

OPŁACALNOŚĆ ZASTOSOWANIA LPG JAKO PALIWA ALTERNATYWNEGO DO ZASILANIA POJAZDÓW W LATACH 2002-2005

Marcin Buczaj

Katedra Inżynierii Komputerowej i Elektrycznej, Politechnika Lubelska

Streszczenie. Głównym impulsem zwiększenia zainteresowania się użytkownikami pojazdów wykorzystaniem alternatywnych sposobów zasilania pojazdów zawsze jest aspekt ekonomiczny. W artykule przedstawiono opłacalność zastosowania paliwa LPG jako paliwa alternatywnego względem benzyny w pojazdach samochodowych na przełomie ostatnich lat.

Słowa kluczowe: motoryzacja, alternatywne paliwa, LPG

WSTĘP

Powszechność zainteresowania się i wykorzystania alternatywnych, względem spalania produktów ropopochodnych, paliw w celu zasilania i napędzania pojazdów nigdy nie wynikała z dbałości człowieka o ochronę środowiska. To aspekt ekonomiczny zawsze przeważał przy podejmowaniu decyzji o wykorzystaniu danego sposobu zasilania pojazdów. Konstruując pojazdy dąży się, aby eksploatacja jego była jak najtańsza. W tym celu stale unowocześnia się konstrukcje zarówno całych pojazdów, jak i dokonuje się modernizacji układów zasilania. Duży wpływ na koszty eksploatacji ma rodzaj użytego do zasilania pojazdu paliwa, a także lansowanie przez państwo pewnych rozwiązań, np. poprzez zmniejszanie lub zwalnianie danego paliwa z podatków, m.in. akcyzy. Dlatego można zaobserwować, że równoległe z wprowadzaniem nowych norm dotyczących emisyjności spalin w pojazdach forsowane są przez organy legislacyjne metody promocji alternatywnych źródeł zasilania pojazdów. Przykładem takiego rozwiązania legislacyjnego jest uchwalona w 2001 r. dyrektywa Unii Europejskiej o promocji „zielonej” energii (UE 2001/77/EC).

Ponieważ modernizacja polegająca na przystosowaniu pojazdu do zasilania alternatywnym paliwem wiąże się z poniesieniem przez użytkownika pewnych kosztów związanych z kupnem instalacji i jej montażem w pojeździe, argumentem przemawiającym za ich poniesieniem musi być przekonanie, że takie rozwiązanie jest opłacalne i po pewnym okresie użytkowania nastąpi zwrot poniesionych kosztów. Także w przypadku zastosowania do zasilania pojazdu paliwa LPG decydującą rolę ma czynnik ekonomiczny. Paliwo LPG jest po prostu dużo tańsze od benzyny. Na atrakcyjność ceny paliwa

niewątpliwy wpływ ma obniżona stawka podatku akcyzowego, wynosząca od 1 stycznia 2005 – 695 zł/1000 kg paliwa. Takie kroki legislacyjne oraz coraz większe przekonanie o braku przeciwwskazań do zasilania pojazdów paliwem LPG wzbudzają zainteresowanie potencjalnego użytkownika danym rozwiązaniem technologicznym. Dzięki takiemu rozwiązaniu możliwe jest uniezależnienie się tylko od jednego rodzaju paliwa, a przez to decydowanie o rodzaju stosowanego paliwa.

W artykule szczególnie nacisk położono na aspekt ekonomiczny wykorzystania paliwa LPG jako paliwa alternatywnego do benzynowego. Przedstawiona została zmienność cenowa dostępnej na rynku polskim benzyny i gazu LPG na przełomie ostatnich lat, co umożliwia dokonane analizy opłacalności wykorzystania paliwa LPG w stosunku do tradycyjnego paliwa. Przedstawiony został także rozwój rynku gazu LPG do zasilania pojazdów w Polsce. Przedstawione w artykule dane umożliwiają dokonanie analizy rynku gazu LPG i jego zmienności pod względem dostępności paliwa dla użytkownika oraz atrakcyjności cenowej.

