

Jerzy Merkisz<sup>1)</sup>, Maciej Bajerlein<sup>2)</sup>, Łukasz Rymaniak<sup>3)</sup>

## ANALIZA PARAMETRÓW PRACY SILNIKA SPALINOWEGO SKUTERA NA PODSTAWIE BADAŃ SYMULACYJNYCH ZREALIZOWANYCH NA HAMOWNI PODWOZIOWEJ

**Streszczenie.** W artykule przedstawiono wyniki badań emisyjnych motoroweru wyposażonego w silnik dwusuwowy. Badania realizowane były na hamowni podwoziowej według specjalnie przygotowanego testu, który miał na celu odzwierciedlenie warunków rzeczywistej eksploatacji pojazdu. Skuter zasilany był paliwami o różnej zawartości mieszanki oleju do benzyny. Spośród składników szkodliwych spalin analizie poddane zostały następujące związki: NO<sub>x</sub>, CO, HC oraz CO<sub>2</sub>. W pierwszym etapie badań wykonywano pomiary na standardowej mieszance benzyny i oleju. Kolejne cykle pomiarowe przeprowadzono dla uboższych mieszanek. W badaniach wykorzystany został mobilny analizator spalin należący do grupy PEMS (Portable Emissions Measurement Systems). Urządzenie realizowało pomiar stężeń związków szkodliwych z jednoczesnym uwzględnieniem masowego natężenia przepływu spalin.

**Słowa kluczowe:** badania hamowniane, emisja spalin, silnik dwusuwowy, skuter miejski.

### WPROWADZENIE

Transport obecnie jest jednym z podstawowych czynników rozwoju gospodarczego wszystkich państw świata. W przypadku transportu drogowego istnieje wiele podziałów pojazdów ze względu na ich rodzaj budowy, cel przeznaczenia, warunki eksploatacji itd. Producenci pojazdów wprowadzają do oferty coraz więcej pojazdów hybrydowych, elektrycznych oraz zasilanych paliwami alternatywnymi [4]. Istotną kategorię w omawianej gałęzi stanowią motocykle i skutery. Zarówno w aglomeracjach miejskich, jak i na obszarach niezurbanizowanych, odgrywają bardzo ważną rolę. Jednoślady zapewniają szybkie przemieszczanie się, nawet gdy na ulicach występuje duże natężenie ruchu lub drogi są w złym stanie. W przypadku motorowerów dodatkowa korzyść płynie z możliwości użytkowania ich bez specjalnych uprawnień, wystarczy ukończenie odpowiedniego wieku normowanego przez ustawodawcę. Ze względu na charakter pracy silnika dwusuwowego i konieczność dostarczenia w paliwie oleju smarującego, jed-

<sup>1)</sup> Instytut Silników Spalinowych i Transportu, Politechnika Poznańska, ul. Piotrowo 3, 60-965 Poznań, e-mail: jerzy.merkisz@put.poznan.pl

<sup>2)</sup> j.w., e-mail: maciej.bajerlein@put.poznan.pl

<sup>3)</sup> j.w., e-mail: lukasz.m.rymaniak@doctorate.put.poznan.pl

nostki tego typu cechują się wysoką emisją związków toksycznych, przede wszystkim węglowodorów ciężkich.

## METODYKA BADAŃ

### Obiekt badawczy

Obiektem badawczym był skuter miejski, którego silnik spalinowy wyposażony był w tłok o specjalnej konstrukcji (rys. 1). Umożliwia on pracę jednostki spalinowej na mieszankach paliwowych charakteryzujących się mniejszym udziałem oleju w stosunku do benzyny niż to przewidział producent pojazdu. W tabeli 1 przedstawiono podstawowe dane techniczne pojazdu.



