

Sebastian KILIMNIK, Anna MAZURKIEWICZ, Klaudiusz MIGAWA

EKONOMICZNE ASPEKTY STOSOWANIA EKOJAZDY W SYSTEMACH TRANSPORTU DROGOWEGO

Streszczenie: Rozwój transportu drogowego spowodował, że wzrosła ingerencja człowieka w środowisko naturalne. Producenci samochodów – aby zapobiegać nadmiernemu zanieczyszczeniu – projektują nowe technologie i skłaniają użytkowników do stosowania ekójazdy. Przekazanie kierowcy wiedzy w odpowiedni sposób może sprawić, że przedsiębiorstwo transportowe uzyska oszczędności, a do środowiska naturalnego trafi mniej zanieczyszczeń. Na podstawie wykonanych badań przeprowadzono analizę wykorzystania ekójazdy w systemach transportu drogowego. Opierając się na analizie otrzymanych wyników badań, można stwierdzić, że właściwie stosowana ekójazda przynosi pożądane korzyści w wymiarach ekonomicznym oraz ekologicznym.

Słowa kluczowe: ekójazda, transport drogowy, zużycie paliwa, szkolenia kierowców

1. WPROWADZENIE

Transport drogowy to podstawowy sposób przemieszczania ludzi i towarów. W ciągu ostatnich dwudziestu lat liczba pojazdów użytkowanych w Europie zwiększyła się dwukrotnie. Przyczynia się to do znacznego rozwoju infrastruktury transportu, a co się z tym wiąże – do ingerencji człowieka w środowisko naturalne [8].

Wraz z rozwojem technologii producenci pojazdów prześcigają się w konstruowaniu napędów hybrydowych oraz elektrycznych. Należy natomiast podkreślić, że pomimo tych działań obecnie dominująca część pojazdów napędzana jest przez silniki spalinowe. Skutkiem ubocznym pracy silników spalinowych jest emisja zanieczyszczeń, których składnikami są substancje szkodliwe [5]. Aby ograniczyć przedostawanie się ich do środowiska naturalnego, producenci pojazdów wykorzystują coraz to nowsze rozwiązania technologiczne. Mają one na celu ograniczenie wytwarzania zanieczyszczeń oraz filtrację spalin. Czynniki, które mogą również ograniczyć ilość spalin emitowanych do środowiska naturalnego, to zachowanie oraz styl jazdy kierowcy. Niewłaściwe zachowania na drodze, nieumiejętna obsługa pojazdu, „agresywna” jazda – to elementy wpływające nie tylko na bezpieczeństwo, ale również na zwiększenie kosztów przemieszczania się oraz zanieczyszczenia środowiska [2, 6]. Celem przeprowadzonego badania była analiza wpływu zastosowania ekójazdy w systemie transportu drogowego, w aspekcie kryteriów ekonomicznych i ekologicznych. Odczytano

¹ mgr inż. Sebastian KILIMNIK, UTP Bydgoszcz, e-mail: sebastian.kilimnik@gmail.com

² mgr inż. Anna MAZURKIEWICZ, UTP Bydgoszcz, e-mail: an_mazurkiewicz@onet.pl

³ dr hab. inż. Klaudiusz MIGAWA, prof. UTP Bydgoszcz, e-mail: klaudiusz.migawa@utp.edu.pl

wartości spalania paliwa dla pojazdów osobowych oraz ciężarowych, które kierowcy uzyskali przed i po szkoleniu z zakresu ekof jazdy. Dokonano analizy otrzymanych wyników, co pozwoliło określić, w jakim stopniu właściwe zastosowanie ekof jazdy ogranicza zużycie paliwa, a co się z tym wiąże – redukuje koszty eksploatacji środków transportu drogowego oraz zmniejsza zanieczyszczenie środowiska naturalnego.

