dużym stopniu wpływającymi na działalność każdego przedsiębiorstwa. W celu pozyskania większej liczby klientów, firmy reklamują się i zabiegają o bycie zauważonym. Stacje kontroli reklamują się na portalach informacji regionalnej, oferują wizytówki w warsztatach samochodowych, czy na stacjach benzynowych. Wiele jest też takich, które zachęcają potencjalnych klientów obietnicą gadżetu promocyjnego (zapach samochodowy, zestaw nowych wycieraczek, darmowa myjnia, czy próbki kosmetyków samochodowych). Poza tym SKP stosują przypomnienia o zbliżającym się terminie badania, informując swoich klientów krótką wiadomością tekstową wysłaną na telefon komórkowy.

Pamiętać należy, że same badania techniczne, nawet o najwyższym poziomie jakości, nie zagwarantują właściwego stanu technicznego pojazdu w okresie jego eksploatacji (Jarosiński, 2014). Za bieżący stan techniczny pojazdu odpowiada przede wszystkim użytkownik, zaś SKP ma za zadanie pomóc w diagnozowaniu ewentualnych usterek oraz wymusić ich usunięcie.

Niestety można się także spotkać z marginalną opinią, że „badanie techniczne to fikcja, która przypomina podatek nakładany na kierowcę, a nie opłatę za sprawdzenie pojazdu”. Trudno się jednak z nią zgodzić, a jeżeli nawet zdarzają się przypadki bagatelizowania procedur i niestarannych badań, to należy je piętnować i eliminować z rynku podmioty niewypełniające ustawowego obowiązku rzetelnego badania pojazdów. Ostatnie kontrole NIK wymuszają działania korygujące i wszystko wskazuje na to, że poziom jakości świadczonych usług będzie się nadal podnosił. Warto przy tym podkreślić, że mentalność użytkowników pojazdów także ulega zmianom i coraz większą wagę przykładają oni do aspektu bezpieczeństwa drogowego.

Odnosząc się do oceny wyposażenia kontrolno-pomiarowego dokonywanej przez personel stacji, należy zauważyć, że diagnosty mają świadomość szybszego zużywania się niektórych urządzeń, w tym urządzeń do kontroli sił hamowania. Mają oni również świadomość konieczności częstej okresowej obsługi eksploatacyjnej tych urządzeń, jednakże nie zawsze wiąże się to z nadmiernymi kosztami, bo zdecydowanie największe koszty generują analizatory spalin samochodowych, a w drugiej kolejności manometry do kontroli ciśnienia w ogumieniu oraz urządzenia do kontroli luzów przegubowych. Wskazano również urządzenia najczęściej ulegające uszkodzeniom. Można zauważyć, że pokrywa się to w znacznym stopniu z urządzeniami najczęściej używanymi i wymagającymi najczęstszej obsługi.

Warte uwagi były stwierdzenia dotyczące najrzadziej wykorzystywanych urządzeń. W tym przypadku nie pojawiło się wskazanie na analizator spalin samochodowych, co przemawia za jego regularnym wykorzystaniem. Rzadko natomiast są wykorzystywane urządzenia do kontroli przepuszczalności światła przez szyby pojazdów, mierniki poziomu dźwięku, przyrządy do starowania hamulcem najazdowym przyczepy, przyrządy do kontroli złącza elektrycznego pojazd-przyczepa, opóźniomierze, lub dymomierze.

9. WNIOSKI I PODSUMOWANIE

Należy przyjąć, że główny cel opracowania został osiągnięty, a ogólna ocena jakości okresowych technicznych badań pojazdów nie jest pozytywna.

Wszystkie hipotezy zostały zweryfikowane pozytywnie, co świadczy na niekorzyść oceny jakości technicznych badań pojazdów.

Ustalono, że w obrębie badań danego układu pojazdu, które były przeprowadzone na różnych stanowiskach kontrolnych w różnych stacjach kontroli pojazdów występują różnice uzyskiwanych wyników, których wartości mogą być istotne podczas podejmowania decyzji o dopuszczeniu pojazdu do ruchu.

W wielu przypadkach za taki stan rzeczy może odpowiadać zły stan techniczny urządzeń pomiarowych. Jednakże odnotowano również przypadki wyników odstających, które zawyżały wyniki, i za które najprawdopodobniej nie był odpowiedzialny stan techniczny urządzenia, lecz jego wadliwa adjustacja. W związku z wyjaśnieniem przyczyn takiej sytuacji należy zweryfikować prawidłowość przeprowadzania usług serwisowych w ramach obsługi eksploatacyjnej danego rodzaju urządzenia.

Zaobserwowano ponadto, że w wielu przypadkach diagności bagatelizują i pomijają niektóre etapy procedury badań technicznych, a odstępstwa te mogą negatywny wpływ na bezpieczeństwo ruchu drogowego lub zanieczyszczenie środowiska.

W rezultacie przeprowadzonej analizy wyników badań dokonano licznych szczegółowych spostrzeżeń dotyczących wyników pomiarów wykonywanych w oparciu o ten sam pojazd, a uzyskanych przy pomocy różnych stanowisk diagnostycznych rozlokowanych na różnych stacjach kontroli pojazdów.

W odniesieniu do nacisków osi i ciężaru pojazdu oraz skuteczności tłumienia drgań w zawieszeniu pojazdu stwierdzono między innymi, że:

- wystąpiły istotne różnice wskazań ciężaru pojazdu osiągające wartość nawet 448 daN, przy czym nominalna masa pojazdu w testach to 1390 kg, a stwierdzona maksymalna różnica wyników to ok. 456 kg, czyli ok. 32%.
- największe różnice wyników odnotowano w przypadku pojazdu nr 3 (20 stanowisk kontrolnych), średnia wartość ciężaru to 1383 daN, odchylenie standardowe 104 daN, współczynnik zmienności 7,5%.
- wystąpiły istotne różnice zmierzonych wartości skuteczności tłumienia drgań w zawieszeniu, a największe wartości stwierdzono w przypadku pojazdu nr 1, przy wykorzystaniu metody EUSAMA (32%), średnia wartość STD w danym wypadku wynosiła 74%, odchylenie standardowe 16%, wsp. zmienności 22%,
- mniejsze różnice wykazywały urządzenia wykorzystujące metodę BOGE (średni rozstęp ok. 9%), natomiast te oparte na metodzie EUSAMA ujawniły różnice nieco większe (średni rozstęp ok. 17%).

W odniesieniu do wyników badań sił hamowania uzyskanych na różnych stanowiskach stwierdzono między innymi, że:

- w przypadku wszystkich pojazdów wystąpiły istotne różnice wskazań sił hamowania, zarówno dla hamulca roboczego jak i awaryjnego,

- w niektórych przypadkach stanowisk wartości sił hamowania dla tego samego koła różniły się blisko dwukrotnie. Przykładowo dla lewego przedniego koła pojazdu nr 1 wartość średnia to 2,47 kN, minimalna 1,7 kN, maksymalna 3,2 kN, rozstęp 1,5 kN, odchylenie standardowe 0,43 kN, a wsp. zmienności 17%,
- maksymalne różnice sił hamowania określane dla kół lewej i prawej strony także wykazują duże zróżnicowanie,
- różnice sił hamowania lewej i prawej strony badanej osi mieściły się w granicach wartości dopuszczalnych, ale ich jakościowe zmiany, uwzględniające znak wskazują na przeciwne wyniki (np. dla pojazdu nr 1 (-13%) - stanowisko nr 4 oraz (+17%) - stanowisko nr 3), podobne obserwacje o podobnej lub większej skali można poczynić dla wszystkich pojazdów,
- wartości wskaźnika skuteczności hamowania, wyznaczane dla bieżącego ciężaru pojazdu są o ok. 15 % większe niż wyznaczone dla ciężaru wynikającego z d.m.c.
- wartości wskaźnika skuteczności hamowania w związku z tym, że są związane z siłami hamowania, także wykazują duże zróżnicowanie; średni rozstęp ze wszystkich wyników wynosi 26%, średnie odchylenie standardowe 7,17%, średni współczynnik zmienności 11,6%,
- wartości wskaźnika skuteczności hamowania wyznaczane w oparciu o ciężar wynikający z d.m.c. pojazdu tylko o kilka lub kilkanaście procent przewyższają wymaganą przepisami wartość (50%),
- wystąpiły stanowiska kontrolne, w przypadku których ten sam pojazd nie spełniał wymagań odnośnie minimalnego współczynnika skuteczności hamowania ($WSH=35\%$), jednocześnie były też takie stanowiska, dla których wymagania były spełnione z dużym zapasem ($WSH=74\%$),
- za różne wyniki pomiarów odpowiedzialne są stanowiska pomiarowe, a nie stan techniczny pojazdu, co można stwierdzić uwzględniając kolejność wykonywanych pomiarów na stanowiskach,
- nie uwidacznia się wyraźna zależność uzyskiwanych wyników sił hamowania od marki urządzenia,
- na wyniki pomiarów sił hamowania wpływ ma stopień wyeksploatowania urządzeń, a w szczególności jakość powierzchni rolek,
- z uwagi na niejednakowy stopień zużywania się powierzchni rolek, na wyniki pomiarów może mieć wpływ sposób ustawienia pojazdu na stanowisku,
- większe wartości sił hamowania i wskaźnika skuteczności hamowania będą uzyskiwane dla stanowisk rolkowych nowych, gwarantujących wysoką wartość współczynnika przyczepności kół do powierzchni rolek,
- można przy tym zauważyć, że wyniki badań pojazdu znajdującego się w granicznym stanie ze względu na zdatność układu hamulcowego będą wyższe, jeżeli pojazd ten będzie badany w stacji kontroli pojazdów dysponującej nowymi urządzeniami.

W odniesieniu do wyników badań prawidłowości ustawienia kół jezdnych oraz ustawienia reflektorów uzyskanych na różnych stanowiskach stwierdzono między innymi, że:

- wyniki oceny prawidłowości ustawienia kół charakteryzowały się dużą zmiennością i w przypadku kilku stanowisk byłyby podstawą do powtórzenia pomiarów lub ich zwerfikowania na innym wyspecjalizowanym urządzeniu,

- pomimo tego, że pojazdy charakteryzowały się prawidłową geometrią ustawienia kół jezdnych, na niektórych stanowiskach uzyskano wyniki świadczące o nieprawidłowościach, a zatem można się spodziewać, że może wystąpić także sytuacja odwrotna tzn. pojazd z usterkami w tym zakresie może zostać sklasyfikowany jako spełniający wymagania,
- przed pomiarami ustawienia kół oraz ustawienia reflektorów, diagności tylko w 27% stacji kontroli pojazdów wykazali inicjatywę skontrolowania ciśnienia w ogumieniu, jednocześnie, wśród ankietowanych kierowców/użytkowników pojazdów uczestniczących w badaniach technicznych, tylko 35% potwierdziło fakt przeprowadzenia kontroli ciśnienia w ogumieniu,
- tylko w 35% stacji kontroli pojazdów do pozycjonowania urządzenia do kontroli ustawienia reflektorów względem pojazdu wykorzystano dedykowane w tym celu metody, co wprowadza ryzyko nieprawidłowego ustawienia reflektorów,
- wyniki oceny ustawienia reflektorów różniły się na poszczególnych stanowiskach, jednakże różnice nie były istotne ze względu na dopuszczalne tolerancje ich prawidłowego ustawienia.