Rys. 1. Skuter w trakcie badań na stanowisku pomiarowym

Tabela 1. Dane techniczne badanego skutera

Typ	dwusuwowy, zapłon iskrowy
Pojemność	0,049 dm <sup>3</sup>
Prędkość max. z blokadą	45 km/h
Prędkość max. bez blokady	75 km/h
Max. prędkość obr. wału korbowego	9000 obr/min
Moc (silnika) z blokadą	3,3 kW (4,5 KM)
Rozruch	elektryczny i nożny
Hamulec przód/tył	tarczowy hydrauliczny
Rozmiar opony przód / tył	130 / 60 – 13
Wymiary: dł. / szer. / wys.	1880 / 740 / 200 mm
Masa własna	92 kg
Nośność	150 kg
Liczba miejsc	2

Z opisu patentu nr 10 2005 030 556 „Tłok wieloczęściowy i metoda wytwarzania tłoka wieloczęściowego” (zgłoszenie PCT/EP2006/005986) wynika, że zastosowany tłok jest wieloczęściowy z przynajmniej jedną częścią górną i jedną częścią dolną, z płaszczem tłoka będącym częścią ślizgową tłoka, przy czym część górna tworzy przynajmniej część denka tłoka [7]. Następnym założeniem omawianej konstrukcji jest wykonanie górnej części tłoka z innego materiału niż materiał dolnej części. Dolna część tłoka jest wykonana z aluminium lub stopu aluminium i jest wykorzystywana jako obudowa dla wkładki wykonanej z tytanu, żeliwa austenitycznego, stali lub innego materiału, posiadającego podobne właściwości termiczne, jak materiał z którego wykonana jest dolna część tłoka.

### Aparatura wykorzystana w badaniach

Emisja związków toksycznych i szkodliwych mierzona była za pomocą mobilnego przyrządu SEMTECH DS, wyprodukowanego przez amerykańską firmę SENSORS Inc (rys. 2). Urządzenie jest jednym z najnowocześniejszych przyrządów pomiarowych należących do grupy PEMS (Portable Emissions Measurement Systems). Umożliwia badanie emisji spalin zarówno dla silników ZS, jak i ZI, w szerokim zakresie ich pojemności. Jego zastosowanie umożliwia pomiar zużycia paliwa, masowego natężenia przepływu spalin, zawartości tlenu oraz związków toksycznych i szkodliwych w gazach wylotowych silnika spalinowego takich jak: CO, CO<sub>2</sub>, NO, NO<sub>2</sub>, THC i inne.



Rys. 2. Widok przyrządu SEMTECH DS w trakcie badań

Mobilny analizator współpracuje z przepływomierzem, w którym umieszczona jest sonda służąca do pobierania próbek gazów wylotowych silnika spalinowego. Badana objętość gazów transportowana jest specjalną drogą grzaną, w której utrzymywana jest temperatura 191 °C. To rozwiązanie zapobiega skraplaniu się węglowodorów, przed wykonaniem pomiaru ich stężenia. Następnie próbka przechodzi przez filtr w celu usunięcia cząstek stałych. Przygotowane w ten sposób gazy wylotowe poddaje się dokładnym pomiarom w odpowiednich analizatorach. W pierwszej kolejności badana jest zawartość węglowodorów w analizatorze FID (Flame Ionization Detector). W kolejnym etapie próbka jest schładzana do temperatury 4°C i trafia do analizatora NDUV (Non-dyspersive Detector Ultra Violet), odpowiedzialnego za pomiar stężenie tlenu oraz dwutlenku azotu. Przedostatnim etapem jest pomiar stężenia tlenu i dwutlenku węgla za pomocą analizatora NDIR (Non-dyspersive Detector Infra Red). W ostatnim kroku mierzona jest ilość tlenu przy użyciu czujnika elektrochemicznego. Wszystkie analizatory przed pomiarem poddaje się kalibracji i zerowaniu trwającemu kilka minut, w celu uwzględnienia zanieczyszczenia otaczającego powietrza. Zakres częstotliwości próbkowania dla każdego analizatora jest inny. Z tego powodu do pomiaru wszystkich składników najczęściej przyjmuje się częstotliwość możliwą do osiągnięcia przez wszystkie analizatory i wynosi ona 1 Hz. Wyniki pomiarów można na bieżąco podglądać na ekranie monitora w formie wykresów bądź tablic. Podstawowe dane techniczne urządzenia zestawiono w tabeli 2.

