

Reduction of fuel consumption in commercial vehicles as a factor influencing transport efficiency

Abstract: The paper presents facts and main development trends leading to improvements in fuel efficiency in commercial vehicles, with special attention paid to the market requirements. A brief review of main solutions leading to lower fuel consumption in trucks was also made. The paper highlights also some problems related to the fuel efficiency of Euro VI heavy commercial vehicles.

Keywords: commercial vehicles, fuel efficiency, development trends, total cost of ownership, heavy duty Diesel

Obniżanie zużycia paliwa w pojazdach użytkowych jako czynnik warunkujący efektywność transportu

Streszczenie: W artykule zostanie przedstawiony stan faktyczny oraz najważniejsze kierunki prac rozwojowych prowadzących do obniżenia zużycia paliwa przez pojazdy użytkowe, ze szczególnym uwzględnieniem uwarunkowań rynkowych. Dokonano również przeglądu najważniejszych rozwiązań technicznych prowadzących do obniżenia zużycia paliwa w pojazdach użytkowych. Naszkicowano pewne problemy związane z obniżaniem zużycia paliwa w silnikach samochodów ciężarowych segmentu ciężkiego, spełniających wymagania normy Euro VI.

Słowa kluczowe: pojazdy użytkowe, zużycie paliwa, kierunki rozwoju, całkowity koszt własności, silniki trakcyjne

1. Wprowadzenie

Dywersyfikacja źródeł energii oraz obniżanie emisji dwutlenku węgla – te dwa zagadnienia tworzą podstawę realizowanego przez Komisję Europejską programu zrównoważonego systemu transportowego. Z programu tego jednoznacznie wynika, iż działania o charakterze ustawodawczym oraz rzeczywisty rozwój kołowych środków transportu w dużej mierze podyktowane są dążeniem do obniżenia emisji dwutlenku węgla, a tym samym negatywnego wpływu motoryzacji na emisję gazów cieplarnianych. Równie ważne jest poszukiwanie alternatywnych paliw i źródeł napędu, pozwalające na zmniejszenie uzależnienia branży transportowej od ropy naftowej. Efektem tych działań w praktyce powinno być stałe obniżanie zużycia paliwa przez środki transportu. Jest to niezwykle istotne również z tego względu, iż zużycie paliwa stanowi najważniejszy, przekraczający obecnie 30%, składnik całkowitych kosztów własności floty (rysunek 1).

Stale rosnące ceny paliwa to trend nieodwracalny. Tylko w latach 2010–2011 wzrost średnich cen oleju napędowego w Europie wyniósł aż 20 eurocentów za litr. Obecnie w firmach transportowych koszt paliwa przekracza już 30% całkowitego kosztu własności pojazdu, niezależnie od rodzaju prowadzonej działalności transportowej, przewyższając tym samym jeszcze do niedawna największy udział kosztów płac.

Wzrost cen paliwa o 1 eurocent to dodatkowy koszt eksploatacji wynoszący ok. 320 euro dla każdego zestawu drogowego spalającego średnio 32 l/100

km i przejeżdżającego rocznie 100 000 km. Dla średniej wielkości floty działającej w transporcie dalekobieżnym, liczącej np. 50 zestawów – suma ta urasta już do niebagatelnych 16 000 euro (przy dzisiejszym kursie jest to niemal 67 000 zł). Równolegle mamy do czynienia z zaostrzeniem konkurencji, co z kolei sprawia, że aby utrzymać akceptowalną rentowność firmy, znaczenia nabiera każdy zaoszczędzony eurocent. W efekcie, najmniejsze możliwe zużycie paliwa jest jednym z kluczowych czynników podczas podejmowania decyzji o zakupie nowych samochodów.

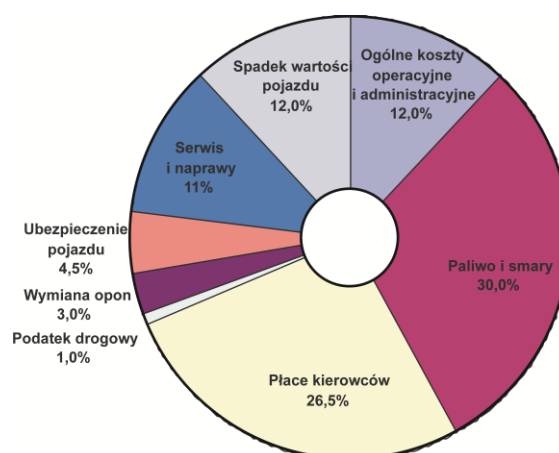


Fig. 1. Typical structure of total cost of ownership of a commercial vehicle [1]

Rys. 1. Typowa struktura kosztów eksploatacji samochodu ciężarowego [1]

2. Złożona branża, złożone produkty

Możemy mówić o kilku podstawowych cechach charakteryzujących branżę pojazdów użytkowych, które komplikują zagadnienia związane z wprowadzaniem norm ograniczających zużycie paliwa [3].

