

Jarosław Brach
Uniwersytet Ekonomiczny we Wrocławiu

Szanse, wyzwania i zagrożenia związane z zastosowaniem w transporcie samochodowym proekologicznych paliw alternatywnych (cz.1)

Podstawę sprawnego i efektywnego funkcjonowania wszystkich systemów ekonomicznych, w tym szczególnie krajów wysoko rozwiniętych, stanowi zdolność do pozyskania i spożytkowania odpowiedniej ilości energii. Ta prawidłowość odnosi się zarówno do sfery konsumpcji, jak i produkcji oraz usług. W tym ostatnim przypadku, od lat jednym ze znaczących konsumentów energii pozostaje transport. Od czasu, gdy człowiek i zwierzęta w przemieszczaniu towarów i ludzi przestały pełnić rolę dominującą – podstawową, energia zużywana przez transport pochodzi niemal wyłącznie z paliw wytwarzanych na drodze wydobycia i przerobu kopaliny.

Postęp techniczny powoduje, że ilość energii niezbędna do przewiezienia da-

nej masy towarowej czy ilości osób na dany dystans (tonokilometry, osobokilometry) stale maleje, lecz trzeba pamiętać, że szczególnie w ostatnim okresie różne gałęzie transportu w różnym stopniu się rozwijały i w różnym stopniu zmieniały swój udział w całości przewozów. Rozpatrując dwa kryteria: zastosowanie nowoczesnych technologii wpływających na obniżenie kosztów jednostkowych oraz wielkość wykonanej ogółem pracy przewozowej, należy stwierdzić, że od kilku dekad największego znaczenia nabiera transport samochodowy. Jego rosnąca popularność wynika przede wszystkim z dużej elastyczności, to znaczy łatwości w przystosowywaniu się do zmieniających się kierunków przepływów dóbr i osób.

Niemniej to stałe zwiększanie znaczenia pociąga nieuchronnie za sobą wzrost zapotrzebowania na energię, czyli paliwa. Już dziś sektor transportowy (wszystkie gałęzie) w Unii Europejskiej zużywa około 30% energii, która w ponad 98% pochodzi z benzyny bądź oleju napędowego, czyli produktów przerobu ropy naftowej. A wydobycie i wykorzystanie tej ostatniej obciążone jest wieloma zagrożeniami, czy zjawiskami negatywnymi, wśród których za najważniejsze uznaje się:

- ograniczony zasób. Ziemskie zasoby ropy są limitowane i z każdą wydobytą baryłką ilość tego surowca maleje. Nowoczesne technologie pozwalają naturalnie na eksploatację coraz głębiej położonych złóż czy wydobywa-

¹ Materiały wewnętrzne koncernu Volvo

nie ze złóż dotychczas znanych, lecz nie eksploatowanych ze względu na trudności techniczne albo złą jakość surowca. Nie zmienia to jednak faktu, że wcześniej czy później zasoby się wyczerpią. Pytanie dziś stawiane nie dotyczy zatem kwestii, czy – bo co do tego nikt nie ma wątpliwości, lecz kiedy do tego dojdzie. Zdaniem niektórych specjalistów¹, wydobycie ropy osiągnęło aktualnie albo wkrótce osiągnie swój punkt szczytowy, a zasoby ulegną wyczerpaniu za 30 - 60 lat, w zależności od poziomu zużycia, wielkości wydobycia oraz zainwestowanych w wydobycie pieniędzy i wykorzystanych przy wydobywaniu technologii

