



UNIA EUROPEJSKA
EUROPEJSKI FUNDUSZ
ROZWOJU REGIONALNEGO



*Projekt współfinansowany przez Unię Europejską ze środków Europejskiego Funduszu Rozwoju Regionalnego
w ramach Regionalnego Programu Operacyjnego Województwa Opolskiego na lata 2007 – 2013
"Inwestujemy w Twoją przyszłość"*

Pomiar parametrów pracy silnika i trakcyjnych samochodu przy badaniu prototypów oraz zestawów elementów instalacji zasilania paliwem gazowym LPG i CNG

OPOLE 2014

WPROWADZENIE

Hamownia podwoziowa jest urządzeniem, które umożliwia przeprowadzenie pomiarów parametrów pracy silnika i trakcyjnych układu napędowego samochodu przy zastosowaniu modyfikacji w układzie zasilania silnika przez montaż instalacji LPG, CNG czy prototypowych układów zasilania.

Instalacje LPG są najpowszechniej stosowane w Polsce, jako układy zasilania silników o zapłonie iskrowym. Według danych SAMAR (Instytut Badania Rynku Motoryzacyjnego w Polsce) instalacje LPG montowane w pojazdach to 14,6 % ogółu pojazdów zasilanych w Polsce. Wykonanie badań porównawczych samochodów zasilanych paliwem konwencjonalnym a zasilanych LPG wykonanych na hamowni podwoziowej MSR 500 dla równych pojazdów i instalacji da odpowiedź co do wpływu tego rodzaju modyfikacji na wskaźniki pracy silnika. Jednocześnie w czasie badań istnieje możliwość, dostrojenia instalacji do badanego silnika. Nie mniej jednak wskazane pomiary przedstawiają wyniki ustawień serwisowych zalecanych przez producentów instalacji gazowych.

Poniżej podano zestawienie wyników badań:

1. (Z5_rys.1) – przedstawia zmiany układ zasilania silnika na paliwie konwencjonalnym. Przy prędkości ok. 150 km/h zaobserwować można zaburzenia w przepływie mocy. Jest to w okolicach prędkości obrotowej silnika wynoszącej ok. 5500 obr/min.
2. (Z4_rys.2) – przedstawia porównanie wyników z silnikiem zasilanym paliwem kopalnianym. Zasilanie silnika paliwem LPG wpływa na przebieg mocy i momentu w układzie napędowym samochodu. W tym przypadku nie zaobserwowano zmiany, zaburzeń momentu obrotowego i mocy. W tym przypadku przebieg momentu i mocy jest bardziej pożądanym dla silnika zasilanego LPG.
3. (Z5_rys.3) – przedstawia zmiany układ zasilania silnika na paliwie konwencjonalnym. Przebieg mocy i momentu jest regularny.
4. (Z4_rys.4) – przedstawia porównanie wyników z silnikiem zasilanym paliwem kopalnianym. Zasilanie silnika paliwem LPG wpływa na przebieg mocy i momentu w układzie napędowym samochodu. W tym przypadku zaobserwowano niewielkie zmiany momentu obrotowego i mocy, na niekorzyść zasilania silnika paliwem LPG. W tym przypadku przebieg momentu i mocy przebiega na niższych

wartościach momentu i mocy, choć analiza przebiegu momentu obrotowego silnika jest bardziej równomierna, szczególnie w zakresie niższych prędkości obrotowych silnika tj. prędkości poniżej 100 km/h gdzie osiągnięto wyższe wartości momentu.

Praca ta wykonywana jest w ścisłej współpracy z studentami studiów magisterskich i inżynierskich. Wykonujący pomiary KP – Krzysztof Prażnowski, AB – Andrzej Bieniek, JM – Jarosław Mamala.

Analiza większej ilości wyników umożliwia wyciągnięcie wniosków statystycznych na temat zastosowanej technologii zasilania LPG silników spalinowych o zapłonie iskrowym i ich wpływu na parametry układu napędowego samochodu osobowego.

Poniżej przedstawiono skrótowy opis stanowiska pomiarowego.