Dynamika rynku. Produkcja pojazdów użytkowych to bardzo dynamiczna gałąź przemysłowa i to właśnie ta dynamika rynku w pewien sposób stwarza problemy w wytyczaniu limitów zużycia paliwa. Na politykę inwestycyjną firm transportowych miał duży wpływ fakt wydłużenia średniego okresu eksploatacji (okresu leasingowania) wynikający ze wzrostu cen taboru. Jeśli doszłoby do ustalenia limitów zużycia paliwa w pojazdach użytkowych, odbije się to również na ich cenach i można się spodziewać kolejnych zmian w polityce zakupowej użytkowników.

Rozdrobnienie. W sektorze ciężkich pojazdów użytkowych działa stosunkowo wiele firm, które projektują, produkują i obsługują maszyny o bardzo szerokim spektrum zastosowań. Maszyny te są wykorzystywane przez równie szeroką rzeszę użytkowników końcowych. W przeciwieństwie do sektora samochodów dostawczych, producenci bardzo często konstruują samodzielnie specyficzne komponenty, począwszy od nadwozi, zabudów a na silnikach skończywszy – rzadziej mamy do czynienia z produkcją kompletnego, gotowego do życia pojazdu. Ilość działających firm oraz niejednorodność produktów komplikują proces projektowania i wprowadzania skutecznych i efektywnych regulacji w tym sektorze.

Silny rynek wtórny. Ciągniki siodłowe, silniki, naczepy i zabudowy to dobra trwałe, o długim okresie ekonomicznie uzasadnionej eksploatacji. Dlatego też, mamy do czynienia z dobrze funkcjonującym rynkiem wtórnym, obejmującym zarówno używane pojazdy jak i komponenty. Przepisy obejmujące tę grupę produktową są znacznie mniej rozbudowane niż w przypadku rynku nowych samochodów. Z tego też powodu, silny rynek wtórny może osłabić lub nawet zniwelować korzyści wynikające z wprowadzenia nowych przepisów obejmujących nowe pojazdy.

Analizując korzyści i zagrożenia związane z wprowadzeniem limitów ograniczających zużycie paliwa warto jeszcze wspomnieć o tzw. „efekcie odbicia”. Jest to w tym przypadku dodatkowy przebieg pojazdu możliwy do uzyskania dzięki niższym kosztom jazdy wynikającym z niższego zużyciu paliwa. Istnienie tego efektu oznacza, że część zużytego paliwa i wyemitowanego równocześnie CO₂ oraz substancji toksycznych może zmniejszyć korzystny efekt wynikający z wprowadzonych ograniczeń.

Warto także zauważyć, że jeśli producenci uznają, że dla nich przede wszystkim wiążące są ograniczenia emisji toksycznych składników spalin, to mając w perspektywie niższe poziomy emisji w przeliczeniu na pokonany dystans – wynika to przecież z niższego spalania – to mogą zdecydować się na pewne „rozluźnienie” kontroli emisji składników toksycznych, zmniejszając tym samym koszty swoje i swoich klientów lub wprowadzając nowe, korzystne rozwiązania. W tym przypadku ostateczny poziom emisji toksycznych składników spalin pozostanie bez zmian – po prostu ze względu na mniejszą ilość spalanego paliwa narzuconą przez normy.

3. Normatywne limity zużycia paliwa

Wydajność paliwowa jest jednym z najważniejszych czynników, które decydują o konkurencyjności technologicznej i wpływają na poziom sprzedaży samochodów ciężarowych i autobusów. Dlatego też, to rzeczywiste mechanizmy rynkowe w najbardziej efektywny sposób wymuszają stały postęp w zakresie obniżania zużycia paliwa i redukcji emisji CO₂. Wymagania prawne zorientowane produktowo, a obejmujące swym zakresem kwestie wydajności paliwowej i emisji CO₂ powinny być ukierunkowane na dalsze wzmacnianie tych mechanizmów rynkowych.

