

Krzysztof SIENKOWICZ*,
Artur DRZEWOSZ*

MOŻLIWOŚCI ZMNIEJSZENIA NEGATYWNEGO WPŁYWU TRANSPORTU SAMOCHODOWEGO NA ŚRODOWISKO PRZEZ ZASTOSOWANIE ALTERNATYWNYCH PALIW I UKŁADÓW NAPĘDOWYCH

Niniejszy artykuł został poświęcony możliwościom przezwyciężenia problemów i zagrożeń związanych z funkcjonowaniem transportu samochodowego. Wspomniane problemy i zagrożenia wynikają z dużego znaczenia transportu samochodowego dla gospodarki. Dotyczą one głównie niekorzystnego wpływu tego transportu na środowisko i zdrowie ludzi, a także kwestii wynikających z szybkiego wyczerpywania się zasobów naturalnych, w tym szczególnie zasobów ropy naftowej. W artykule scharakteryzowano rodzaje paliw alternatywnych, których zastosowanie może przyczynić się do znacznego zmniejszenia zanieczyszczenia środowiska naturalnego. Zwrócono również uwagę na wielorakie typy napędów alternatywnych dla silnika benzynowego i diesla, w tym w szczególności na napęd elektryczny i hybrydowy.

Słowa kluczowe: transport, emisja spalin, paliwa, napędy

1. WPROWADZENIE

Transport ma w dzisiejszym świecie coraz większe znaczenie. Spełnia wiele funkcji, nie tylko gospodarczych, ale także społecznych oraz integrujących. Pomimo swojej niepodważalnej roli i korzyści, jakie przynosi ludziom, stanowi także istotne źródło degradacji środowiska naturalnego. Jest to związane z wykorzystywaniem paliw kopalnych, głównie ropy naftowej oraz z zanieczyszczeniem wody i powietrza. Świat borykający się z coraz większymi problemami musi szukać nowych rozwiązań tych kwestii. Jest to szczególnie ważne ze względu na najbardziej popularny, a zarazem najmniej ekologiczny transport samochodowy. Według danych GUS w 2011 r. transport drogowy wykorzystywano do przewozu

* Studenci Uniwersytetu Łódzkiego, kierunek logistyka, SKN Login.

82,5% ładunków oraz 66,3% przewozów osób. Jednak z drugiej strony jest on źródłem emisji aż 31,5% tlenków azotu, 24,1% niemetanowych związków organicznych, 22,4% tlenków węgla oraz 18% pyłów [1].

Zanieczyszczenie powietrza w znaczącym stopniu wpływa na zdrowie ludzi. Powoduje m.in. schorzenia układu oddechowego i krążenia. Właśnie dlatego, zdając sobie sprawę z negatywnego wpływu transportu samochodowego na środowisko, a także z braku realnych rozwiązań alternatywnych, świat musi nieprzerwanie tworzyć i rozwijać nowe, bardziej ekologiczne technologie.

2. GENEZA I ISTOTA POJAZDÓW SAMOCHODOWYCH

2.1. Rozwój pierwszych pojazdów samochodowych

Obecnie samochód jest jedną z najpowszechniej używanych maszyn. Pomaga w codziennym życiu jako narzędzie pracy oraz środek przemieszczania. Najlepsze z nich dostarczają swoim właścicielom również wiele przyjemności. Jednak to, co jest obecnie całkowicie naturalne, jeszcze 300, 200, a nawet 150 lat temu było tylko marzeniem wybitnych wynalazców. Krótkie, ale intensywne dzieje motoryzacji to zbiór starań (niejednokrotnie zakończonych klęską) i prób (często nieudanych) niezliczonej liczby inżynierów. Niemniej tylko część z nich na trwale zapisała się na kartach historii.

Za wynalazcę maszyny, którą pod względem funkcji można próbować porównywać z samochodem, należy uznać Nicolasa Cugnota. W 1769 r. stworzył on dla armii francuskiej samobieżny pojazd drogowy mający za zadanie ciągnięcie dział artyleryjskich, napędzany maszyną parową. Jednak m.in. ze względu na niewielką prędkość (4 km/h) oraz długie i pracochłonne wprawianie maszyny w ruch nie znalazła ona realnego zastosowania. Bardziej praktyczna była maszyna stworzona na początku XIX w. przez brytyjskiego inżyniera Richarda Trevithicka. Okazywała się ona bardziej przydatna jako środek transportu, służący do przewożenia towarów i ludzi.

Mimo wielu sukcesów maszyn parowych przyszłość bezsprzecznie należała do silników spalinowych. W 1860 r. Etienne Lenoir stworzył i opatentował, oparty na koncepcji zmarłego przedwcześnie Philippe'a Lebona, pierwszy silnik o zapłonie iskrowym, była to dwusuwowa jednocylinrowa konstrukcja o mocy 0,5 KM. Początkowo przeznaczeniem dzieła Lenoira był napęd stacjonarnych maszyn przemysłowych. Pomimo wielu wad i niedogodności, takich jak np. bardzo duże zużycie gazu czy kłopotliwa obsługa, silnik zyskał pewną popularność w Europie. Dwa lata później, po dokonaniu koniecznych zmian, Lenoir użył go do napędu zbudowanego przez siebie wózka. Jednak z powodu braku wstępnego sprzężenia ładunku paliwowego moc konstrukcji nadal była niewielka (1,5 KM). Był to jeden z powodów braku spodziewanego sukcesu. Jednakże pod wpływem tego dzieła niemiecki wy-

nalazca Nikolaus Otto powziął zamiar stworzenia konstrukcji zasilanej paliwem płynnym, które miało zastąpić gaz. Miał to być silnik czterosuwowy, w którym przed zapłonem spręża się mieszanę paliwa i powietrza. Pomimo początkowych trudności w 1876 r. Otto zdołał zbudować, a rok później opatentować, pierwszy model silnika czterosuwowego, odnosząc duży sukces na arenie międzynarodowej. Dodatkową zasługą wynalazcy było stworzenie elektrycznego zapłonu do silników benzynowych. Dzięki tej innowacji stało się możliwe stosowanie innych paliw zamiast wyłącznie stosowanej wówczas benzyny.