PALIWO LPG

Paliwo LPG (Liquified Petroleum Gas, czyli skroplony gaz ropopochodny) jest skroploną mieszaniną węglowodorową, której głównymi składnikami są propan C_3H_8 i butan C_4H_{10} (n-butan i izobutan). Poza tymi podstawowymi składnikami, zawiera niewielkie ilości innych węglowodorów (etan). Przyjmuje się, że standardowe proporcje podstawowych składników gazu LPG wynoszą: propanu 40% i butanu 60%. Ze względu na różne temperatury wrzenia podstawowych składników, w okresie zimowym proporcje gazów wchodzących w skład paliwa LPG są korygowane, zwiększa się udziału propanu w paliwie [Majerczyk, Taubert 2003]. Szczegółowe wymagania dotyczące składu i czystości gazu płynnego reguluje Polska Norma PN-C-96008 z 1998r. W tabeli 1 porównano podstawowe właściwości paliwa LPG i benzyny.

Tabela 1. Podstawowe właściwości paliwa LPI i benzyny [Januła 1994]

Table 1. The basic parameters of LPG and petrol fuels

Cecha paliwa	LPG		Benzyna
	Propan/Butan		
Wartość opałowa, kJ/kg	30/70	49 260	46 150
	40/60	49 340	
	50/50	49 420	
	60/40	49 500	
	70/30	49 590	
Wartość opałowa, kJ/dm ³	30/70	25 540	31 570
	40/60	25 150	
	50/50	24 885	
	60/40	24 620	
	70/30	24 360	
Liczba oktanowa	100÷110		95
Gęstość przy t = 15°C, kg/m ³	0,52÷0,56		0,745
Temperatura zapłonu, K	756		780
Teoretyczne zapotrzebowanie powietrza, kg/kg	15,3÷15,7		14,5 ÷ 14,8

Jak widać wartość opałowa gazu LPG przeliczona na jednostkę objętości jest mniejsza od wartości opałowej benzyny. Oznacza to, że teoretyczne zapotrzebowanie na paliwo LPG jest większe od zapotrzebowania na benzynę i wynosi w zależności od rodzaju LPG (proporcji między składnikami podstawowymi paliwa propan/butan) 23÷30%.

INSTALACJE LPG

Zasilanie pojazdów paliwem LPG nie jest zjawiskiem nowym i ma już ponadpięćdziesięcioletnią tradycję. Tak więc rozwój instalacji i jej modernizacja musiały przebiegać równolegle z postępem technicznym w dziedzinie zasilania i konstrukcji silników. Jako że poszczególne generacje i rodzaje układów zasilania LPG są instalowane w pojazdach jako układy poniekąd dodatkowe i stanowiące alternatywny sposób zasilania, muszą współpracować z istniejącymi elementami instalacji paliwowej, a w zasadzie naśladować procesy przebiegające przy spalaniu paliwa podstawowego (benzyny). W związku z tym, podobnie jak w przypadku paliwa benzynowego, klasyfikacji instalacji dokonuje się ze względu na sposób tworzenia mieszanki paliwowej oraz sposób podawania paliwa do silnika, wyróżnia się następujące rodzaje instalacji:

- mieszalnikowe układy zasilania LPG;
- wtryskowe układy zasilania LPG.

W przypadku mieszalnikowych układów zasilania LPG wyróżnia się dwa ich typy:

- układy LPG I generacji – układy przeznaczone do współpracy pojazdami wyposażonymi w układy gaźnikowe;
- układy LPG II generacji – układy przeznaczone do współpracy z silnikami wyposażonymi w sondę lambda.

W przypadku wtryskowych układów zasilania LPG wyróżnia się również dwa ich typy:

- układy LPG III generacji – układy wtryskowe zasilane paliwem LPG;
- układy LPG IV generacji – układy nawiązujące do koncepcji sekwencyjnego i wielopunktowego wtrysku benzyny [Majerczyk, Taubert 2003].