Na podstawie analiz wyników badań dotyczących analizatorów spalin samochodowych stwierdzono, że:

- realizowana prawna kontrola metrologiczna analizatorów spalin spełnia swoje zadanie i pozwala utrzymać te urządzenia w dobrym stanie technicznym,
- badania emisji spalin mogą być realizowane z zapewnieniem wysokiej jakości pomiarów, przyczyniając tym samym się do ujawniania przypadków przekroczenia dozwolonych limitów emisji,
- jednakże, tylko 27% ankietowanych kierowców/użytkowników pojazdów potwierdziło fakt przeprowadzenia kontroli emisji spalin podczas badań technicznych pojazdu.

Podsumowując, należy stwierdzić, że w związku z zaprezentowanymi informacjami, istnieje uzasadniona obawa o możliwość dopuszczenia do ruchu pojazdów w stanie niezdatności. Spośród analizowanych rodzajów stanowisk kontrolno-pomiarowych największe rozbieżności wyników stwierdzono w obszarze badań hamulców. Jednakże nieprawidłowości może być znacznie więcej, ponieważ rzadko kontrolowane jest ciśnienie w ogumieniu i sporadycznie wykonywane są testy kontrolne emisji spalin.

Różnice wskazań poszczególnych urządzeń pomiarowych mogą być konsekwencją niewłaściwie przeprowadzanej obsługi okresowej lub ich niewłaściwą adjustacją, zatem niezbędne jest:

- opracowanie uniwersalnych metod kontroli wyposażenia pomiarowego, które będą możliwe do zastosowania w miejscu użytkowania danego urządzenia pomiarowego,
- formalne delegowanie podmiotów upoważnionych do kontroli wyposażenia pomiarowego i określenie stosownych wobec nich wymagań,
- wzmocnienie nadzoru nad przebiegiem procesu pomiarowego podczas realizacji badań technicznych pojazdów.

Wspomniane zalecenia są bardzo istotne, gdyż wpływają na bezpieczeństwo wszystkich uczestników ruchu drogowego, zarówno w odniesieniu do aglomeracji miejskich, jak również terenów podmiejskich i obszarów rolniczych, gdzie aspekty utrzymania pojazdów w należyтым stanie technicznym często są bagatelizowane.

W odniesieniu do zanieczyszczenia środowiska konsekwencje również dotyczą całego społeczeństwa, bo jeżeli nie bezpośrednio działają na układ oddechowy człowieka to pośrednio wpływają na produkowaną żywność opartą o zwierzęta hodowlane i uprawy rolnicze, zlokalizowane w sąsiedztwie ciągów komunikacyjnych, narażonych w pierwszej kolejności na zanieczyszczenia pochodzenia motoryzacyjnego.

10. BIBLIOGRAFIA

- Andrzejewski, R. (2010).** *Dynamika pneumatycznego koła jezdnego*. WNT, Warszawa.
- autoevolution. (2019).** *how-portable-emissions-measurement-systems-work*. Downloaded from https://www.autoevolution.com/news/how-portable-emissions-measurement-systems-work-127086.html#agal_6. (Dostęp w dniu 10.01.2019 r.)
- Berjoza, D., Mickevičs, A. (2009).** Research in parameters of braking for automobiles. *Proceedings of the 8th International Scientific Conference: Engineering for Rural Development, 28-29 May, 2009, Latvia University of Agriculture, Faculty of Engineering, Institute of Mechanics, Jelgava, Latvia*, 124–130.
- Bielaczyc, P., Szczotka, A., Klimkiewicz, D. (2015).** Wpływ analizatorów spalin na wyniki emisji oraz analiza możliwości zwiększenia dokładności pomiarów emisji gazowych związków szkodliwych spalin przez zastosowanie nowoczesnych analizatorów pod kątem badania samochodów o bardzo niskiej emisji. *TTS Technika Transportu Szynowego*, 22.
- Bielawa, A. (2011).** Postrzeganie i rozumienie jakości–przegląd definicji jakości. *Uniwersytet Szczeciński, Studia i Prace Wydziału Nauk Ekonomicznych i Zarządzania*, 21, 144–152.
- Bocheńska, A., Grzelak, P., Gis, W., Majerczyk, A., Żółtowski, A. (2013).** Badania pojazdu elektrycznego ZILENT courant w testach jezdnych. *Zeszyty Problemowe – Maszyny Elektryczne* 99 (2), 253–258.
- Bocheński, C. (2000).** *Badania kontrolne samochodów*. WKŁ, Warszawa.
- Bocheński, C., Lozia, Z., Wolff, A. (1999).** Ocena przydatności standardowych stanowisk rolkowych do badań skuteczności działania hamulców ciągników rolniczych. *Prace Naukowe Politechniki Warszawskiej. Mechanika* (176), 123–138.
- Bozarth, C., Handfield, R. B. (2007).** Wprowadzenie do zarządzania operacjami i łańcuchem dostaw. *Helion, Gliwice*.
- Buning, E. A. (2010).** Electric drives in agricultural machinery-approach from the tractor side. *Journal of Agricultural Engineering* 47 (3), 30–35.
- Burdzik, R., Konieczny, Ł. (2009).** Diagnosing of shock-absorbers of car vehicles at changeable pressure in tires. *Diagnostyka*, 27–32.
- Burdzik, R., Warczek, J. (2010).** Wpływ ciśnienia w ogumieniu i obciążenia pojazdu na ocenę skuteczności układu hamulcowego w warunkach stacji kontroli pojazdów. *Zeszyty Naukowe Politechniki Śląskiej* (66), 15–24.
- Caban, J., Drożdźiel, P., Vrábel, J., Sarkan, B., Marczuk, A., Krzywonos, L., Rybicka, I. (2016).** The research on ageing of glycol-based brake fluids of vehicles in operation. *Advances in Science & Technology - Research Journal* 10 (32), 9–16.
- Chłopek, Z. (2012).** Testing of Hazards to the Environment Caused by Particulate Matter During Use of Vehicles. *Eksploracja i Niezawodność - Maintenance and Reliability* 14 (2), 160–170.
- Chłopek, Z. (2013).** Badanie zużycia energii przez samochód elektryczny. *The Archives of Automotive Engineering/ Archiwum Motoryzacji* 55 (3), 19–31.
- Chłopek, Z., Lasocki, J. (2014).** Badanie zużycia energii przez samochód elektryczny w warunkach ruchu w mieście. *Zeszyty Naukowe Instytutu Pojazdów* 97 (1), 33–39.
- Chłopek, Z., Szczepański, T. (2013).** Ekologiczne aspekty eksploatacji samochodów elektrycznych na przykładzie oceny zużycia energii. *Zeszyty Naukowe Instytutu Pojazdów* 92 (1), 31–40.
- Dąbrowski, M., Kowalczyk, S., Trawiński, G. (2018).** *Diagnostyka pojazdów samochodowych*. WSiP, Warszawa.
- Dieselnet. (2017).** *Emission Standards: Europe: Cars and Light Trucks*. Downloaded from <https://www.dieselnet.com/standards/eu/ld.php#stds> on 24 marzec 2017.
- Dodd, M., Bartlett, R., Knight, I. (2007).** Provision of information and services on the subject of the performance requirements, testing methods and limit values for braking systems of agricultural and

- forestry tractors, their trailers and interchangeable towed machinery—final report. *TRL Unpublished Project Report No. UPR/VE/064/07, UK, Wokingham*.
- Dubowski, A. P., Pawłowski, T. (2005).** Medium size road units—an innovative approach for improving efficiency and safety of agricultural transportation in Poland and Europe as well. In *Increasing work efficiency in agriculture, horticulture and forestry. XXXI CIOSTA-CIGR V Congress Proceedings, University of Hohenheim, Stuttgart, Germany*, 154–161.
- Dudziak, A., Kuranc, A., Stoma, M., Piekarski, W. (2014).** Value stream analysis in relation to the tasks carried out at a vehicle inspection station. *Logistyka* (6), 12093–12097
- Dz. U. poz. 155. (2019).** Ustawa z dnia 30 sierpnia 2002 r. o systemie oceny zgodności.
- Dz. U. poz. 275. (2006).** Rozporządzenie Ministra Transportu i Budownictwa z dnia 10 lutego 2006 r. w sprawie szczegółowych wymagań w stosunku do stacji przeprowadzających badania techniczne pojazdów.
- Dz. U. poz. 588. (2014).** Rozporządzenie Ministra Gospodarki z dnia 30 kwietnia 2014 r. w sprawie szczegółowych wymagań dla silników spalinowych w zakresie ograniczenia emisji zanieczyszczeń gazowych i cząstek stałych przez te silniki.
- Dz. U. poz. 602. (1997).** Ustawa z dnia 20 czerwca 1997 r. - Prawo o ruchu drogowym.
- Dz. U. poz. 768. (2014).** Ustawa z dnia 9 maja 2014 r. o ułatwieniu dostępu do wykonywania niektórych zawodów regulowanych.
- Dz. U. poz. 776. (2015).** 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.
- Dz. U. poz. 884. (2016).** Obwieszczenie Marszałka Sejmu Rzeczypospolitej Polskiej z dnia 7 czerwca 2016 r. w sprawie ogłoszenia jednolitego tekstu ustawy – Prawo o miarach.
- Dz. U. poz. 885. (2017).** Rozporządzenie Ministra Rozwoju i Finansów z dnia 13 kwietnia 2017 r. w sprawie rodzajów przyrządów pomiarowych podlegających prawnej kontroli metrologicznej oraz zakresu tej kontroli.
- Dz. U. poz. 969. (2017).** Rozporządzenie Ministra Rozwoju i Finansów z dnia 13 kwietnia 2017 r. w sprawie prawnej kontroli metrologicznej przyrządów pomiarowych.
- Dz. U. poz. 996. (2012).** 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.
- Dz. U. poz. 1765. (2007).** Rozporządzenie Ministra Gospodarki z dnia 7 grudnia 2007 r. w sprawie wymagań, którym powinny odpowiadać analizatory spalin samochodowych, oraz szczegółowego zakresu sprawdzeń wykonywanych podczas prawnej kontroli metrologicznej tych przyrządów pomiarowych.
- Dz. U. poz. 1836. (2014).** Rozporządzenie Ministra Infrastruktury i Rozwoju z dnia 28 listopada 2014 r. w sprawie szkolenia i egzaminowania diagnostów oraz wzorów dokumentów z tym związanych.
- Dz. U. poz. 1990. (2018).** Obwieszczenie Marszałka Sejmu Rzeczypospolitej Polskiej z dnia 9 października 2018 r. w sprawie ogłoszenia jednolitego tekstu ustawy - Prawo o ruchu drogowym.
- Dz. U. poz. 2022. (2016).** Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 31 grudnia 2002 r. w sprawie warunków technicznych pojazdów oraz zakresu ich niezbędnego wyposażenia.
- Dz. U. poz. 2469. (2004).** Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 4 listopada 2004 r. w sprawie szczegółowych wymagań w stosunku do diagnostów.
- Dz. U. UE L42, Tom 55. (2012).** Regulamin nr 83 Europejskiej Komisji Gospodarczej Organizacji Narodów Zjednoczonych (EKG ONZ) – Jednolite przepisy dotyczące homologacji pojazdów w zakresie emisji zanieczyszczeń w zależności od paliwa zasilającego silnik.
- Dziedziak, P., Sowiński, A., Zysińska, M. (2015).** Analiza zmian w systemie badań technicznych pojazdów w Polsce w latach 1998-2015. *Logistyka* (3), 1184–1191.
- Dzierga, T., Opiela, P. (2015).** Niektóre dokumenty sporządzane przez policjanta ruchu drogowego. Materiały dydaktyczne 28. Szkoła Policji w Katowicach, 13–21.