Stanowisko pomiarowe

Stanowisko do pomiaru parametrów trakcyjnych układu napędowego, jakim dysponujemy na naszej uczelni to hamownia Maha MSR 500. Jest to jedno z bardziej nowoczesnych i dokładnych urządzeń tego typu. MSR jest najwyżej pozycjonowanym stanowiskiem spośród oferowanych przez firmę MAHA hamowni, które to dzięki swojej dopracowanej technice pomiarów pojazdów z napędem na wszystkie koła i technologiami zaczerpniętymi z działów przemysłowych zapewnia profesjonalistom najlepsze możliwości pomiarów przy ciągłym obciążeniu, które umożliwiają precyzyjną modyfikację pojazdu. Zastosowanie silników dopędzających w połączeniu z hamulcami elektrowirowymi umożliwia perfekcyjną synchronizację osi przedniej i tylnej. Dzięki temu możliwa jest kontrola pojazdów wyposażonych we wszelkie rodzaje napędów na cztery koła, jak i napędów na jedną oś. Stanowisko wyposażone jest też w wydajny wentylator, dzięki któremu możliwe jest odpowiednie chłodzenie mierzonego pojazdu. Na tabeli nr.1 przedstawiono dane techniczne stanowiska pomiarowego.

Tabela.1 Dane techniczne hamowni Maha MSR 500

Maksymalny nacisk na jedną oś	2500 kg
Rozstaw kół – min/max	700 mm/2200 mm
Rozstaw osi	2200 mm – 3200 mm
Średnica rolki	504 mm
Obwód toczny	1583 mm
Długość rolki	750 mm
Grubość ścianek rolki	12 mm
Mechaniczna masa zamachowa	2x 280 kg
Maksymalna prędkość	300 km/h
Maksymalna moc pomiar dynamiczny	>1000 kW
Maksymalna moc pomiar statyczny	260 kW/ na oś
Siła pociągowa osi przedniej/tylnej	ok.7000 N/ok.7000 N
Dopędzający silnik elektryczny	22 kW
Dokładność pomiaru na kołach	+/- 2%
Zasilanie	3x400V/ 32A
Waga całkowita zestawu rolkowego	4130 kg

Oprogramowanie umożliwia:

- Pomiar mocy ciągły (dynamiczny) i dyskretny (statyczny),
- Symulacja obciążenia przy stałej prędkości, prędkości obrotowej, sile pociągowej,
- Graficzna i numeryczna prezentacja mocy na kołach, silniku, strat oraz momentu obrotowego,
- Obliczanie mocy silnika zgodnie z DIN 70020, EWG 80/1269, ISO 1585, JIS D 1001, SAE J 1349,
- Program testujący prędkościomierze,
- Symulacja jazdy,
- Możliwość pomiaru cykli jezdnych,
- Ocena krzywych mocy za pomocą funkcji kursora,
- 5 krotne zbliżenie dla dokładnej oceny strat na krzywych mocy,
- Graficzna prezentacja wartości pomiarowych,
- Funkcja stopera podczas pomiarów przyspieszenia, pomiędzy dowolnymi prędkościami,

- Zapisywanie i wczytywanie krzywych mocy,
- Import i eksport danych,
- Dowolnie programowalne symulacje obciążenia,
- Czytelny wydruk DIN A 4 (diagramy i tabele),
- Szerokie możliwości odczytywania zewnętrznych wartości pojazdu: ciśnienia, temperatury, OBD, napięcia / prądy,
- Możliwość podłączenia analizatorów spalin MAHA,

Programy pomiarowe możliwe do wyboru wraz z krótkim ich opisem:

Symulacja obciążenia - pozwala na zasymulowanie w zależności od potrzeb, różnych warunków drogowych tzn. zasymulowanie różnych obciążeń, ich wzrostu itp. W zależności od potrzeb możemy zasymulować stałą siłę pociągową, stałą prędkość obrotową lub stałą prędkość jazdy

Pomiar mocy – za pomocą tej funkcji programu możemy dokonać pomiaru mocy silnika w trybie pomiaru ciągłego lub dyskretnego. Przy pomiarze ciągłym zostaje zbadana maksymalna moc silnika zgodnie z normami DIN 70020, EWG 80/1269, ISO 1585, SAE J439 lub JIS D1001, zależnie od tego, jakie ustawienia zostały wybrane w punkcie korekcja mocy. Krzywe mocy na kołach, siły pociągowej i silnika prezentowane są w formie graficznej. Za pomocą dyskretnego pomiaru mocy możliwe jest, w zależności od prędkości pojazdu lub prędkości obrotowej, osiągnięcie zdefiniowanych punktów i chwilowe przytrzymanie.

