

PIERNIKARSKI Dariusz ¹

Obniżanie zużycia paliwa w pojazdach użytkowych: możliwości obecne i perspektywy

pojazdy użytkowe, zużycie paliwa, emisja CO₂, alternatywne układy napędowe, aerodynamika pojazdu

Streszczenie

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. Efektem tych działań w praktyce powinno być stałe obniżanie zużycia paliwa przez środki transportu. W artykule zostaną przedstawione najważniejsze kierunki działania prowadzące do obniżenia zużycia paliwa przez pojazdy użytkowe – zarówno w kontekście technicznym, jak i organizacyjnym oraz społecznym.

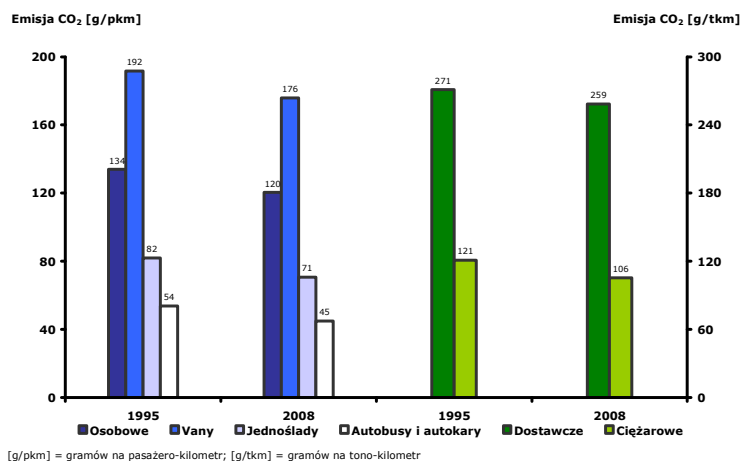
REDUCTION OF FUEL CONSUMPTION IN COMMERCIAL VEHICLES: CURRENT POSSIBILITIES AND FUTURE PERSPECTIVES

Abstract

Legislative actions and real development of road transport means are largely dictated by the trend to reduce the emission of carbon dioxide and therefore minimize the negative influence of automotive sector on greenhouse gasses emission. The practical effect of these actions should be constant reduction of fuel consumption by the means of transport. The paper presents most important activities leading to reduction of fuel consumption in commercial vehicles – in technical, organizational and social aspects.

1. WSTĘP

Opracowywanie wydajnych energetycznie pojazdów użytkowych nie jest niczym nowym. Producenci finalni i dostawcy komponentów współpracują udanie pod tym względem od wielu lat. Postęp daje się bardzo łatwo zaobserwować: od końca lat 60. zużycie paliwa zestawu drogowego o ciężarze 40 ton zostało zmniejszone o ok. 30% i to pomimo stale zaostrzonych norm ograniczających emisję toksycznych składników spalin. Na rysunku 1 porównano średnią emisję CO₂ (a więc i zużycia paliwa) dla różnych grup pojazdów, odpowiadającą wartościom dla roku 1995 i 2008 [6]. Dla samochodów ciężarowych emisja dwutlenku węgla spadła z poziomu ok. 121 g/tkm do poziomu ok. 106 g/tkm. Jest to zmiana o 12%. Współczesny 40-tonowy zestaw drogowy spala zaledwie 1/3 paliwa w porównaniu do swojego odpowiednika z lat 70. W przeliczeniu jest to zaledwie 1 litr paliwa na 100 tonokilometrów.



Rys. 1. Porównanie emisji CO₂ przez różne środki transportu kołowego 1995–2008 [6]