- EA 4/02. (1999). Expression of Uncertainty of Measurement in Calibration. *European Cooperation for Accreditation, Rome, Italy*. 79.
- Elvik, R., Vaa, T. (2004). *The Handbook of Road Safety Measures*. Elsevier, Oxford. 257.
- Filipcuk, J. (2007). Projektowanie SKP. *Nowoczesny Warsztat* 107 (11).
- Filipek, P., Wendeker, M., Kamiński, T., Mitraszewska, I., Nowacki, G. (2008). Opinion of ionization signal to estimating composition of mixture in combustion process about engine SI. *Journal of KONES*, 15 (3), 121–127.
- Filipiak, R., Jósko, M. (2009). Badania wpływu ciśnienia w oponach pojazdów samochodowych na skuteczność tłumienia ich układu zawieszenia. *Journal of Research and Applications in Agricultural Engineering* 54 (2), 42–47.
- Filipiak, R., Kiciński, M. (2015). Wiarygodność badań technicznych układu hamulcowego samochodu osobowego. *Logistyka* (3), 1303–1312.
- Fiut, J. (2012). Ocena stanu technicznego pojazdu w warunkach stacji diagnostycznej. Praca magisterska, Uniwersytet Przyrodniczy w Lublinie, 69.
- Franco, V., Kousoulidou, M., Muntean, M., Ntziachristos, L., Hausberger, S., Dilara, P. (2013). Road vehicle emission factors development: A review. *Atmospheric Environment* 70, 84–97.
- Fuć, P., Lijewski, P., Ziółkowski, A., Siedlecki, M. (2015). Tendencje zmian przepisów homologacyjnych w aspekcie emisji gazów wylotowych dla pojazdów kategorii PC i LDV. *Combustion Engines* 162 (3), 417–424.
- Gaca, S., Kiec, M. (2016). Speed Management for Local and Regional Rural Roads. *Transportation Research Procedia* 14, 4170–4179.
- Gajek, A., Strzpek, P. (2016). The analysis of the accuracy of the wheel alignment inspection method on the side-slip plate stand. Scientific Conference on Automotive Vehicles and Combustion Engines (KONMOT 2016), Krakow, Poland. In IOP Conference Series: Materials Science and Engineering 148 (1), 012037–012047.
- Gardulski, J. (2006). Badania diagnostyczne amortyzatorów. *Diagnostyka*, 38 (2), 187–198.
- Gęca, M., Wendeker, M., Grabowski, L. (2014). *A City Bus Electrification Supported by the Photovoltaic Power Modules*. SAE Technical Paper No. 2014-01-2898
- Greibe, P. (2007). *Braking distance, friction and behaviour*. Trafitec Scion-DTU Diplomvej, Denmark. Trafitec Report, 5–8.
- Grieger, A. (2008). Stan techniczny ciągników rolniczych w wysokotowarowym gospodarstwie rolnym. *Inżynieria Rolnicza* 107 (9), 99–105.
- HELLA. (2019). *Ustawianie świateł samochodowych - instrukcja HELLA*. Downloaded from <https://www.hella.com/techworld/pl/Technologia/Oswietlenie-baza-wiedzy-technicznej-i-praktycznych-porad/Ustawianie-swiateł-835/> on 30 styczeń 2019.
- Horbaczewski, D. (2006). Filozoficzne źródła współczesnego pojmowania jakości. *Problemy jakości* (10), 9–12.
- Hunicz, J., Krzaczek, P. (2016). Detailed Speciation of Emissions from Low-Temperature Combustion in a Gasoline HCCI Engine. *Polish Journal of Environmental Studies* 25 (1), 137–145.
- Huvarinen, Y., Svatkova, E., Oleshchenko, E., Pushchina, S. (2017). Road safety audit. *Transportation Research Procedia*, 20, 236–241.
- Idzikowski, A. (2011). Stan techniczny i wyposażenie pojazdów samochodowych a bezpieczeństwo ruchu drogowego. *Studia i Materiały Polskiego Stowarzyszenia Zarządzania Wiedzą*, 46, 94–106.
- ISO, IEC; OIML, BIPM. (1995). Guide to the Expression of Uncertainty in Measurement. *International Organization for Standardization, Geneva, Switzerland*.
- Jarosiński, W. (2014). Periodic Technical Inspections of Vehicles and Road Traffic Safety with the Number of Road Accidents Involving Fatalities. *Eksplotacja i Niezawodność - Maintenance and Reliability* 16 (1), 105–111.
- Kamiński, Z., Czaban, J. (2006). Propozycja programu badań układów hamulcowych ciągników rolniczych. *Motrol. Motoryzacja i energetyka rolnictwa*, 8, 92–100.

- KEiŚT. (2018).** Katedra Energetyki i Środków Transportu, Uniwersytet Przyrodniczy w Lublinie - materiały archiwalne.
- Komenda Główna Policji. (2019).** *Wypadki drogowe - raporty roczne*. KGP Statystyka. Downloaded from <http://www.statystyka.policja.pl/st/ruch-drogowy/76562,Wypadki-drogowe-raporty-roczne.html> on 16 luty 2019.
- Koniczny, L., Śleziak, B. (2008).** Wpływ wybranych parametrów na charakterystyki tłumienia amortyzatorów hydraulicznych. *Zeszyty Naukowe Politechniki Śląskiej, Transport* (64), 6. 145–150.
- Kowalczyk, J. (2005).** Szef firmy w systemie zarządzania jakością przez jakość ISO 9001 - TQM. *Teoria i praktyka*. Wyd. CeDeWu, Warszawa.
- Krencik, W. (1965).** W sprawie kierunków i możliwości poprawy jakości produkcji. *Nowe Drogi* 7, 34.
- Kudarauskas, N. (2007).** Analysis of Emergency Braking of a Vehicle. *Series TRANSPORT, Vilnius Gediminas Technical University and Lithuanian Academy of Sciences* 22 (3), 154–159.
- Kulikowski, K., Szpica, D. (2014).** Determination of directional stiffnesses of vehicles' tires under a static load operation. *Eksploatacja i Niezawodność - Maintenance and Reliability* 16 (1), 66–72.
- Kulakowska, A., Patyk, R. (2013).** Analiza wpływu stanu technicznego pojazdów na powstawanie wypadków komunikacyjnych. *Autobusy: technika, eksploatacja, systemy transportowe* 14, 170–175.
- Kupiec, J., Ślaski, G. (2004).** Błędy w ocenie zdolności tłumienia amortyzatorów przy badaniu z wykorzystaniem wskaźnika EUSAMA. *Diagnostyka* 30 (1), 301–304.
- Kupiec, J., Ślaski, G. (2009).** Wpływ siły tłumienia amortyzatora na obciążenia dynamiczne kół i wyniki badań kontrolnych zawieszenia metodami drgań wymuszonych. 13TH International Conference Computer Systems Aided Science, *Industry and Transport "TRANSCOMP 2009"*, *Logistyka* 6.
- Kuranc, A. (2006).** Zastosowanie diagnostycznego analizatora spalin typu NDIR do pomiaru emisji spalin silnika o zapłonie samoczynnym. *Inżynieria Rolnicza* 80 (5), 385–393.
- Kuranc, A. (2009).** Diagnostyczne badania zawieszenia pojazdu w aspekcie zmian parametrów eksploatacyjnych. *Inżynieria rolnicza* 117 (8), 99–106.
- Kuranc, A. (2011).** Emisja szkodliwych składników spalin w badaniach kontrolnych wybranej populacji pojazdów samochodowych. *Autobusy: technika, eksploatacja, systemy transportowe* 12, 282–290.
- Kuranc, A. (2015).** Exhaust emission test performance with the use of the signal from air flow meter. *Eksploatacja i Niezawodność - Maintenance and Reliability* 17 (1), 129–134.
- Kuranc, A., Dudziak, A., Słowik, T., Krzaczek, P. (2014)a.** Functioning of a vehicle inspection station in terms of controlling it's testing equipment. *Logistyka* nr 6. 12265- 12269
- Kuranc, A., Słowik, T., Krzaczek, P., Maj, G. (2016).** Emission of fumes of Ursus MF235 under conditions of load with the use of a movable dynamometric stand. *Agricultural Engineering* 20 (4), 101–112.
- Kuranc, A., Zając, G., Szyszlak-Bargłowicz, J., Słowik, T., Vrabel, J., Sarkan, B., Caban, J., Makarski, P. (2018).** Temperatura wrzenia płynu hamulcowego na bazie eterów alkilowych glikoli alkenowych na przykładzie pojazdów będących w użytkowaniu. *Przemysł Chemiczny* 1 (12), 128–131.
- Kuranc, A., Słowik, T., Piekarski, W. (2014)b.** Problematyka badań amortyzatorów zamontowanych w pojeździe w aspekcie sposobu ustawienia pojazdu na stanowisku kontrolnym. *Logistyka* (6), 12260–12264.
- Kuranc, A., Słowik, T., Wasilewski, J., Szyszlak-Bargłowicz, J., Stoma, M., Šarkan, B. (2017).** Emission of Particulates and Chosen Gaseous Exhausts Components During a Diesel Engine Starting Process. *IX International Scientific Symposium, Farm Machinery and Processes Management in Sustainable Agriculture*, 22-24.11.2017, Lublin, Poland, 210–215.
- Kuranc, A., Wasilewski, J. (2010).** Proecological Trends In Development of Piston Combustion Engines. In: *Diesel Engines - New Challenges 2010*, Instytut Naukowo-Wydawniczy SPATIUM, Radom, 91–112.
- Kuta, L., Cieź, J. (2013).** Ocena poziomu bezpieczeństwa pracy w rodzinnym gospodarstwie rolnym. *Journal of Research and Applications in Agricultural Engineering* 58 (2), 92–97.
- Kuźmiński, J., Gogacz, R., Bartosiński, T. (2016).** Doświadczenia z rocznej eksploatacji autobusów elektrycznych w Warszawie. *Autobusy: technika, eksploatacja, systemy transportowe* 17 (7-8), 26–29.