Układy LPG nawiązują do idei poszczególnych rozwiązań technologicznych stosowanych w tradycyjnych instalacjach paliwowych, dlatego można przenieść do instalacji LPG zalety związane z rozwiązaniami benzynowymi. Podstawową taką zaletą jest ograniczenie zużycia paliwa, co jest dodatkowym bodźcem ekonomicznym do zastosowania danego rozwiązania. Jednak zastosowanie rozwiązania bardziej zaawansowanego technologicznie powoduje znaczący wzrost kosztów przystosowania pojazdu do zasilania paliwem LPG. W tabeli 2 przedstawione zostały przykładowe ceny poszczególnych generacji układów LPG.

Rozbieżności w cenach w poszczególnych rodzajach układów wiążą się ze stopniem zaawansowania technologicznego poszczególnego układu oraz typem silnika, w który wyposażony jest pojazd. Najprostsze, a zatem najtańsze, układy instalacyjne wyposażone są w prostszą automatykę przełączania między zasilaniem silnika paliwem podstawowym i paliwem alternatywnym.

Tabela 2. Koszt instalacji LPG

Table 2. LPG installation cost

Rodzaj instalacji	Koszt
	PLN
Układ LPG I generacji	1000–1200
Układ LPG II generacji	1700–2000
Układ LPG III generacji	2000–5000
Układ LPG IV generacji	3500–8000

W przypadku układów LPG II generacji proste układu dokonują przełączenia między poszczególnymi paliwami po przekroczeniu pewnego poziomu prędkości obrotowej silnika, natomiast w droższych rozwiązaniach przełączenie odbywa się po osiągnięciu przez silnik (ciecz chłodzącą) pewnej zadanej temperatury. Na cenę instalacji LPG ma również wpływ rodzaj emulatorów i czy możliwa jest współpraca instalacji LPG z systemem diagnostyki pokładowej OBD.

RYNEK PALIWA LPG W POLSCE

Pierwsze instalacje umożliwiające zasilanie pojazdów za pomocą paliwa LPG były montowane we Włoszech już w czasie II wojny światowej i w zasadzie od tamtego czasu można datować powstanie rynku tego paliwa na świecie. W Polsce powstanie i rozwój rynku LPG datuje się w zasadzie od połowy lat dziewięćdziesiątych XX wieku. Wcześniej w Polsce instalacje LPG wykorzystywane były sporadycznie i miały śladowy udział w bilansie paliwowym. Ponadto, analizując dane dotyczące tego rynku, wzrost dynamiki jego rozwoju przypadał zawsze na okresy kryzysów paliwowych (lata 40., 70. i obecnie), kiedy to brakowało paliwa lub jego cena drastycznie rosła. Z danych GUS i POGP wynika, że rynek LPG w Polsce jest najbardziej dynamicznie rozwijającym się rynkiem na świecie. Obecnie jest zarejestrowanych ok. 1,7 mln pojazdów przystosowanych do zasilania paliwem LPG. Dokładana ich liczba jest trudna do oszacowania ze względu na brak centralnego komputerowego rejestru pojazdów (system CEPiK jest dopiero wdrażany). Szacuje się, że średnio od roku 1991 do 2003 przybywało ok. 100 tys. pojazdów przystosowanych do zasilania paliwem LPG. W ostatnich latach przyrost ten jest większy: 200÷300 tys. nowych instalacji LPG rocznie. Na tak duży wzrost liczby pojazdów przystosowywanych do zasilania paliwem LPG miały wpływ następujące sytuacje:

- wzrost cen ropy naftowej na światowych rynkach, a przez to rosnące ceny benzyny na stacjach benzynowych;
- masowy napływ używanych pojazdów do kraju po przystąpieniu Polski do Unii Europejskiej 1 maja 2004.

Wzrost liczby pojazdów przystosowanych do zasilania LPG oraz zużycie krajowe tego paliwa stawia nas w ścisłej czołówce światowej. Dane dotyczące rynku paliwa LPG w Polsce na przełomie ostatnich lat przedstawione zostały w tabelach 3 i 4.