**Tabela 2.** Charakterystyka analizatora spalin SEMTECH DS [6]

Parametr	Metoda pomiaru	Dokładność
Stężenie związków:		
CO	NDIR – niedyspersyjna (podczerwień), zakres 0–10%	±3%
HC	FID – płomieniowo-jonizacyjna, zakres 0–10 000 ppm	±2,5%
NO <sub>x</sub> = (NO + NO <sub>2</sub> )	NDUV – niedyspersyjna (ultrafiolet), zakres 0–3000 ppm	±3%
CO <sub>2</sub>	NDIR – niedyspersyjna (podczerwień), zakres 0–20%	±3%
O <sub>2</sub>	elektrochemiczna, zakres 0–20%	±1%
Częstotliwość próbkowania	1–4 Hz	
Przepływ spalin	masowe natężenie przepływu T <sub>max</sub> do 700°C	±2,5% ±1% zak.
Czas nagrzewania	25 min	
Czas odpowiedzi	T <sub>90</sub> < 1 s	
Obsługiwane systemy diagnostyczne	SAE J1850/SAE J1979 (LDV) ;SAE J1708/SAE J1587 (HDV) CAN SAE J1939/J2284 (HDV)	

## Zastosowane paliwo

Zasada działania silnika dwusuwowego polega na wykonaniu faz dolotu, sprężania, pracy oraz wylotu w ciągu jednego pełnego obrotu wału korbowego. Tak więc

pełen cykl pracy wykonywany jest w ciągu dwóch suwów przemieszczania tłoka: od dolnego skrajnego położenia do górnego i odwrotnie. Konstrukcja omawianego rozwiązania wymaga stosowania mieszanki benzyny i oleju smarującego, który zapewnia prawidłową współpracę zespołu tłokowo-cylindrowego.

Do badań wykorzystana została benzyna o oznaczeniu BP 95. Jest to benzyna bezolowiowa o badawczej liczbie oktanowej 95, która zakupiona została na jednej ze stacji należących do koncernu BP (tab.3). Jako środka smarującego użyto oleju 2 TAKT TEILSYNTHETISCHES 1052 firmy LIQUI MOLY GmbH. Jest to uniwersalny olej półsyntetyczny przeznaczony do silników dwusuwowych chłodzonych powietrzem lub cieczą. Jego gęstość w temperaturze 15°C wynosi 870 kg/m<sup>3</sup>, natomiast lepkość w temperaturze 40°C wynosi 60 mm<sup>2</sup>/s. Może on być dodawany do paliwa bezpośrednio znajdującego się w zbiorniku albo poprzez wykorzystanie dozownika znajdującego się w układzie zasilania. Ze względu na dobre własności fizyczne, producent przewiduje jego zastosowanie do szerokiego zakresu silników pracujących w różnego rodzaju pojazdach i maszynach, m.in. w motocyklach, maszynach ogrodniczych, odśnieżarkach i innych [9].

**Tabela 3.** Podstawowe dane fizykochemiczne benzyny Pb95 użytej podczas badań [8]

Parametr	Metodyka badań	Wynik badania
Gęstość w temperaturze 15°C	PN-EN ISO 12185:2002	750,9 kg/m <sup>3</sup>
Prężność par	PN-EN ISO 13016-1:2009	59,7 kPa
Liczba oktanowa badawcza, RON	PN-C-04112:1982	95,9
Liczba oktanowa motorowa, MON	PN-C-04033:1982	85,9
Zawartość ETBE	PN-EN 13132:2005	3,6% (V/V)
Zawartość MTBE	PN-EN 13132:2005	1,6% (V/V)
Zawartość siarki	PN-EN ISO 20846:2011	1,4 mg/kg

## Stanowisko hamowniane

Badania skuterów przeprowadzono na motocyklowej hamowni podwoziowej oznaczeniu INERTIAL 70 wyprodukowanej przez firmę SOFT-ENGINE s.r.l. Umożliwia ona odczyt chwilowej mocy i momentu na kołach pojazdu, przebytego dystansu, przyspieszenie oraz prędkości. Podczas przygotowania stanowiska do pracy, wprowadzane są dane dotyczące temperatury i ciśnienia otoczenia, wilgotności, a także korektora. Ostatni parametr jest indywidualny dla danego modelu motocykla lub skutera. Duża ilość informacji wpływa korzystnie na otrzymywaną dokładność pomiaru. Dane techniczne hamowni zawarte zostały w tabeli 4.