2. METODYKA I ZAKRES SZKOLEŃ EKOJAZDY

Szkolenie z zakresu ekof jazdy w pierwszym etapie rozpoczyna się jazdą testową, podczas której trener zwraca uwagę na technikę jazdy kierowcy oraz jego zachowania na drodze. Odczyt zużycia paliwa na odcinku testowym notowany jest w karcie szkoleniowej kursanta. Kolejna część szkolenia przeprowadzana jest w formie wykładów, na których kursant poznaje zagadnienia teoretyczne. Następnie trener wraz z osobą szkoloną przechodzą do zajęć praktycznych. Ta faza szkolenia rozpoczyna się od jazdy demonstracyjnej trenera, podczas której kursant otrzymuje odpowiednie wskazówki dotyczące stylu jazdy oraz zachowania na drodze. Ostatnim etapem praktycznym jest wykonanie przez kursanta przejazdu testowego. Wynik z pierwszego przejazdu przed szkoleniem oraz wynik testu końcowego zostają porównane, całość następnie trener poddaje analizie i ocenie. Aby szkolenie przyniosło właściwy rezultat, pojazd oraz materiały pomocnicze powinny zostać odpowiednio przygotowane [1]. Trener powinien przygotować szkolenie tak, aby:

- pojazd był w pełni załadowany,
- pojazd był w pełni zatankowany, a miejsca uzupełnień paliwa powinny być wyznaczone,
- płyny eksploatacyjne w pojeździe oraz ciśnienie w ogumieniu były sprawdzone,
- ładunek był odpowiednio zabezpieczony oraz miał nisko położony środek ciężkości,
- ładunek został przygotowany przed rozpoczęciem szkolenia, a jego rodzaj był zbliżony do towaru, który przewożony jest podczas pracy szkolonego kierowcy,
- prawidłowość dokumentów była zweryfikowana,
- zebrać od kursantów karty kierowców lub przygotować tarcze tachografu dla starszych modeli pojazdów,
- przygotować miejsce pasażera, pojazdy do szkoleń często wyposażone są w dodatkowe miejsce środkowe.

Środki pomocnicze, które trener powinien przygotować do szkolenia, to:

- klikier – licznik do rejestrowania wykonanych zmian biegów,
- stoper do pomiaru czasu jazdy,
- specjalne arkusze danych ze szkolenia,
- kalkulator, brudnopis, zestaw długopisów.

Wcześniejsze przygotowanie materiałów pomocniczych sprawia, że szkolenie przebiega płynnie bez niepotrzebnych przerw.

Wzór arkusza szkoleniowego przedstawiono w tabeli 1.

Tabela 1. Arkusz szkoleniowy z ekojazdy
Table 1. Document of ecodriving training

Firma	
Nazwisko i imię kierowcy	
Data szkolenia	11.05.2017
Zakres – szkolenie ECO/Jazda Defensywna	TAK
Marka/nr. Rej. Poj.	MAN TGM 15.340
Trasa	ŚMIŁOWO – DULOWA – ŚMIŁOWO 1054 km
Ładunek w tonach	25 t
Tankowanie START	stan licznika 692243, zatankowano 12,75 l
Tankowanie STOP	stan licznika 693297, zatankowano 284,20 l
Zużycie wg komp. pokładowego	29 l na 100 km
Zużycie rzeczywiste wg zatankowanych L	26,96 l na 100 km
UWAGI TRENERA	DMC pojazdu przekroczone o 87,00 kg, zatankowano po cyklu jazdy
UWAGI KIEROWCY	
Nr tel. kierowcy	
Ankieta ewaluacyjna	pyt. od 1) do 3): skala 1–5; ocena najgorsza – 1, najlepsza – 5 pyt. 4): skala 1–10; 1 oznacza najmniej, a 10 – najbardziej prawdopodobne
1) Oceń, czy szkolenie spełniło Twoje oczekiwania?	5
2) Czy podczas szkolenia zdobyłeś nowe umiejętności z zakresu techniki jazdy?	5
3) Czy instruktor przekazywał informacje, wskazówki i polecenia w jasny sposób?	5
4) Czy poleciłbyś udział w takim szkoleniu innym kierowcom?	10
Szkolenie z zakresu OC pojazdu	Przeprowadzono w pełnym zakresie 30 min

Odpowiednio przygotowany powinien zostać również odcinek testowy. Trasa powinna być na średnim poziomie trudności, a kryteria jej doboru to:

- długość 30–40 km,
- prosty początek trasy, aby kierowca dostosował się do pojazdu oraz przewożonego ładunku,
- zróżnicowanie terenu (wzniesienia oraz spadki),
- przebieg przez drogi lokalne oraz teren zabudowany,
- możliwość zawrócenia,
- omijanie dróg głównych w godzinach szczytu, aby szkolenie przebiegało płynnie,
- możliwość zastosowania trasy alternatywnej do trasy wyznaczonej w momencie wyłączenia odcinka testowego z ruchu.

