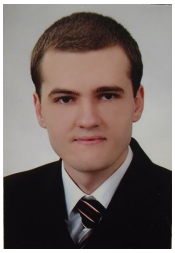
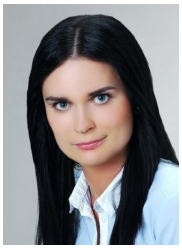




**JAREMCIO Mirosław,**
**LEJDA Kazimierz,**
**SIEDLECKA Sylwia**

# BADANIA PORÓWNAWCZE WYBRANYCH PARAMETRÓW SAMOCHODÓW OSOBOWYCH NA HAMOWNI PODWOZIOWEJ

*W artykule przedstawiono wyniki badań pomiarów mocy na kołach, mocy silnika i mocy strat w układzie napędowym dla dwóch samochodów osobowych o różnym układzie napędowym, przy wykorzystaniu hamowni podwoziowej obciążeniowej Maha LPS 3000. Porównano otrzymane wyniki z danymi producentów. Na podstawie zmierzonej mocy silnika i mocy strat w układzie napędowym określono ich stan techniczny.*

## 1. WPROWADZENIE

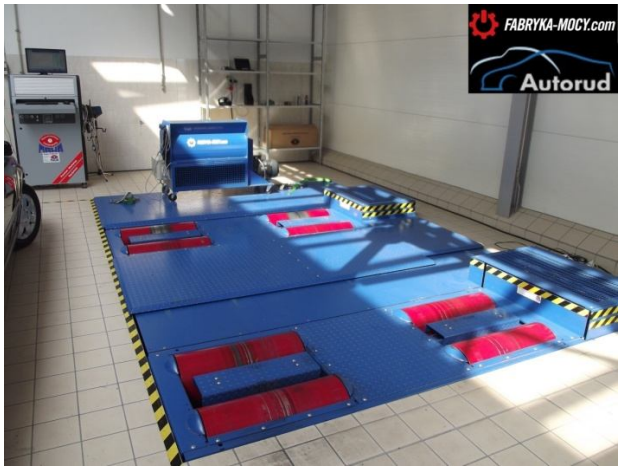
Rynek motoryzacyjny aktualnie coraz bardziej się rozwija. Producenci prześcigają się w produkcji coraz to bardziej zaawansowanych technologicznie i elektronicznie pojazdów. Konstruktorom i inżynierom stawiane są coraz nowsze wymagania, które mają wpływ na ekonomię, komfort jazdy, bezpieczeństwo oraz ochronę środowiska. Wprowadzanie nowych rozwiązań konstrukcyjnych silników zmusza do ich ciągłego badania nie tylko na hamowni silnikowej, ale też zabudowanego w pojeździe. Tu z pomocą przychodzi hamownia podwoziowa, która umożliwia ocenę parametrów silnika i układu napędowego[2].

Hamownia podwoziowa obciążeniowa jest urządzeniem służącym do odwzorowania warunków rzeczywistych podczas poruszania się pojazdu po drodze z możliwością zasymulowania obciążenia. Ułatwia to dokonanie pomiarów w warunkach laboratoryjnych. Można wykonać badania trwałościowe i badania wyrobu w szczególnie ekstremalnych warunkach, które nie występują podczas normalnego użytkowania pojazdu. Dlatego też hamownia podwoziowa wykorzystywana jest do badań doświadczalnych, a nie tylko do badań diagnostycznych. Coraz szerzej jest wykorzystywana podczas zmiany oprogramowania, regulacji przy montażu instalacji LPG i CNG, przygotowania samochodów sportowych i wyczynowych. Wielce pomocna jest przy „strojeniu" silnika poprzez zmianę parametrów wejściowych do jego sterownika. Kolejną zaletą hamowni jest możliwość diagnozowania pojazdu. Pomiar analizatorem spalin daje pełen obraz, co się dzieje w silniku. Pomiar spalin jest możliwy przy odwzorowaniu każdej prędkości obrotowej silnika i prędkości jazdy. Umożliwia ona również weryfikację pojazdu przez pomiar mocy po wykonaniu napraw, takich jak m.in.: wymiana turbosprężarki, remont silnika, wymiana skrzyni biegów, wymiana sprzęgła, wymiana wtryskiwaczy, wymiana pompy wtryskowej. Hamownię podwoziową można traktować jako przyrząd diagnostyczny, na podstawie którego można zlokalizować wstępnie usterkę.

