

Jerzy MERKISZ, Bartosz ORSZULAK

Politechnika Poznańska, Instytut Silników Spalinowych i Transportu
ul. Piotrowo 3, 60-965 Poznań
E-mail: jerzy.merkisz@put.poznan.pl
bartosz.w.orszulak@doctorate.put.poznan.pl

Maciej ANDRZEJEWSKI

Instytut Pojazdów Szynowych "TABOR"
ul. Warszawska 181, 61-055 Poznań
E-mail: maciej_andrzejewski@op.pl

Dobór trasy przejazdu na symulatorze pojazdu w aspekcie eco-drivingu

1 Wprowadzenie

Światowi wytwórcy pojazdów silnikowych ciągle doskonalą różne sposoby ograniczania uciążliwości eksploatacyjnej swoich produktów w aspekcie oddziaływania na środowisko. Sposoby te dotyczą w głównej mierze poprawy procesu spalania paliwa w silniku – zwiększenie sprawności konwersji energii – oraz rozwijania zaawansowanych technik katalitycznego oczyszczania spalin. Ważny we wspomnianym aspekcie jest także sam sposób użytkowania pojazdów, w tym stosowany przez kierowcę styl jazdy.

W ostatnich czasach coraz większą popularność w środowisku motoryzacyjnym zyskuje pojęcie *eco-drivingu*, czyli tzw. ekojazdy. Zgodnie z twierdzeniami twórców i propagatorów tego swoistego stylu jazdy, stosowanie w praktyce przez kierowców pewnych reguł (zasad) skutkuje mniejszym zużyciem paliwa przez pojazd, a jednocześnie w najmniejszym stopniu wpływa na zanieczyszczenie atmosfery ziemskiej. Główne zasady *eco-drivingu* opierają się na płynnej jeździe, ograniczaniu niepotrzebnych przyspieszeń i hamowań.

Założenia *eco-drivingu* po raz pierwszy sformułowano w Szwajcarii i Finlandii w drugiej połowie lat dziewięćdziesiątych XX wieku. Popularność stosowania zasad tego sposobu jazdy wśród kierowców stale wzrasta. Wzorem wielu krajów europejskich także i w Polsce obserwuje się ostatnimi czasy wzrost zainteresowania wskazówkami i wytycznymi, mającymi na celu między innymi zmniejszenie zużycia paliwa przez pojazdy. Świadomość wśród kierowców na temat *eco-drivingu* jest zatem dość duża, gorzej natomiast wygląda stosowanie go w praktycznej jeździe.

W artykule zawarto wybrane informacje na temat metodyki pomiarowej, opracowanej na potrzeby badań symulacyjnych, dotyczących określenia wpływu ekologicznego stylu jazdy na zużycie paliwa przez pojazd. Skoncentrowano się głównie na doborze trasy przejazdu, która w jak największym stopniu pozwoli na dokonanie weryfikacji stosowania przez kierowców sposobu jazdy określanego mianem *eco-drivingu* (planowane badania kierowców w aspekcie posiadanych umiejętności tzw. ekojazdy).

2 Opis stanowiska laboratoryjnego

Za stanowisko badawcze – obiekt badań – posłużył symulator pojazdu samochodowego AS 1200-6 firmy AutoSim wraz z dedykowanym oprogramowaniem (rys. 1 i 2). Przedmiotowy symulator umożliwia tworzenie powtarzalnych i dostosowanych tras przejazdów pod względem natężenia ruchu, elementów sygnalizacyjnych, informacyjnych oraz wielu innych [3, 6]. Dzięki temu możliwe jest obiektywne sprawdzenie umiejętności kierowców z zakresu eco-drivingu – sprawdzenie, jak zazwyczaj jeżdżą pojazdami, a następnie wprowadzenie korekt w stylu jazdy i przetestowanie ponownie badanych kierowców z nowo nabytą wiedzą. Istotną zaletą omawianego zestawu jest możliwość rejestracji istotnych wirtualnych parametrów samochodu, które w sposób bezpośredni są powiązane z rzeczywistymi parametrami pojazdu osobowego. Zebrane informacje umożliwiają w prosty i przejrzysty sposób przedstawienie najistotniejszych aspektów umiejętności kierowcy w kontekście eco-drivingu, nawyków, odruchów czy zdolności psychofizycznych (np. czasu reakcji).