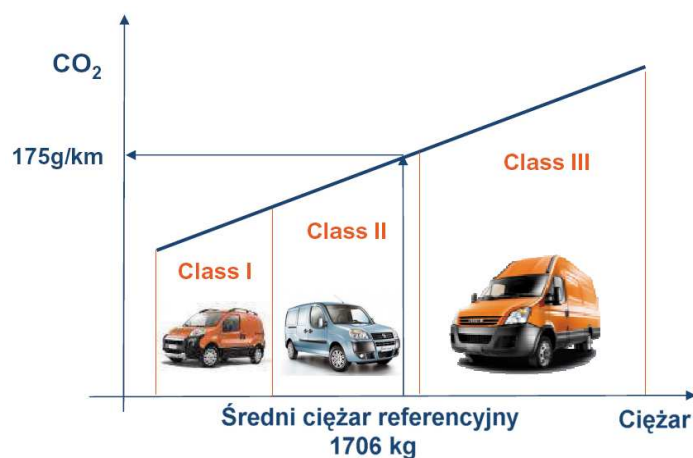
Istnieje bardzo dobra korelacja pomiędzy mobilnością a środkami transportu. Wraz z rozwojem ekonomicznym poszczególnych państw, rośnie zapotrzebowanie na mobilność co sprzyja rozwojowi branży kołowych środków transportu. Rozwój mobilności musi odbywać się w sposób zrównoważony: ekonomicznie, społecznie i ekologicznie – wynika to chociażby z faktu, że przemysł motoryzacyjny jest bardzo wrażliwy na koniunkturalne zmiany w gospodarce światowej i w sytuacji ekonomicznej poszczególnych krajów.

¹ Politechnika Lubelska, Instytut Transportu, Silników Spalinowych i Ekologii, 20-618 Lublin, Nadbystrzycka 36, e-mail: d.piernikarski@pollub.pl

2. TRANSPORTOWA POLITYKA EKOLOGICZNA UNII EUROPEJSKIEJ

Zdaniem władz Unii Europejskiej, Europa może i powinna być światowym liderem nie tylko jako producent, ale również pod względem działań zmierzających do przeciwdziałania zmianom klimatycznym. To przekłada się na branżę pojazdów użytkowych w prosty sposób: potrzebne są bardzo oszczędne, spalające jak najmniej paliwa samochody ciężarowe. Jeśli spojrzymy na unijną strategię dotyczącą „czystych” pojazdów – szczególny nacisk kładziony jest na integralność technologiczną. Zarówno Komisja Europejska, jak i europejscy producenci rozumieją potrzebę równoczesnego rozwoju infrastruktury, nadążającego za postępem technologicznym w pojazdach. To za jej sprawą transport kołowy i stojący za nim przemysł może być konkurencyjny, a w perspektywie długookresowej – korzystnie wpływa to również na konkurencyjność Europy na rynkach światowych.

Władze Unii poczyniły już liczne kroki zmierzające do ograniczenia emisji CO₂ przez środki transportu. Emisja CO₂ z układów wydechowych nowych samochodów osobowych została ograniczona do konkretnych wartości dopuszczalnych w gramach na kilometr [g/km]. Zobowiązano producentów do tego, aby nowe samochody od 2012 r. emitowały nie więcej niż 130 g/km. Limit ten dotyczy samochodów osobowych (kategoria M1) i został wyznaczony w zależności od ich ciężaru własnego. Emisja ma być mierzona zgodnie z procedurami zawartymi w Regulaminie EC 715/2007 dotyczącym pomiarów emisji w homologowanych pojazdach. Co ważne, limit emisji nie dotyczy każdego z samochodów indywidualnie, a jest średnią z wszystkich pojazdów wyprodukowanych przez producenta i zarejestrowanych na terenie Unii Europejskiej w danym roku kalendarzowym.



Rys. 2. Cele emisyjne nakreślone przez KE do roku 2017. Klasa I: ciężar referencyjny < 1305 kg, klasa II: 1305 – 1760 kg; klasa III: > 1760 kg [8]

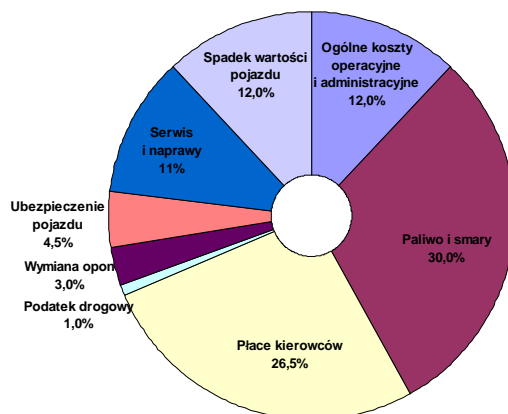
W wyniku porozumienia zatwierdzonego pod koniec 2010 r. jednomyślnie przez kraje UE producenci vanów i samochodów dostawczych do 2020 r. będą musieli ograniczyć emisję CO₂ w produkowanych pojazdach do 140 g/km. Ustalono również krótkoterminowe cele emisyjne dla samochodów dostawczych – do 2017 r. ich emisja CO₂ ma zmaleć do 175 g/km z obecnych ok. 203 g/km (rys. 2). Przedstawiono również propozycje ograniczające emisję gazów cieplarnianych powstających podczas produkcji paliw, ograniczenia emisji pojazdów sektora ciężkiego są w przygotowaniu.