- Lozia, Z., Nowakowski, J. (2001).** Ocena wpływu nierówności nawierzchni drogi na skuteczność działania hamulców w ruchu prostoliniowym. *Zeszyty Instytutu Pojazdów/Politechnika Warszawska* (1/40), 131–155.
- Lozia, Z., Zdanowicz, P. (2018).** Simulation assessment of the impact of inertia of the vibration plate of a diagnostic suspension tester on results of the EUSAMA test of shock absorbers mounted in a vehicle. *International Automotive Conference (KONMOT2018), Krakow, Poland, IOP Conference Series: Materials Science and Engineering* 421, 022018.
- Lozia, Z., Simiński, P., Zdanowicz, P. (2008)a.** Wpływ położenia środka masy na zachowanie się pojazdu LTV w ruchu krzywoliniowym. *Czasopismo Techniczne. Mechanika* 105 (6–M), 65–83.
- Lozia, Z., Simiński, P., Zdanowicz, P. (2008)b.** Weryfikacja eksperymentalna modelu symulacyjnego ruchu samochodu LTV Dzik. *Zeszyty Naukowe Instytutu Pojazdów, Politechnika Warszawska* 70 (3), 37–46.
- Magda, P., Uhl, T. (2013).** Maintenance on demand for vehicle suspension system. *Diagnostyka* 14 (1), 57–64.
- Maha. (1995).** Roller Brake Tester IW2 E (4wd) - Standard Operating Procedures and User's Manual. *MAHA Maschinenbau Haldenwang GmbH & Co. KG.*
- Maha. (1997).** Technical Handbook - Side-Slip Tester MINC I + II. *MAHA Maschinenbau Haldenwang GmbH & Co. KG.*
- Maha. (2001).** Technical Handbook - Motor Vehicle Safety Test Lane EURO-SYSTEM CAR, PROFI EURO-SYSTEM. *MAHA Maschinenbau Haldenwang GmbH & Co. KG.*
- Maha. (2010)a.** Shock Absorber Tester Model: MAHA-Shock-Diagnostic MSD 3000. *AMZ Auto Motor Zubehor, Maha Special, Haldenwang GmbH & Co. KG.* (2).
- Maha. (2010)b.** Operating Instructions and User's Manual - Headlight tester - Lite 3. *MAHA Maschinenbau Haldenwang GmbH & Co. KG.*
- Mamakos, A., Bonnel, P., Perujo, A., Carrero, M. (2013).** Assessment of portable emission measurement systems (PEMS) for heavy-duty diesel engines with respect to particulate matter. *Journal of Aerosol Science* 57, 54–70.
- Martini, E., Coghlan, N. (2012).** Emissions calibration yesterday, today and tomorrow. *Silniki Spalinowe* 51, 75–82.
- Mazanek, A. (2010).** Badania porównawcze emisji toksycznych składników gazów wylotowych z silnika o zapłonie samoczynnym zasilanego ON i B10. *Nafta-Gaz* 66 (9), 835–840.
- Mazanek, A., Jakóbiec, J., Krzaczek, P. (2015).** Aplikacyjne metody badań jednostek napędowych pojazdów samochodowych i pozadrogowych sektora rolnego. *Logistyka* 5 (5), 373–380.
- Merkisz, J. (2011).** Real road tests-exhaust emission results from passenger cars. *Journal of KONES* 18, 253–260.
- Merkisz, J., Pielecha, I., Pielecha, J., Brudnicki, K. (2010).** Ekologiczność pojazdów z systemem Start/Stop w rzeczywistych warunkach ruchu miejskiego. 14th International Conference Computer Systems Aided Science, *Industry and Transport, TRANSCOMP 2010, Logistyka* 6, 2217–2226.
- Merkisz, J., Pielecha, J., Nowak, M. (2012).** Emisja zanieczyszczeń z pojazdów w rzeczywistych warunkach ruchu na przykładzie aglomeracji poznańskiej. *Postępy Nauki i Techniki* 15, 103–115.
- Merkisz, J., Piekarski, W., Słowik, T. (2005).** Motoryzacyjne zanieczyszczenia środowiska. WAR, Lublin.
- Merkisz, J., Lijewski, P., Fuć, P., Weymann, S. (2013).** Exhaust emission tests from non-road vehicles conducted with the use of PEMS analyzers. *Eksploatacja i Niezawodność - Maintenance and Reliability* 15 (4), 364–368.
- Miros, M. (2013).** Stan oświetlenia pojazdów samochodowych poruszających się po polskich drogach na przykładzie pojazdów poruszających się w aglomeracji śląskiej. *Zeszyty Naukowe. Transport/Politechnika Śląska* (78), 89–96.
- Najwyższa Izba Kontroli. (2014).** Bezpieczeństwo ruchu drogowego. Informacja o wynikach kontroli, KPB-4101-03-00/2013, Nr ewid. 148/2014/KPB.

- Najwyższa Izba Kontroli. (2017).** Dopuszczanie pojazdów do ruchu drogowego. Informacja o wynikach kontroli, KIN.430.007.2016, Nr ewid. 184/2016/P/16/028/KIN.
- Ning, Z., Polidori, A., Schauer, J., Sioutas, C. (2008).** Emission factors of PM species based on free-way measurements and comparison with tunnel and dynamometer studies. *Atmospheric Environment* 42 (13), 3099–3114.
- Opasiak, W. (2017).** *Lublin. Wszystkie autobusy MPK będą miały panele fotowoltaiczne*. Downloaded from <http://www.transport-publiczny.pl/wiadomosci/lublin-wszystkie-autobusy-mpk-beda-mialy-panele-fotowoltaiczne-55324.html> on 3 luty 2019.
- Palubicki, S., Czapiewski, W. (2017).** Wpływ okresowych badań technicznych na bezpieczeństwo ruchu drogowego. *Autobusy : technika, eksploatacja, systemy transportowe* (7–8), 87–92.
- Parczewski, K. (2011).** Exploration of the shock-absorber damage influence on the steerability and stability of the car motion. *Journal of KONES* 18, 331–338.
- Parczewski, K. (2013).** Effect of tyre inflation pressure on the vehicle dynamics during braking manoeuvre. *Eksploatacja i Niezawodność - Maintenance and Reliability* 15 (2), 134–139.
- Pelkmans, L., Debal, P. (2006).** Comparison of on-road emissions with emissions measured on chassis dynamometer test cycles. *Transportation Research Part D: Transport and Environment* 11 (4), 233–241.
- Porębska, E., Sopoćko, M., Caban, J., Drożdżel, P. (2015).** Wypadki w rolnictwie a bezpieczeństwo techniczne. *Logistyka* 5, 1253–1260.
- Prochowski, L., Koziol, S. (2011).** Zagrożenia w ruchu pojazdów z wysoko położonym środkiem masy. *Problemy Eksploatacji* 2, 297–308.
- Radlinski, R. W., Flick, M. A. (1986).** *Tractor and trailer brake system compatibility*. SAE Technical Paper, No. 861942.
- Rajnoha, R., Jankovský, M., Merková, M. (2014).** Economic Comparison of Automobiles with Electric and with Combustion Engines: An Analytical Study. *Procedia - Social and Behavioral Sciences* 109, 225–230.
- Rievaj, V., Synák, F. (2017).** Does electric car produce emissions? *Scientific Journal of Silesian University of Technology. Series Transport* 94, 187–197.
- Rokosch, U., Kaluźny, J. (2016).** Układy oczyszczania spalin i pokładowe systemy diagnostyczne samochodów. WKŁ, Warszawa.
- Rozporządzenie EU 715/2007. (2007).** Rozporządzenie Parlamentu Europejskiego i Rady z dnia 20 czerwca 2007 r. w sprawie homologacji typu pojazdów silnikowych w odniesieniu do emisji zanieczyszczeń pochodzących z lekkich pojazdów pasażerskich i użytkowych (Euro 5 i Euro 6) oraz w sprawie dostępu do informacji dotyczących naprawy i utrzymania pojazdów. *Dziennik Urzędowy Unii Europejskiej L171/1*
- Rucińska, D. (2014).** Promocja zrównoważonego rozwoju transportu - wybrane przykłady dobrych praktyk. *Logistyka* 2, 285–299.
- Rymarz, J., Niewczas, A. (2012).** Ocena niezawodności eksploatacyjnej autobusów komunikacji miejskiej. *Problemy Eksploatacji*, 1, 79–85.
- Šarkan, B., Stopka, O., Gnap, J., Caban, J. (2017)a.** Investigation of Exhaust Emissions of Vehicles with the Spark Ignition Engine within Emission Control. *10th International Scientific Conference Transbaltica 2017: Transportation Science and Technology*, 4-5.05.2017, Vilnius, Lithuania, *Procedia Engineering* 187, 775–782.
- Šarkan, B., Caban, J., Marczuk, A., Vrábel, J., Gnap, J. (2017)b.** Skład spalin z silników o zapłonie iskrowym w warunkach okresowych badań pojazdów na Słowacji. *Przemysł Chemiczny* 96 (3), 675–680.
- Scarlett, A. (2009).** In-service assessment of agricultural trailer and trailed appliance braking system condition and performance. The Agricultural Trailer Braking Study. RR697 Research Report, 2009 (<http://www.hse.gov.uk/research/rrpdf/rr697.pdf>).
- Simiński, P. (2011).** Bezpieczeństwo pojazdów wojskowych. *Wyższa Szkoła Oficerska Wojsk Łądowych im. gen. T. Kościuszki, Zeszyty Naukowe* 1, 224–238.

- Simiński, P. (2012).** Problematyka ruchu nowoczesnych transporterów wojskowych. *Postępy Nauki i Techniki*, 14, 244–249.
- Sitek, K. (2008).** Diagnostyka bezpieczeństwa pojazdów samochodowych za pomocą linii diagnostycznych. *Diagnostyka* 46 (2), 91–100.
- Sitek, K., Syta, S. (2011).** Badania stanowiskowe i diagnostyka. In *Pojazdy samochodowe*. WKŁ, Warszawa.
- Sokolnicka, B., Fuć, P., Lijewski, P., Szymlet, N., Siedlecki, M. (2018).** Retrofitting issues of non-road vehicles on the example of a farm tractor. *Journal of Research and Applications in Agricultural Engineering* 63 (4), 193–196.
- Stańczyk, T. L., Jurecki, R. (2014).** Analiza porównawcza metod badania amortyzatorów hydraulicznych. *Zeszyty Naukowe Instytutu Pojazdów* 100 (4), 25–45.
- Stoeck, T. (2017).** Wyniki badań ankietowych prowadzonych wśród diagnostów samochodowych w Województwie Zachodniopomorskim. *Autobusy: technika, eksploatacja, systemy transportowe* 7/8, 118–120.
- Stoma, P. (2003).** Instrukcja Jakości IJ D-2. Obsługa instalacji gazowej. Materiały wewn. Auto-Stoma. Lublin.
- Symon, E. (2018).** Wypadki drogowe w Polsce w 2017 roku. Komenda Główna Policji, Biuro Ruchu Drogowego, Warszawa, 90.
- Szkoda, J., Wojciechowski, A., Dębicka, E. (2011).** Ocena skuteczności systemu zarządzania jakością stacji kontroli pojazdów. *Logistyka* 3, 2619–2628.
- Szumska, E., Młodzińska, D., Jurecki, R. (2014).** Wpływ stanu nawierzchni drogi na skuteczność hamowania pojazdu. *Logistyka*, 6, 10430–10439.
- Świderski, A., Borucka, A., Jacyna-Golda, I., Szczepański, E. (2019).** Wear of brake system components in various operating conditions of vehicle in the transport company. *Eksploatacja i Niezawodność – Maintenance and Reliability* 21 (1), 1–9.
- Targosiński, T. (2007).** Objective tests of headlamps in exploitation conditions from traffic safety point of view. *Journal of KONES* 14, 493–504.
- Targosiński, T. (2014).** Analizator płamy świetlnej reflektorów samochodowych - nowa jakość w badaniach eksploatacyjnych pojazdów. *Przegląd Elektrotechniczny* 1, 266–269.
- Trzeciak, K. (2014).** *Diagnostyka samochodów osobowych*. WKŁ, Warszawa.
- Varella, R., Duarte, G., Baptista, P., Sousa, L., MMendoza-Villafuerte, P. (2017).** Comparison of Data Analysis Methods for European Real Driving Emissions Regulation. *SAE Technical Paper* No. 2017-01-0997.
- Waluś, K., Polasik, J., Olszewski, Z. (2015).** Badania doświadczalne wielkości pola powierzchni kontaktu opony z nawierzchnią w funkcji ciśnienia i obciążenia. *Logistyka* 4, 6435–6440.
- Wang, H., Fu, L., Zhou, Y., Li, H. (2008).** Modelling of the fuel consumption for passenger cars regarding driving characteristics. *Transportation Research Part D: Transport and Environment* 13 (7), 479–482.
- Weymann, S. (2017).** Elektryczne napędy ciągników i maszyn rolniczych. Część 4. *Technika Rolnicza Ogrodnicza Leśna* 1, 11–14.
- Wielgus, J., Kasperek, D., Malek, A., Łusiak, T. (2017).** Generacje rozwojowe autobusów elektrycznych marki Ursus. *Autobusy: technika, eksploatacja, systemy transportowe* 11, 18–23.
- Wróblewski, P., Kupiec, J. (2015).** *Diagnostowanie podzespołów i zespołów pojazdów samochodowych*. WKŁ, Warszawa.
- Zhang, Y., Zhao, H. (2014).** Investigation of combustion, performance and emission characteristics of 2-stroke and 4-stroke spark ignition and CAI/HCCI operations in a DI gasoline. *Applied energy* 130, 244–255.
- Żółtowski, B., Żółtowski, M. (2014).** Zwalczanie emisji szkodliwych składników spalin. *Logistyka* 6, 11894–11905.
- Żukowska, J., Mikusova, M., Michalski, L. (2017).** Integrated safety systems - the approach toward sustainable transport. *Archives of Transport System Telematics* 10 (2), 44–48.