## 2. STANOWISKO BADAWCZE

W badaniach wykorzystana została hamownia podwoziowa obciążeniowa Maha LPS 3000 znajdująca się w salonie Volkswagen „Autorud" w Rzeszowie. Hamownia jest sterowana mikroprocesorową jednostką obliczeniową, zapewnia cyfrową i graficzną wizualizację wyników pomiarów i jest wykorzystywana do badań kontrolnych w warsztacie. Jest to hamowania, na której można sprawdzać samochody z napędem na jedną i na dwie osie. W swoich opcjach posiada oprócz pomiaru mocy i elastyczności silnika, pomiar prędkości i

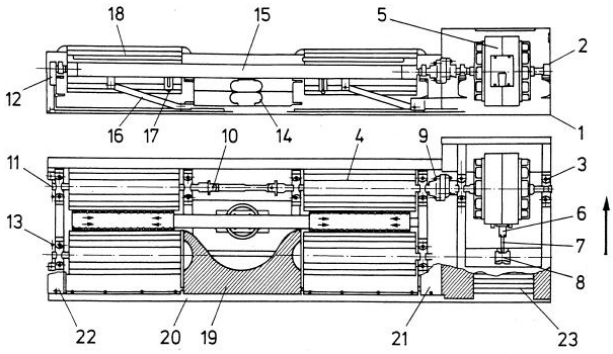
drogi, pomiar strat w układzie napędowym oraz symulację obciążenia. Występuje możliwość podłączenia urządzenia do pomiaru toksyczności spalin i zużycia paliwa dla silników benzynowych i Diesla. Zmierzona moc jest korygowana w pięciu normach: DIN 70020, EWG 80/1269, ISO 1585, JIS D 1001, SAE J 1349. Wyniki z pomiarów są prezentowane w postaci graficznej jako linie wartości na wykresach [3].




Rys.1. Widok ogólny hamowni podwoziowej obciążeniowej Maha LPS 3000

Tabela 1. Dane techniczne hamowni podwoziowej Maha LPS 3000

| | |
|---|---|
| Wymiary hamowni | 3345x1100x625 [mm] |
| Masa rolek | 1200 [kg] |
| Średnica rolek | 318 [mm] |
| Minimalny rozstaw kół | 800 [mm] |
| Maksymalny rozstaw kół | 2300 [mm] |
| Nacisk na oś | 2,5 [ton] |
| Max. moc mierzona na kołach | 260 [kW] |
| Moc dwóch hamulców elektrowirowych | 520 [kW] |
| Siła pociągowa | 6 [kN] |
| Max. prędkość jazdy | 260 [km/h] |
| Max. prędkość obrotowa | 10 000 [obr/min] |
| Dokładność pomiaru | ±2 [%] |



Rys.2. Układ jezdny hamowni podwoziowej LPS 3000 firmy Maha; 1 – rama, 2 – łożysko, 3 – śruby, 4,18 – rolki jezdne, 5 – hamulec elektrowirowy, 6,7,8 – ramię reakcyjne z układem pomiarowym momentu, 9 – sprzęgło, 10 – wał napędowy, 11 – czujnik prędkości obrotowej, 12 – obejma, 13 – impulsator, 14 – miechy powietrzne podnośnika, 15 – belka podnośnika, 16 – prowadnica, 17 – wspornik, 19 – pokrywa środkowa, 20 – stopień, 21,22,23 – pokrywy boczne [5]