Dalsze ograniczanie emisji gazów cieplarnianych w sektorze transportu drogowego musi być osiągnięte dzięki prowadzeniu efektywnej kosztowo polityki „mieszanej”, obejmującej nowe rozwiązania technologiczne, rozpowszechnienie i promocję paliw odnawialnych i alternatywnych źródeł napędu, poprawę infrastruktury, zarządzanie procesami logistycznymi i transportowymi oraz intensyfikację szkoleń kierowców oraz wprowadzenie stymulujących środków pomocowych dla klientów. Należy podkreślić, że skoncentrowanie się wyłącznie na technologii i stanie techniki nie pozwoli na uzyskanie założonych celów związanych z ograniczaniem emisji CO₂. Prawdopodobnie prowadzone działania związane z wymianą flot są równie ważnym aspektem dążenia do poprawy jakości klimatu. Tylko w ten sposób najnowsze osiągnięcia technologiczne mają szansę na szersze wprowadzenie.

3. OBNIŻANIE ZUŻYCIA PALIWA

Wydajność paliwowa jest jednym z najważniejszych czynników, które decydują o konkurencyjności technologicznej i handlowej samochodów ciężarowych i autobusów. To właśnie mechanizmy rynkowe w najbardziej efektywny sposób wymuszają stały postęp w zakresie obniżania zużycia paliwa i redukcji emisji CO₂. Jakikolwiek wymagania prawne zorientowane produktowo, powinny być ukierunkowane na dalsze wzmacnianie tych mechanizmów rynkowych.

Obecnie ok. 30% kosztów eksploatacji pojazdu jest uzależnione od ceny paliwa (rys. 3). Oznacza to, że efektywność paliwowa jest i będzie zawsze jednym z najważniejszych czynników wpływających na decyzje o zakupie ciężarówki czy autobusu.



Rys. 3. Typowa struktura kosztów eksploatacji samochodu ciężarowego [5]

Emisja dwutlenku węgla zależy od wielkości pojazdu i jego kształtu oraz rodzaju wykonywanej pracy przewozowej, tj. ciężaru przewożonego ładunku, pokonywanej odległości, prędkości jazdy, liczby zatrzymań i ruszeń z miejsca oraz wielu innych czynników. W przeciwieństwie do samochodów osobowych, emisji CO₂ z samochodów ciężarowych czy autobusów **nie można** (rys. 4) sprowadzić do wartości określonej przez średnią ilość gazu emitowanego z rury wydechowej, wyrażoną w gramach CO₂ na kilometr.



Rys. 4. Porównanie emisji CO₂ z samochodów dostawczych różnych klas przy przewozie tego samego ładunku [8]

W przypadku pojazdów użytkowych, obliczając zużycie paliwa (rys. 5) należy uwzględnić rodzaj pojazdu (np. autobus miejski, samochód komunalny, samochód dystrybucyjny, zestaw drogowy działający w transporcie dalekobieżnym). Wynikiem obliczeń jest ilość zużytego paliwa w gramach oraz ilość wygenerowanego dwutlenku węgla – również w gramach w przeliczeniu na tona-kilometr [t×km], metr sześcienny-kilometr [m³×km] lub pasażero-kilometr [szt.×km]. Będzie to miara przypadająca na jednostkę pracy przewozowej (przewóz towarów lub osób). Dopiero w taki sposób można dokładnie określić wpływ jaki na finalne zużycie paliwa i wynikającą z tego emisję CO₂ ma specyfikacja pojazdu obejmująca m.in.: kombinacje silnik – skrzynia biegów, pakiety aerodynamiczne, rodzaj opon itp. (tabela 1).