- nierównomierne rozmieszczenie na Ziemi. Główne zasoby ropy znajdują się nie w krajach wysoko rozwiniętych, najwięcej jej konsumujących, lecz w państwach niestabilnych politycznie, religijnie, zarządzanych autorytarnie czy stosujących ją do realizacji własnych celów ekonomicznych i/bądź politycznych. Grupa takich państw jest dość długa, gdyż znajdują się na niej między innymi państwa arabskie, Rosja, Wenezuela, czyli wszyscy liczący się obecnie dostawcy. W efekcie ropę określa się często mianem surowca politycznego, a od czasów I szoku naftowego funkcjonuje pojęcie „bomby naftowej”
- stały wzrost zapotrzebowania, przekładający się na zwiększenie cen. W latach 1972 - 2008 nominalna cena baryłki ropy wzrosła ponad 40-krotnie. Rzeczywisty wzrost był niższy, między innymi na skutek inflacji czy spadku realnej wartości dolara – waluty, w której rozliczana jest ropa – ale mimo wszystko realna podwyżka i tak była dość znaczna. Ponadto, wielu specjalistów prognozuje, że ze względu na między innymi zawirowania polityczno-militarne (Iran, Irak) oraz znaczne potrzeby bardzo dynamicznie rozwijających się gospodarek Chin i Indii, ceny ropy w najbliższych miesiącach i latach, choć z całą pewnością z przerwami, dalej będą wzrastać. Tym samym zostaną pokonane kolej-

ne tak zwane psychologiczne bariery, a konieczność zapłacenia za baryłkę 120 - 130 USD wydaje się całkiem realna w dość nieodległej perspektywie

- niekorzystne zmiany klimatyczne. Wykorzystanie paliw kopalnych prowadzi do zanieczyszczenia środowiska i generalnie ma negatywny wpływ na warunki życia, zarówno w krótkiej, jak i w długiej perspektywie. Szczególnie niepokojącym zjawiskiem jest globalne ocieplenie, którego pejoratywne skutki już dziś sami możemy doświadczyć (anomalie pogodowe), a które na przestrzeni najbliższych dekad źle, o ile nie wręcz dramatycznie będzie oddziaływać na życie na Ziemi, przyczyniając się do wywołania zjawisk, jakich skutki nie do końca jesteśmy nawet w stanie przewidzieć.

Poza tymi negatywnymi elementami, na wydobycie i wykorzystanie ropy naftowej z całą pewnością wpłynie, wdrażana przez najbogatsze i najbardziej świadome ekologicznie kraje, polityka prośrodowiskowa. W jej ramach Unia Europejska dąży do zmniejszenia emisji CO₂ do roku 2020 o 20%.

Wszystkie te wymienione czynniki powodują, że coraz większego znaczenia nabiera zagadnienie zastosowania w transporcie (i nie tylko) odnawialnych oraz proekologicznych paliw alternatywnych. Termin paliwo odnawialne oznacza, że dane paliwo powstaje z surowców odnawialnych, czyli takich, których ziemski zasób nie jest ograniczony. Proekologiczność należy rozumieć jako redukcję negatywnego wpływu na środowisko. Z punktu widzenia rozpatrywanego tu transportu samochodowego, proces ten ściśle wiąże się z tak zwaną ideą pojazdów „wolnych” od CO₂. By było to jednak możliwe, potrzebne są właśnie paliwa z surowców odnawialnych. W odróżnieniu od paliw kopalnych, paliwa z takich surowców nie powodują w wyniku spalania naruszenia bilansu dwutlenku węgla w atmosferze. Pojazd „wolny” od CO₂ emituje więc dwutlenek węgla, lecz – w przybliżeniu – jego ilość powstająca w procesie spalania odpowiada ilości CO₂ zaabsorbowanej w pro-

cesie wegetacji przez rośliny, z których następnie robi się paliwo. Czyli tak długo, jak odnawianie zasobów równoważy ich zużycie, ogólny poziom dwutlenku węgla w atmosferze się nie zwiększa. Netto pozostaje taki sam. Jednocześnie paliwa odnawialne muszą nadawać się do wykorzystania w silnikach wysokoprężnych, gdyż silniki te są rozpowszechnione w transporcie i uznawane za jeden z najbardziej wydajnych przemienników energii spośród wszystkich, jakie człowiek ma obecnie do dyspozycji. Istotną zaletą diesla jest też możliwość ich modyfikacji na wiele sposobów, w wyniku czego da się je zasilać nie tylko olejem napędowym czy innymi paliwami kopalnymi. Czasami wystarczą niewielkie modyfikacje, połączone z zastosowaniem skomplikowanych technologii, by jednostki diesla pracowały aż na kilku rodzajach paliw alternatywnych.