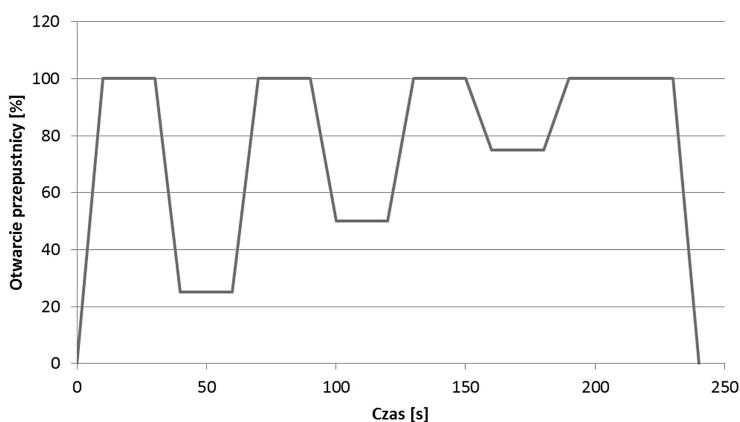
**Tabela 4.** Dane techniczne hamowni podwozowej INERTIAL 70 [10]

Rodzaj siłomierza	bezwładnościowy
Odbierana moc maksymalna	59 kW (80 KM)
Odbierana prędkość maksymalna	180 km/h
Wymiary: dł / szer / wys	1900 / 800 / 4200 mm
Masa własna	450 kg
Oprogramowanie	INERTIAL 3.0

## ANALIZA WYNIKÓW BADAŃ

W celu przeprowadzenia analizy wskaźników ekologicznych skuterów dokonano pomiarów emisji związków szkodliwych. Pojazd wyposażony w tłok modyfikowany zasilany był mieszanką oleju i benzyny w proporcjach: 1:30, 1:100 oraz 1:200. Przed rozpoczęciem każdej serii pomiarowej, w której badany był dany stosunek oleju do paliwa, pojazdy pracowały na charakterystyce zewnętrznej przez 180 s. Miało to na celu wypalenie paliwa z układu zasilania pozostałego z poprzedniej serii pomiarowej, a także wymuszenie przepływu o dużym natężeniu przez przyrządy pomiarowe, w których znajdowały się pozostałości spalin pochodzące również z wcześniejszych serii. Dodatkowo przed rozpoczęciem pierwszych pomiarów, silniki skuterów zostały rozgrzane poprzez pracę na niewielkim obciążeniu przez kilka minut.

W każdej serii pomiarowej wykonano po 3 próby trwające 240 s każda, w których skutery pracowały według specjalnie przygotowanego testu odzwierciedlającego rzeczywistą eksploatację pojazdu (rys. 3). W teście największy udział pracy jednostki spalinowej przypada dla punktów charakterystyki zewnętrznej, ze względu na

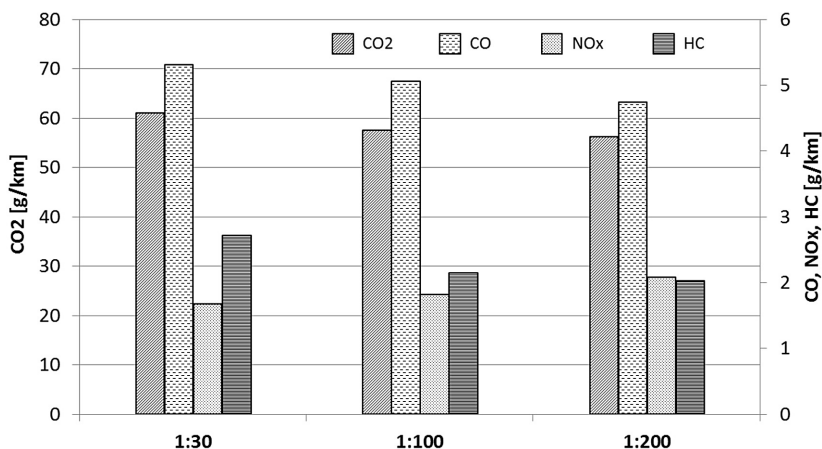
**Rys. 3.** Założony przebieg testu dla skutera miejskiego

charakter pracy skuterów miejskich oraz ich małe prędkości maksymalne. Badany pojazd sterowany był położeniem przepustnicy, która regulowana była za pomocą specjalistycznego systemu pozycjonowania. W czasie realizacji pomiarów rejestrowano emisję  $\text{CO}_2$ , CO,  $\text{NO}_x$ , HC oraz zużycie paliwa metodą wagową.