Rys. 5. Czynniki wpływające na zużycie paliwa [3]

Tab. 1. Porównanie efektywności różnych środków transportu w przeliczeniu na pracę przewozową [3]

DMC* [t]	Ładowność [t]	Odległość [km]	Zużycie paliwa [l/100 km]	Praca przewozowa [t km]	l/1000 tkm przy 100% wykorzystaniu	Typowe wykorzystanie [%]	l/1000 tkm przy typowym wykorzystaniu
TRANSPORT DALEKOBIEŻNY							
26	17	100	25	1700	14,7	70	21,0
40	25	100	32	2500	12,8	70	18,3
60	40	100	43	4000	10,8	70	15,4
LOKALNA DYSTRYBUCJA MIEJSKA							
3,5	1,5	100	12	150	80,0	45	177,8
7,5	4	100	15	400	37,5	45	83,3
12	7,2	100	19	720	26,4	45	58,6
18	11	100	22	1100	20,0	45	44,4

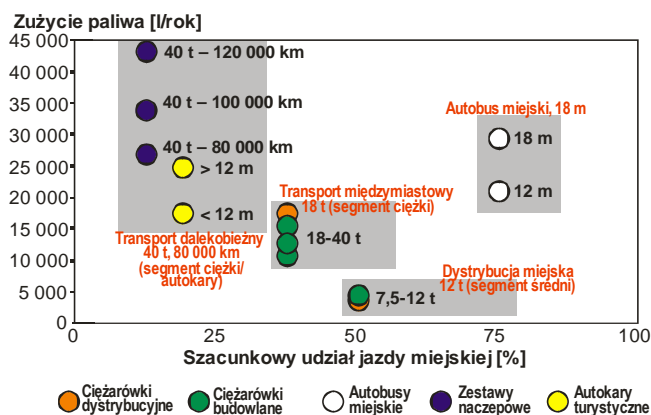
* DMC - zestawu (transport dalekobieżny) lub samochodu ciężarowego (dystrybucja)

Obecnie stan techniki znajduje się jednak w punkcie, gdy dalsze doskonalenie podstawowego źródła napędu jakim jest konwencjonalny silnik spalinowy w ograniczonym zakresie może przynieść korzyści w postaci niższego zużycia paliwa, a sukcesy na tym polu wiążą się przeważnie z olbrzymimi kosztami prowadzenia prac badawczo-rozwojowych oraz produkcji. Aby dalsze obniżanie zużycia paliwa było możliwe, konieczne są radykalne zmiany obniżające opór aerodynamiczny i/lub zastosowanie alternatywnych technologii napędowych takich jak paliwa alternatywne, układy hybrydowe spalinowo-elektryczne, czy wreszcie napędy całkowicie elektryczne i ogniwa paliwowe. Oczywiście nie wszystkie technologie spełniają warunki pozwalające na wdrożenie ich do produkcji masowej ze względu na ich wysoki koszt, złożony proces produkcji i wysokie wymagania w zakresie obsługowym. Poza tym, właściwa mieszanka rozwiązań zależeć będzie od regionu i segmentu pojazdów w którym ma zostać wprowadzona.

Analiza potencjalnych możliwości związanych z wprowadzaniem nowych rozwiązań do produkcji masowej pozwala na zidentyfikowanie trzech podstawowych problemów, których rozwiązanie pozwoli producentom na uzyskanie szerokiej penetracji rynku, a co za tym idzie – zwrot poniesionych kosztów i osiągnięcie zamierzonych celów:

- Realne możliwości obniżenia emisji CO₂ i spełnienie wymaganych prawnie celów normatywnych.
- Komercyjne rozpowszechnienie nowych technologii, ze szczególnym uwzględnieniem takich aspektów jak bezpieczeństwo oraz rozbudowa infrastruktury dystrybucyjnej pozwalająca na uzyskanie pożądanego penetracji rynku.
- Korzyści finansowe dla klientów, wynikające z całkowitego kosztu własności (Total Cost of Ownership), czyli koszty eksploatacji pojazdu i koszty obsługi. Użytkownicy zaakceptują jedynie rozwiązania korzystnie wpływające na TCO.

Właściwy zestaw nowych technologii może zostać zdefiniowany wyłącznie dla określonego segmentu pojazdów. Przykładowo, poprawiona aerodynamika znacząco wpływa na obniżenie zużycia paliwa przez samochody wykonujące przewozy dalekobieżne, ale ma niewielkie znaczenie w przypadku wolno poruszających się środków komunikacji miejskiej. Segmentację taką można wprowadzić bazując np. na średnim rocznym zużyciu paliwa przez floty pojazdów oraz udziale jazdy miejskiej w przebiegach rocznych.