Od tego czasu nad automobilem pracowało niezależnie dwóch niemieckich inżynierów – Carl Benz i Gottlieb Daimler. Pierwszy z nich, zwany przez wielu ojcem motoryzacji, w 1885 r. zbudował zaprezentowany rok później w Mannheim trzykołowy pojazd napędzany czterosuwowym silnikiem spalinowym z elektrycznym zapłonem. Zaledwie o kilka miesięcy wyprzedził on Daimlera, który niedługo potem pokazał światu pojazd czterokołowy.

Innym tropem poszedł Rudolf Diesel. Jego celem było stworzenie silnika oszczędniejszego i wydajniejszego niż konstrukcje współczesnych mu wynalazców. W 1893 r. opatentował silnik spalinowy o zapłonie samoczynnym. Jego pomysł polegał na tym, że powietrze wypełniające cylinder sprężane było do takiego ciśnienia, iż uzyskana temperatura pozwalała na samozapłon wtryskiwanego powietrza. Stąd też konstrukcja ta jest często nazywana silnikiem wysokoprężnym. Początkowe dzieła Diesla były maszynami zawodnymi o dużych rozmiarach i znacznej wadze. Nieodzowne było także stosowanie sprężarki tłoczącej powietrze, potrzebnej do uzyskania wtrysku paliwa. W 1897 r. Diesel stworzył pierwszy w pełni udany prototyp. Trzy lata później zaprezentował model silnika napędzanego olejem z orzeszków ziemnych. Inżynier bardzo wierzył w możliwość wykorzystywania paliw łatwiej dostępnych i dużo tańszych niż benzyna. Dalszą pracę nad tym pomysłem przerwała jego tajemnicza śmierć w 1913 r. Późniejszy szybki rozwój silników wysokoprężnych był możliwy dzięki wynalazkowi hydraulicznego systemu wtrysku paliwa, który zastąpił sprężarkę powietrza. Dzięki temu silnik stał się mniejszy i dużo bardziej praktyczny. W 1923 r. pierwszy raz zastosowano silnik o zapłonie samoczynnym w ciągniku i ciężarówce. W efekcie dalszych prac trzynastu lat później ten typ silnika zamontowano także w samochodzie osobowym marki Mercedes 260D. W kolejnych latach następował ciągły rozwój silnika Diesla [2].

Oprócz wspomnianych inżynierów i konstruktorów pojazdów samochodowych na dzieje motoryzacji w początkowych latach jej rozkwitu wpływ mieli także, w USA Henry Ford, twórca Forda T, pierwszego seryjnie produkowanego auta, we Francji Andre Citroen i bracia Renault, w Japonii Sakichi i Kichiro Toyoda oraz wielu innych.

3. PRZYCZYNY WYKORZYSTANIA ALTERNATYWNYCH PALIW I UKŁADÓW NAPĘDOWYCH

Możliwość zastosowania alternatywnych paliw oraz układów napędowych powinna budzić zainteresowanie z różnych powodów, głównie dlatego, że dąży się do ograniczenia szkodliwej dla ludzi i całego ekosystemu emisji spalin, a także ze względu na ograniczoną ilość zasobów naturalnych. Światowi decydenci, zdający sobie sprawę z zagrożeń powodowanych przez spaliny, tworzą przepisy i normy o zasięgu regionalnym, krajowym, a także światowym. Do najważniejszych można zaliczyć decyzje podjęte na Szczycie Ziemi w Rio de Janeiro z 1992 r. oraz np. Protokół z Kioto z 1997 r. (wszedł w życie 16 lutego 2005 r.). Przepisy te dotyczą także sektora transportu, który jest jednym z głównych „trucicieli”. W Europie duże znaczenie mają Biała Księga Transportu, a także europejskie standardy emisji spalin, wynikające z dyrektyw UE (tabele 1 i 2). Wszyscy producenci nowych aut muszą przestrzegać coraz bardziej restrykcyjnych norm emisji zanieczyszczeń. W tym celu nieustannie tworzy się nowe, mniej szkodliwe dla środowiska technologie wykorzystania paliw.

Tabela 1 Norma Euro dla pojazdów z silnikiem ZI [3]

Norma	Ważne od	CO (g/km)	HC (g/km)	NOx (g/km)	HC + NOx (g/km)	PM
Euro I	12.92	2,72	-	-	0,97	-
Euro II	01.97	2,2	-	-	0,5	-
Euro III	01.00	2,3	0,2	0,15	-	-
Euro IV	01.05	1,0	0,1	0,08	-	-
Euro V	09.09	1,0	0,1	0,06	-	0,005*
Euro VI	08.14	1,0	0,1	0,06	-	0,005*

* Z wtryskiem bezpośrednim.