Tabela 3. Nowe stacje LPG w Polsce [wg danych POGP]

Table 3. New LPG stations in Poland [according to POGP date]

Rok	Liczba stacji LPG	Dynamika, przyrost do roku	
		poprzedniego	1996
		%	%
1998	1500	-	-
1999	1800	20,0	20,0
2000	2300	27,8	53,3
2001	2900	26,1	93,3
2002	3400	17,2	126,7
2003	4500	32,4	200,0

Tabela 4. Sprzedaż LPG [wg danych POGP] i dynamika jego sprzedaży w Polsce w latach 1996-2004

Table 4. LPG sells [according to POGP data] and its selling dynamic in Poland in the years 1996-2004

Rok	Sprzedaż LPG w tys. ton	Dynamika, przyrost do roku	
		poprzedniego	1996
		%	%
1996	250	-	-
1997	295	18,0	18,0
1998	300	1,7	20,0
1999	395	31,7	58,0
2000	550	39,2	120,0
2001	700	27,3	180,0
2002	860	22,9	244,0
2003	1 070	24,4	328,0
2004	1 440	34,6	576,0

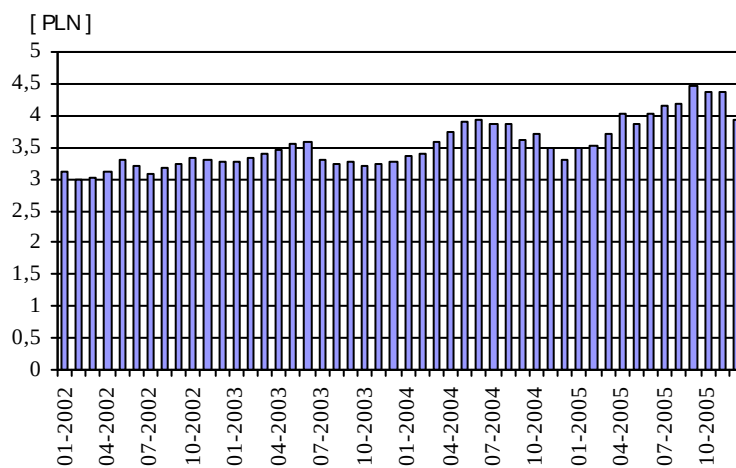
WYNIKI BADAŃ

Jako podstawę do analizy rynku paliwa LPG i paliwa podstawowego (benzyny bezołowiowej 95) przyjęto zaobserwowane na terenie Lublina ceny paliw w okresie 2002-2005. Przedstawione ceny są orientacyjne i występowały w danym okresie na wybranych stacjach paliw.

Na rys. 1 i 3 przedstawione zostały zmiany cen tych paliw w okresie 2002-2005. Natomiast na rys. 2 i 4 przedstawiono dynamikę zmian cen analizowanych paliw, przyjmując za punkt odniesienia zaobserwowaną cenę LPG i benzyny w styczniu 2002. Na przedstawionych wykresach wyraźnie można zauważyć przyspieszenie dynamiki zmian cen w ostatnich dwóch latach, spowodowane gwałtownym wzrostem cen ropy naftowej na światowych rynkach. Poza tym, analizując poszczególne okresy, można zauważyć pewną cykliczność roczną w zmianach cen LPG. Ceny LPG zaczynają szybciej rosnąć w IV kwartale roku, a maleją w na początku roku. Spowodowane to jest okresowym zwiększeniem zainteresowania LPG przez odbiorców wykorzystujących ten rodzaj paliwa do celów grzewczych.