11. SPIS TABEL I RYSUNKÓW

11.1. Tabele

Tabela 1. Różnice w wymaganiach lokalowych stawianych okręgowym i podstawowym stacjom kontroli pojazdów (Dz. U. poz. 275, 2006; Dziedziak i in., 2015)

Tabela 2. Wybrane dane techniczne pojazdów wykorzystywanych w badaniach (autocentrum.pl)

Tabela 3. Zestawienie urządzeń do badania skuteczności tłumienia drgań w zawieszeniu pojazdów w badaniach pojazdu nr 1

Tabela 4. Zestawienie urządzeń do badania skuteczności tłumienia drgań w zawieszeniu pojazdów w badaniach pojazdu nr 2

Tabela 5. Zestawienie urządzeń do badania skuteczności tłumienia drgań w zawieszeniu pojazdów w badaniach pojazdu nr 3

Tabela 6. Zestawienie urządzeń do badania skuteczności tłumienia drgań w zawieszeniu pojazdów w badaniach pojazdu nr 4

Tabela 7. Zestawienie urządzeń do badania sił hamowania w badaniach pojazdu nr 1

Tabela 8. Zestawienie urządzeń do badania sił hamowania w badaniach pojazdu nr 2

Tabela 9. Zestawienie urządzeń do badania sił hamowania w badaniach pojazdu nr 3

Tabela 10. Zestawienie urządzeń do badania sił hamowania w badaniach pojazdu nr 4

Tabela 11. Zestawienie urządzeń płytowych do oceny prawidłowości ustawienia kół jezdnych w badaniach z wykorzystaniem pojazdu nr 1

Tabela 12. Zestawienie urządzeń płytowych do oceny prawidłowości ustawienia kół jezdnych w badaniach z wykorzystaniem pojazdu nr 2

Tabela 13. Zestawienie urządzeń płytowych do oceny prawidłowości ustawienia kół jezdnych w badaniach z wykorzystaniem pojazdu nr 3

Tabela 14. Zestawienie urządzeń płytowych do oceny prawidłowości ustawienia kół jezdnych w badaniach z wykorzystaniem pojazdu nr 4

Tabela 15. Zestawienie urządzeń do kontroli ustawienia reflektorów w badaniach pojazdu nr 1

Tabela 16. Zestawienie urządzeń do kontroli ustawienia reflektorów w badaniach pojazdu nr 2

Tabela 17. Zestawienie urządzeń do kontroli ustawienia reflektorów w badaniach pojazdu nr 3

Tabela 18. Zestawienie urządzeń do kontroli ustawienia reflektorów w badaniach pojazdu nr 4

Tabela 19. Przykładowe udziały gazów wzorcowych w azocie stosowanych przy legalizacji analizatorów spalin samochodowych (Dz. U. poz. 1765, 2007)

Tabela 20. Wartości granicznych błędów dopuszczalnych dla analizatorów spalin samochodowych podczas legalizacji ponownej (Dz. U. poz. 1765, 2007)

Tabela 21. Zestawienie wyników badań nacisków na stanowisko - pojazd nr 1

Tabela 22. Zestawienie wyników badań nacisków na stanowisko - pojazd nr 2

Tabela 23. Zestawienie wyników badań nacisków na stanowisko - pojazd nr 3

Tabela 24. Zestawienie wyników badań nacisków na stanowisko - pojazd nr 4

Tabela 25. Zestawienie wyników badań skuteczności tłumienia drgań w zawieszeniu pojazdu nr 1

Tabela 26. Zestawienie wyników badań skuteczności tłumienia drgań w zawieszeniu pojazdu nr 2

Tabela 27. Zestawienie wyników badań skuteczności tłumienia drgań w zawieszeniu pojazdu nr 3

Tabela 28. Zestawienie wyników badań skuteczności tłumienia drgań w zawieszeniu pojazdu nr 4

- Tabela 29. Zestawienie wyników badań sił hamowania z wykorzystaniem pojazdu nr 1
- Tabela 30. Zestawienie wyników badań sił hamowania z wykorzystaniem pojazdu nr 2
- Tabela 31. Zestawienie wyników badań sił hamowania z wykorzystaniem pojazdu nr 3
- Tabela 32. Zestawienie wyników badań sił hamowania z wykorzystaniem pojazdu nr 4
- Tabela 33. Zestawienie względnych różnic sił hamowania kół lewej i prawej strony w badaniach z wykorzystaniem pojazdu nr 1
- Tabela 34. Zestawienie względnych różnic sił hamowania kół lewej i prawej strony w badaniach z wykorzystaniem pojazdu nr 2
- Tabela 35. Zestawienie względnych różnic sił hamowania kół lewej i prawej strony w badaniach z wykorzystaniem pojazdu nr 3
- Tabela 36. Zestawienie względnych różnic sił hamowania kół lewej i prawej strony w badaniach z wykorzystaniem pojazdu nr 4
- Tabela 37. Zestawienie wartości wskaźników skuteczności hamowania wyznaczonych dla hamulca roboczego oraz hamulca awaryjnego w badaniach z wykorzystaniem pojazdu nr 1
- Tabela 38. Zestawienie wartości wskaźników skuteczności hamowania wyznaczonych dla hamulca roboczego oraz hamulca awaryjnego w badaniach z wykorzystaniem pojazdu nr 2
- Tabela 39. Zestawienie wartości wskaźników skuteczności hamowania wyznaczonych dla hamulca roboczego oraz hamulca awaryjnego w badaniach z wykorzystaniem pojazdu nr 3
- Tabela 40. Zestawienie wartości wskaźników skuteczności hamowania wyznaczonych dla hamulca roboczego oraz hamulca awaryjnego w badaniach z wykorzystaniem pojazdu nr 4
- Tabela 41. Zestawienie wyników kontroli prawidłowości ustawienia kół jezdnych - pojazd nr 1
- Tabela 42. Zestawienie wyników kontroli prawidłowości ustawienia kół jezdnych - pojazd nr 2
- Tabela 43. Zestawienie wyników kontroli prawidłowości ustawienia kół jezdnych - pojazd nr 3
- Tabela 44. Zestawienie wyników kontroli prawidłowości ustawienia kół jezdnych - pojazd nr 4
- Tabela 45. Zestawienie wyników badań ustawienia reflektorów pojazdu nr 1
- Tabela 46. Zestawienie wyników badań ustawienia reflektorów pojazdu nr 2
- Tabela 47. Zestawienie wyników badań ustawienia reflektorów pojazdu nr 3
- Tabela 48. Zestawienie wyników badań reflektorów pojazdu nr 4
- Tabela 49. Zestawienie parametrów oceny zmienności wyników skuteczności tłumienia drgań i nacisków na stanowisko uzyskanych dla pojazdu nr 1
- Tabela 50. Zestawienie parametrów oceny zmienności wyników skuteczności tłumienia drgań i nacisków na stanowisko uzyskanych dla pojazdu nr 2
- Tabela 51. Zestawienie parametrów oceny zmienności wyników skuteczności tłumienia drgań i nacisków na stanowisko uzyskanych dla pojazdu nr 3
- Tabela 52. Zestawienie parametrów oceny zmienności wyników skuteczności tłumienia drgań i nacisków na stanowisko uzyskanych dla Pojazdu nr 4
- Tabela 53. Zestawienie parametrów oceny zmienności wartości sił hamownia i ich różnic na kołach danej osi i rodzaju hamulca uzyskanych dla pojazdu nr 1
- Tabela 54. Zestawienie parametrów oceny zmienności wartości sił hamownia i ich różnic na kołach danej osi i rodzaju hamulca uzyskanych dla pojazdu nr 2
- Tabela 55. Zestawienie parametrów oceny zmienności wartości sił hamownia i ich różnic na kołach danej osi i rodzaju hamulca uzyskanych dla Pojazdu nr 3
- Tabela 56. Zestawienie parametrów oceny zmienności wartości sił hamownia i ich różnic na kołach danej osi i rodzaju hamulca uzyskanych dla Pojazdu nr 4

Tabela 57. Zestawienie parametrów oceny zmienności wartości wskaźnika skuteczności hamowania uzyskanych dla pojazdów nr 1, 2, 3 oraz 4

Tabela 58. Niepewności rozszerzone wyznaczania błędów analizatora wyznaczone dla analizowanych punktów pomiarowych (na poziome rozszerzenia $k = 2$)

Tabela 59. Zestawienie parametrów oceny zmienności błędów wskazań analizatorów marki Motorscan - model EUROGAS 8020

11.2. Rysunki

Rys. 1. Struktura wiekowa badanej grupy pojazdów (badania własne)

Rys. 2. Występowanie usterek w pojazdach w zależności od przebiegu (badania własne)

Rys. 3. Rodzaj i udział usterek stwierdzonych w pojazdach w odniesieniu do wieku badanego pojazdu (Pałubicki i Czapiewski, 2017)

Rys. 4. Wskaźnik skuteczności hamowania (WSH) obliczony w oparciu o bieżącą masę pojazdów różnych marek w zależności od wieku pojazdu (badania własne)

Rys. 5. Skuteczność tłumienia drgań (BOGE) w zawieszeniu osi przedniej pojazdów różnych marek w zależności od wieku pojazdu (badania własne)

Rys. 6. Skuteczność tłumienia drgań w zawieszeniu osi tylnej pojazdów różnych marek w zależności od wieku pojazdu (badania własne)

Rys. 7. Niedokładnie osadzona żarówka w gnieździe – nieprawidłowa granica światła i cienia, oślepianie nadjeżdżających z przeciwka (badania własne)