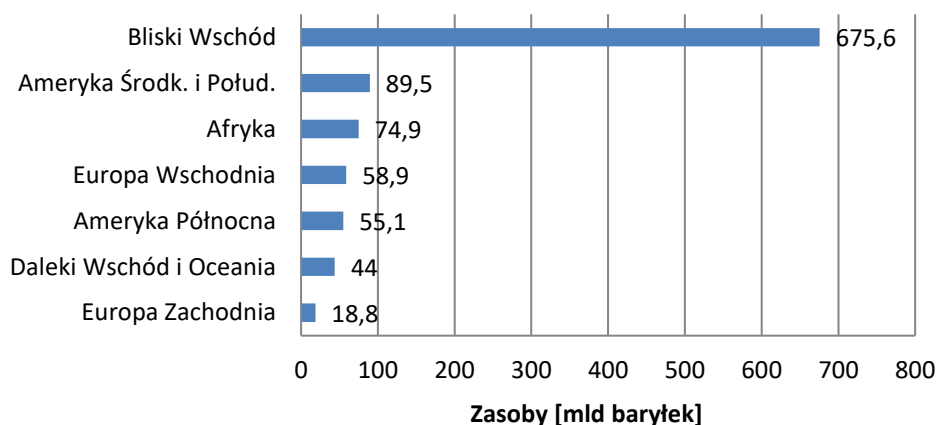
Tabela 2 Norma Euro dla pojazdów z silnikiem ZS [3]

Norma	Ważne od	CO (g/km)	HC (g/km)	NOx (g/km)	HC + NOx (g/km)	PM
Euro I	01.92	3,16	-	-	1,13	0,14
Euro II	01.96	1,00	0,15	0,55	0,7	0,08
Euro III	01.00	0,64	0,06	0,5	0,56	0,05
Euro IV	01.05	0,5	0,05	0,15	0,3	-
Euro V	09.09	0,5	0,05	0,18	0,23	0,005
Euro VI	08.14	0,5	0,09	0,08	0,17	0,005

Od 20 lat w większości krajów Starego Kontynentu obowiązuje ogólnoeuropejska norma emisji spalin. Każdy producent chcący sprzedawać swoje auta na terenie UE musi przestrzegać jej wytycznych. Niejednokrotnie norma Euro była powodem wycofywania z produkcji przestarzałych modeli. Każda kolejna nowelizacja prze-

pisów w znaczący sposób ogranicza limity emisji wszystkich toksycznych składników spalin. Najnowsza norma Euro wejdzie w życie w sierpniu 2014r.

Kolejnym ważnym powodem badań nad paliwami alternatywnymi jest ograniczość zasobów surowców energetycznych, szczególnie ropy. Zdaniem wielu ekspertów mogą wystarczyć one zaledwie na kilkadziesiąt lat. Dodatkowo znaczna część pokładów ropy naftowej znajduje się na terenach mniej lub bardziej niestabilnych pod względem politycznym i społecznym. Mowa tutaj m.in. o krajach Bliskiego Wschodu, Rosji, Wenezueli czy o państwach afrykańskich. Doskonałym przykładem wpływu sytuacji politycznej na gospodarkę był tzw. kryzys naftowy z 1973 r. Skutki tego kryzysu stały się impulsem do podjęcia działań zmierzających do choćby częściowego uniezależnienia się od ropy naftowej.



Rys. 1. Zasoby ropy naftowej na świecie [4]

4. BADANIE MOŻLIWOŚCI ZASTOSOWANIA PALIW ALTERNATYWNYCH

4.1. Propan-butan (gaz płynny, LPG)

Gaz LPG uzyskiwany jest głównie jako produkt uboczny przy rafinacji ropy naftowej. Mniejsze ilości tego gazu czerpane są także bezpośrednio z niektórych odwiertów ropy naftowej i gazu ziemnego. Gaz LPG składa się głównie z mieszaniny propanu (C_3H_8) oraz butanu (C_4H_{10}). W czasie mrozów dodaje się również domieszkę etanu (C_2H_6). Propan-butan ma 1,5 - 2 -krotnie większą gęstość od powietrza, wskutek czego w razie niekontrolowanego wycieku spływa on do najniższej położonych miejsc, gdzie zalega przez dłuższy czas, stwarzając przy tym

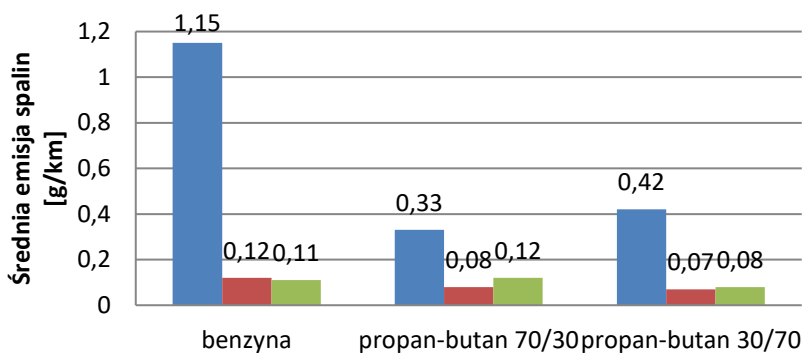
zagrożenie pożarowe. Propan-butan nie powoduje jednak zanieczyszczenia wody i powierzchni ziemi. Rozlany szybko paruje. Właśnie z tego powodu przy zbiornikach i dystrybutorach propanu-butanu nie są wymagane zabezpieczenia, konieczne w przypadku benzyny i ropy.