Table 1. Mass segmentation of vehicles defined by NHTSA [2]

Tabela 1. Masowa segmentacja pojazdów definiowana przez Departament Transportu USA [2]

Klasa	Opis	Masa własna	DMC	Typowe zużycia paliwa	
		[t]		[t]	gals/1000 mi (l/100 km)
1c	Samochody osobowe	1,2–2,5	< 3	30–40 (7,1–9,4)	67 (15,8)
1t	Lekkie samochody użytkowe (mini-vany)	1,6–2,2	< 3	40–50 (9,4–11,8)	58 (13,6)
2a	Standardowe pikapy, duże SUV	2,2–3	3–4,25	50 (11,8)	39 (9,2)
2b	Duże pikapy, vany	2,5–3,2	4,25–5	67–100 (15,8–23,5)	39 (9,2)
3	Vany dostawcze, minibusy	3,8–4,4	5–7	77–125 (18,1–29,4)	33 (7,8)
4	Dostawcze, dystrybucyjne	3,8–4,4	7–8	83–140 (19,5–32,9)	24 (5,6)
5	Dystrybucyjne, lekkie z zabudową skrzyniową	9,2–10,4	8–9,75	83–166 (19,5–39,0)	26 (6,1)
6	Autobusy szkolne, duże samochody dostawcze	5,8–7,2	9,75–13	83–200 (19,5–47,0)	20 (4,7)
7	Autobusy miejskie, samochody chłodnie, samochody pożarnicze	5,8–7,2	13–16,5	125–250 (29,4–58,8)	18 (4,2)
8a	Samochody komunalne, wywrotki, autobusy miejskie, ciężkie samochody pożarnicze	10–17	16,5–40	160–400 (37,6–94,1)	9 (2,1)
8b	Duże ciągniki siodłowe, samochody – cysterny, silosy	11,6–17	16,5–40	133–250 (31,3–58,8)	7 (1,6)

gals/1000 mi = galonów na 1000 mil; gals/1000 t-mi = galonów na 1000 ton-mil; l/100 t-km = litrów na 100 tono-kilometrów

Przykładem działań ustawodawczych w zakresie ograniczania zużycia paliwa może być ogłoszony we wrześniu 2011 r. przez działające w Stanach Zjednoczonych: National Highway Traffic Safety Administration (NHTSA) czyli Urząd ds. Bezpieczeństwa Ruchu Drogowego oraz U.S. Environmental Protection Agency (EPA), czyli Federalną Agencję Ochrony Środowiska, projekt federalnych przepisów nakazujących obniżenie zużycia paliwa w ciężkich pojazdach użytkowych HDV (Heavy Duty Vehicles). Mimo, że nowe przepisy są o wiele bardziej złożone niż obowiązujące już od jakiegoś czasu normy dotyczące średniego flotowego zużycia paliwa CAFE (corporate average fuel economy), obejmujące samochody osobowe i dostawcze LCV (light commercial vehicles), to przy ich opracowywaniu wykorzystano wiele podobnych pojęć i strategii w zakresie formułowania ograniczeń. W omawianym projekcie dokonano masowej segmentacji flot i poszczególnym segmentom przyporządkowano średnie zużycie paliwa (tabela 1) [2].

4. Zastosowanie pojazdu a możliwości obniżania zużycia paliwa

Potencjał w zakresie obniżania zużycia paliwa w samochodach ciężarowych zależy przede wszystkim od konstrukcji (specyfikacji) pojazdu oraz jego zastosowania (rys. 2). Dla typowych ciągników siodłowych łączonych z naczepami w zestawy i wykorzystywanych w transporcie dalekobieżnym (w USA jest to tzw. klasa 8), potencjał oszczędności wynikający z poprawy własności aerodynamicznych zestawu jest znacznie większy niż w przypadku samochodów innych klas (typów) ponieważ większość czasu spędzają one na autostradach poruszając się z prędkościami bliskimi maksymalnym. Z kolei w przypadku samochodów ciężarowych segmentu ciężkiego eksploatowanych głównie w ruchu miejskim (np.

ciężkie samochody komunalne lub dystrybucyjne) lub w zastosowaniach pozadrogowych (wielosiowe samochody budowlane) aerodynamika ma zdecydowanie mniejsze znaczenie.