Rys. 8. Skorygowane położenie żarówki – granica światła i cienia obecna, brak oślepiania nadjeżdżających z przeciwka (badania własne)

Rys. 9. Prawdłowo ustawiony reflektor soczewkowy światła mijania – wyraźna granica światła i cienia, brak oślepiania nadjeżdżających z przeciwka, dobrze oświetlone pobocze (badania własne)

Rys. 10. Zestawienie liczby wypadków z udziałem ciągników rolniczych w latach 2008-2017 (Komenda Główna Policji, 2019)

Rys. 11. Zasada pomiaru emisji na hamowni podwozowej z tunelem CVS (Rokosch i Kałużny, 2016) 1-stanowisko rolkowe, 2-ekran wyświetlający przebieg cyklu jezdny, 3-pobór świeżego powietrza, 4-filtr powietrza, 5-przewód mieszania powietrza i spalin, 6-pomiar ciśnienia, 7-chłodnica, 8-pomiar temperatury, 9-pomiar ciśnienia, 10-dmuchała z obrotowymi tłokami, 11-pompy zasysające spaliny do worków pomiarowych, 12-worki pomiarowe, 13-analizatory spalin, 14-urządzenie do pomiaru cząstek stałych, 15-wylot spalin, 16-samochód poddawany badaniom homologacyjnym

Rys. 12. Samochód w badaniach diagnostycznych na stanowisku dynamometrycznym laboratorium (badania własne)

Rys. 13. Emisja HC i NO_x na tle charakterystyk zewnętrznych silnika ZI zasilanego G-LPG oraz B-benzyną (badania własne)

Rys. 14. Emisja CO i O₂ na tle charakterystyk zewnętrznych silnika ZI zasilanego G-LPG oraz B-benzyną (badania własne)

Rys. 15. System PEMS do badań emisji spalin w warunkach drogowych (autoevolution, 2019)

Rys. 16. Emisja spalin podczas jazdy miejskiej w przeliczeniu na kilometr (Kuranc, 2015)

Rys. 17. Schemat stanowiska pomiarowego: 1- analizator spalin, 2- miernik cząstek stałych, 3- komputer sterujący, 4- czujnik temperatury, 5- czujnik prędkości obrotowej, 6- przewody poboru spalin, 7- obiekt badań, 8- wał zdawczo-odbiorczy, 9- stanowisko dynamometryczne, 10- komputer sterujący (Kuranc i in., 2016)

- Rys. 18. Emisja jednostkowa CO, HC, NO_x oraz krzywe momentu obrotowego M_o, mocy N_e wyznaczone podczas testu obciążeniowego silnika AD3.152 (Kuranc i in., 2016)
- Rys. 19. Emisja jednostkowa CO₂, O₂, PM oraz krzywe momentu obrotowego M_o i mocy N_e wyznaczone podczas testu obciążeniowego silnika AD3.152 (Kuranc i in., 2016)
- Rys. 20. Emisja i zużycie paliwa podczas zimnych i ciepłych rozruchów silnika AD 3.152 w okresie pierwszych 90 s w temperaturach otoczenia 0°C i 5°C (Kuranc i in., 2017)
- Rys. 21. Udziały objętościowe tlenu węgla w spalinach silników w zależności od przebiegu pojazdu (Kuranc, 2011)
- Rys. 22. Udziały objętościowe węglowodorów w spalinach silników w zależności od przebiegu pojazdu (Kuranc, 2011)
- Rys. 23. Zaciemnienie spalin silników wysokoprężnych w zależności od przebiegu pojazdu (Kuranc, 2011)
- Rys. 24. Widmo transmisji promieniowania w układzie analizatora NDIR (Kuranc, 2006)
- Rys. 25. Schemat toru pomiarowego analizatora typu NDIR (Kuranc, 2006)
- Rys. 26. Zestawienie liczby stacji kontroli pojazdów w Polsce w 2017 r. (Najwyższa Izba Kontroli, 2017)
- Rys. 27. Przykład rozmieszczenia urządzeń kontrolno-pomiarowych w SKP dla pojazdów o d.m.c. do 3,5 t (opracowanie własne)
- Rys. 28. Mapa procesów SKP (Dudziak i in., 2014)
- Rys. 29. Przebieg czynności podczas standardowego badania pojazdu o d.m.c. do 3,5 t zakończonego wynikiem pozytywnym (opracowanie własne)
- Rys. 30. Uniwersalne urządzenie rolkowe do badań sił hamowania (fot. autor)
- Rys. 31. Widok pojazdu nr 1 - Citroen C2 (autocentrum.pl)
- Rys. 32. Widok pojazdu nr 2 - BMW 3 (E36) (autocentrum.pl)
- Rys. 33. Widok pojazdu nr 3 - Seat Leon 1,8T (autocentrum.pl)
- Rys. 34. Widok pojazdu nr 4 - Seat Alhambra 1,9 TDI (autocentrum.pl)
- Rys. 35. Struktura wiekowa urządzeń w badaniach tłumienia drgań, sił hamowania, ustawienia kół oraz ustawienia reflektorów
- Rys. 36. Zróżnicowanie producentów urządzeń do kontroli skuteczności tłumienia drgań w zawieszeniu, występujących w stacjach biorących udział w badaniach
- Rys. 37. Mechanizm pomiarowy urządzenia rolkowego do badań hamulców (zdjęcie własne)
- Rys. 38. Zróżnicowanie producentów urządzeń rolkowych do kontroli sił hamowania, występujących w stacjach biorących udział w badaniach
- Rys. 39. Przejazd pojazdu przez urządzenie płytowe do kontroli ustawienia kół jezdnych (fot. autor)
- Rys. 40. Zróżnicowanie producentów urządzeń do kontroli prawidłowości ustawienia kół jezdnych, występujących w stacjach biorących udział w badaniach
- Rys. 41. Zróżnicowanie producentów urządzeń do kontroli ustawienia reflektorów występujących w stacjach biorących udział w badaniach
- Rys. 42. Schemat instalacji gazowej stanowiska do kontroli analizatorów spalin samochodowych. 1- butle z mieszaninami wzorcowymi, 2- reduktory, 3-zawór trójdrożny, 4-zawór iglicowy, 5-zawór trójdrożny, 6-trójnik, 7-zawór iglicowy, 8-rotametr, 9- sprawdzany analizator (Stoma, 2003)
- Rys. 43. Układ stanowiska wykorzystywanego przy kontroli wskazań analizatora (Kuranc i in., 2014a): 1-zawór wyboru mieszaniny gazowej, 2-zawór dławienia przepływu gazu, 3-zawór wyboru mieszanin/powietrze, 4-zawór upustowy rotametr, 5-zawór regulacyjny przepływu gazu, 6-wyprowadzenie gazu, 7-sprawdzany analizator, 8-doprowadzenie mieszaniny MIX-1, 9-doprowadzenie mieszaniny MIX-2, 10-doprowadzenie powietrza, 11-odprowadzenie gazów do wentylacji, 12-rotametr, 13-sonda poboru spalin

- Rys. 44. Ilościowe zestawienie analizatorów objętych badaniami
- Rys. 45. Struktura wiekowa analizatorów objętych badaniami
- Rys. 46. Klasa dokładności analizatorów objętych badaniami
- Rys. 47. Liczba analizatorów zgłaszanych do legalizacji w okresach półrocznych 2016-2018
- Rys. 48. Wyniki pomiarów nacisków osi pojazdu nr 1 w stacjach biorących udział w jego badaniach
- Rys. 49. Wyniki pomiarów nacisków osi pojazdu nr 2 w stacjach biorących udział w jego badaniach
- Rys. 50. Wyniki pomiarów nacisków osi pojazdu nr 3 w stacjach biorących udział w jego badaniach
- Rys. 51. Wyniki pomiarów nacisków osi pojazdu nr 4 w stacjach biorących udział w jego badaniach
- Rys. 52. Wyniki pomiarów skuteczności tłumienia drgań w zawieszeniu osi przedniej pojazdu nr 1 na różnych stanowiskach z podziałem na metody BOGE i EUSAMA
- Rys. 53. Wyniki pomiarów skuteczności tłumienia drgań w zawieszeniu osi tylnej pojazdu nr 1 na różnych stanowiskach z podziałem na metody BOGE i EUSAMA
- Rys. 54. Wyniki pomiarów skuteczności tłumienia drgań w zawieszeniu osi przedniej pojazdu nr 2 na różnych stanowiskach w metodzie BOGE
- Rys. 55. Wyniki pomiarów skuteczności tłumienia drgań w zawieszeniu osi tylnej pojazdu nr 2 na różnych stanowiskach w metodzie BOGE
- Rys. 56. Wyniki pomiarów skuteczności tłumienia drgań w zawieszeniu osi przedniej pojazdu nr 3 na różnych stanowiskach z podziałem na metody BOGE i EUSAMA
- Rys. 57. Wyniki pomiarów skuteczności tłumienia drgań w zawieszeniu osi tylnej pojazdu nr 3 na różnych stanowiskach z podziałem na metody BOGE i EUSAMA
- Rys. 58. Wyniki pomiarów skuteczności tłumienia drgań w zawieszeniu osi przedniej pojazdu nr 4 na różnych stanowiskach z podziałem na metody BOGE i EUSAMA
- Rys. 59. Wyniki pomiarów skuteczności tłumienia drgań w zawieszeniu osi tylnej pojazdu nr 4 na różnych stanowiskach z podziałem na metody BOGE i EUSAMA
- Rys. 60. Zestawienie wyników pomiarów sił hamowania hamulcem roboczym osi przedniej pojazdu nr 1 w stacjach biorących udział w jego badaniach
- Rys. 61. Zestawienie wyników pomiarów sił hamowania hamulcem roboczym osi tylnej pojazdu nr 1 w stacjach biorących udział w jego badaniach
- Rys. 62. Zestawienie wyników pomiarów sił hamowania hamulcem awaryjnym pojazdu nr 1 w stacjach biorących udział w jego badaniach
- Rys. 63. Zestawienie wyników pomiarów sił hamowania hamulcem roboczym osi przedniej pojazdu nr 2 w stacjach biorących udział w jego badaniach
- Rys. 64. Zestawienie wyników pomiarów sił hamowania hamulcem roboczym osi tylnej pojazdu nr 2 w stacjach biorących udział w jego badaniach
- Rys. 65. Zestawienie wyników pomiarów sił hamowania hamulcem awaryjnym pojazdu nr 2 w stacjach biorących udział w jego badaniach
- Rys. 66. Zestawienie wyników pomiarów sił hamowania hamulcem roboczym osi przedniej pojazdu nr 3 w stacjach biorących udział w jego badaniach
- Rys. 67. Zestawienie wyników pomiarów sił hamowania hamulcem roboczym osi tylnej pojazdu nr 3 w stacjach biorących udział w jego badaniach
- Rys. 68. Zestawienie wyników pomiarów sił hamowania hamulcem awaryjnym pojazdu nr 3 w stacjach biorących udział w jego badaniach
- Rys. 69. Zestawienie wyników pomiarów sił hamowania hamulcem roboczym osi przedniej pojazdu nr 4 w stacjach biorących udział w jego badaniach