Propan-butan ma różne zastosowania. Wykorzystywany jest nie tylko jako autogaz, ale także do zasilania domowych kucharek i piecyków grzewczych. Przy zasilaniu gazem LPG obserwuje się większe o 20 - 25% objętościowe zużycie w porównaniu z benzyną. Jest to powód mniejszej wartości opałowej tego gazu na litr paliwa [4].

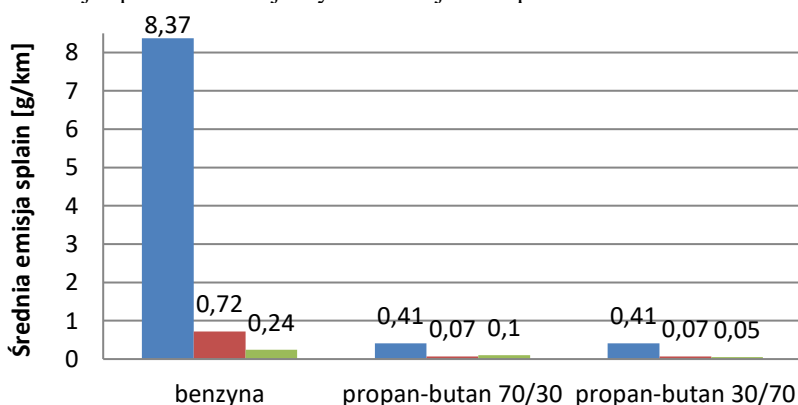
Przeprowadzono badania mające na celu zbadanie emisji spalin z pojazdu napędzanego benzyną oraz gazem LPG.

Obiekt badania: Renault Laguna z silnikiem ZI, wtrysk wielopunktowy, pojemność skokowa 1800 cm³, II generacja instalacji gazowej.

Metoda badania: tryb jazdy mieszanej, latem (25°C) oraz zimą (-5°C); zastosowano dwie mieszanki propanu-butanu w proporcjach 70/30 oraz 30/70.



Rys. 2. Emisja spalin w teście jazdy mieszanej w temperaturze 25°C



Rys. 3. Emisja spalin w teście jazdy mieszanej w temperaturze -5°C

(oprac. własne na podstawie [4])

W temperaturze 25°C najbardziej widoczne ograniczenie dotyczy emisji CO (rys. 2). Przy zasilaniu gazem LPG jego wydzielanie stanowi ok. 30% emisji stwierdzonej w przypadku benzyny. Zimą różnice te są jeszcze bardziej widoczne (rys. 3). Benzyna wydziela od kilku (NO_x) do kilkudziesięciu razy więcej toksycznych związków niż gaz LPG.

Przy założeniu przestrzegania europejskiego standardu emisji spalin można przyjąć, że oba pojazdy są zgodne z normą Euro 2 niezależnie od tego, czy są napędzane benzyną, czy gazem. Na podstawie badań stwierdzono, że emisja toksyn CO, HC, NO_x jest mniejsza w przypadku propan-butanu zarówno latem, jak i zimą. Jest to dobrze widoczne na przykładzie tlenku węgla (CO). Latem benzyna wydziela go 4, a zimą aż 20 razy więcej. Świadczy to o przewadze środowiskowej gazu LPG nad benzyną.

Z danych Polskiej Organizacji Gazu Płynnego wynika, że w 2011 r. zużyto w Polsce 2200 tys. t gazu LPG. Dużą część tego gazu konsumuje rynek autogazu, którego wielkość szacuje się na 1610 tys. t, czyli ok. 73% całkowitego zużycia. Sprzedaż gazu LPG w Polsce odbywa się na 5700 stacjach. W porównaniu z 2005 r. wielkość konsumpcji autogazu wzrosła aż o ok. 224%. Tak znaczący rozwój rynku gazu LPG bez wątpienia jest związany z dużym wzrostem cen benzyny i oleju napędowego w ostatnich latach [5].

W styczniu 2013 r. ceny paliw kształtowały się następująco:

- benzyna bezołowiowa 95 5,40 – 5,45 zł/l,
- olej napędowy 5,40 – 5,50 zł/l,
- gaz LPG 2,60 – 2,74 zł/l.

Polska zajmuje czołowe miejsce w skali globalnej pod względem wykorzystania gazu LPG. Nasz kraj jest po Korei Południowej, Turcji i Rosji czwartym konsumentem autogazu na świecie.

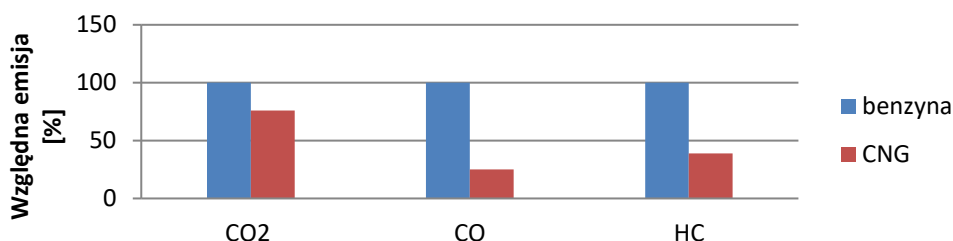
Rosnące zużycie autogazu można uznać za dobrą prognozę, ponieważ zastępowanie benzyny przez gaz LPG prowadzi do mniejszej emisji toksycznych spalin. Rozwój rynku autogazu powoduje także ciągłe ulepszanie technologii stosowanych w autach, zorientowanych na poprawę walorów eksploatacyjnych.