Pomiar elastyczności – za pomocą tej funkcji programu możliwe jest sprawdzenie elastyczności pojazdu w wyznaczonym przez diagnostę zakresie. Po wywołaniu tej funkcji należy podać warunki, w których chcemy sprawdzić elastyczność.

Pomiar prędkości i drogi – ta funkcja programu umożliwia przeprowadzenie kontroli wskazań tachografu pojazdu, porównując ją ze wskazaniami na hamowni.

Dopasowanie obciążenia – to możliwość dopasowania bądź określenia współczynników oporów działających na samochód w ruchu, według norm ECE i SAE.



Rys.1 Stanowisko do pomiaru

Procedura pomiaru

Pomiar mocy na hamowni podwoziowej musi odbywać się przez wykwalifikowany personel, według ścisłych wytycznych. Każda niedokładność w jego wykonaniu ma wpływ na dokładność wyników. Proces pomiaru przedstawiono poniżej.

- Uruchomienie stanowiska
 - włączenie hamowni włącznikiem głównym
 - ustawienie przełącznika trybu pracy w pozycję 2
 - nacisnąć klawisz „WŁ”
- Najazd na stanowisko i mocowanie pojazdu
 - zablokowanie rolek pomiarowych
 - wjazd pojazdem na stanowisko
 - umieszczenie przedniej osi pojazdu na szczycie przedniego zestawu rolkowego
 - zaciągnięcie hamulca postojowego
 - zamocowanie pojazdu, z przodu pasami mocującymi, z tyłu łańcuchami
 - zwolnienie hamulca postojowego
 - przestawienie tylnego zestawu rolkowego, tak, aby tylna oś znalazła się na szczycie zestawu rolkowego
 - skontrolowanie naciągu pasów i ewentualne dociągnięcie
 - zwolnienie blokady rolek

- Przygotowanie urządzeń do pomiaru
 - podłączenie modułu OBD do pojazdu
 - podłączenie sondy temperatury oleju, w celu kontroli temperatury podczas pomiaru
 - założenie odciągu spalin na rurę wydechową
 - umiejscowienie wentylatora przed chłodnicą pojazdu
- Doprowadzenie pojazdu do temperatury roboczej
- Wybór parametrów pomiaru z menu oprogramowania

W przypadku pomiaru mocy mamy do wyboru dwie opcje pomiaru, a mianowicie pomiar ciągły i dyskretny.

Pomiar ciągły.



Rys.2. Wprowadzenie danych mierzonego pojazdu

Wprowadzone parametry muszą odpowiadać stanowi faktycznemu, gdyż według nich program dobiera odpowiedni algorytm pracy. Inaczej mierzony jest pojazd ze skrzynią tradycyjną, a inaczej ze skrzynią automatyczną. Różne są również normy obliczania mocy dla silników benzynowych i silników diesla.