- Rys. 70. Zestawienie wyników pomiarów sił hamowania hamulcem roboczym osi tylnej pojazdu nr 4 w stacjach biorących udział w jego badaniach
- Rys. 71. Zestawienie wyników pomiarów sił hamowania hamulcem awaryjnym pojazdu nr 4 w stacjach biorących udział w jego badaniach
- Rys. 72. Zestawienie wyników pomiarów sił hamowania hamulcem roboczym i awaryjnym dla tylnego lewego koła pojazdu nr 1
- Rys. 73. Zestawienie wyników pomiarów sił hamowania hamulcem roboczym i awaryjnym dla tylnego prawego koła pojazdu nr 1
- Rys. 74. Zestawienie wyników pomiarów sił hamowania hamulcem roboczym i awaryjnym dla tylnego lewego koła pojazdu nr 2
- Rys. 75. Zestawienie wyników pomiarów sił hamowania hamulcem roboczym i awaryjnym dla tylnego prawego koła pojazdu nr 2
- Rys. 76. Zestawienie wyników pomiarów sił hamowania hamulcem roboczym i awaryjnym dla tylnego lewego koła pojazdu nr 3
- Rys. 77. Zestawienie wyników pomiarów sił hamowania hamulcem roboczym i awaryjnym dla tylnego prawego koła pojazdu nr 3
- Rys. 78. Zestawienie wyników pomiarów sił hamowania hamulcem roboczym i awaryjnym dla tylnego lewego koła pojazdu nr 4
- Rys. 79. Zestawienie wyników pomiarów sił hamowania hamulcem roboczym i awaryjnym dla tylnego prawego koła pojazdu nr 4
- Rys. 80. Zestawienie maksymalnych sił hamowania hamulcem roboczym dla lewego i prawego koła osi przedniej pojazdu nr 1 na różnych stanowiskach
- Rys. 81. Różnice sił hamowania lewego i prawego koła osi przedniej dla hamulca roboczego pojazdu nr 1 na różnych stanowiskach
- Rys. 82. Zestawienie maksymalnych sił hamowania hamulcem roboczym i hamulcem awaryjnym dla lewego i prawego koła osi tylnej pojazdu nr 1
- Rys. 83. Różnice sił hamowania lewego i prawego koła osi tylnej dla hamulca roboczego i awaryjnego pojazdu nr 1
- Rys. 84. Zestawienie maksymalnych sił hamowania hamulcem roboczym dla lewego i prawego koła osi przedniej pojazdu nr 2 na różnych stanowiskach
- Rys. 85. Różnice sił hamowania lewego i prawego koła osi przedniej dla hamulca roboczego pojazdu nr 2 na różnych stanowiskach
- Rys. 86. Zestawienie maksymalnych sił hamowania hamulcem roboczym- Δ i hamulcem awaryjnym- $\circ$ dla lewego i prawego koła osi tylnej pojazdu nr 2
- Rys. 87. Różnice sił hamowania lewego i prawego koła osi tylnej dla hamulca roboczego i awaryjnego pojazdu nr 2
- Rys. 88. Zestawienie maksymalnych sił hamowania hamulcem roboczym dla lewego i prawego koła osi przedniej pojazdu nr 3 na różnych stanowiskach
- Rys. 89. Różnice sił hamowania lewego i prawego koła osi przedniej dla hamulca roboczego pojazdu nr 3 na różnych stanowiskach
- Rys. 90. Zestawienie maksymalnych sił hamowania hamulcem roboczym- Δ i hamulcem awaryjnym- $\circ$ dla lewego i prawego koła osi tylnej pojazdu nr 3
- Rys. 91. Różnice sił hamowania lewego i prawego koła osi tylnej dla hamulca roboczego i awaryjnego pojazdu nr 3

- Rys. 92. Zestawienie maksymalnych sił hamowania hamulcem roboczym dla lewego i prawego koła osi przedniej pojazdu nr 4 na różnych stanowiskach
- Rys. 93. Różnice sił hamowania lewego i prawego koła osi przedniej oraz tylnej dla hamulca roboczego pojazdu nr 4 na różnych stanowiskach
- Rys. 94. Zestawienie maksymalnych sił hamowania hamulcem roboczym- Δ i hamulcem awaryjnym- $\circ$ dla lewego i prawego koła osi tylnej pojazdu nr 4
- Rys. 95. Różnice sił hamowania lewego i prawego koła osi tylnej dla hamulca roboczego i awaryjnego pojazdu nr 4 na różnych stanowiskach
- Rys. 96. Wskaźnik skuteczności hamowania wyznaczony w oparciu o zmierzone naciski oraz w oparciu o dopuszczalną masę całkowitą pojazdu nr 1
- Rys. 97. Wskaźnik skuteczności hamowania wyznaczony w oparciu o zmierzone naciski oraz w oparciu o dopuszczalną masę całkowitą pojazdu nr 2
- Rys. 98. Wskaźnik skuteczności hamowania wyznaczony w oparciu o zmierzone naciski oraz w oparciu o dopuszczalną masę całkowitą pojazdu nr 3
- Rys. 99. Wskaźnik skuteczności hamowania wyznaczony w oparciu o zmierzone naciski oraz w oparciu o dopuszczalną masę całkowitą pojazdu nr 4
- Rys. 100. Wartości sił hamowania zmierzone dla hamulca roboczego kół przedniej i tylnej osi oraz stan nawierzchni rolek w badaniach pojazdu nr 1
- Rys. 101. Wartości sił hamowania zmierzone dla hamulca roboczego kół przedniej i tylnej osi oraz stan nawierzchni rolek w badaniach pojazdu nr 2
- Rys. 102. Wartości sił hamowania zmierzone dla hamulca roboczego kół przedniej i tylnej osi oraz stan nawierzchni rolek w badaniach pojazdu nr 3
- Rys. 103. Wartości sił hamowania zmierzone dla hamulca roboczego kół przedniej i tylnej osi oraz stan nawierzchni rolek w badaniach pojazdu nr 4
- Rys. 104. Widok urządzenia rolkowego o zużytej powierzchni rolek (fot. autor)
- Rys. 105. Widok urządzenia rolkowego o regenerowanej powierzchni rolek (fot. autor)
- Rys. 106. Ustawienie kół jezdnych osi przedniej i tylnej na różnych stanowiskach pomiarowych dla pojazdu nr 1
- Rys. 107. Ustawienie kół jezdnych osi przedniej i tylnej na różnych stanowiskach pomiarowych dla pojazdu nr 2
- Rys. 108. Ustawienie kół jezdnych osi przedniej i tylnej na różnych stanowiskach pomiarowych dla pojazdu nr 3
- Rys. 109. Ustawienie kół jezdnych osi przedniej i tylnej na różnych stanowiskach pomiarowych dla pojazdu nr 4
- Rys. 110. Pozycjonowanie urządzenia do kontroli reflektorów względem pojazdu (HELLA, 2019)
- Rys. 111. Wskazanie przez diagnostów potrzeby regulacji ciśnienia w ogumieniu przed testami poszczególnych pojazdów na różnych stacjach
- Rys. 112. Przeprowadzenie przez diagnostów pozycjonowania urządzenia do kontroli reflektorów względem pojazdu przed pomiarami na różnych stacjach
- Rys. 113. Prawidłowość ustawienia reflektorów dla pojazdów nr 1 i nr 2 na różnych stanowiskach pomiarowych
- Rys. 114. Prawidłowość ustawienia reflektorów dla pojazdów nr 3 i nr 4 na różnych stanowiskach pomiarowych
- Rys. 115. Odchyłka pochylenia strumienia świetlnego w płaszczyźnie pionowej stwierdzona na różnych stanowiskach pomiarowych dla świateł mijania pojazdu nr 1

- Rys. 116. Odchyłka pochylenia strumienia świetlnego w płaszczyźnie pionowej stwierdzona na różnych stanowiskach pomiarowych dla świateł mijania pojazdu nr 2
- Rys. 117. Odchyłka pochylenia strumienia świetlnego w płaszczyźnie pionowej stwierdzona na różnych stanowiskach pomiarowych dla świateł mijania pojazdu nr 3
- Rys. 118. Odchyłka pochylenia strumienia świetlnego w płaszczyźnie pionowej stwierdzona na różnych stanowiskach pomiarowych dla świateł mijania pojazdu nr 4
- Rys. 119. Struktura najczęściej występujących nieodmagań wśród analizowanej grupy 784 szt. analizatorów spalin samochodowych
- Rys. 120. Udziały analizatorów z awarią układu zasilania
- Rys. 121. Udziały analizatorów z uszkodzeniami pompy przetłaczającej
- Rys. 122. Udziały analizatorów wykazujących usterki układu pomiarowego
- Rys. 123. Udziały analizatorów z pękniętą obudową filtrów głównych
- Rys. 124. Zakresy zmienności błęd wskazań CO analizatorów typu EUROGAS 8020
- Rys. 125. Zakresy zmienności błęd wskazań CO₂ analizatorów typu EUROGAS 8020
- Rys. 126. Zakresy zmienności błęd wskazań HC analizatorów typu EUROGAS 8020
- Rys. 127. Wstępna ocena stacji - udziały odpowiedzi na pytania ogólne
- Rys. 128. Ocena personelu stacji dokonywana przez klientów
- Rys. 129. Ocena skuteczności i dokładności wykonywanych badań
- Rys. 130. Potwierdzenie wykonywania badań wybranych parametrów pojazdu: oświetlenie, ciśnienie w ogumieniu, sygnał dźwiękowy
- Rys. 131. Potwierdzenie wykonywania badań wybranych parametrów pojazdu: hamulce, amortyzatory, luzy w zawieszeniu, zbieżność kół
- Rys. 132. Potwierdzenie wykonywania badań wybranych parametrów pojazdu: komputer pokładowy, pasy bezpieczeństwa, szyby, emisja spalin
- Rys. 133. Inne czynniki wpływające na ocenę jakości usługi badania technicznego pojazdu
- Rys. 134. Obszary, które wymagają poprawy w zakresie świadczonej usługi
- Rys. 135. Czynniki wpływające na wybór danej stacji kontroli pojazdów
- Rys. 136. Częstość wykorzystania urządzeń w stacji kontroli pojazdów
- Rys. 137. Najbardziej zużywające się urządzenia wg opinii diagnostów
- Rys. 138. Urządzenia wymagające najczęstszej obsługi okresowej wg opinii diagnostów
- Rys. 139. Urządzenia o największych kosztach utrzymania wg diagnostów
- Rys. 140. Urządzenia najczęściej ulegające awarii wg opinii diagnostów
- Rys. 141. Urządzenia używane są najrzadziej wg opinii diagnostów
- Rys. 142. Urządzenia niepotrzebne wg opinii diagnostów

STRESZCZENIE

Na jakość usługi technicznych badań pojazdów w dużym stopniu składa się jakość wykonywanych pomiarów, a na nią mają wpływ urządzenia kontrolno-pomiarowe, personel stacji, podmioty serwisujące urządzenia i organa nadzorujące działanie stacji. Na niektórych aspektach skupiała uwagę NIK (Najwyższa Izba Kontroli, 2017), ale dotyczyło to głównie uchybień proceduralnych i formalnych, nie wykonywano natomiast oceny metrologicznej poszczególnych urządzeń w obrębie danej metody pomiarowej.

W związku z tym pojawiła się potrzeba odpowiedzi na pytanie, w jakim stopniu udaje się zapewnić prawidłowe funkcjonowanie wyposażenia pomiarowego oraz jak bardzo mogą różnić się między sobą wyniki badań realizowanych z wykorzystaniem różnych urządzeń, w oparciu o ten sam obiekt badań.