4.2. Gaz ziemny (CNG, LNG)

Gaz ziemny (NG – natural gas) jest naturalnym wysokokalorycznym paliwem, które występuje samodzielnie lub towarzyszy pokładom ropy naftowej. Po wydobyciu wymaga jedynie osuszenia, niekiedy też odsiarczenia. Głównym składnikiem gazu jest metan CH₄, którego zawartość może wynosić 85 - 98%. Do zasilania silników używa się tylko gazu zawierającego przynajmniej 90% CH₄. Gaz ziemny może być magazynowany w dwóch postaciach: sprężonej (CNG) oraz ciekłej

(LNG). Przy zasilaniu pojazdów korzysta się przede wszystkim z gazu CNG. Jego główną wadą jest cztery razy mniejsza od benzyny gęstość energetyczna. W związku z tym konieczne jest zamontowanie w samochodzie butli o dużych rozmiarach, niezbędnych do osiągnięcia zadowalającego zasięgu. Takie rozwiązanie jednak znacznie zwiększa masę pojazdu. Gaz ziemny nie jest toksyczny, prawie dwa razy lżejszy od powietrza i łatwo się z nim miesza. Z tego powodu jego ewentualny wpływ nie jest tak groźny jak wpływ LPG.

Gaz ziemny ma szerokie zastosowanie. Wykorzystuje się go w przemyśle, do ogrzewania domów oraz jako paliwo do silników. Aby móc korzystać z gazu CNG jako źródła napędu, niezbędna jest specjalna instalacja gazowa [4]. Część koncernów samochodowych produkuje auta z instalacjami fabrycznymi. Istnieje jednak także możliwość założenia instalacji nakładkowej w specjalnie do tego przystosowanych warsztatach. Gazem CNG mogą być napędzane zarówno samochody benzynowe, jak i wysokoprężne.



Rys. 4. Porównanie emisji zanieczyszczeń pojazdu napędzanego silnikiem o ZI, zasilanego benzyną i CNG [5]

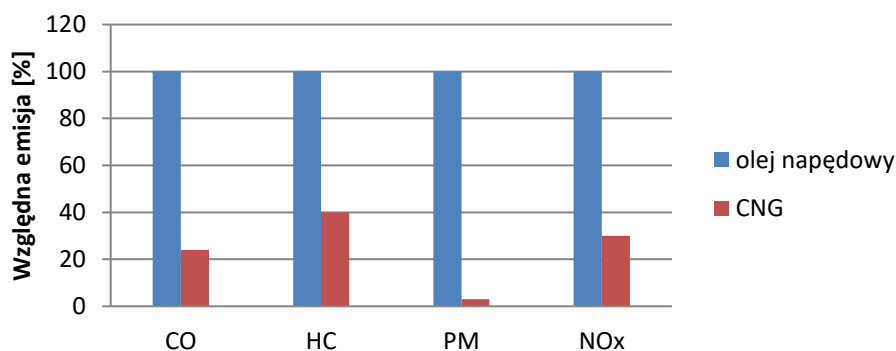
Z badań wynika, że zastąpienie benzyny gazem CNG powoduje zmniejszenie emisji wszystkich toksycznych składników spalin, przy czym największy spadek dotyczy CO i wynosi ponad 75%.

Tab. 3 Porównanie zużycia paliw i emisji CO₂ w autach zasilanych benzyną i fabryczną instalacją CNG [5]

Pojazd	Zasilanie benzyną		Zasilanie CNG		zmniejszenie emisji CO ₂ [%]
	zużycie paliwa [l/100km]	emisja CO ₂ [%]	zużycie paliwa [kg/100km]	emisja CO ₂ [%]	
Fiat Punto Natural Power	6,3	149	4,2	115	22,8
Mercedes B 180 NGT	7,3	170	4,9	135	20,6
Mercedes E 200 NGT	8,3	190	5,5	149	8,6
Opel Zafira CNG ecoFlex	7,7	179	5,1	139	22,4

VW Caddy EcoFuel	8,2	195	5,7	156	20
VW Passat EcoFuel	6,8	157	4,3	117	40

Z badań wynika, że samochody z fabrycznie zainstalowaną instalacją CNG charakteryzują się dużo mniejszą emisją dwutlenku węgla w porównaniu z zasilaniem benzyną (średnio o ponad 20%) (tabela 3).



Rys. 5. Względna emisja spalin dla oleju napędowego i CNG[%] [5]

Na podstawie badań wykazano, że również w porównaniu z olejem napędowym gaz CNG cechuje się mniejszą emisją toksycznych spalin (rys. 5). Jest to najlepiej widoczne w przypadku cząstek stałych (PM). Ich emisja jest bowiem mniejsza aż o 98%. Obniżyły się również wskaźniki dotyczące pozostałych składników, tj. CO, HC i NOx, odpowiednio o 75, 60 i 70%.