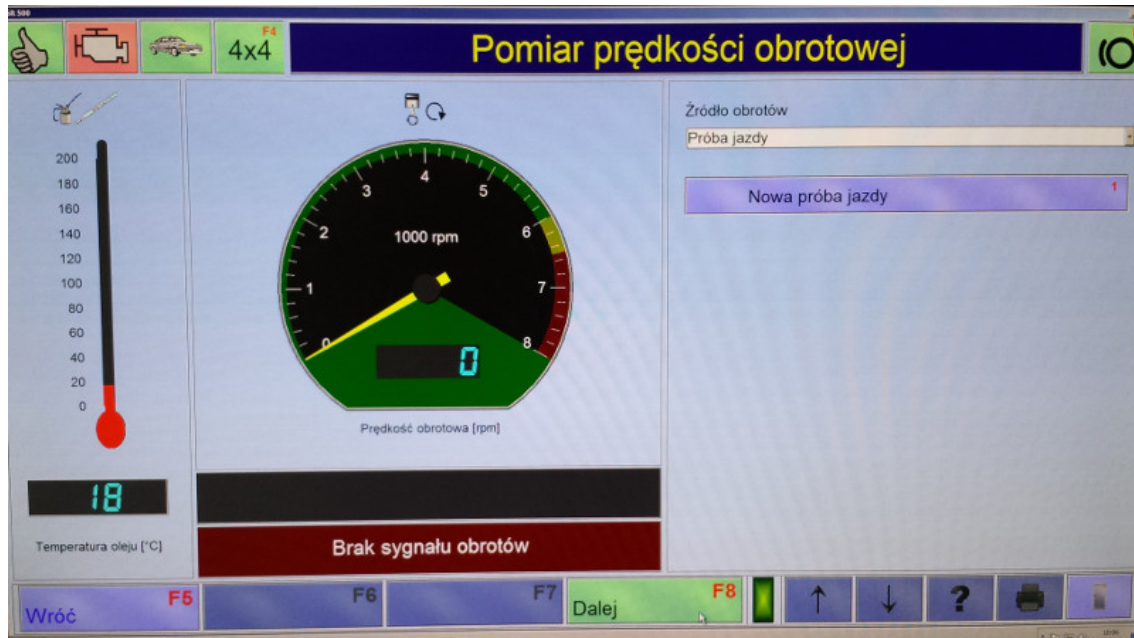
W naszym wypadku wybrano

- Typ silnika – Otto (czyli benzynowy)
- Doładowanie – brak (silnik wolnossący)
- Skrzynia biegów – automatyczna
- Moment obrotowy – bez poślizgu
- Napęd – Napęd przedni

- Klasa mocy – 70BHP
- Korekcja mocy – ISO (norma, według której zostanie przeliczana moc)

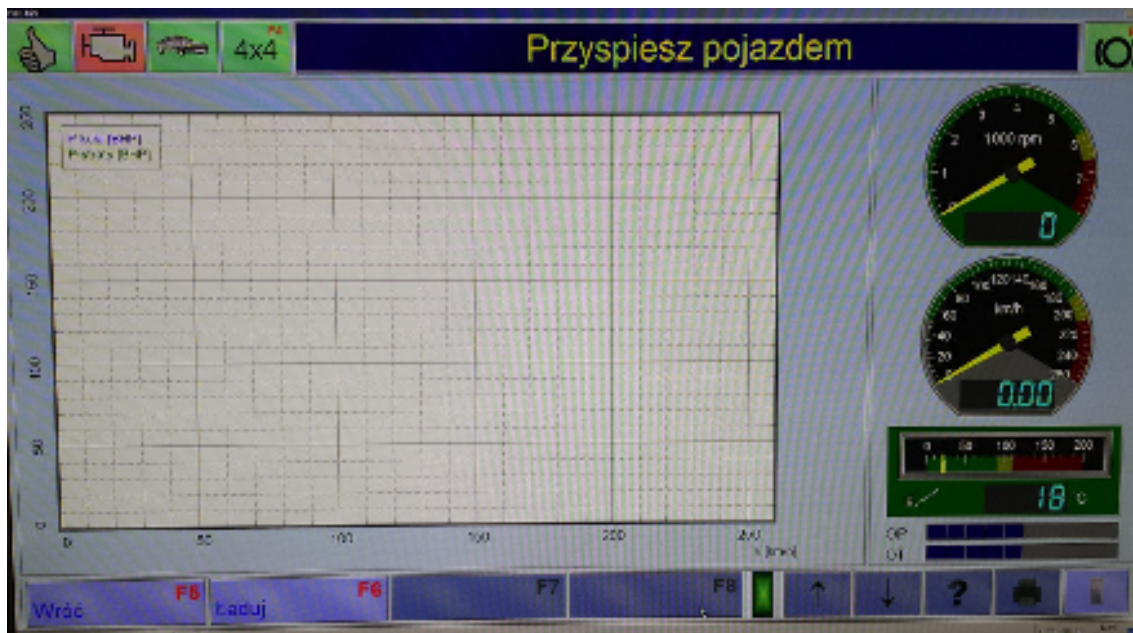
Pozostałe parametry pozostawiono domyślnie.

Przedostatni z ekranów, jaki należy wybrać prezentuje się na rysunku nr. 5.