Rys. 6. Średnie zużycie paliwa w niemieckich flotach z podziałem na segmenty (nie uwzględniono zużycia paliwa na biegu jałowym) [4]

Przykład takiego podziału przedstawiono na rysunku 6. Jest on wynikiem analizy statystycznej floty samochodów ciężarowych eksploatowanych na terenie Niemiec [4]. Roczne zużycie paliwa obliczono jako iloczyn średniego zużycia

przebiegowego (wyrażonego w $\text{dm}^3/100 \text{ km}$) i średnich przebiegów rocznych. Pojazdy zostały podzielone na 4 podstawowe segmenty, w których z kolei wyłoniono tzw. samochód reprezentatywny. W segmencie miejskim jest to 12-tonowa ciężarówka dystrybucyjna, w segmencie przewozów międzymiastowych – samochód ciężarowy o dmc. 18 t. Pasażerski transport miejski reprezentuje autobus przegubowy o długości 18 m, natomiast w przewozach dalekobieżnych jest to zestaw ciągnik – naczepa o dmc. 40 t (ciężkie zestawy dalekobieżne ciągnik – naczepa stanowią ponad 30% parku samochodowego w segmencie ciężkim i średnim w niemieckich flotach).

Możliwe jest podejmowanie wielu działań wspierających, które pozwolą na bardziej skuteczne obniżanie zużycia paliwa i emisji CO_2 . Biorąc pod uwagę przyszłe cele emisyjne, należy odpowiedzialnie za ich realizację władze powinny koncentrować się na aspektach, które mogą kontrolować bezpośrednio, takich jak np. optymalizacja konstrukcji pojazdów i upewnić się, że są one realizowane w sposób rzeczywiście skuteczny. Inne działania, które wpływają na ekologiczne osiągi pojazdu, a zależą od czynników zewnętrznych to np. wdrażanie szkoleń kierowców w zakresie jazdy ekonomicznej, systemy wspomagające pracę kierowców, usługi związane z zarządzaniem flotą (pozwalające np. na podniesienie średniego wskaźnika wykorzystania pojazdu) i poprawa infrastruktury drogowej jako sposób na zmniejszenie zatłoczenia na drogach i podniesienie płynności ruchu.

4. DOSKONALENIE SILNIKA SPALINOWEGO





Rozwój układów napędowych wyposażonych w konwencjonalne, wysokoprężne silniki spalinowe to przede wszystkim minimalizacja strat energii, a więc działania zmierzające do podniesienia ich sprawności ogólnej. W szerokim ujęciu obecnie istnieją 3 możliwości:

- podniesienie sprawności termodynamicznej (doskonalenie przebiegu spalania m.in. przez zastosowania wysokociśnieniowych układów wtryskowych oraz wielofazowego wtrysku paliwa),
- obniżenie strat związanych z tarciami w silniku i w całym pojeździe,
- optymalizacja interakcji pomiędzy poszczególnymi komponentami tworzącymi układ napędowy (silnik, skrzynia biegów, osie napędowe).

Przykładem doskonalenia układu napędowego jako całości może być wprowadzanie zautomatyzowanych skrzyń biegów. W przypadku silników jest to wprowadzanie technologii common rail, układów zmiennych faz rozrządu, turbosprężarek o zmiennej geometrii i doskonalenie środków smarowych. Biorąc pod uwagę realia ekonomiczne i produkcyjne ocenia się, że możliwości po stronie konwencjonalnego silnika Diesla to obniżenie spalania o kolejne 5% w segmencie dalekobieżnym. Teoretycznie, optymalizując silnik możliwa jest poprawa ekonomiki paliwowej jeszcze o 10% [4].

Niestety inne czynniki, takie jak wprowadzanie kolejnych norm ograniczających toksyczność spalin mają w tym przypadku działanie hamujące. Wynika to z konieczności zastosowania złożonych układów oczyszczania spalin, których optymalne działanie uwarunkowane jest również przez warunki pracy silnika. Norma Euro VI, która zacznie obowiązywać w 2014 r. wymusi zapewne wzrost średniego zużycia paliwa o ok. 5%, chociażby z tego względu, że stosowany w układzie oczyszczania spalin filtr cząstek stałych wymaga okresowej regeneracji (co wiąże się z koniecznością podania dodatkowego paliwa) a stosowanie recyrkulacji spalin wymusza zwiększenie pojemności układu chłodzenia.