Obecnie gaz CNG mimo swoich zalet jest dużo mniej popularny niż gaz LPG. W lutym 2011 r. tylko 2200 aut w Polsce było zasilanych gazem CNG. Jest to związane głównie z zacofaniem infrastrukturalnym. Obecnie w Polsce istnieje tylko 25 stacji oferujących gaz ziemny jako paliwo samochodowe. Światowym liderem pod względem liczby samochodów napędzanych CNG jest Argentyna (1,4 mln aut). Na kolejnych miejscach znajdują się Brazylia (920 tys.) oraz Pakistan (475 tys.). Na Starym Kontynencie pierwsze miejsce w tej dziedzinie zajmują Włochy, posiadający 700 tys. aut oraz 770 stacji tankowania. Dużo lepiej niż w Polsce jest także w Niemczech, gdzie z instalacją CNG jeździ 85 tys. samochodów. Istnieje tam aż 850 stacji do tankowania CNG.

Znaczącą zaletą gazu ziemnego jest nie tylko mała emisja toksycznych spalin, ale również przystępna cena. Od 14 lipca 2010 r. koszt sprężonego gazu ziemnego jest ustalany wg parytetu notowań średniej ceny netto oleju napędowego Ekodiesel PKN Orlen, w ostatnich czterech pełnych tygodniach. Obecnie cena 1 m³ gazu CNG wynosi 55% ceny jednego litra oleju napędowego. Do tej kwoty należy dodać podatek VAT [6]. Wynika z tego, że 1 m³ gazu ziemnego kosztuje dziś niecałe 3 zł. Przystępna cena jest głównym z powodów wzrostu rynku gazu CNG.

Gaz CNG charakteryzuje się niższą emisją toksycznych spalin w porównaniu z benzyną i olejem napędowym. Kolejną jego zaletą jest przystępna cena. Wielu

ekspertów ocenia, że gaz CNG to najtańsze dostępne dziś paliwo dla samochodów. Wadą tego źródła zasilania jest dość wysoki koszt instalacji, zarówno nakładkowej, jak i montowanej fabrycznie. Wynosi on często ok. kilkunastu tysięcy złotych. W Polsce znaczącym utrudnieniem w korzystaniu z gazu ziemnego jest niewielka liczba stacji, które znajdują się głównie w dużych miastach. Mimo wszystko można prognozować, że jeśli utrzyma się relatywnie niska cena CNG w porównaniu z bardziej popularnymi paliwami, to jego rynek będzie się powiększał.

5. RODZAJE ALTERNATYWNYCH UKŁADÓW NAPĘDÓW I ICH ZASTOSOWANIE

5.1. Napędy elektryczne

Napęd elektryczny pojawił się we wczesnej fazie rozwoju samochodu, gdy przed ponad stu laty podejmowano pierwsze próby wykorzystania tego napędu w eksploatacji. Jednak wobec szybkiego rozwoju silników spalinowych w połączeniu z powszechną dostępnością i niską ceną paliw węglowodorowych proces tworzenia masowej motoryzacji w latach międzywojennych został oparty wyłącznie na napędzie spalinowym. Główną przyczyną hamującą upowszechnienie samochodów elektrycznych był ich wysoki koszt, mała wydajność energetyczna akumulatorów o znacznej masie własnej oraz brak infrastruktury do ich ładowania. Akumulatory te wymagały częstego, wielogodzinnego doładowywania, co bardzo ograniczało dzienne przebiegi samochodów [4].

Pomimo wcześniejszych nieudanych prób przewiduje się jednak, że samochody elektryczne będą przyszłością komunikacji drogowej. Nadzieje na upowszechnienie się napędu elektrycznego były rozbudzone przez takie wynalazki, jak ogniwo elektryczne Volty, akumulator kwasowy, elektryczna sieć trakcyjna dla pojazdów szynowych oraz ogniwo paliwowe.

Podstawowymi zaletami tego napędu są:

- cichobieżność,
- łatwość montażu,
- brak spalin w miejscu pracy.

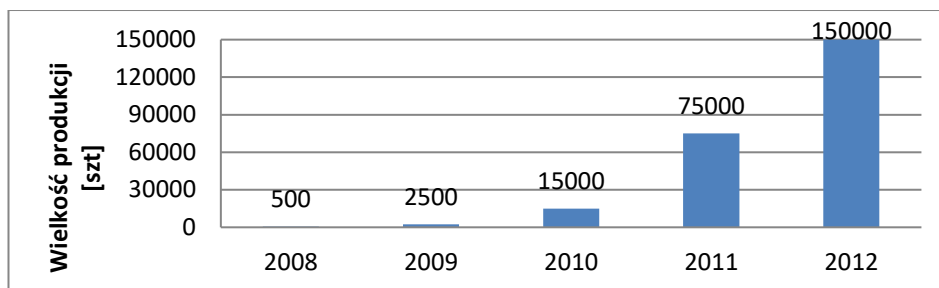
Jedyną, nadal niepokonaną przeszkodą w upowszechnieniu pojazdów elektrycznych jest duża masa i mała pojemność akumulatorów, a w konsekwencji – niekorzystny stosunek masy własnej do ładowności pojazdu i ograniczony zasięg jego działania. Zapotrzebowanie na energię elektryczną we współczesnych samochodach ciągle rośnie ze względu na wzrost liczby urządzeń elektrycznych (dodatkowy osprzęt i nowoczesne jednostki napędowe). Silniki z bezpośrednim wtryskiem paliwa potrzebują trzy razy więcej mocy elektrycznej niż zasilanie gaźnikowe. Ustalono, że optymalne napięcie będzie wynosiło 14/42 V, ponieważ