Rys.3. Wybór źródła pomiaru prędkości obrotowej

Pomiar prędkości obrotowej jest niezbędnym elementem pomiarów na hamowni. Tylko dzięki niemu możliwe jest przedstawienie graficzne mocy i momentu obrotowego. W nowszych samochodach ze złączem OBD, jest możliwość pobierania tego sygnału właśnie z wtyczki diagnostycznej. W przypadku pojazdów, które takiego systemu nie mają, należy wykonać tzw. próbę jazdy. Przy wybraniu tego programu, stanowisko pomiarowe rozpocznie proces przeliczania prędkości rolek pomiarowych i kół jezdnych. W ten sposób wyznacza przełożenie szybkobieżności na danym biegu pomiarowym.



Rys.4. Ekran końcowy przed rozpoczęciem pomiaru.

Końcowy ekran ukazuje parametry prędkości obrotowej, prędkości pojazdu jak i temperaturę oleju silnikowego. Na pozostałej części ekranu będzie w trakcie rysowany wykres mocy, a w drugiej fazie wykres strat napędu. Dalszy przebieg procesu pomiaru przedstawiono poniżej:

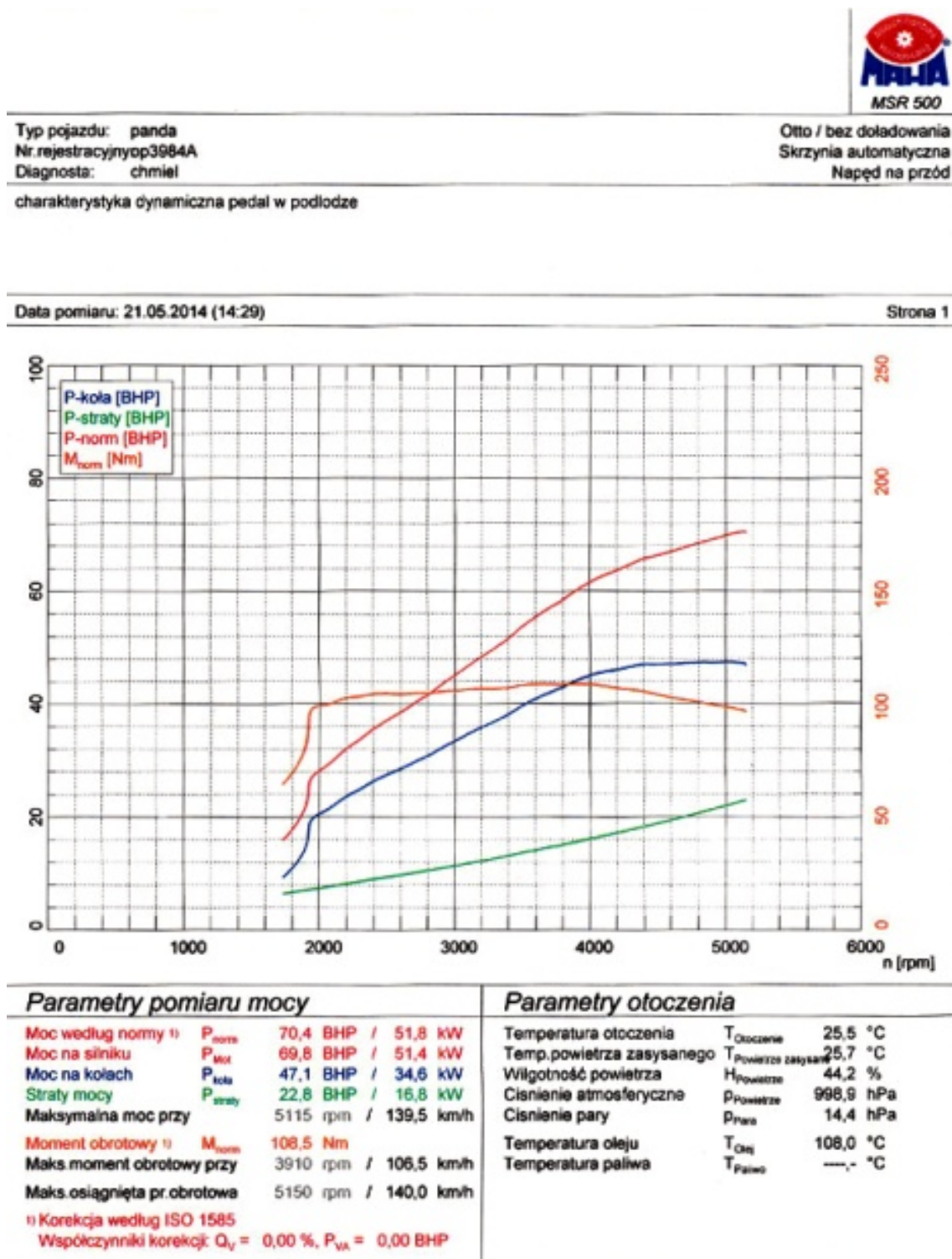
- ruszenie pojazdem,
- delikatne i równomierne przyspieszanie do wybranej prędkości startowej, na odpowiednim przełożeniu kontrolnym,
- po jej osiągnięciu nacisnąć i trzymać gaz wciśnięty do oporu.