Co istotne, nie wszystkie rozwiązania techniczne, które znajdziemy w silnikach ciężarówek stosowanych w transporcie dalekobieżnym mogą być wykorzystane w jednostkach napędowych samochodów innych segmentów. W niektórych przypadkach techniczne aspekty eksploatacji uniemożliwiają powszechne zastosowanie poszczególnych innowacji. Przykładem może być to, że temperatura silnika niezbędna do prawidłowego działania układu odzyskiwania energii cieplnej nie jest zawsze uzyskiwana podczas jazdy w cyklu miejskim. Z kolei w innych przypadkach to aspekty ekonomiczne będą przeszkodą główną. Wydatki na niezbędne badania, pozwalające na wprowadzenie danego rozwiązania do produkcji wielkoseryjnej, mogą okazać się zbyt duże, w innym przypadku przebiegi pojazdów eksploatowanych w pewnych segmentach będą zbyt niskie, aby wprowadzenie w nich nowych rozwiązań było w ogóle opłacalne (rysunek 7).

	Zautomat. skrzynia biegów	Odzysk energii cieplnej	Napędy pomocnicze	Inne
 Dystrybucja miejska, 12 t	✓		✓	✓
 Transport międzymiastowy, 18 t		✓	✓	✓
 Autobus miejski, 12 m			✓	✓
 Transport dalekobieżny, 40 t		✓	✓	✓

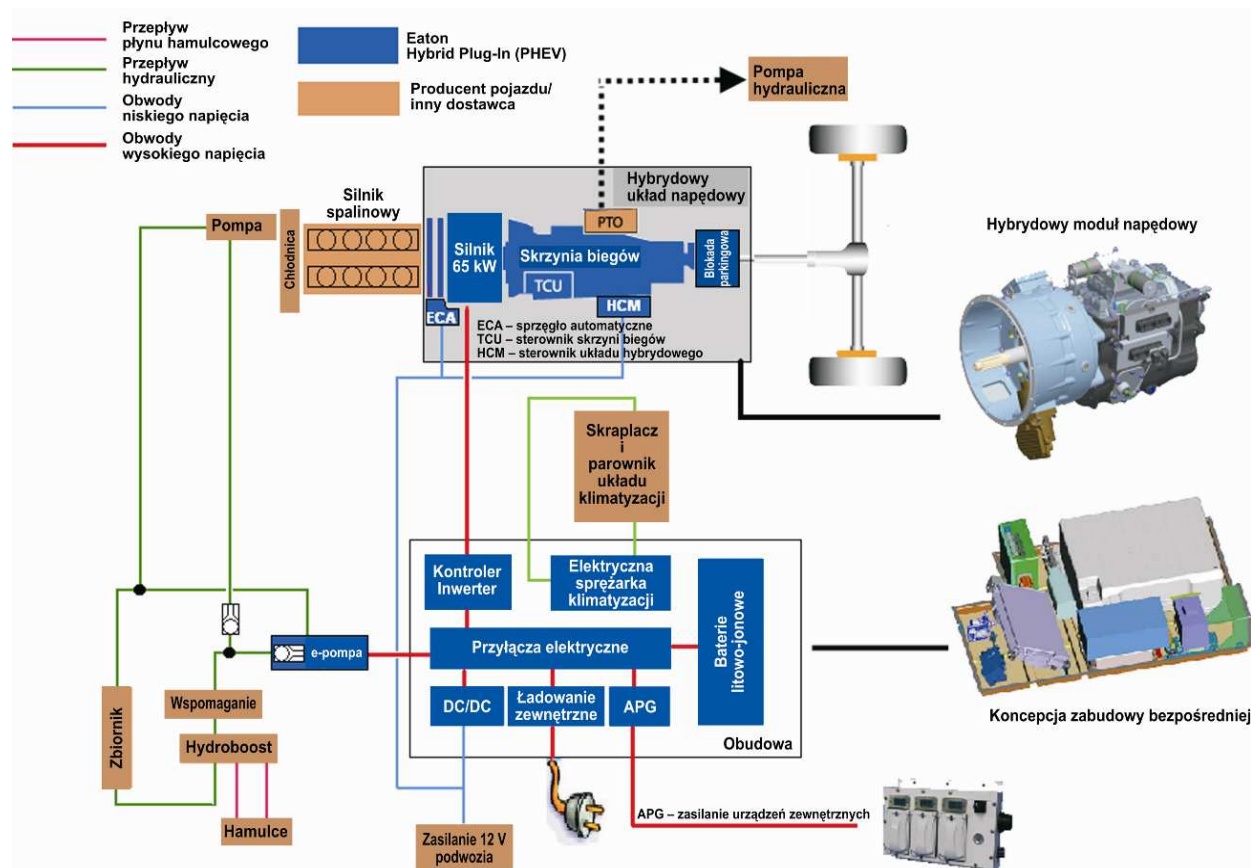
Inne: zoptymalizowane turbosprężarki o zmiennej geometrii, wysokociśnieniowe układy wtrysku itp.