Uśrednione wyniki pomiarów ze wszystkich prób dla każdej serii pomiarowej przedstawiono na rysunku 4. W tabeli 5 przedstawiono procentowe zmiany emisji badanych związków dla każdej serii pomiarowej. Wyniki dla cyklu, w którym pojazd zasilany był mieszanką 1:30, zalecaną przez producenta pojazdu wyposażonego w tłok standardowy, stanowiły odniesienie dla pozostałych pomiarów.

Otrzymane wartości wskazują, iż największa emisja dwutlenku węgla wystąpiła przy zasilaniu mieszanką paliwową 1:30. Dla mieszanek 1:100 oraz 1:200 uzyskano zbliżone wyniki, niższe od najbogatszej mieszanki o 5,9% (1:100) i 7,8% (1:200). Emisja omawianego związku jest proporcjonalna do zużycia paliwa, tak więc można stwierdzić, że największe zużycie paliwa wystąpiło w przypadku stosowania bogatej mieszanki 1:30. Wyniki uśrednionej emisji tlenu węgla oraz węglowodorów również wskazują, że największe wartości uzyskiwane są przy zasilaniu silnika mieszanką w stosunku 1:30. Im większy jest stosunek zawartości oleju do benzyny, tym mniejsza jest emisja tych związków. Wynika to z faktu, iż w uboższych mieszankach jest mniej węglowodorów ciężkich, które trudniej ulegają spalaniu i mogą wywoływać zjawisko spalania niezupełnego. Mniejsza zawartość węglowodorów może także świadczyć o poprawie procesu przepłukania.

Największą emisją tlenków azotu charakteryzuje się cykl pomiarowy, w którym pojazd był zasilany paliwem o proporcji 1:200. Świadczy to o uzyskaniu najwyższej sprawności cieplnej, co jest bardzo korzystne w aspekcie zmniejszenia zarówno przebiegowego zużycia paliwa, jak i emisji  $\text{CO}_2$ . Oznacza to również wysoką efektywność procesu spalania w cylindrze. Pozostałe przebiegi są zbliżone, jednak maleją wraz ze wzrostem zawartości oleju w paliwie. Wpływ na uzyskanie podobnych wyników mają własności oleju smarującego. Posiada on dłuższe łańcuchy węglowodorowe, które charakteryzują się większą wartością opalową, jednak swoją budową niekorzystnie wpływają na przebieg procesu spalania.



Rys. 4. Zestawienie wyników emisji drogowej CO<sub>2</sub>, CO, NO<sub>x</sub> i HC

Tabela 5. Zmiany emisji CO<sub>2</sub>, CO, NO<sub>x</sub> i HC skutera wyposażonego w tłok modyfikowany w zależności od składu mieszanki paliwowej

Związek szkodliwy	Stosunek benzyny i oleju smarującego		
	1:30	1:100	1:200
CO <sub>2</sub>	100%	94,1%	92,2%
CO	100%	95,3%	89,3%
NO <sub>x</sub>	100%	108,2%	123,8%
HC	100%	79,3%	74,9%

Podczas realizacji badań emisyjnych mierzono również zużycie paliwa. Do tego celu wykorzystano metodę wagową, w której określany był czas ubytku wyznaczonej masy paliwa pobieranej z naczynia pomiarowego. Uśrednione wyniki ze wszystkich prób dla każdej serii pomiarowej zestawiono w tabeli 6.