Szkolenie rozpoczyna się w chwili pierwszego przejazdu testowego. Trener rejestruje wtedy wartości spalania oraz ocenia styl jazdy, jaki kierowca prezentował przed ukończeniem szkolenia. Kolejnym etapem jest szkolenie teoretyczne w formie wykładu. Kursanci poznają na nim zasady ekof jazdy i jazdy defensywnej. Dowiadują się, jakie czynniki wpływają na jazdę ekonomiczną, jak oddziałuje na kierowcę otoczenie i jakie zachowania są odpowiednie dla kierowcy. Po wykładzie trener z kursantem wykonuje jazdę demonstracyjną z komentarzem oraz wskazówkami. Następnie kierowca wykonuje przejazd końcowy zgodnie ze zdobytą wiedzą. Aby wynik szkolenia był miarodajny, obie jazdy muszą zostać przeprowadzone w zbliżonych warunkach, na tym samym odcinku testowym. Ważne jest, aby warunki atmosferyczne również były zbliżone, ponieważ różnicowanie temperatur, opady atmosferyczne czy wiatr będą miały wpływ na końcowy wynik szkolenia. Istotne, aby kierowca podczas szkolenia miał przy sobie prawo jazdy oraz przestrzegał przepisów ruchu drogowego. Obowiązkiem trenera jest poinstruowanie kursanta w kwestiach specyfikacji i obsługi pojazdu. Czynności trenera podczas przejazdu testowego to:

- przeprowadzanie pomiarów oraz obliczeń,
- udzielanie informacji na temat trasy,
- ingerencja w momencie niebezpieczeństwa,
- zapisywanie informacji na temat błędów oraz specyfikacji jazdy kierowcy,
- podczas przejazdu testowego trener nie udziela wskazówek dotyczących techniki jazdy.

Przejazd demonstracyjny z udziałem trenera jest praktyczną formą przekazania wiedzy. Pozwala na zaprezentowanie „ekozasad” w sytuacjach występujących na drodze. Tylko wykwalifikowany, doświadczony instruktor może wykonywać jazdy demonstracyjne.

Ostatnim z etapów praktycznych jest przeprowadzenie jazdy końcowej z wykorzystaniem zasad ekof jazdy [3, 7], podczas której należy:

- wybrać odpowiedni bieg podczas ruszania,
- prawidłowo zmieniać biegi podczas jazdy i zwracać uwagę na prędkość obrotową silnika,
- stosować półbiegi podczas wzniesień,
- hamując w odpowiednim momencie, użyć hamulca silnikowego lub retardera,
- wykorzystywać pęd pojazdu,
- wykorzystywać jazdę przewidującą,
- unikać niepotrzebnych zatrzymań,
- używać toczenia,
- w terenie zabudowanym poruszać się z możliwie najniższą prędkością obrotową silnika,
- ograniczać redukcję biegów,
- płynnie włączać się do ruchu,
- błędy kursanta powinny być poprawiane spokojnie, bez gwałtownych ruchów.

Końcowa ocena przejazdów zostaje omówiona wspólnie z kierowcami. Analizie poddane zostają przejazdy początkowy oraz końcowy. Porównywane są:

- liczba zmian biegów,
- średnia prędkość,
- zużycie paliwa,
- czas przejazdu.

Po wykonaniu analizy kierowca dowiaduje się o popełnianych przez siebie błędach. Trener wyjaśnia uzyskane przez szkolonych wyniki. Kierowcy mają możliwość zadawania dodatkowych pytań. Po odbytych szkoleniu kursanci wypełniają ankietę, w której odpowiadają na pytania dotyczące zadowolenia ze szkolenia.

Ważne jest, aby przedsiębiorstwo, dla którego wykonywano szkolenie, wprowadziło urzędnika do monitorowania parametrów jazdy [4]. Pozwala to na późniejszą kontrolę kierowcy, pilotowanie oraz udzielanie odpowiednich wskazówek. Kierowca, który otrzyma od pracodawcy normę zużycia paliwa i zostanie do przestrzegania nowych reguł odpowiednio zmotywowany np. systemem premiowania, będzie stosował się do zasad ekojazdy.