Rys. 7. Wybrane rozwiązania w układzie napędowym prowadzące do obniżenia zużycia paliwa i ich możliwości wykorzystania w poszczególnych zastosowaniach [9]

O ile pewne nowoczesne rozwiązania (np. zautomatyzowane skrzynie biegów), znalazły już z powodzeniem swoje miejsce na rynku, to inne (np. systemy sterowania stanem cieplnym) są wciąż w fazie prototypowej. Co więcej, regionalne i specyficzne dla danego segmentu wymagania ze strony użytkowników ograniczają globalne wprowadzenie pewnych rozwiązań, tym samym eliminując efekt ekonomiki skali i prowadząc do wyższych kosztów produktu.

5. HYBRYDOWE UKŁADY NAPĘDOWE

Implementacja nowych, innowacyjnych rozwiązań po kosztach możliwych do przyjęcia jest sprawą kluczową w sektorze pojazdów użytkowych, który jest bardzo czuły na wahania koniunktury – koszt produkcji jest tu czynnikiem decydującym. Dzięki rozwojowi układów elektronicznych oraz zwiększonym osiągom nośników energii elektrycznej, możliwy stał się efektywny kosztowo rozwój technologii hybrydowych i zastosowanie ich w lokalnych środkach transportu. „Zielona” mobilność miejska staje się powoli faktem dokonanym. Autobusy miejskie z napędem hybrydowym spalają przeciętnie do 30% mniej paliwa niż ich odpowiedniki napędzane konwencjonalnymi silnikami spalinowymi. W większości konstrukcji wprowadzonych do eksploatacji stosowane są napędy hybrydowe o układzie szeregowym. Jest to w przypadku autobusu miejskiego rozwiązanie bardziej korzystne niż napęd w układzie równoległym, stosowany w samochodach ciężarowych. Głównym powodem jest możliwość wydajniejszego odzysku energii hamowania i wykorzystania jej do późniejszego przyspieszania.



Rys. 8. Hybrydowy układ napędowy Eaton Plug-In Hybrid Electric przeznaczony do pojazdów użytkowych [7]

W przeciwieństwie do względnie jednorodnego profilu jazdy autobusu miejskiego, eksploatacja mieszana, obejmująca dłuższe odcinki nieprzerwanej jazdy to typowy profil eksploatacji samochodu dystrybucyjnego. Tu sprawdzają się równoległe napędy hybrydowe (rys. 8), uzyskując wyższą efektywność energetyczną, zwłaszcza podczas jazdy ze stałą prędkością – zużycie paliwa jest nawet o 15% niższe niż w przypadku samochodu z silnikiem Diesla. Biorąc pod uwagę obecny stan technologii, zwłaszcza w zakresie nośników energii elektrycznej, którymi w większości obecnych zastosowań są akumulatory litowo-jonowe i możliwości sterowania elektronicznego, na opłacalne zastosowania seryjne samochodów ciężarowych w lokalnym transporcie dystrybucyjnym należy jeszcze nieco poczekać. Podwozia hybrydowe zdają już jednak doskonale egzamin w zastosowaniach komunalnych.