## 3. CHARAKTERYSTYKA BADANYCH SAMOCHODÓW

Badania obejmowały pomiar wybranych parametrów dwóch samochodów o zróżnicowanych układach konstrukcyjnych i właściwościach użytkowych. Przeprowadzono pomiary mocy, momentu i oporów strat w układzie przeniesienia napędu. Do badań wykorzystano opisaną wcześniej hamownię podwoziową LPS 3000 firmy Maha oraz dwa samochody marki Volkswagen: Up 1.0 i Amarok 2.0 BiTDI. Volkswagen Up 1.0 ma pojemność 999 cm$^3$, silnik trzycylindrowy wolnossący o mocy 75KM i był po przebiegu 1500 km. Volkswagen Amarok 2.0 BiTDI wyposażony jest w silnik o zapłonie samoczynnym z układem Common Rail, doładowanym dwoma sprężarkami, z napędem przenoszonym na tyle koła i podczas badań miał przebieg 13 000 [km]. Podstawowe dane techniczne badanych samochodów zawiera tabela 2.

Rys.3. Badane samochody Volkswagen Up 1.0 i Amarok 2.0 BiTDI

Tabela 2. Dane techniczne pojazdów marki Volkswagen Up 1.0 i Amarok 2.0 BiTDI[5]

| Model/Silnik | Up/1.0, 75 KM, poprzeczny, benzynowy | Amarok/2.0, 163 KM, diesel, biturbo |
|---|---|---|
| Pojemność skokowa [cm$^3$] | 999 | 1968 |
| Ilość cylindrów / zaworów | 3 / 12 | 4 / 16 |
| Moc kW / KM przy obr/min | 55 / 75 6200 | 120 / 163 / 4000 |
| Maksymalny moment obrotowy Nm przy obr / min | 95 / 3000 - 4300 | 400 / 1500 - 2000 |
| Prędkość maksymalna[km/h] | 171 | 182 |
| Masa własna pojazdu [kg] | 929 | 1883 |

## 4. METODYKA BADAŃ

W statycznym pomiarze moc jest

mierzona na kołach samochodu $P_k$ w odniesieniu do prędkości obrotowej silnika albo prędkości jazdy. Po osiągnięciu wybranej prędkości pojazdu, następuje pełne wciśnięcie pedału przyspieszenia. Układ sterujący za pomocą prądu wzbudzenia wymusza w hamulcu powstanie mocy $P_h$, która zrównoważy moc na kołach $P_k$ pomniejszoną o moc strat w układzie koła - rolki $P_{st}$ [1]:

$$P_h = P_k - P_{st} = M_h \cdot \omega_{rolp} \qquad (1)$$

gdzie: $M_h$ - moment reakcyjny hamulca elektrowirowego,

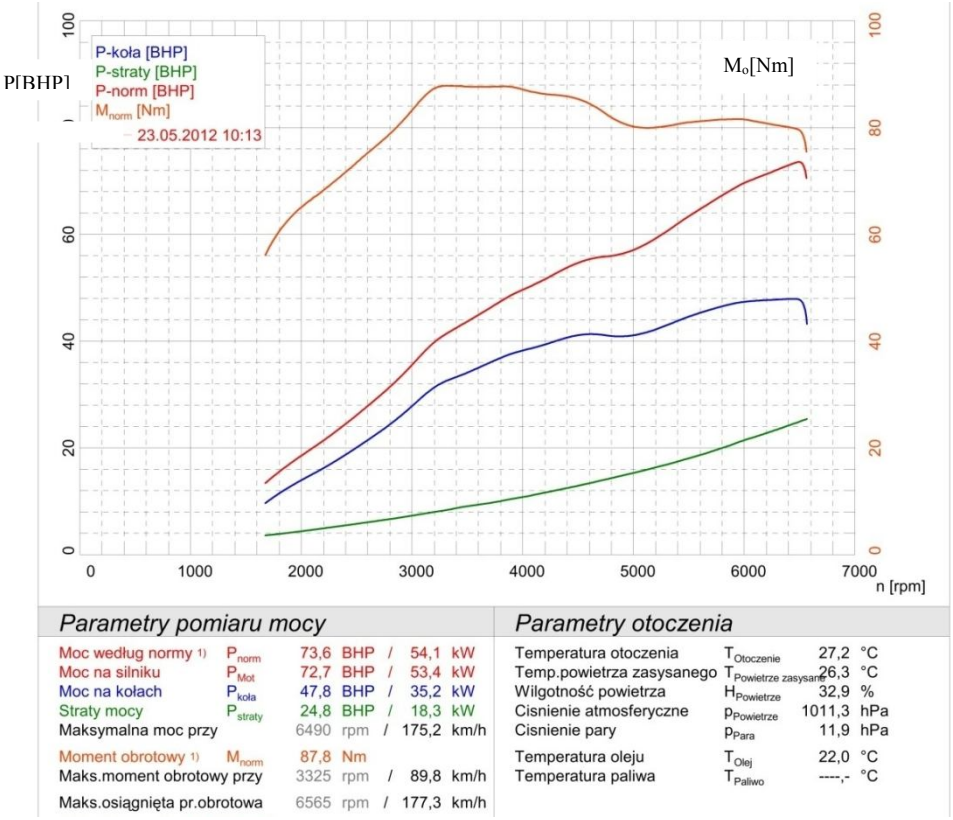
$\omega_{rolp}$ - prędkość kątowa rolki przedniej,