Zgodnie z różnymi raportami, obecnie dostępne rozwiązania technologiczne mają potencjał w zakresie redukcji strat na poziomie 45-50% w perspektywie lat 2015-2020, chociaż związane z tym koszty i kosztocłonność związana z praktycznym wdrożeniem poszczególnych rozwiązań jest niezwykle zróżnicowana [4].

Zgodnie z różnymi raportami, obecnie dostępne rozwiązania technologiczne mają potencjał w zakresie redukcji strat na poziomie 45-50% w perspektywie lat 2015-2020, chociaż związane z tym koszty i kosztocłonność związana z praktycznym wdrożeniem poszczególnych rozwiązań jest niezwykle zróżnicowana.

W przyszłości w transporcie kołowym obowiązywać powinna następująca zasada: właściwy samochód, z właściwym układem napędowym dla danego zadania transportowego we właściwym czasie i miejscu. Konsekwencją takiego podejścia będzie to, że producenci będą koncentrować się nie tylko na opracowywaniu nowych modeli, konieczne będzie skupienie uwagi na stale rosnącej dywersyfikacji środków transportu. Stwierdzenie to jest szczególnie słuszne w kontekście różnych układów napędowych. Zastosowanie lekkich samochodów elektrycznych w dostawach miejskich, samochody zasilane gazem ziemnym lub wyposażone w napędy hybrydowe działające w dystrybucji lokalnej i średniego zasięgu i wreszcie – w transporcie dalekobieżnym – zestawy drogowe napędzane zoptymalizowanymi silnikami Diesla połączone z aerodynamicznymi naczepami – oto w ogólnym zarysie przyszłość transportu w najbliższych latach.

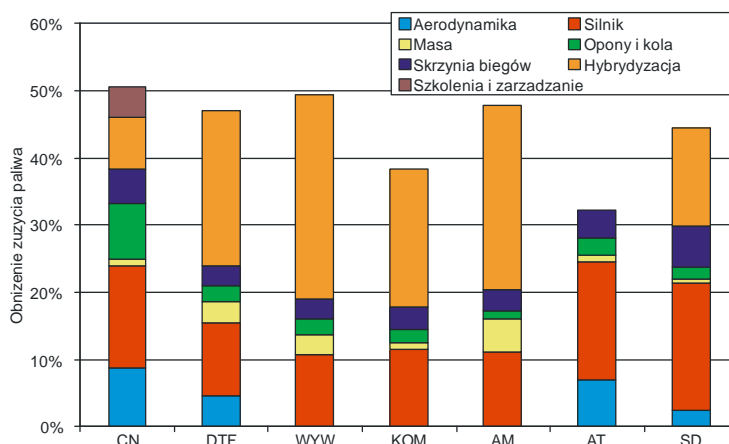


Fig. 2. Comparison of improvement of fuel economy potential within 2015–2020 for different vehicle types: CN – tractor with trailer; DTF – heavy distribution truck with box body; WYW – heavy tipper; KOM – heavy communal vehicle; AM – suburban bus; AT – coach; SD – light commercial vehicle [4]

Rys. 2. Potencjał zmniejszenia zużycia paliwa do osiągnięcia w latach 2015-2020 dla różnych typów pojazdów: CN – ciągnik z naczepą; DTF – ciężki samochód dystrybucyjny z zabudową furgonową; WYW – wywrotka ciężka; KOM – ciężki pojazd komunalny; AM – autobus podmiejski; AT – autokar turystyczny; SD – samochód dostawczy [4]

5. Techniczne możliwości poprawy ekonomiki paliwowej

Zwiększenie efektywności środków transportu rozumiane jest najczęściej jako obniżenie zużycia paliwa w odniesieniu do wykonywanej pracy przewoźowej. Przemieszczenie każdego kilograma ładunku wymaga energii. Zatem – przy projektowaniu nowych pojazdów niezwykle ważne jest uzyskanie jak najniż-

szej masy własnej i optymalizacja wskaźnika ładowności wyrażanego jako stosunek ładowności do masy całkowitej. Równie istotne jak obniżanie masy własnej jest poprawianie własności aerodynamicznych pojazdu (ciągnika, naczepy, samochodu ciężarowego itp.). Schematyczne przedstawienie czynników wpływających na zużycie paliwa przez pojazd przedstawia rys. 3.