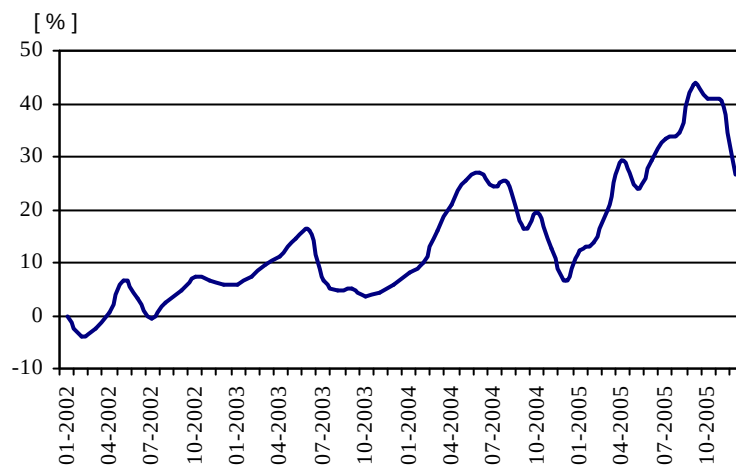
Z analizy wykresów dynamiki zmian wynika dużo szybszy wzrost cen paliwa LPG. Tłumaczyć to można zwiększeniem popytu na to paliwo wskutek wzrostu liczby pojaz-

dów przystosowanych do zasilania pojazdów paliwem LPG. Zwiększenie popytu powoduje, że dystrybutorzy paliwa chętniej podnoszą ceny paliwa, niż je obniżają, sondując przez to rynek, szukając punktu równowagi przy podwyższonych zyskach.



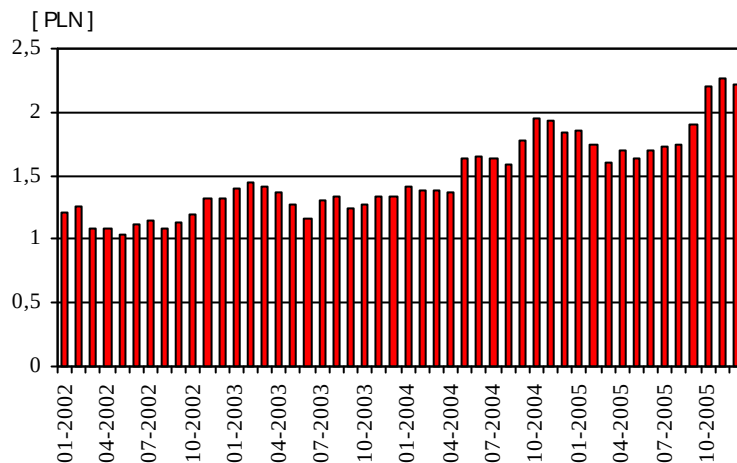
Rys. 1. Zmiany cen benzyny w latach 2002-2005

Fig. 1. Change of petrol's price in the years 2002-2005



Rys. 2. Dynamika zmian cen benzyny w latach 2002-2005

Fig. 2. Change of petrol price dynamic in the years 2002-2005



Rys. 3. Zmiany cen gazu LPG w latach 2002-2005

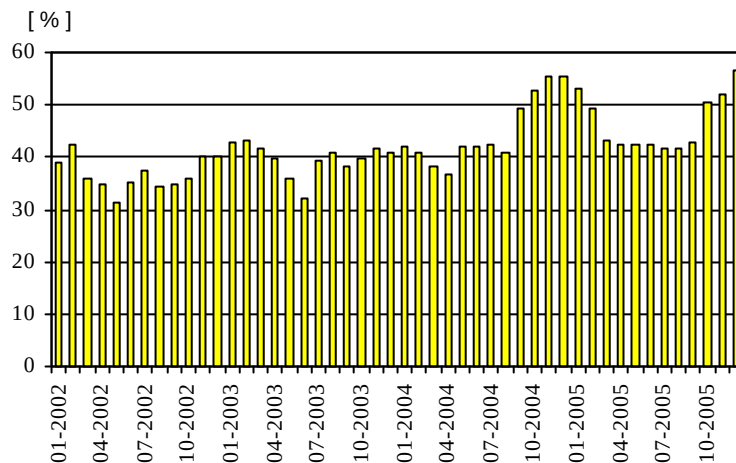
Fig. 3. Change of LPG fuel price in the years 2002-2005