w obecnym standardzie alternatory uzyskują napięcie 14 V ($42 = 14 \times 3$). Ze względu na bezpieczeństwo optymalny jest trzykrotny wzrost napięcia, który powoduje w efekcie 3-krotny spadek natężenia prądu w celu uzyskania tej samej mocy. Oznacza to najmniejsze straty energii, ograniczone obciążenie złączy i styków oraz możliwość stosowania przewodów elektrycznych o mniejszych przekrojach. Instalacja 14-woltowa będzie wykorzystana do oświetlania samochodu, zasilania radioodbiornika, czujników i takich odbiorników prądu, które nie wykazują tendencji do szczytowego poboru mocy. Instalacja 42-woltowa posłuży do rozruchu silnika, napędu wentylatora, mechanizmu wspomagania układu kierowniczego, ogrzewania wnętrza i szyb. Kiedy do produkcji wejdą układy rozrządu, w których zawory będą sterowane elektromagnetycznie, energia do ich uruchamiania będzie czerpana właśnie z instalacji 42-woltowej, podobnie jak w układzie start-stop i sterowanych elektronicznie hamulcach oraz w układzie kierowniczym [4].

Napęd elektryczny jest innowacyjnym rozwiązaniem, zwłaszcza na potrzeby transportu miejskiego. W obszarach gęsto zaludnionych pojazdy elektryczne mogą się przyczynić do tworzenia stref wolnych od emisji spalin i ze zredukowanym poziomem hałasu.

Już dziś istnieje dostępna i dość dobrze rozbudowana infrastruktura elektryczna i w zasadzie jest możliwość doładowania pojazdu z dowolnego standardowego gniazdka elektrycznego. Stacje doładowywania samochodów elektrycznych w Polsce znajdują się m.in. w Warszawie, Wrocławiu, Krakowie. W przyszłości mają jednak powstać publicznie dostępne stacje ładowania pojazdów elektrycznych. Koncerny samochodowe stworzyły inteligentną sieć energetyczną, której zadaniem jest kontrolowanie stanu naładowania akumulatorów i takie zarządzanie ich ładowaniem, aby minimalizować koszty, a także wykorzystywać cały system zarządzania energią, tak by używane akumulatory w samochodach mogły być jako dodatkowe źródło energii do zasilania innych urządzeń.

W większości krajów UE odnotowuje się istotny przyrost liczby aut elektrycznych. Przykładowo irlandzki operator ESB Networks szacuje, że w 2020 r. w Irlandii samochody elektryczne będą stanowić ok. 10% pojazdów, tj. ok. 250 tys. sztuk. W Danii organizacja Danish Energy Association przewiduje, że w 2025 r. udział aut zasilanych energią elektryczną wyniesie ok. 25% (ok. 600 tys.) i będą one zużywać rocznie ok. 3,2 TWh. Jeśli przyjmie się, że w Polsce udział tych pojazdów będzie sięgał wtedy ok. 10% (czyli ok. 1,6 mln), to roczne zużycie energii elektrycznej przez te pojazdy wzrośnie o ok. 3-5 TWh.



Rys. 7. Światowa produkcja aut z napędem elektrycznym [7]

W krajach starej Unii można liczyć na wiele udogodnień wynikających z posiadania auta mniej uciążliwego dla atmosfery. Główne ulgi dotyczą zniżki lub zwolnienia z podatku drogowego i preferencyjnych opłat za parkowanie oraz wjazd do zamkniętych dla ruchu centrów miast. W Polsce takie ulgi są stosowane bardzo rzadko, w zaledwie w kilku miastach, np. w Krakowie. Efektem wprowadzania udogodnień jest rosnąca produkcja aut z napędem elektrycznym (rys. 7).

5.2. Napędy hybrydowe

Napęd hybrydowy jest to połączenie silników spalinowego i elektrycznego, które mogą pracować albo na przemian albo w tym samym momencie, w zależności od potrzeb i prędkości, z jaką samochód się porusza.

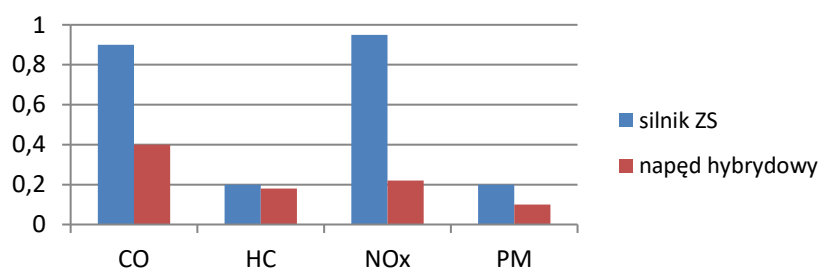
Pojazdy z klasycznym napędem tracą znaczną ilość energii podczas hamowania. W pojazdach z napędem hybrydowym można część tej energii zgromadzić w akumulatorach i wykorzystać przy ponownym ruszaniu. Po naciśnięciu pedału hamulca silnik elektryczny działa jak prądnica i wychwytuje energię kinetyczną, która trafia prosto do akumulatora, co sprawia, że jest on stale doładowywany. Można także wyłączyć silnik spalinowy podczas postojów. W związku z tą możliwością zastosowanie takich napędów w komunikacji miejskiej oraz w pojazdach osobowych, które zatrzymują się często, mogłoby prowadzić do zmniejszenia ilości spalin szkodliwych zarówno dla ludzi, jak i budynków, a w tym zwłaszcza zabytków.