Rys. 1. Stanowisko instruktora symulacji

Fig. 1. The place of an simulation instructor



Rys. 2. Wnętrze kabiny symulatora AS 1200-6

Fig. 2. Inside of the simulator cabin AS 1200-6

3 Dobór metodyki badawczej

Aby móc przeprowadzić badania symulacyjne (symulator pojazdu) nad wpływem stosowania zasad eco-drivingu przez kierowcę na ekonomię użytkowania pojazdów samochodowych, konieczne jest dobranie odpowiedniej trasy przejazdu. Nie we wszystkich bowiem warunkach drogowych zasady eco-drivingu przynoszą zauważalne korzyści [1, 2, 4]. Wynika to przede wszystkim z udziału czasu pracy jednostki napędowej pojazdu (konwencjonalny silnik spalinowy) w stanie nieustalonym, w dynamicznie zmieniających się warunkach pracy. Takie bowiem warunki oznaczają duże zużycie paliwa przez pojazd i dużą emisję zanieczyszczeń w spalinach, stąd właśnie wtedy istnieje największa możliwość zmniejszenia tego zużycia paliwa i emisji w wyniku zastosowania zasad ekofejdy.

Przy doborze przedmiotowej trasy wzięto pod uwagę w pierwszej kolejności miejsce użytkowania pojazdów samochodowych. Na podstawie dokonanej analizy literatury stwierdzono, że największe korzyści ekologiczne i ekonomiczne ze stosowania stylu jazdy określanego mianem eco-drivingu uzyskuje się w przypadku miejskiej i pozamiejskiej (drogi krajowe, wojewódzkie, gminne) eksploatacji pojazdów [1, 2, 4]. Mało zauważalne korzyści odnotowuje się natomiast w szczególnym przypadku jazdy pozamiejskiej pojazdem silnikowym – jazdy autostradowej (ruch stosunkowo płynny, mała liczba zatrzymań pojazdu). Stąd dla celów badawczych – symulator pojazdu –

przyjęto wyłącznie warunki jazdy miejskiej i pozamiejskiej o silnym i zmiennym natężeniu ruchu oraz przy występującej kongestii drogowej.

Kolejną kwestią było dobranie odpowiednich, dla weryfikacji użyteczności zasad eco-drivingu na symulatorze pojazdu, elementów infrastruktury drogowej. I tak na potrzeby doboru właściwej trasy przyjęto „zasadę” dużej intensywności występowania różnych elementów infrastruktury drogowej, takich jak:

- skrzyżowania z i bez sygnalizacji świetlnej,
- sygnalizatory świetlne na odcinkach między skrzyżowaniami,
- drogi podporządkowane,
- progi zwalniające,
- przejścia dla pieszych,
- przejazdy kolejowe,
- wzniesienia terenu.

Ważna dla poruszanych w artykule zagadnień jest także odległość pokonywana przez pojazd. Przy krótkich przejazdach, np. codzienny dojazd do pracy na terenie jednego miasta, silnik pojazdu w przeważającej części pracuje (po fazie tzw. zimnego rozruchu) w fazie osiągnięcia nominalnej temperatury pracy, kiedy to zużycie paliwa i emisja zanieczyszczeń są bardzo duże. Wpływ na to ma także niska temperatura pracy układu oczyszczania spalin (np. trójfunkcyjny reaktor katalityczny w przypadku silników ZI), a w związku z tym niski stopień konwersji związków szkodliwych spalin.

Istotna dla analizowanych zagadnień jest również pogoda/pora roku występująca w trakcie wykonywania przejazdów samochodem. Mogą bowiem pojawiać się znaczne różnice w oporach ruchu pojazdu, co z kolei przekładać się będzie między innymi na mniejszą bądź większą energochłonność tego ruchu. Ponadto dla przedmiotowych celów analitycznych należy wziąć pod uwagę także niekorzystne w aspekcie ekofizyki zjawisko, występujące w dużych miastach, jakim jest kongestia drogowa. Wynika ona z niewystarczających zasobów, jakimi są drogi i elementy infrastruktury drogowej, lub wystąpienia nieprzewidzianej intensyfikacji ruchu drogowego na danym terenie.