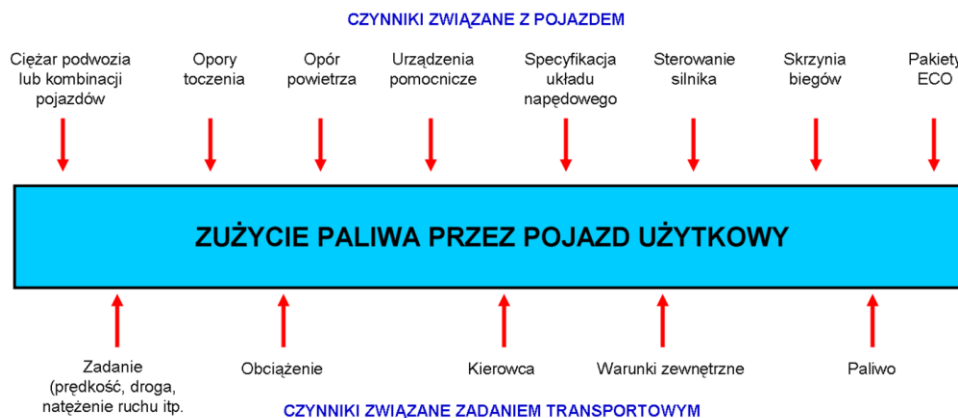


Fig. 3. Factors influencing fuel consumption in a commercial vehicle [1]

Rys. 3. Czynniki wpływające na zużycie paliwa w pojeździe użytkowym [1]

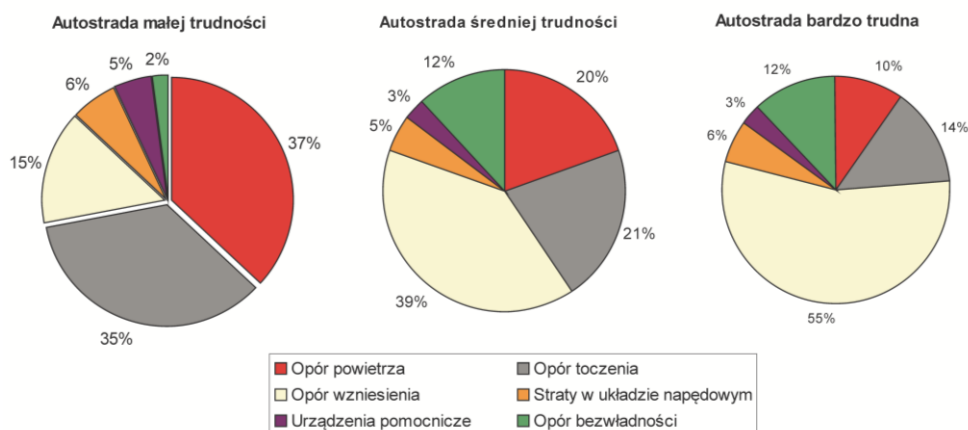


Fig. 4. Comparison of average share of different components of movement resistance in the relation to the route type; tractor-trailer combination, engine 440 KM (324 kW), combination weight 32 t, outside temp. 20°C [7]

Rys. 4. Porównanie średniego udziału poszczególnych składników oporów ruchu w zależności od rodzaju pokonywanej trasy; zestaw z ciągnikiem 440 KM (324 kW), ciężar 32 t, temperatura zewn. 20°C [7]

Obniżaniu zużycia paliwa służą wprowadzane w pojazdach innowacyjne rozwiązania konstrukcyjne oraz rozwiązania pozatechniczne, organizacyjne wynikające np. z umiejętnego zarządzania flotą. Z technologicznego punktu widzenia największe znaczenie w dalszym ciągu mieć będzie doskonalenie układu napędowego samochodu ciężarowego: silnika i układu przeniesienia napędu obejmującego skrzynię biegów, wał napędowy i osie napędowe. Należy jednak zauważyć, że już obecnie – a w przyszłości działania te z pewnością zostaną zintensyfikowane – producenci coraz więcej uwagi poświęcają obniżaniu oporów ruchu

pojazdu (zestawu drogowego). Dotyczy to obniżania oporów toczenia i oporów aerodynamicznych.

Współczesny samochód ciężarowy eksploatowany w transporcie dalekobieżnym ma straty aerodynamiczne na poziomie 15-22%, opory toczenia to ok. 13-16%. Straty w układzie przeniesienia napędu to ok. 2-4%, natomiast sprawność silnika Diesla to ok. 42%. Zatem, jeśli energię uzyskaną ze spalania paliwa uznamy za 100%, to efektywnie wykorzystane zostaje zaledwie jej 16-28% (całkowite straty oporów ruchu na poziomie 72-84%) – ilustruje to rys. 4.