3. WYNIKI I ANALIZA ZREALIZOWANYCH BADAŃ

Wyniki przeprowadzonych badań odczytano za pomocą urządzenia podłączonego do szyny CAN pojazdów, w których odbywało się szkolenie. Poniższe tabele przedstawiają część wyników pomiarów przeprowadzonych na pojazdach dostawczych o DMC do 3,5 t oraz ciężarowych DMC powyżej 3,5 t.

Badania przeprowadzono z wykorzystaniem dwóch różnych rodzajów pojazdów. Zróżnicowanie polegało na gabarytach oraz masie pojazdu. Do pierwszej grupy zaliczały się samochody dostawcze o dopuszczalnej masie całkowitej do 3,5 tony, natomiast do drugiej – pojazdy ciężarowe o DMC powyżej 3,5 t.

W przypadku pierwszego rodzaju pojazdów uzyskano 167 wyników pomiarów. Badanie przeprowadzono na tym samym modelu pojazdów marki FORD. Uczestnikami szkolenia były osoby pracujące w tej samej firmie przewozowej.

Analizując wyniki badań przeprowadzonych w grupie pierwszej, podczas testu końcowego uzyskano oszczędność zużycia paliwa w 152 przejazdach. Takie samo zużycie paliwa w przypadku obu przejazdów uzyskało 10 kierowców. Większe spalanie niż w przypadku przejazdu testowego zanotowano w 5 przypadkach. Z arkuszy szkoleniowych można wyczytać, że przejazdy ze zwiększonym zużyciem paliwa odbyły się w utrudnionych warunkach. Były to: zatrzymanie przez policję, zatory drogowe lub wypalanie filtra cząstek stałych.

Tabela 2. Wyniki pomiarów dla pojazdów dostawczych uzyskane podczas szkolenia ekof jazdy
 Table 2. Measurement results of the fuel consumption for delivery van during ecodriving training

Kierowca	Miejsce szkolenia	Termin szkolenia	Trasa (w km)	Zużycie paliwa przejazd testowy (w l na 100 km)	Zużycie paliwa po szkoleniu (w l na 100 km)	Oszczędność (w l na 100 km)
Kierowca 1	Warszawa	16.01.2015	24,40	10,80	6,62	4,18
Kierowca 2	Warszawa	16.01.2015	24,40	14,40	12,30	2,10
Kierowca 3	Warszawa	16.01.2015	24,40	7,20	6,80	0,40
Kierowca 4	Warszawa	16.01.2015	24,40	10,50	8,20	2,30
Kierowca 5	Warszawa	16.01.2015	24,40	12,00	9,00	3,00
Kierowca 6	Warszawa	16.01.2015	24,40	10,73	4,63	6,10
Kierowca 7	Katowice	23.01.2015	25,00	8,70	8,00	0,70
Kierowca 8	Katowice	23.01.2015	25,00	6,50	6,80	-0,30
Kierowca 9	Katowice	23.01.2015	25,00	11,12	10,56	0,56
Kierowca 10	Katowice	23.01.2015	25,00	6,50	5,90	0,60
Kierowca 11	Katowice	23.01.2015	25,00	7,70	6,80	0,90
Kierowca 12	Katowice	23.01.2015	25,00	10,48	6,64	3,84
Kierowca 13	Kraków	30.01.2015	27,10	10,80	7,40	3,40
Kierowca 14	Kraków	30.01.2015	27,10	8,60	8,30	0,30

Tabela 3. Wyniki pomiarów dla pojazdów ciężarowych uzyskane podczas szkolenia ekof jazdy
 Table 3. Measurement results of the fuel consumption for truck during ecodriving training