6. POPRAWA WŁASNOŚCI AERODYNAMICZNYCH

Dużą szansę w zakresie zmniejszenia zużycia paliwa i ogólnej efektywności pojazdu jako całości (zwłaszcza w transporcie dalekobieżnym) stwarza zmniejszenie oporów ruchu, zwłaszcza oporu aerodynamicznego. Zużycie paliwa (i emisja CO₂) zestawu ciągnik siodłowy – naczepa może zostać zredukowane o kolejne 25% dzięki wprowadzeniu całkowicie nowych ciągników i naczep o konstrukcjach zaprojektowanych pod kątem minimalizacji ich oporu aerodynamicznego. Jest to poprawa efektywności o rząd wielkości – co nie jest w ogóle do uzyskania w innych obszarach działania, takich jak np. doskonalenie procesu spalania w silniku, lub jest to możliwe ale olbrzymim i nieopłacalnym kosztem.

Współczesny ciągnik siodłowy ma współczynnik oporu czołowego na poziomie 0,5. Tym samym konwencjonalne ciągniki charakteryzują się własnościami aerodynamicznymi, które można poprawić niestety w minimalnym i niesatysfakcjonującym zakresie stosując często dość wyszukane i kosztowne modyfikacje. Poza tym, pojazd nadal musi zachowywać zgodność z obowiązującymi ograniczeniami wymiarowymi. Zdecydowaną redukcję ilości energii niezbędnej do wykonania jednostkowej pracy przewozowej (mierzonej w tona-kilometrach) można uzyskać utrzymując objętościowe i masowe możliwości transportowe zestawu i poprawiając aerodynamikę. Najważniejsi producenci oczywiście prowadzą prace projektowe w tym kierunku, ale aby rozpoczęcie produkcji było możliwe konieczne są przede wszystkim zmiany legislacyjne, w zakresie wymagań związanych z dopuszczeniem do ruchu – głównie w zakresie ograniczenia wymiarów.

7. WNIOSKI

Ograniczając rozważania wyłącznie do układu napędowego, zmniejszenie zużycia paliwa i towarzyszącej temu emisji CO₂ możliwe jest dzięki wprowadzeniu różnych rozwiązań technicznych. Wszystkie opcje wiążą się ze sprostaniem konkretnym wyzwaniom w najbliższych latach, począwszy od obniżenia kosztów systemowych, a skończywszy na wprowadzeniu poprawek w planowanych aktach prawnych, które pozwoliłyby na uzyskanie rzeczywistych i istotnych korzyści w zakresie efektywności technologicznej.

Nie można patrzeć na poszczególne rozwiązania w sposób wyizolowany – producenci końcowi i dostawcy komponentów muszą brać pod uwagę zmieniające się warunki, które przeważają w różnych regionach ich działania, na różnych rynkach. Mając na uwadze istniejące floty pojazdów, obecne średnie poziomy zużycia paliwa i kryteria jakimi kierują się klienci podczas swoich zakupów, konieczne staje się opracowanie i wdrożenie strategii rozwojowych i produkcyjnych specyficznych dla każdego z regionów.

8. BIBLIOGRAFIA

- [1] *The Automobile Industry, Pocket Guide*, ACEA 2010.
- [2] *Annual European Community greenhouse gas inventory 1990–2007 and inventory report 2009*, European Environment Agency, Technical report No 04/2009.
- [3] *European automobile industry report*, ACEA 09/2010.
- [4] Dressler N., Bernhardt W., Shen J., Keese S., Fernandez A., Pietras F.: *Truck Powertrain 2020. Mastering the CO₂ challenge*, Berger Strategy Consultants, Study 10/2010.
- [5] *Zwiększanie efektywności paliwowej flot transportowych. Droga do 2020 roku*, Raport Goodyear – Dunlop Tires Europe, 01.2012.
- [6] *Climate for a transport change. TERM 2007: indicators tracking transport and environment in the European Union*, European Environment Agency 2008.
- [7] *Sustaining our environment. Plug-in hybrid electric system. Facts sheet*, Eaton Corp. 08/2010.
- [8] Burman S., (IVECO): *Prospects for Alternative Drive Trains*, Symposium Prospects for Alternative Drive Trains, ACEA, Hanover, IAA 2010.
- [9] Piernikarski D.: *Układy napędowe: w poszukiwaniu mniejszego spalania*, „Samochody Specjalne”, nr 1, 2012.