i układu przeniesienia napędu.

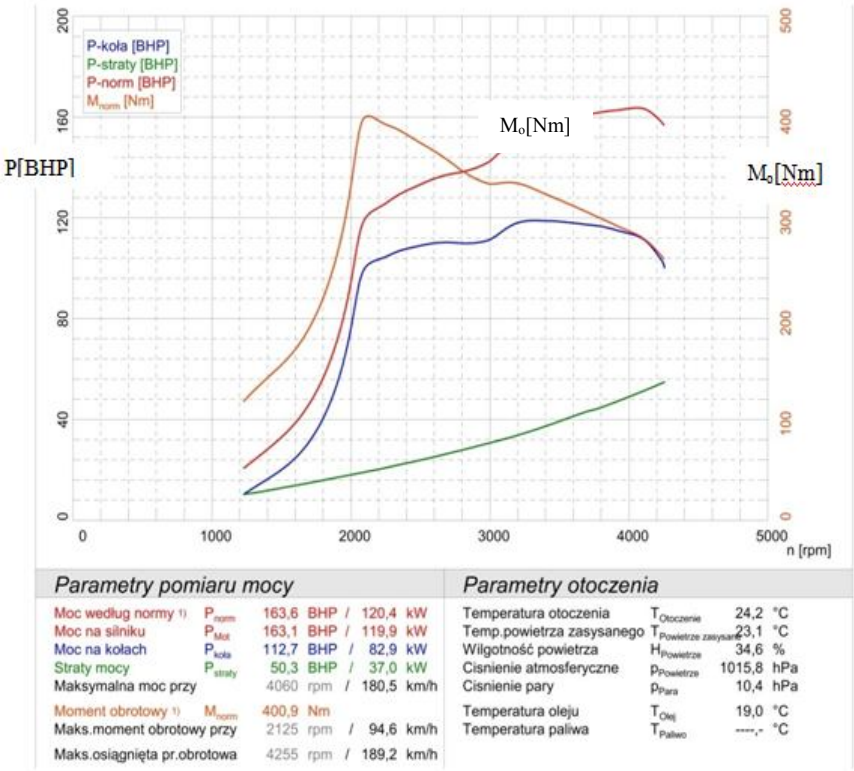
Jeżeli podczas pomiaru zostanie zmienione położenie pedału przyspieszenia, co za tym idzie mocy na kołach $P_k$, to układ regulacji powoduje zmianę prądu wzbudzenia doprowadzając do wyrównania rozpraszanej mocy $P_h$ z mocą $P_k$-$P_{st}$.