Na podstawie otrzymanych wartości obliczono zużycie paliwa w przeliczeniu na 100 km. Otrzymane wyniki przedstawiono w tabeli 7. Podczas definiowania wartości gęstości paliwa uwzględniono wpływ stosowania oleju smarującego. Do obliczeń wykorzystano wzór:

Tabela 6. Zarejestrowane wyniki sekundowego zużycia paliwa w zależności od składu mieszanki paliwowej

Stosunek benzyny i oleju smarującego	Ge [g/s]
1 : 30	0,604
1 : 100	0,548
1 : 200	0,532



$$FC_w = \frac{G_e}{\rho_{fuel} \cdot V} \cdot 360 \quad (1)$$

gdzie:  $FC_w$  – zużycie paliwa w [ $\text{dm}^3/100 \text{ km}$ ] obliczone na podstawie pomiaru metodą wagową;  $G_e$  – sekundowe zużycie paliwa [ $\text{g/s}$ ];  $\rho_{fuel}$  – gęstość paliwa [ $\text{g/cm}^3$ ];  $V$  – prędkość pojazdu [ $\text{km/h}$ ].

**Tabela 7.** Obliczone uśrednione przebiegowe zużycie paliwa w zależności od składu mieszanki paliwowej

Stosunek benzyny i oleju smarującego	Zużycie paliwa [ $\text{dm}^3/100\text{km}$ ]
1 : 30	3,74
1 : 100	3,49
1 : 200	3,38

Podczas realizacji pomiarów zużycia paliwa i emisji rejestrowano również moc generowaną przez pojazd na stanowisku hamownianym. W tabeli 8 przedstawiono wartości chwilowych mocy maksymalnych osiągniętych przez skuter podczas pracy na charakterystyce zewnętrznej, przy pełnym otwarciu przepustnicy.

**Tabela 8.** Zarejestrowane wyniki chwilowych mocy maksymalnych badanego skutera w zależności od składu mieszanki paliwowej

Stosunek benzyny i oleju smarującego	Zużycie paliwa [ $\text{dm}^3/100\text{km}$ ]
1 : 30	3,74
1 : 100	3,49
1 : 200	3,38

## PODSUMOWANIE

Silniki dwusuwowe charakteryzują się dużą emisją związków toksycznych, szczególnie HC. Wynika to z konieczności stosowania oleju smarującego w paliwie, który zapobiega zatarciu silnika. Skutery miejskie napędzane tego typu jednostkami spalinowymi zazwyczaj nie są wyposażane w skomplikowane układy oczyszczania spalin ze względu na obniżenie kosztów produkcji. Jednak wszystkie nowe motocykle i motorowery rejestrowane na terenie Unii Europejskiej muszą spełniać odpowiednie wymagania związane z ich homologacją w zakresie emisji, poziomu hałasu i innych [2, 3, 5]. Ze względu na ochronę środowiska należy dołożyć wszelkich starań, aby pojazdy wyposażone w silniki dwusuwowe były jak w największym stopniu ekologiczne. Może to zostać osiągnięte przez stosowanie specjalnych rozwiązań w

silniku, które pozwolą na stosowanie mieszanek paliwowych o mniejszym stosunku oleju do benzyny.

Analiza otrzymanych wyników badań wskazuje, że pojazd zasilany paliwem o mniejszej zawartości oleju smarującego zużywa mniej paliwa. W przypadku mieszaniny paliwa 1:100, biorąc pod uwagę generowaną moc, przebiegowe zużycie paliwa ukształtowało się na niskim poziomie równym  $3,49 \text{ dm}^3/100 \text{ km}$ . Tak więc wytworzona praca mechaniczna wymagała dostarczenia najmniejszej ilości energii chemicznej. Zastosowanie paliwa w tej proporcji zapewniło odpowiednie smarowanie, gdyż nie nastąpił wzrost strat tarcia. Przy zastosowaniu mieszaniny 1:200 uzyskano najniższe przebiegowe zużycie paliwa równe  $3,38 \text{ dm}^3/100 \text{ km}$ , jednak w tym przypadku nie została wygenerowana tak duża moc, co jest związane ze zwiększeniem start tarcia.