Idealnym układem napędowym byłby taki, który 100% uzyskanej z paliwa energii byłby w stanie

zamienić na pracę mechaniczną. Oczywiście założenie takie jest utopijne – energia bezpowrotnie jest tracona w układzie chłodzenia, oddawana ze spalinami, tracona na pokonanie oporów wewnętrznych, a część z niej jest wykorzystywana na napęd osprzętu (rozrząd, sprężarka układu pneumatycznego i klimatyzacji, pompa paliwa, pompa cieczy chłodzącej, oleju itp.).

Straty w układzie napędowym są już na zdecydowanie mniejszym poziomie, w typowym ciągniku dalekobieżnym wynoszą 2-4% – największe występują w skrzyni biegów (zależnie od wybranego przełożenia, przy przełożeniu bezpośrednim lub nadbiegu sprawność skrzyni wynosi ok. 98%). W realnych warunkach silnik wraz z układem przeniesienia napędu przekazują na koła napędowe ok. 60% energii powstałej ze spalania paliwa (rysunek 5).

Dążenie do zwiększenia sprawności układu napędowego to jeden z najważniejszych kierunków rozwoju układów napędowych – wśród najintensywniej eksploatowanych obszarów badawczych znajduje się odzysk energii cieplnej traconej wraz ze spalinami (np. poprzez zastosowanie układu turbocompound) oraz optymalizacja parametrów regulacyjnych silnika (np. dawki paliwa, kąta wyprzedzenia wtrysku) w zależności od aktualnych warunków pracy silnika

(obciążenie, stan cieplny, prędkość obrotowa). Doskonalony jest również sam proces podstawowy czyli spalanie paliwa: tu, oprócz maksymalnego wykorzystania energii istotne jest również otrzymanie jak najkorzystniejszego składu spalin „surowych”, co pozwala na pracę układu oczyszczania spalin z maksymalnym stopniem konwersji. To jak duży postęp w zakresie obniżania zużycia paliwa dokonał się na przestrzeni ostatnich 20 lat mimo wprowadzania kolejnych norm ograniczających toksyczność spalin ilustruje rysunek 6

Obniżanie oporów powietrza może być uzyskane na drodze projektowej (minimalizacja współczynnika oporu powietrza) i zmianę całej konstrukcji lub – w przypadku pojazdów już eksploatowanych – duże efekty daje zastosowanie odpowiednio przygotowanych pakietów aerodynamicznych. Mniejszy opór powietrza to mniejsza ilość energii wydatkowanej na pokonanie oporów ruchu: w cieszących się coraz większym powodzeniem „ekonomicznych” wersjach ciągników siodłowych ogranicznik prędkości maksymalnej ustawiany bywa na 85 a nawet na 80 km/h.

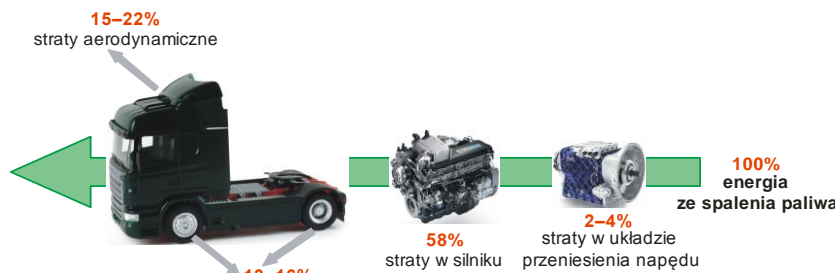


Fig. 5. Energy losses in a road tractor [5]
Rys. 5. Straty energii w ciągniku siodłowym [5]