Wdrażaniem w transporcie odnawialnych, alternatywnych paliw proekologicznych, od dawna interesuje się między innymi Unia Europejska. Podejmowane przez nią w tym zakresie działania nie są bezpodstawne, gdyż emisja CO₂ przez unijny transport w latach 1990 - 2010 zwiększyć się może o 40 - 50%, z czego aż 84% przyrostu pochodzić ma z transportu drogowego². Dlatego Dyrektywa 2003/30 WE Parlamentu Europejskiego i Rady dotyczy wspierania użycia w transporcie biopaliw i innych paliw odnawialnych, a Dyrektoriat Generalny Energii i Transportu UE³, w przygotowanym scenariuszu rozwoju na lata 2005 - 2020, zakłada następujący udział w transporcie substytutów benzyny i oleju napędowego: rok 2005: wodór i CNG – 0%, biopaliwa – 2%; rok 2010: wodór – 0%, biopaliwa – 6%, CNG – 2%; rok 2015: wodór – 2%, biopaliwa – 7%, CNG – 5%; rok 2020: wodór – 5%, biopaliwa – 8%, CNG – 10%. Czyli na przestrzeni 15 lat udział paliw alternatywnych winien w transporcie wzrosnąć z zaledwie 2 do ponad 20%, przy czym jako główny zamiennik wskazany jest CNG, czyli sprężony gaz ziemny, który do grupy paliw alternatywnych z całą pewnością należy, ale do końca nie jest proekologicznym źród-

² Dyrektywa 2003/30 WE Parlamentu Europejskiego i rady – główne tezy, 2003 r.

³ Scenariusz rozwoju opracowany przez Dyrektoriat Generalny Energii i Transportu UE.

⁴ Tamże.

⁵ Scania materiały prasowe wrzesień 2006 oraz dane pochodzące z artykułu profesora Z. Chłopka.

⁶ O ile nie wskazano inaczej, poniższy fragment powstał w oparciu o rozmowy Autora i materiały prasowe przekazane przez Volvo na międzynarodowym seminarium poświęconym promocji transportu „wolnego” od CO₂, Gandawa, wrzesień 2007.

dłem energii, a już z całą pewnością nie odnawialnym.

Ambitne plany, stawiane sobie przez Unię, mogą oczywiście nie zostać zrealizowane. Wielu specjalistów uważa je zwyczajnie za mało realne, tworzone głównie ze względów propagandowych. Tym bardziej, że aktualnie problem z wdrażaniem paliw alternatywnych, w tym biopaliw (paliwa płynne albo gazowe wytwarzane z biomasy), innych paliw odnawialnych (inne paliwa odnawialne czyli paliwa inne, niż biopaliwa zdefiniowane w Dyrektywie 2001/77/WE) czy bioetanolu, mają wszystkie kraje członkowskie. Nawet w mocno obstającej za stosowaniem proekologicznych paliw alternatywnych Szwecji udział zamienników oleju napędowego i benzyny nie przekracza 5%⁴. Lecz mimo tego Szwecja chce dalej pozostać europejskim prekursorem w tej dziedzinie i jeszcze mocniej stawiać na odnawialne proekologiczne paliwa alternatywne. Na taką sytuację wpływ mają co najmniej 4 czynniki. Przede wszystkim jest to jeden z najbogatszych krajów na świecie, który dodatkowo od dawna znaczną część PKB przeznaczają na badania i rozwój, i który wobec tego stać, by budżet finansował czy współfinansował opracowywanie i wdrażanie wielu nowoczesnych technologii. Poza tym Szwedów, jako społeczeństwo, cechuje bardzo wysoka świadomość proekologiczna, przejawiająca się niezwykłą wręcz dbałością o stan środowiska naturalnego. Stosowną politykę proekologiczną prowadzi też rząd. Co ważne, jest to polityka uwzględniająca nie tylko środowiskowy, ale i ekonomiczny, polityczny oraz strategiczny wymiar. Przykładowo, 5 listopada 2005 roku⁵ Göran Persson – premier Królestwa stwierdził, że w 2020 roku państwo ma być strategicznie uniezależnione od importu ropy naftowej. Na popieranie przez Szwedów stosowania w transporcie proekologicznych paliw alternatywnych wpływa również fakt, że dwaj z siedmiu najważniejszych na świecie producentów pojazdów użytkowych, Volvo i Scania, pochodzą właśnie z tego kraju. Z tego między innymi powodu od dziesięcioleci obaj są zaangażowani w realizację licznych, proekologicznych projektów, w tym zmierzających do zmniejszenia negatywnego wpływu na środowisko przez własne zakłady i wy-