## 5. WYNIKI BADAŃ

Wyniki z przeprowadzonych badań zaprezentowano w postaci wykresów, na podstawie których jest możliwość porównania z danymi producenta. Analizując przebiegi krzywych mocy i przebiegu momentu na wykresie można określić stan techniczny silnika




Rys.4. Wyniki pomiarów samochodu VW UP 1.0

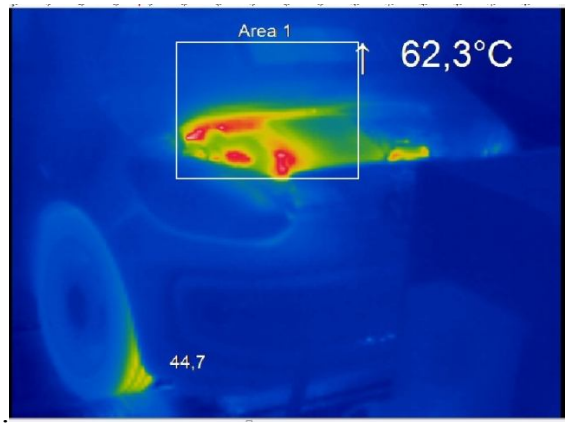



Rys.5. Wyniki pomiarów samochodu VW Amarok 2.0

Na rys.4 przedstawione są wyniki z pomiaru mocy samochodu benzynowego Volkswagen Up 1.0 z napędem zblokowanym przednim. Moc na kołach wynosi 35,2 kW i jest to 68% mocy efektywnej silnika, która wynosi 54,1 kW. Moc strat w układzie przeniesienia napędu i kontaktu opony z rolkami hamowni wynosi 18,3 kW. Maksymalny moment 87,8 Nm został osiągnięty przy prędkości obrotowej równej 3325 obr/min i prędkości jazdy 89,8 km/h.

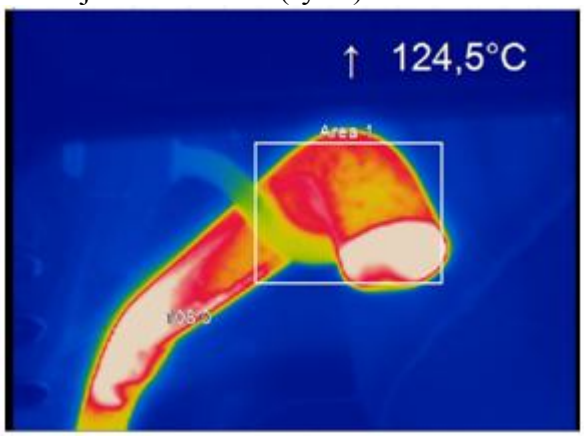
Wyniki badań samochodu Amarok 2.0 BiTDI z klasycznym napędem przedstawiono na rys.5. Można zauważyć, że moc i moment obrotowy bardzo szybko rosną do prędkości obrotowej ok. 2100 obr/min. Po przekroczeniu tej prędkości moc już nie rośnie tak szybko ze względu na to, że moment spada do ok. 250 Nm. Maksymalny moment 400 Nm, odpowiadający za dynamikę jazdy, osiągany jest przy prędkości 2125 obr/min. Należy zwrócić również uwagę na moc na kołach, która wynosi 82,9 kW. Jest to 70% mocy efektywnej silnika.

W czasie testów na hamowni podwoziowej dodatkowo dla samochodu VW Up 1.0 zmierzono temperaturę w komorze silnikowej i przy końcu rury wydechowej, wykorzystując w tym celu kamerę termowizyjną. Pomiar podczas poruszania się pojazdu po drodze rzeczywistej byłby utrudniony lub wręcz niemożliwy. Na fotografiach (rys. 6 i 7) prezentowane są wyniki z pomiarów tych temperatur. Największa temperatura w komorze silnikowej panuje w momencie maksymalnych obrotów silnika i wynosi 62,3°C. Na rys.6 uwidoczniono również temperaturę opony na styku z rolką, która wynosiła 44,7°C




Rys.6. Obraz z kamery termowizyjnej pomiaru w komorze silnikowej i opony

Pomiar temperatury wydechu rozpoczęto od pomiaru na wolnych obrotach. Dla tych obrotów temperatura wydechu wyniosła 51,6°C. Największą temperaturę 124,5°C uzyskano przy maksymalnej prędkości obrotowej 6500 obr/min (rys.7).