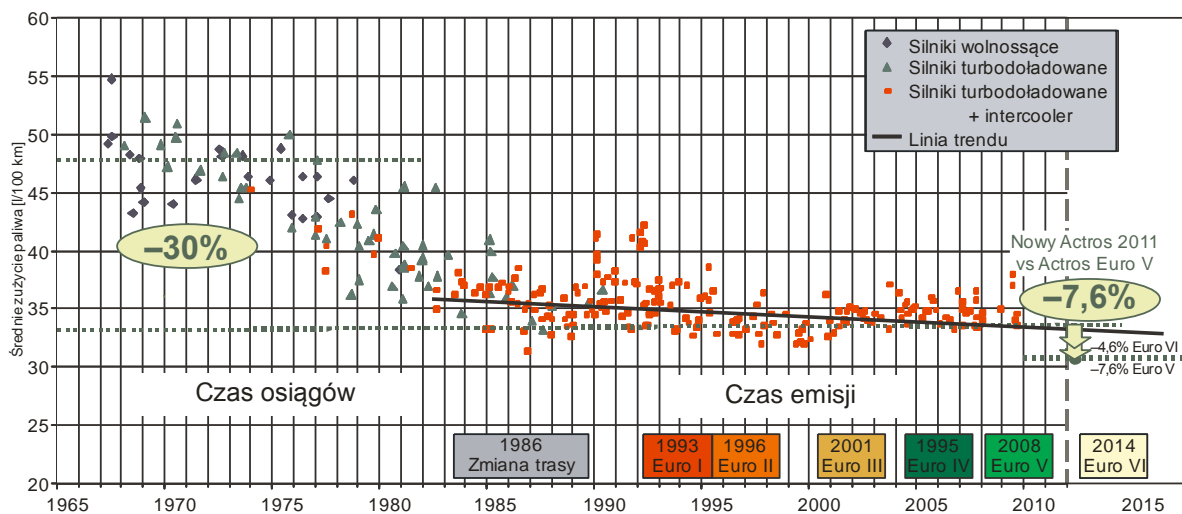


Fig. 6. Changes in average fuel consumption in long haulage tractors within last ten years [6]
Rys. 6. Zmiany w średnim zużyciu paliwa przez dalekobieżne ciągniki siodłowe na przestrzeni lat [6]

6. Euro VI: ekologia a ekonomika paliwowa

Każdy z producentów samochodów ciężarowych działający na rynku europejskim zmuszony zostanie wraz z rozpoczęciem roku 2014 do wprowadzenia gruntownych zmian w swojej ofercie produktowej. Jest to bowiem termin wejścia w życie nowych norm Euro VI ograniczających emisję toksycznych składników spalin i ostateczny terminem rozpoczęcia stosowania samochodów i silników normy te spełniających.

Dopuszczalne poziomy emisji określone w wymaganiach Euro VI są bardzo niskie, także urządzenia stosowane do ich pomiaru są tak dokładne, że wprowadzane innowacje techniczne nie mogły zostać ograniczone wyłącznie do silników, objęły także układy wydechowe oraz układy chłodzenia. Układy wydechowe stały się większe i bardziej złożone, z kolei wymagania związane ze zwiększoną wydajnością chłodzenia niezbędną do utrzymania wymaganych parametrów pracy silnika wymusiły – co najmniej – przebudowę przednich części kabin i osłon chłodnicy. Niektórzy z producentów samochodów ciężarowych wykorzystali nadchodzącą datę jako możliwość wprowadzenia całkowicie nowych lub gruntownie zmodernizowanych kabin, w niektórych przypadkach była to okazja do pełnej modernizacji modelu: jego ramy, podwozia i pozostałych układów funkcjonalnych.

Jednym z głównych celów przeprowadzanych modyfikacji było zmniejszenia negatywnego wpływu jaki większy ciężar i większe zużycie paliwa wynikające z konieczności dostosowania konstrukcji i zasady działania samochodu i jego silnika do nowych norm miałyby na całkowity koszt eksploatacji pojazdu i jego efektywność transportową. Obniżano straty energii, optymalizowano pracę urządzeń pomocniczych, zwiększano również tam gdzie to możliwe sprawność ogólną poszczególnych układów. Nawet pobieżna ocena udoskonaleń technicznych wprowadzonych w samochodach ciężarowych najnowszej generacji wskazuje na to, że to właśnie te nowe rozwiązania są najbardziej istotnym czynnikiem wpływającym na obniżenie zużycia paliwa – sama norma Euro VI ma skutek wręcz przeciwny.

Scania jest producentem, który na razie najbardziej zbliżył się do idealnego modelu wymiany taboru – w samochodach wprowadzono jedynie minimalne zmiany niezbędne do spełnienia Euro VI, deklarowane zużycie paliwa pozostaje na

niemal identycznym poziomie. Nowy Mercedes-Benz Actros Euro VI spala o 3-4% paliwa mniej niż swój poprzednik (rys. 6), ale ten sam model z silnikiem Euro V jest jeszcze lepszy (5-6% paliwa mniej). O pozostałych samochodach i ich spalaniu nie bardzo można jeszcze wiele powiedzieć, ponieważ dopiero rozpoczyna się ich sprzedaż i na razie brak jest dostatecznie zweryfikowanych danych uzyskanych w warunkach rzeczywistej eksploatacji.