Ostatnim „elementem” związanym z poruszonymi zagadnieniami w aspekcie eco-drivingu jest sam kierowca. Realizacja wytycznych tego stylu jazdy może wyglądać zupełnie inaczej w zależności od motywacji oraz potrzeb kierowcy (ogólnie rzecz ujmując, można to opisać za pomocą stanu psychofizycznego kierowcy). Dobrym tego przykładem mogą być kierowcy taksówek, którzy dostosowują swój styl jazdy w zależności od wymagań czasowych i ewentualnej nagrody finansowej od klienta. Należy w tym miejscu nadmienić, iż najważniejszymi rejestrowanymi parametrami dotyczącymi kierowców w trakcie planowanych badań będą wskaźniki koncentracji i relaksacji, okulografia w wirtualnym świecie oraz czasy reakcji pod wpływem danego wymuszenia.

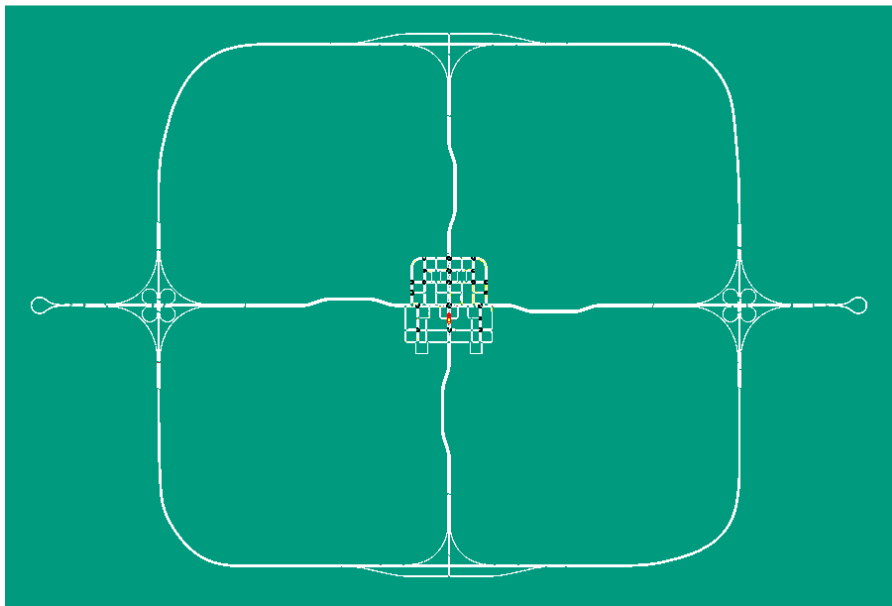
Podsumowując, do podstawowych kryteriów doboru trasy przejazdu dla realizacji badań symulacyjnych w aspekcie eco-drivingu należą zatem:

- charakterystyka ruchu drogowego, w tym natężenie;
- elementy infrastruktury drogowej;
- długość trasy i rodzaj nawierzchni;

- warunki atmosferyczne;
- typ i elementy charakterystyczne dla użytkowanego pojazdu;
- uwarunkowania psychofizyczne kierowcy.

4 Podsumowanie

Korzystając z materiałów dostarczonych przez producenta stanowiska laboratoryjnego AS 1200-6, do realizacji przyszłych scenariuszy problemowych jako baza została wybrana mapa „SIMTON” [5]. Jest to mapa, w której centralnej części znajduje się niewielkie miasto, a dookoła przebiega trasa szybkiego ruchu, tworząca obwodnicę miasta (rys. 3).



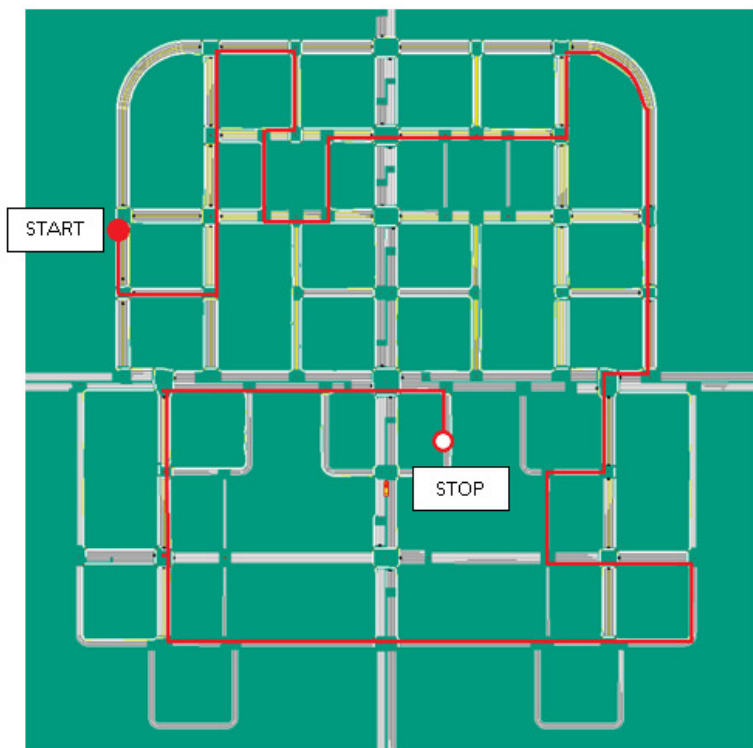
Rys. 3. Mapa „SIMTON”