tworzane w nich pojazdy. W tym drugim przypadku o zakresie i skali prowadzonych prac świadczy między innymi to, że Volvo⁶ sprawdza aktualnie pod kątem technicznym i ekonomicznym celowość wykorzystania aż siedmiu proekologicznych paliw alternatywnych, będących tematem tego artykułu i stanowiących podstawę funkcjonowania transportu „wolnego” od CO₂. Przy czym do tej grupy nie są zaliczone CNG i LPG, ze względu na swój nieodnawialny charakter i wobec tego „niepełną proekologiczność”. Dlatego za nadające się do wykorzystania w środkach transportu proekologiczne paliwa alternatywne Szwedzi uznają:

- biodiesel – powstaje w wyniku procesu estryfikacji olejów roślinnych. W Europie od lat wytwarza go się w oparciu o oleje słonecznikowy i rzepakowy. Do obiecujących technologii zalicza się także metodę uwodorniania olejów roślinnych
- syntetyczny olej napędowy – stanowi mieszaninę syntetycznych węglodorów wytworzonych na drodze zgazowania biomasy
- dimetyloeter (DME) – otrzymywany w procesie zgazowania biomasy i wykorzystywany w postaci płynnej pod niskim ciśnieniem
- metanol i etanol – metanol powstaje na drodze zgazowania biomasy, etanol w wyniku fermentacji zbóż z dużą zawartością cukru bądź skrobi. Ponieważ oba w postaci czystej nie nadają się do zasilania jednostek napędowych, paliwo etanolowe/metanolowe stanowi mieszaninę złożoną w 95% z tych alkoholi, w 5% ze specjalnych dodatków poprawiających własności zapłonowe. Przykładowo Scania⁷ poleca paliwo etanolowe E95, będące mieszaniną 97-procentowego etanolu w ilości 92,2%, eteru MTBE w ilości 2,3%, inhibitora korozji w ilości 90 ppm oraz aktywatora zapłonu w ilości 5%. Ten ostatni jest konieczny, by w silniku diesla doszło do samoczynnego zapłonu etanolu. Poza tym obecnie prowadzone są badania nad produkcją etanolu z celulozy
- biogaz – paliwo gazowe, którego główny składnik stanowi metan, a które może być uzyskane w wielu miejscach, w tym w oczyszczalniach ście-

ków, na wysypiskach czy wszędzie tam, gdzie występuje materiał ulegający biodegradacji. Możliwe jest także wytwarzanie biogazu w procesie zgazowania biomasy. Niestety, na niekorzyść tego paliwa przemawia niska wydajność energetyczna, powodująca konieczność zastosowania silnika zaopatrzonego w świecę zapłonowe