W związku z wieloma niewiadomymi odnośnie ogólnie pojętej jakości technicznych badań pojazdów, jako główny cel opracowania przyjęto ocenę okresowych badań technicznych w aspekcie ich jakości mierzonej z wykorzystaniem różnych narzędzi, w tym: zróżnicowaniem wyników badań wybranych układów tego samego pojazdu na różnych stacjach kontroli pojazdów, potencjalnymi możliwościami rzetelnego wykonania pomiaru emisji spalin, subiektywną oceną wykonywanych czynności kontrolnych podczas badań technicznych dokonywaną przez klientów stacji oraz oceną urządzeń pomiarowych dokonywaną przez personel stacji.

Uwagę skupiono na urządzeniach do kontroli sił hamowania, urządzeniach do badań skuteczności tłumienia drgań w zawieszeniu pojazdu, urządzeniach do kontroli ustawienia reflektorów oraz urządzeniach do kontroli prawidłowości ustawienia kół jezdnych, jako urządzeniach pełniących bardzo istotne funkcje kontrolne w aspekcie bezpieczeństwa ruchu drogowego.

W związku z tym przeprowadzono badania wybranych urządzeń pomiarowych z 51 stacji kontroli pojazdów zlokalizowanych na terenie województwa lubelskiego.

Analizatory spalin samochodowych, które pełnią znaczącą funkcję w aspekcie ochrony środowiska przed zanieczyszczeniami emitowanymi przez pojazdy przekraczające dopuszczalne limity emisji spalin poddano oddzielnej ocenie. Oceny tej dokonano na podstawie zestawień informacji serwisowych oraz wyników badań sprawdzania analizatorów wykonywanych podczas ich legalizacji.

Ponadto przeprowadzono badania oceny jakości usługi okresowego przeglądu technicznego pojazdu w oparciu o wywiad z klientami stacji kontroli pojazdów. Podobnej ocenie poddano wyposażenie stacji kontroli pojazdów, które było oceniane przez personel stacji.

Zebrane wyniki dla poszczególnych obiektów badań pogrupowano w zależności od badanych parametrów i dokonano oceny ich zmienności, stosując podstawowe narzędzia statystyczne umożliwiające ocenę ich zróżnicowania. Wyznaczono średnie oraz odchylenia standardowe, wskazano wartości minimalne i maksymalne oraz rozstępy wartości granicznych, a także obliczono współczynniki zmienności w poszczególnych grupach wyników. Podjęto się również analizy błędów dopuszczalnych dla poszczególnych parametrów i oceny uzyskanych wyników pomiarów w odniesieniu do błędów dopuszczalnych dla wybranych rodzajów metod i stanowisk kontrolnych. Z uwagi na dużą zmienność danych, stwierdzono, że analiza na tym poziomie jest wystarczająca do scharakteryzowania uzyskanych empirycznie wartości.

Podczas analizy danych zaobserwowano, że dla każdej analizowanej metody występowały różne wartości wyników uzyskanych w różnych stacjach kontroli pojazdów. W niektórych przypadkach rozrzut wyników był kilkuprocentowy, w innych zaś przekraczał wartość 100%.

W przypadku nacisków osi pojazdu (w odniesieniu do wszystkich pojazdów i urządzeń, na których były one badane) zauważono, że zmierzone na poszczególnych stanowiskach naciski, pomimo takiej samej masy pojazdu, różniły się znacząco. Maksymalna stwierdzona różnica wyniosła ponad 30%.

W przypadku badań współczynnika skuteczności tłumienia drgań sytuacja była podobna, a rozstęp wyników, w zależności od pojazdu, wynosił od kilku do kilkunastu procent.

W badaniach prawidłowości ustawienia kół jezdnych wyniki poszczególnych pomiarów również znacząco się od siebie różniły. Ocena ustawienia reflektorów dokonana przez diagnostów na poszczególnych stacjach kontroli pojazdów wykazała, że w ok. 35% przypadków badań ustawienie to było prawidłowe, natomiast w pozostałych przypadkach wskazano potrzebę korekty, jednakże miało to również miejsce wówczas, gdy nie wykorzystywano dedykowanego systemu pozycjonowania urządzenia względem pojazdu.

Dla pomiarów sił hamowania, zmierzone wartości różniły się nawet o ponad 100%. Analizując czynniki mogące mieć bezpośredni wpływ na ich zróżnicowanie, w pierwszej kolejności należy wskazać warunki współpracy kół z powierzchniami rolek poszczególnych urządzeń. Stan nawierzchni rolkowych różnił się skutkiem zużycia eksploatacyjnego. Wysokie wartości sił hamowania uzyskano dla urządzeń najnowszych, wykonanych z wykorzystaniem żywicznych lepiszczy i kruszywa gwarantującego wysoki współczynnik chropowatości.

Należy zauważyć, że realizowana w przypadku analizatorów spalin samochodowych prawna kontrola metrologiczna stanowi dobry sposób nadzoru nad tymi urządzeniami i umożliwia spełnienie wymagań im stawianych. Ma to bardzo duże znaczenie dla jakości procesu kontroli pojazdów samochodowych i przyczynia się do wykrywania nieprawidłowości w układach zasilania ich silników oraz w ich układach wydechowych, co tym samym prowadzi do ograniczenia emisji szkodliwych zanieczyszczeń do środowiska.

W związku z powyższym pojawia się konieczność opracowania skutecznych metod kontroli wyposażenia stacji kontroli pojazdów, jak również odpowiedniego nadzoru nad tą kontrolą. Wykazano, że poza złym stanem technicznym urządzeń pomiarowych, za rozbieżne wyniki badań pojazdów może odpowiadać ich wadliwa adjustacja. W związku z wyjaśnieniem przyczyn takiej sytuacji bardzo ważną jawi się weryfikacja prawidłowości przeprowadzania usług serwisowych w ramach obsługi eksploatacyjnej danego rodzaju urządzenia. W szczególności dotyczy to urządzeń do kontroli skuteczności tłumienia drgań w zawieszeniu pojazdu oraz urządzeń rolkowych do badania sił hamowania.

Ujawniono ponadto, że w wielu przypadkach diagności bagatelizują lub całkowicie pomijają niektóre etapy procedury badań technicznych, a odstępstwa te mogą mieć negatywny wpływ na bezpieczeństwo ruchu drogowego oraz zanieczyszczenie środowiska.

Słowa kluczowe: badania techniczne pojazdów, urządzenie rolkowe, tester zawieszenia, stacja kontroli pojazdów, analizator spalin samochodowych

STUDY ON THE QUALITY OF VEHICLES' TECHNICAL INSPECTIONS IN THE ASPECT OF ROAD TRAFFIC SAFETY AND ENVIRONMENTAL POLLUTION

SUMMARY

The quality of technical vehicle inspection services is largely made up of the quality of the measurements performed, and it is influenced by measurement devices, station personnel, companies servicing the equipment and the authorities that supervise the operation of the stations. The NIK (Highest Chamber of Control, 2017) focused on some aspects, but they mainly concerned procedural and formal failures and no metrological evaluation of used devices within a given measurement method was made.

Therefore, there was a need to answer the question to what extent it is possible to ensure proper functioning of the measuring equipment and how different the results of tests carried out with the use of various devices can be, basing on the same research object.

Due to many unknowns regarding the generally understood quality of technical vehicle tests, the main goal of the study was to evaluate periodic technical tests in terms of their quality measured using various tools, including: diversification of test results of selected systems of the same vehicle at different vehicle inspection stations, potential for reliable measurement of exhaust emissions, subjective assessment of control activities performed during technical inspections performed by station customers and assessment of measuring devices performed by stations' staff.

The attention was focused on devices for roller brake testers, devices for testing the effectiveness of vibration damping in vehicle suspension, devices for controlling the position of headlights and devices to control the correct alignment of road wheels, as devices performing very important controlling functions in the aspect of road traffic safety.

Therefore, tests were carried out on selected measuring devices from 51 vehicle inspection stations located in the province of Lublin.

Car exhaust analyzers, which have a significant function in the aspect of environmental protection against pollutions emitted by vehicles exceeding the acceptable emission limits, have been separately assessed. This assessment was made on the basis of the statements of service information and the results of checking the analyzers performed during their legalisation.

In addition, tests were carried out to assess the quality of the periodic vehicle technical inspection service based on the interview with customers of vehicle inspection stations. Similarly, the equipment of a vehicle inspection station was assessed with help of the station staff.

The collected results for individual research objects were grouped depending on the studied parameters and their variability was assessed using basic statistical tools enabling the assessment of their diversity. The mean and standard deviations were determined, the minimum and maximum values as well as the limits of the limit values were indicated, and the coefficients of variation in individual groups of results were calculated. An analysis of the errors admissible for individual parameters and the assessment of the obtained measurement results with regard to errors admissible for selected types of inspection methods and test stands was also undertaken. Due to the high variability of the data, it was found that the analysis at this level is sufficient to characterize the empirically obtained values.

During the data analysis, it was observed that for each analyzed method there were differences in the values of results obtained at various vehicle inspection stations. In some cases the spread of results was several percent, in others it exceeded the value of 100%.

In the case of vehicle axle loads (in relation to all vehicles and equipment on which they were tested), it was noticed that the pressures measured at individual stands, in spite of the same weight of the vehicle, differed significantly. The maximum difference found was over 30%.

In the case of tests of the vibration damping efficiency coefficient, the situation was similar, and the range of results, depending on the vehicle, varied from a few to a dozen or so percent.

In the tests of correctness of wheels alignment, the results of individual measurements also significantly differed from each other. The evaluation of the headlamps settings made by the diagnosticians at the vehicle inspection stations showed that in approximately 35% of the test cases, this setting was correct, while in other cases the need for correction was indicated, but it was also the case when the dedicated positioning system in relation to the vehicle was not used.

For the measurements of braking forces, the measured values were even more than 100% different. Analyzing factors that may have a direct impact on their diversity, it is first necessary to indicate the conditions of cooperation of the wheels with the roll surfaces of the used devices. The condition of roller surfaces differed due to wear and tear. High values of braking forces were obtained for the newest devices, made using resin binders and aggregates guaranteeing a high coefficient of friction.

It should be noted that the legal metrology control carried out in the case of automotive exhaust analyzers is a good way of supervising these devices and makes it possible to meet the requirements. This is very important for the quality of the inspection process of motor vehicles and contributes to the detection of irregularities in the supply systems of their engines and in their exhaust systems, which consequently leads to a reduction of emissions of harmful pollutants into the environment.

In connection with the above, there is a need to develop effective methods to control the equipment of vehicle inspection stations, as well as adequate supervision over this control. It has been shown that, apart from the poor technical condition of the measuring devices, the faulty adjustment may be responsible for divergent results of vehicle tests. In connection with the explanation of the reasons for such a situation, it is very important to verify the correctness of conducting maintenance services as a part of the operating support of a given type of device. In particular, this applies to devices for checking the effectiveness of vibrations damping in vehicle suspensions and roller devices for brakes testing.

It is further disclosed that in many cases the diagnosticians belittle or completely omit some of the stages of the technical examination procedure, and these deviations may have a negative impact on road safety and environmental pollution.

Key words: vehicle technical tests, roller brake tester, suspension tester, vehicle inspection station, exhaust gas analyzer