Fig. 3. The "SIMTON" map

Dzięki zróżnicowanej budowie miasta, w którym zaprogramowano między innymi dużą liczbę: skrzyżowań z sygnalizacją świetlną oraz bez niej, znaków drogowych oraz różnych budowli architektonicznych, opisywana mapa stanowi bazowy obiekt dla planowanych badań. Główną wadą projektowanej na potrzeby badań trasy jest jednak brak zróżnicowania wysokości terenu, poza elementami zjazdów przy trasach szybkiego ruchu (autostradach).

Na podstawie wcześniej wymienionych kryteriów doboru została wytyczona trasa przejazdu dla osoby badanej, którą zaprezentowano na rysunku 4. Przedmiotową trasę dodatkowo uzupełniono o zasymulowane sytuacje drogowe, które zdarzają się w codziennym życiu. Jednymi z bardziej powszechnych tego typu sytuacji są remonty

dróg, wymuszenia pierwszeństwa przez inne pojazdy, wypadki drogowe, zatory drogowe czy niespodziewane wbiegnięcie pieszego na jezdnię. Wspomniane elementy będą dobrane po dalszych konsultacjach z ekspertami bezpieczeństwa ruchu drogowego, aby stworzyć zbalansowany scenariusz symulacji, głównie koncentrujący się na eco-drivingu.



Rys. 4. Trasa testowa do sprawdzania, czy kierowca stosuje zasady eco-drivingu
Fig. 4. The test route to check if the driver applies the principles of eco-driving

Literatura

1. Andrzejewski M.: *Wpływ stylu jazdy kierowcy na zużycie paliwa i emisję substancji szkodliwych w spalinach*. Repozytorium Naukowe Politechniki Poznańskiej, Poznań 2013 (praca doktorska)
2. Casanova J., Barrios C., Espinosa F.: Capability of on-board emission measurement systems for driver behavior assessment. *International Conference on Transport and Environment: A global challenge, Technological and Policy Solutions*, Milan, Italy, 19-21 March, 2007
3. Lozia Z.: *Symulator jazdy samochodem*. WKŁ, Warszawa 2008
4. Merksiz J., Andrzejewski M., Pielecha J.: The effect of applying the eco-driving rules on the exhaust emissions. *Combustion Engines*, No. 4/2013 (155), pp. 66-74

5. Midtgård E.: *User manuals, instructions and tutorials for AS 1200-6 simulator*. AutoSim, Norwegia 2008
6. Szczepański C.: *Antropocentryczne systemy sterowania ruchem symulatorów*. Wydawnictwo Instytutu Technicznego Wojsk Lotniczych, Warszawa 2001

Streszczenie

W artykule przedstawiono najważniejsze informacje na temat doboru trasy opracowanej na potrzeby badań symulacyjnych dotyczących weryfikacji stosowania wytycznych eco-drivingu przez kierowców pojazdów drogowych. Wskazano w nim między innymi podstawowe kryteria doboru trasy przejazdu dla realizacji przedmiotowych badań w aspekcie jazdy ekologicznej i ekonomicznej. Urządzeniem badawczym był symulator pojazdu samochodowego AutoSim AS 1200-6 wraz z dedykowanym oprogramowaniem.

Słowa kluczowe: eco-driving, symulator pojazdu, badania symulacyjne

The selection of a route for a vehicle simulator in terms of eco-driving

Summary

The article presents the most important information about the selection of the route for the purposes of simulation research concerning the verification of the application of the eco-driving guidelines by the drivers. There are indicated, inter alia, basic criteria for selection of a route for the implementation of objective research in terms of ecologic and economic driving. The research device was a vehicle simulator AutoSim AS 1200-6 with dedicated software.

Keywords: eco-driving, vehicle simulator, simulation studies