Stanowisko rozpocznie pomiar parametrów. Przy maksymalnie wciśniętym pedale mocy zostanie osiągnięty pierwszy punkt pomiarowy. Hamulec elektrowirowy ma za zadanie utrzymać wybrane wcześniej warunki pomiaru. W praktyce wygląda to tak, rozpędzamy samochód z wciśniętym pedalem mocy. Hamownia odpowiednio obciąża układ napędowy pojazdu, aby silnik nie mógł rozpędzić się powyżej prędkości zadanej jako pierwszy punkt pomiarowy. Gdy pojazd osiągnie daną prędkość rozpoczyna się stabilizacja obrotów, a po jej ukończeniu pomiar właściwy. Każdy z nich trwa tak długo, jak wcześniej zostało zadane w wyborze menu.. Następnie hamulce elektrowirowe są popuszczane, aby silnik był w stanie rozpędzić się do następnego punktu. Osoba mierząca musi przez cały czas trwania badania mieć wciśnięty pedał przyspieszenia do oporu. Kiedy wszystkie punkty kontrolne zostaną

zaliczone, na ekranie wyświetli się informacja o tym, aby wcisnąć sprzęgło. Oznacza to koniec pomiaru i rozpoczęcie procesu wybiegu, w którym mierzone są straty napędu.

- Puszczanie gazu i jednocześnie wciśnięcie sprzęgła
- Trzymanie wciśniętego sprzęgła aż do zatrzymania pojazdu
- Zakończenie pomiaru, prezentacja wyników na ekranie

Gotowy wykres mocy i momentu obrotowego, przedstawia się jak na rysunku nr 5.



Rys.5 Gotowy wykres mocy/momentu

Oprócz graficznego przedstawienia charakterystyk, otrzymujemy również wyniki liczbowe, takie jak maksymalne wartości mocy i momentu, wraz z prędkością obrotową, przy której one występowały. Na wydruk naniesione są również parametry otoczenia, przy których miał miejsce pomiar. Jest to ważne w przypadku stwierdzenia różnic podczas porównywania kilku wykresów np. tego samego pojazdu. Wystarczy spojrzeć czy nie różniły się zbytnio te parametry na obu pomiarach i już można wnioskować czy to wpływ czynników zewnętrznych, czy coś nie tak z jednostką napędową.

Nazwa projektu: „Utworzenie nowoczesnego stanowiska badawczego do badania układów napędowych pojazdów drogowych i rolniczych spełniającego wymogi określone w PN oraz w certyfikacie TUV na Politechnice Opolskiej,

Nr ewidencyjny wniosku: WND-RPOP.01.03.01-16-010/12

Nr umowy o dofinansowanie projektu: RPOP.01.03.01-16-010/12-00

Nazwa programu: Regionalny Program Operacyjny Województwa Opolskiego na lata 2007 – 2013

Oś priorytetowa: RPOP.01.00.00 – Wzmocnienie atrakcyjności gospodarczej regionu

Działanie: RPOP.01.03.00 – Innowacje, badania, rozwój technologiczny

Poddziałanie: RPOP.01.03.01 – Wsparcie sektora B+R oraz innowacji na rzecz przedsiębiorstw

Jednostka organizacyjna/wydział – Wydział Mechaniczny