Kierowca	Miejsce szkolenia	Termin szkolenia	Trasa (w km)	Zużycie paliwa przejazd testowy (w l na 100 km)	Zużycie paliwa po szkoleniu (w l na 100 km)	Oszczędność (w l na 100 km)
Kierowca 1	Poniatowa	30.04.2015	34,50	29,50	26,00	3,50
Kierowca 2	Poniatowa	25.04.2015	34,30	31,40	27,40	4,00
Kierowca 3	Kielce	28.05.2015	24,00	38,00	33,20	4,80
Kierowca 4	Poniatowa	16.05.2015	34,90	33,20	29,50	3,70
Kierowca 5	Poniatowa	23.05.2015	34,25	29,80	26,50	3,30
Kierowca 6	Kielce	14.05.2015	24,04	44,90	34,70	10,20
Kierowca 7	Kielce	23.04.2015	24,10	33,60	30,20	3,40
Kierowca 8	Poniatowa	13.06.2015	34,90	36,30	33,10	3,20
Kierowca 9	Poniatowa	16.05.2015	34,90	35,90	32,20	3,70
Kierowca 10	Kielce	28.05.2015	24,00	37,40	31,20	6,20
Kierowca 11	Kielce	28.05.2015	24,00	38,40	35,60	2,80
Kierowca 12	Kielce	14.05.2015	24,04	45,50	36,30	9,20
Kierowca 13	Poniatowa	16.05.2015	34,90	33,40	30,00	3,40
Kierowca 14	Kielce	14.05.2015	24,04	35,90	32,30	3,60

Aby ustalić skuteczność przeprowadzonych szkoleń, obliczono średnie wartości zużycia paliwa dla przejazdu testowego i końcowego, co pozwoliło na odczyt średniej oszczędności. Obliczenia polegały na zsumowaniu wyników spalania, a następnie podzieleniu przez liczbę kursantów. Omawiane wyniki przedstawiono w tabeli 4.

Tabela 4. Średnie wartości zużycia paliwa dla pojazdów dostawczych uzyskane podczas szkolenia ekojazdy

Table 4. The average value of the fuel consumption for delivery van during ecodriving training

Przejazd testowy średnia wartość w l na 100 km	Przejazd po szkoleniu średnia wartość w l na 100 km	Oszczędność średnia wartość w l na 100 km
8,70	6,74	1,96

Na podstawie analizy wyników zrealizowanych badań wykazano oszczędność paliwa w stosunku do przejazdu testowego o 23%.

Drugi z pomiarów, w którym uczestniczyło 39 kierowców szkolących się na pojazdach ciężarowych, zakończył się zmniejszeniem zużycia paliwa, uzyskanym przez wszystkich uczestników badań. Oszczędności wyniosły od 0,6 do 10,2 l na 100 km. W tym przypadku również wyznaczono wartość średnią zużycia paliwa, a otrzymane wyniki przedstawiono w tabeli 5.

Tabela 5. Średnie wartości zużycia paliwa dla pojazdów ciężarowych uzyskane podczas szkolenia ekojazdy

Table 5. The average value of the fuel consumption for truck during ecodriving training

Przejazd testowy średnia wartość w l na 100 km	Przejazd po szkoleniu średnia wartość w l na 100 km	Oszczędność średnia wartość w l na 100 km
35,62	31,15	4,47

Uzyskana oszczędność paliwa w stosunku do pierwszego przejazdu wyniosła 12,55%.

Z wykorzystaniem otrzymanych wyników badań wykonano obliczenia, na podstawie których wyznaczono oszczędności dla każdej z analizowanych grup. W pierwszej z nich każdy z kierowców pokonuje swoim pojazdem miesięcznie ok. 5000 km. Średnia oszczędność wyniosła 1,96 l na 100 km, a średnia cena paliwa to 5 zł za l. W szkoleniu uczestniczyło 167 kierowców. Można obliczyć:

- oszczędność = 5000 km · 1,96 l na 100 km · 5 zł za l = 490 zł,
- miesięczna oszczędność dla grupy szkoleniowej = 490 zł · 167 = 81830 zł,
- roczna oszczędność pierwszej grupy = 81830 zł · 12 = 981960 zł.

Dla kierowców pojazdów ciężarowych, którzy pokonują swoimi pojazdami 10000 km miesięcznie, zużycie paliwa zmniejszyło się o 4,47 l na 100 km, a ich grupa liczyła 39 kursantów, oszczędności przedstawiają się w następujący sposób:

- oszczędność = 10000 km · 4,47 l na 100 km · 5 zł za l = 2235 zł,
- miesięczna oszczędność dla grupy szkoleniowej = 2235 zł · 39 = 87165 zł,
- roczna oszczędność drugiej grupy = 87165 zł · 12 = 1045980 zł.