Wskaźniki ekologiczne dla pojazdu zasilanego paliwem o mniejszej zawartości oleju smarującego niż zaleca producent uległy dużej poprawie. Można stwierdzić, tak jak w przypadku zużycia paliwa, że im mniejsza jest zawartość oleju tym mniejsza jest emisyjność pojazdu. Zwiększenie emisji zarejestrowano jedynie dla  $\text{NO}_x$ , co świadczy o uzyskaniu największych temperatur spalania. To może wiązać się z poprawą sprawności cieplnej, bardzo korzystnej w aspekcie zmniejszenia przebiegowego zużycia paliwa oraz zmniejszenia emisji  $\text{CO}_2$ .

Obecnie w Instytucie Silników Spalinowych i Transportu Politechniki Poznańskiej badane są pojazdy, które zasilane są silnikami dwusuwowymi o małej pojemności. Zaprezentowane w artykule prace stanowią fragment całej serii badań tego typu pojazdów. Dodatkowo w Instytucie opracowywany jest specjalny test, który będzie w jak największym stopniu odzwierciedlał warunki rzeczywistej eksploatacji motoroweru.

## LITERATURA

1. Gao Y., Checkel M.D., Experimental Measurement of On-Road  $\text{CO}_2$  Emission and Fuel Consumption Functions. SAE Technical Paper Series 2007-01-1610.
2. Commission Regulation (EC) No. 692/2008 of 18 July 2008 implementing and amending Regulation (EC) No 715/2007 of the European Parliament and of the Council of 20 June 2007 on type approval of motor vehicles with respect to emissions from light passenger and commercial vehicles (Euro 5 and Euro 6) and on access to vehicle repair and maintenance information. OJ L 1991/1, 29.7.2008.
3. Directive 2002/24/EC OF the European Parliament and of the Council of 18 March 2002 relating to the type-approval of two or three-wheel motor vehicles and repealing Council Directive 92/61/EEC. OJ 124/1, 9.5.2002.
4. Merkisz J.: Rynek motoryzacyjny w dobie światowego kryzysu ekonomicznego. Combustion Engines, nr 3, 2009.

5. Regulacje Ministra Infrastruktury z dnia 28 lipca 2005 r. w sprawie homologacji typu pojazdów samochodowych mających dwa lub trzy koła, niektórych pojazdów samochodowych mających cztery koła oraz motorowerów (DzU nr 162, poz. 1360, z późniejszymi zmianami).
6. Sensors Inc., Emissions measurement solutions. SEMTECH® DS On Board In – Use Emissions Analyzer, Erkrath 2010.
7. Patent nr 10 2005 030 556 „Tłok wieloczęściowy i metoda wytwarzania tłoka wieloczęściowego” (zgłoszenie PCT/EP2006/005986).
8. Orzeczenie laboratoryjne dla benzyny bezołowiowej 95 wykonane przez Laboratorium Paliw Płynnych w Rejowcu Poznańskim.
9. [http://www.liquimoly.pl/features/katalog?page=shop.product\\_details&flypage=flypage.tpl&product\\_id=245&category\\_id=51](http://www.liquimoly.pl/features/katalog?page=shop.product_details&flypage=flypage.tpl&product_id=245&category_id=51)
10. <http://www.soft-engine.org/pagine.web/inglese/lowcost01.html>

## **ANALYSIS OF THE FUEL CONSUMPTION AND EXHAUST EMISSION URBAN SCOOTER DETERMINED ON THE BASIS OF SIMULATIONS CARRIED ON THE CHASSIS DYNAMOMETER**

### **Abstract**

The article presents the results of emission moped equipped with two-stroke engine. Tests were performed on a chassis dynamometer according to a specially prepared test, which was designed to reflect the on-road conditions of the vehicle. Scooter was powered by fuel with different mixing ratio of oil to gasoline. Among the harmful components of exhaust gas analysis were subjected to the following compounds:  $\text{NO}_x$ , CO, HC and  $\text{CO}_2$ . In the first stage of the study measurements were performed on a standard mix of gasoline and oil. Subsequent measurement cycles were performed for poor mixtures. The study was used portable gas analyzer - PEMS (Portable Emissions Measurement Systems). The unit carries out measurements of harmful compounds while taking into account the mass flow of exhaust.

**Keywords:** dynamometer testing, exhaust emissions, two-stroke engine, city scooter.