7. Podsumowanie

Niskie zużycie paliwa to obecnie jedno z najważniejszych kryteriów decyzyjnych przy zakupie pojazdu. Konieczność spełnienia wymaganych prawnie limitów emisji toksycznych składników spalin ogranicza możliwości dalszego obniżania paliwa przez silniki – nadchodząca norma Euro VI jest tego doskonałym przykładem. Niezbędna do spełnienia wymagań Euro VI rozbudowa układów oczyszczania spalin powoduje zwiększenie masy własnej pojazdu i niewielkie obniżenie jego ładowności. Jednak to nie ładowność znajduje się w centrum uwagi firm transportowych – najważniejsze jest zużycie paliwa. Pojawia się fundamentalne pytanie: czy w imię ochrony środowiska właściciele flot będą zdecydowani zapłacić dodatkowo 14 tys. euro za ciężarówkę zabierającą 250 kg ładunku mniej, która w dodatku będzie spalać więcej paliwa? Rynek powoli udziela odpowiedzi na to pytanie. Na razie brzmi ona: niekoniecznie.

Jeśli na rynku europejskim czy amerykańskim wprowadzone zostaną normy ograniczające zużycie paliwa w samochodach ciężarowych to ich konsekwencją będą zmiany w konstrukcji i osiągnięciach pojazdów. Normy natomiast nie będą i nie mogą obejmować sposobów ich użytkowania. W chwilę po uroczystej chwili przekazania kluczyków do nowych ciężarówek, nowe normy tracą jakkolwiek wpływ na samochody, których zużycie paliwa mają przecież regulować. Tym samym normy te, jako ogólne standardy, będą jedynie wpływać na poprawę jakości wykorzystania paliwa w nowych pojazdach i na dostępność paliw oraz silników które będą spalać te paliwa niej intensywnie. Normy nie mogą mieć wpływu na zużycie paliwa w już eksploatowanych pojazdach, na realizowanych przebiegach, składzie flot czy okresach wymiany taboru.

Nomenclature/Skróty i oznaczenia

CAFE Corporate Average Fuel Economy/średnie flotowe zużycie paliwa
EPA Environmental Protection Agency /Federalna Agencja Ochrony Środowiska
HDV Heavy Duty Vehicles /ciężkie pojazdy użytkowe

LCV Light Commercial Vehicles /samochody dostawcze
NHTSA National Highway Traffic Safety Administration/Urząd ds. Bezpieczeństwa Ruchu Drogowego

Bibliography/*Literatura*

- [1] Commercial Vehicles and CO₂. Materiały prasowe ACEA, 2010.
- [2] Brown Jr. A.: Assessment of Fuel Economy Technologies Medium & Heavy-Duty Vehicles: An Overview of the National Academies Study. 2011 TRB Conference Reducing Energy Use & Emissions from the Freight Sector Technical & Operational Advancements Related to Heavy-Duty Vehicles. 2011.
- [3] Harrington W., Krupnick A.: Improving Fuel Economy in Heavy-Duty Vehicles. Resources for the Future, Issue Brief 12-01. 2012.
- [4] Jackson M.D., TIAX: Technologies to Improve Fuel Efficiency of Heavy Duty Trucks. International Workshop: Reducing Greenhouse Gas Emissions from Heavy-Duty Vehicles: Policy options, development, and prospects. International Council on Clean Transportation (ICCT), Bruksela, 2011.
- [5] Remboski D.: Anticipating the Future. North America Commercial Vehicle Efficiency. Commercial Vehicles Trends, DANA 2012.
- [6] Schuckert M., Mitna B., Schoch D.: Automotive fuels, regulations and development. The European Fuel Conference, Paris 2012.
- [7] Pachta-Reyhofen G.: Reducing fuel consumption and emissions: aerodynamically optimised commercial vehicles are the future. VDA International Press Workshop. Frankfurt 2012.

Mr Piernikarski Dariusz, DSc., M.Sc.Eng. –
Doctor in the Faculty of Mechanical Engineering at Lublin University of Technology.

Dr inż. Dariusz Piernikarski – adiunkt na Wydziale Mechanicznym Politechniki Lubelskiej.