Rys.7. Obraz z kamery termowizyjnej pomiaru końcówki rury wydechowej

## 6. PODSUMOWANIE

według niemieckiej normy DIN 70020. Porównując otrzymane wyniki z danymi producenta należy wziąć pod uwagę kilka istotnych czynników. Producent silników dopuszcza odchyłkę mocy ±5%. Dokładność pomiaru na hamowni LPS 3000 wynosi ±2%. W sumie daje to maksymalną rozbieżność 7%. Biorąc to pod uwagę badane samochody mieszczą się w granicach tolerancji. Dla określenia stanu technicznego pojazdu należy zaznaczyć, że szacunkowe straty przy współpracy koła z rolką hamowni wynoszą ok. 15% mocy efektywnej silnika. W układzie przeniesienia napędu straty wynoszą ok. 10% mocy efektywnej silnika, natomiast przy badaniu pojazdu na handlowym paliwie o nieznanej wartości opałowej należy przyjąć obniżenie mocy o Wszystkie wyniki zostały skorygowane kolejne 5%. Dodając do tego dokładność pomiaru
i odchyłkę producenta wszystkie straty ocenia się na ok. 37 %. Ocenę zdatności pojazdu należy dokonać zatem na podstawie poniższej tabelki.

Tabela 3. Kryterium oceny zdatności silnika i układu napędowego [4]

| Wartości zmierzonej maksymalnej mocy na kołach jako procentowy udział maksymalnej mocy efektywnej silnika | Ocena zdatności silnika i zespołu napędowego |
|---|---|
| powyżej 67% | zdatny |
| poniżej 67% | niezdatny |

Według powyższej tabeli uznaje się obydwa badane samochody za zdatne.

Hamownie podwoziowe obciążeniowe znajdują swoje zastosowanie nie tylko w ośrodkach badawczych zajmujących się badaniami rozwojowymi i homologacyjnymi ale również w warsztatach zajmujących się tuningiem samochodów, zmianą oprogramowania sterownika silnika i jego diagnozowaniem, oceną kompleksową układów przeniesienia napędu itp. Hamownia podwoziowa obciążeniowa w swojej budowie nie różni się zbytnio od hamowni podwoziowej inercyjnej poza jednym szczególnym elementem, jakim jest hamulec elektrowirowy. Za pomocą tego hamulca zakres badań jest istotnie rozszerzony. Można symulować obciążenie za pomocą ustalonego momentu jaki spotyka się w rzeczywistych warunkach, podczas jazdy pod górę czy z przyczepką. Dodatkowo, na hamowni obciążeniowej jest możliwość pomiaru stężenia składników toksycznych spalin, pomiaru zużycia paliwa oraz podłączenia oscyloskopu i zmierzenia poprawności działania sygnałów wyjściowych z czujników.

Reasumując, hamownia podwoziowa obciążeniowa jest bardzo przydatnym urządzeniem służącym do określenia stanu technicznego na podstawie zmierzonej mocy silnika, mocy na kolach i mocy strat w układzie napędowym. Przy zastosowaniu dodatkowych urządzeń do pomiarów, takich jak analizator spalin, oscyloskop, kamera termowizyjna, rozszerza nam się wachlarz możliwości sprawdzania pojazdu.

**LITERATURA:**

Arczyński S.: Teoria ruchu samochodu. Wyd.PW, Warszawa 1980.

Hebda M., Niziński S., Pelc H.: Podstawy diagnostyki pojazdów mechanicznych. WKŁ, Warszawa 1980.

Jaremcio M.: Określenie mocy silnika zabudowanego w pojeździe samochodowym. Praca magisterska, Politechnika Rzeszowska, Rzeszów 2012.

Kobyliński J.: EOBD - Pomoc w naprawie samochodu. Auto Moto Serwis, Nr 12/2008.

Lozia Z.: Diagnostyka samochodowa-Laboratorium. PW, Warszawa 2007.