- biogaz i biodiesel – paliwa te znajdują się w oddzielnych zbiornikach (biogaz jest tu schłodzony i występuje w postaci płynnej) i podawane są przez oddzielne układy wtryskowe. Niewielka, równa zaledwie 10%, zawartość biodiesla wynika z faktu, że służy on do uzyskiwania samoczynnego zapłonu wywołanego ciśnieniem sprężania w cylindrze
- wodór w postaci gazowej plus biogaz – wodór w postaci gazowej może być wytworzony w wyniku zgazowania biomasy lub elektrolizy wody przy wykorzystaniu energii, celem zachowania proekologicznego charakteru paliwa, wyprodukowanego wyłącznie z odnawialnych źródeł. Do zasilania używa się mieszaniny złożonej objętościowo z 8% wodoru, choć dopuszczalne są wyższe stężenia, i 92% biogazu. Przy takim paliwie, analogicznie jak przy biogazie, silnik musi jednak zostać zaopatrzonego w świecę zapłonowe.

Celowość i atrakcyjność zastosowania każdego z wyżej wymienionych paliw specjaliści z koncernu Volvo rozpatrują przez pryzmat siedmiu kryteriów: wpływu na klimat, wydajności energetycznej, efektywności wykorzystania gruntów, potencjału paliwa, koniecznego przystosowania pojazdu, kosztów paliwa oraz niezbędnej infrastruktury paliwowej. Wszystkie paliwa są oceniane w skali od jeden do pięciu, gdzie jeden oznacza wynik najgorszy, pięć najlepszy.

Kryterium wpływu na klimat dotyczy emisji dwutlenku węgla w całym łańcuchu, zgodnie z zasadą „well to wheel”, czyli od otworu wiertniczego do koła pojazdu. Pod uwagę brane są wszelkie istotne etapy: wyhodowanie surowca włącznie z udziałem nawozów, zbiór surowca i przewiezienie go do miejsc wytwarzania paliwa, produkcja paliwa, jego dystrybucja do stacji paliw i na koniec zastosowanie w pojazdach. Obliczenia zostały przeprowadzone w oparciu o całko-

⁷ Scania materiały prasowe wrzesień 2006 oraz dane pochodzące z artykułu profesora Z. Chłopka.

wicie odnawialne surowce, choć trzeba pamiętać, że w uprawach i produkcji stosuje się dzisiaj paliwa kopalne. W przyszłości możliwe będzie jednak zastąpienie energii z paliw kopalnych energią odnawialną, co nie powinno negatywnie wpłynąć na wydajność energetyczną. Ponadto emisja gazów cieplarnianych przy tych pomiarach wyrażona jest jako ekwiwalent emisji CO₂, w efekcie czego emisja gazów cieplarnianych, innych niż CO₂, zostaje przeliczona na wartości równoważne emisji CO₂. W omawianym kryterium, gdzie jedynka w skali ocen oznacza 0-25% redukcji emisji, dwójka – 26-50%, trójka – 51-75%, czwórka – 76-90%, piątka – 91-100%, za najlepsze paliwa uznano syntetyczny olej napędowy i DME (ocena 5) oraz metanol, biogaz i wodór w postaci gazowej plus biogaz (ocena 4-5). Słabiej wypadły biogaz i biodiesel (ocena 4), etanol (ocena 1-3 w zależności od metody wytwarzania) i biodiesel (ocena zaledwie 2).

Drugie kryterium – wydajność energetyczna – wyraża całkowite zużycie energii, ponownie zgodnie z zasadą „well to wheel”. Ponieważ obecnie używany, stanowiący odnośnik, olej napędowy pozwala uzyskać całkowitą wydajność energetyczną na poziomie 35% (wartość określa ilość energii docierającej do kół napędzających pojazd), w pięciostopniowej skali oparto się na następujących stopniach wydajności: 1 – poniżej 14%, 2 – 14-16%, 3 – 17-19%, 4 – 20-22%, 5 – powyżej 22%. W tej kategorii najlepiej wypadły DME (ocena 4-5), metanol (ocena 3-5), biogaz i biodiesel (ocena 4) i syntetyczny olej napędowy (ocena 3-4). Ten ostatni pod warunkiem wytwarzania (gazyfikacja) z czarnego łągu, stanowiącego produkt uboczny w przemyśle papierniczym. Niewiele gorzej prezentują się też bio-

diesel, biogaz i wodór w postaci gazowej plus biogaz (ocena 3). Przy czym ocenę biogazu, biogazu plus biodiesla oraz wodoru i biogazu dokonano na bazie procesu produkcji opartego na zastosowaniu gazyfikacji i beztlenowego trawienia. Najślabszy wynik (ocena 1-3) uzyskał etanol ze względu na energochłonność upraw i samego procesu wytwarzania paliwa.