Silnik elektryczny może być ładowany za pomocą akumulatorów, których energia pochodzi z silnika spalinowego albo jest odzyskana podczas hamowania. Zastosowanie układu hybrydowego umożliwia użycie silnika spalinowego o mniejszej mocy, czyli tańszego od klasycznego układu napędowego.

W układzie hybrydowym silnik spalinowy włącza się automatycznie przy większych prędkościach, dlatego zużycie paliwa w takim układzie jest mniejsze. Silnik elektryczny sprawdza się w miejskim ruchu ulicznym, gdzie klasyczny silnik zużywa więcej paliwa.

Oczywistą zaletą układów hybrydowych jest zmniejszanie zużycia paliwa i emisji szkodliwych spalin oraz hałasu. Ich wadą jest konieczność wykorzystania akumulatorów, co oznacza większą komplikację układów oraz ich dużo większe wymiary. Minusem jest także to że, na samym zasilaniu elektrycznym samochody z układem hybrydowym mają dużo mniejszy zasięg, a przy dużym przyspieszeniu spalanie jest większe. Do zalet układów hybrydowych można również zaliczyć (niestety jeszcze nie w Polsce) ulgi za korzystanie z pojazdów z takim napędem.

Napęd hybrydowy jest szczególnie korzystny w pojazdach, które często się zatrzymują i ruszają, np. w śmieciarkach, autobusach miejskich (przykładem takiego autobusu jest Solaris Urbino 18 Hybrid) czy tramwajach.



Rys. 8. Porównanie emisji szkodliwych substancji przy dla różnych typach napędów [4]

6. PODSUMOWANIE

Lata 90. XX w. przejdą z pewnością do historii rozwoju motoryzacji jako okres intensywnych prac badawczo-rozwojowych nad pojazdami o małej lub wręcz zerowej emisji toksycznych składników spalin, zasilanych paliwami alternatywnymi i z niekonwencjonalnymi źródłami napędu. Głównym stymulantem tych działań jest rosnąca świadomość zagrożeń dla środowiska naturalnego i wynikające stąd akty prawne określające poziomy dopuszczalnych emisji toksycznych składników spalin w określonych grupach i kategoriach pojazdów.

Wyczerpujące się światowe zasoby ropy naftowej, wysokie ceny paliw oraz ich negatywny wpływ na środowisko naturalne zmuszają koncerny motoryzacyjne do tworzenia nowych źródeł napędów. Już teraz istnieje wiele ciekawych rozwiązań umożliwiających tańsze oraz bardziej ekologiczne zasilanie pojazdów. Ostatnio coraz częściej słyszy się o problemie wyczerpujących się zasobów ropy naftowej, która jest od bardzo dawna nieodzowna do napędu pojazdów. Naukowcy oraz koncerny motoryzacyjne prowadzą intensywne prace nad wprowadzeniem do masowego użytku nowych źródeł napędu. Paliwa nowej generacji powinny się charakteryzować dużą wydajnością i brakiem szkodliwego wpływu na środowisko naturalne, a koszt ich wyprodukowania, transportu i magazynowania powinien być nie-

wielki. Obecnie silniki napędzane benzyną lub olejem napędowym wytwarzają bardzo dużo szkodliwych substancji, które wywierają niekorzystny wpływ na środowisko i nasze zdrowie. Już teraz istnieje wiele nowoczesnych sposobów zasilania pojazdów, które być może w niedalekiej przyszłości zastąpią konwencjonalne silniki benzynowe i wysokopiętne. Byłoby to korzystne dla nas i środowiska.

LITERATURA

- [1] Główny Urząd Statystyczny, Ochrona środowiska, 2012.
- [2] Kneba Z., Makowski S., Zasilanie i sterowanie silników, Warszawa, Wyd. Komunikacji i Łączności 2004.
- [3] <http://www.ngk.de/pl/technika-w-szczegolach/sondy-lambda/podstawowa-wiedza-o-spalinach/normy-euro/>
- [4] Merkisz J., Pielecha I., Alternatywne paliwa i układy napędowe pojazdów, Poznań, Wyd. Politechniki Poznańskiej 2004.
- [5] Merkisz J., Nowak M., Rymaniak Ł., Ziółkowski A., Perspektywy rozwoju rynku paliwa CNG w Polsce, Logistyka, 2012, nr 3.
- [6] Polska Organizacja Paliw Płynnych, Raport Roczny 2011.
- [7] www.samochodyelektryczne.org/produkcja_samochodow_elektrycznych_w_latach_2008-2012.htm

THE POSSIBILITY OF REDUCING THE IMPACT OF ROAD TRANSPORT ON THE ENVIRONMENT THROUGH THE USE OF ALTERNATIVE FUELS AND DRIVE SYSTEMS

Summary

This article is devoted to the possibilities of overcoming the problems and risks associated with the operation of road transport. These problems and risks arising from the importance of road transport for the economy. They relate mainly to negative influence transport on the environment and human health, as well as issues arising from the rapid depletion of natural resources, especially petroleum resources. In article describes the types of alternative fuels, the use of which may contribute to a significant reduction in environmental pollution. It also drew attention to the multiple types of drives alternatives to gasoline and diesel engine, including in particular the electric and hybrid drive.