Na podstawie analizy otrzymanych wyników badań, dotyczących zużycia paliwa w systemie ekofazdy, wykazano oszczędności ekonomiczne liczone w setkach tysięcy złotych. Jednocześnie ograniczenie ilości spalanej paliwa w istotny sposób wpływa na redukcję emisji spalin, a tym samym – na zmniejszenie zanieczyszczenia środowiska naturalnego.

4. PODSUMOWANIE

Szkolenie z zakresu ekofazdy pozwoliło na oszczędność paliwa w ponad 92% analizowanych przypadków.

191 z 206 kursantów poprawiło swój wynik zużycia paliwa podczas przejazdu końcowego.

Pierwsza z grup uzyskała średnią wartość oszczędności na poziomie 1,97 l na 100 km, co przekłada się na 23% zmniejszenia zużycia paliwa. Druga grupa uzyskała natomiast oszczędność o średniej wartości 4,47 l na 100 km, co przekłada się na 12,55% zmniejszenia zużycia paliwa.

Z szacunkowych wyliczeń wynika, że grupy, które odbyły szkolenie w ciągu pierwszego roku, są w stanie zaoszczędzić nawet setki tysięcy złotych dla swojego przedsiębiorstwa.

Jednocześnie należy podkreślić, że ilościowe ograniczenie zużycia paliwa bezpośrednio wiąże się ze zmniejszeniem emisji substancji szkodliwych do środowiska naturalnego.

Podsumowując, można stwierdzić, że szkolenie z zakresu ekofazdy przynosi długotrwałe korzyści. Należą do nich zmniejszenie zużycia paliwa, zmniejszona eksploatacja, poprawa w zakresie ekologii oraz bezpieczeństwa na drogach. W związku z tym ekofazda może stać się istotnym czynnikiem optymalizującym procesy przewozowe w przedsiębiorstwach transportowych.

LITERATURA

- [1] AUERBACH P., KUKLA W.: Istota i zasady ekofazdy, czyli integralna część szkolenia w przedsiębiorstwach świadczących usługi transportowe. Zeszyty Naukowe Politechniki Poznańskiej, Organizacja i Zarządzanie 60, 2013.
- [2] GRONOWICZ J.: Ochrona środowiska w transporcie lądowym. Politechnika Poznańska, Instytut Technologii Eksploatacji Radom, 2004.
- [3] JUDZIŃSKA-KŁODAWSKA A.: Wpływ wybranych elementów eco-drivingu na zmniejszenie zużycia paliwa oraz emisję CO₂. Autobusy 10, 2013.
- [4] LEMPART M., MALIK P.: Proste rozwiązania – wymierne korzyści, czyli ekofazda w koncepcji zrównoważonego rozwoju. Zeszyty Naukowe Politechniki Poznańskiej, Organizacja i Zarządzanie 60, 2013.
- [5] MERKISZ J.: Ekologiczne problemy silników spalinowych. Tom 1 i 2. Wydawnictwo Politechniki Poznańskiej Poznań, 1999.
- [6] MUŚLEWSKI Ł.: Podstawy efektywności działania systemów transportowych. Wydawnictwo Naukowe ITE-PIB Radom, 2010.
- [7] SZTAL M., WÓJCIK K.: Eco driving w szkoleniu, na egzaminie, w codziennej jeździe. Wydawnictwo Grupa Image Warszawa, 2015.
- [8] ŻÓLTOWSKI B., KWIATKOWSKI K.: Zagrożone środowisko. Wydawnictwa Uczelniane Uniwersytetu Technologiczno-Przyrodniczego Bydgoszcz, 2012.

ECONOMIC ASPECTS OF APPLICATION ECODRIVING IN THE ROAD TRANSPORT SYSTEMS

Summary: The development of road transport has caused an interference in the natural environment. To prevent excessive pollution, car manufacturers design new technologies and recommend to use ecodriving. The right way to pass on driver knowledge can result in a transport company achieving savings and less pollution going to the environment. Based on the tests performed, an analysis of the use of ecodriving in road transport systems was carried out. On the basis of the results the ecodriving use in road transport systems was analyzed. From the obtained results, we learn that properly applied ecodriving brings desirable economic and ecological benefits.

Key words: ecodriving, road transport, fuel consumption, driver training