Kolejne kryterium – efektywność wykorzystania gruntów – odnosi się do wartości biopaliw mierzonej rocznym przebiegiem pojazdu w przeliczeniu na hektar, przy uwzględnieniu ograniczonego zasobu gruntów ornych, rosnącego zapotrzebowania w obszarze produkcji przeznaczonych na żywność oraz warunków upraw odpowiadających warunkom w Szwecji (uprawy w innych miejscach prowadzą do uzyskania innych wyników, ale proporcje w przybliżeniu pozostają takie same). Do tego wydajność z hektara dla każdego surowca roślinnego jest wyliczana na podstawie danych o przeciętnych plonach na dobrych glebach, ilość wytworzonego paliwa została pomniejszona o ilość paliwa/energii wydatkowaną przy żniwach, w transporcie czy procesie produkcji; z kolei skala ocen wskazuje, jaki dystans w przeliczeniu na hektar może rocznie pokonać ciężarówka klasy ciężkiej. Gdy dystans ten wynosi poniżej 2 500 km stawiana jest jedynka; 2 500 – 5 000 km – dwójka, 5 001 - 7 500 km – trójka, 7 501 – 10 000 km – czwórka i powyżej 10 000 km – piątka. Tu najlepiej prezentują się DME i metanol (ocena 4-5, ale pod warunkiem gazyfikacji czarnego łągu) oraz biogaz, biogaz i biodiesel, jak również wodór w postaci gazowej plus biogaz (ocena 4). Syntetyczny olej napędowy oceniono na 3, gdyż mimo, że cha-

rakteryzują go wysoka wydajność surowców przy zbiorze i relatywnie niewielka ilość paliw kopalnych potrzebnych do wytworzenia, jego wydajność energetyczna jest dość niska i konieczne są wysokie nakłady niezbędne do uruchomienia produkcji. Pozostałe rozpatrywane paliwa – biodiesel i etanol – uzyskały natomiast odpowiednio 2 oraz zaledwie 1-2. Tak niska ocena stanowi pochodną niskiej przeciętnej wydajności przy zbiorach oraz dużych potrzeb w zakresie zużycia energii pochodzącej z paliw kopalnych.

Na następne kryterium – potencjał paliwa – wpływa wiele czynników, w tym rzutujące na ilość paliwa, jaką można otrzymać, dostępność i rodzaj surowca (różne surowce, w tym całe rośliny czy tylko ich części, gatunki roślin) oraz wybór procesu produkcyjnego. Poza tym zwraca się uwagę na konkurencję z produkcją żywności, stawiając na jak najmniej konkurencyjne surowce. Przykładowo, potencjał energetyczny zawarty w odpadach z drewna, drewnie pochodzącym z upraw leśnych oraz słomie w 2012 roku wynosić będzie w UE około 700 TWh (terawatogodzin), gdy potencjał zawarty w oleju rzepakowym i słonecznikowym ocenia się na około 80 TWh rocznie. Jednocześnie, mimo że są to wszystkie znaczące wartości, potencjał biomasy w UE za 5 lat nie będzie na tyle wysoki, by zastąpić nią paliwa kopalne, czego dowodzą mierniki przyjęte przez Volvo: 1 – potencjał zawiera się w przedziale od 70 do 139 TWh, 2 – 140-209 TWh, 3 – 210-279 TWh, 4 – 280-349 TWh, 5 – 350-420 TWh, przy czym te ostatnie wartości odpowiadają zaledwie 10-12% przewidywanego zapotrzebowania na benzynę i olej napędowy w UE w roku 2012.