Rys. 4. Dynamika zmian cen gazu LPG w latach 2002-2005

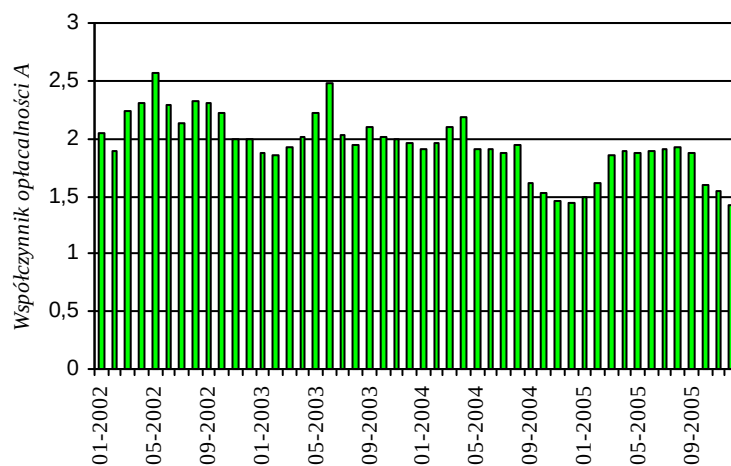
Fig. 4. Change of LPG fuel price dynamic in the years 2002-2005

Na rys. 5 przedstawione zostały proporcje cenowe między paliwem alternatywnym LPG a paliwem podstawowym w postaci benzyny bezołowiowej 95 w analizowanym okresie czasu. Na wykresie można zauważyć powolne, ale ciągle zmniejszanie proporcji między poszczególnymi rodzajami paliwa. Na początku analizowanego okresu cena LPG stanowiła 30÷40% ceny benzyny, natomiast pod koniec analizowanego przedziału czasowego już 50÷60%.



Rys. 5. Proporcje między cenami paliwa LPG i benzyny w latach 2002-2005

Fig. 5 LPG fuel and petrol price relations in the years 2002-2005



Rys. 6. Współczynnik opłacalności A stosowania LPG na przełomie lat 2002-2005

Fig. 6. Worthwhileness factor LPG fuel applications in the years 2002-2005

Jeszcze bardziej widoczne jest to w przypadku określenia współczynnika opłacalności, ukazującego zależność między ceną benzyny a ceną LPG uwzględniającą zwiększone zapotrzebowanie jednostkowe na LPG w porównaniu z benzyną na poziomie 25% (rys. 6). Wartość współczynnika opłacalności (przedstawionego dla analizowanego okresu czasu) została wyznaczona na podstawie zależności:

$$A = \frac{C_{benz}}{1,25 \cdot C_{LPG}}, \quad (1)$$

gdzie:

C_{benz} – cena benzyny,

C_{LPG} – cena gazu LPG.

Na przedstawionym wykresie widoczne jest zmniejszenie opłacalności i atrakcyjności cenowej zastosowania paliwa LPG jako paliwa alternatywnego. Obecnie współczynnik opłacalności jest na poziomie ok. 50%, gdy na początku rozpatrywanego okresu był na poziomie 100÷150%. Jeszcze większe zyski można było wygenerować we wcześniejszych okresach, gdy rynek paliwa LPG w Polsce był niszowy (koniec lat dwięćdziesiątych XX w.), gdy koszt paliwa LPG był 2,5 razy niższy niż benzyny.

WNIOSKI

1. Rozwój i dynamika rozwoju rynku LPG w Polsce może ulec w najbliższym czasie zahamowaniu w wyniku rosnących cen paliwa LPG i zmniejszaniu proporcji pomiędzy kosztami paliwa benzynowego a paliwa LPG.
2. Stosunkowo niska cena przystosowania pojazdów do zasilania paliwem LPG ciągle będzie powodowała zainteresowanie się nim użytkowników, szczególnie tych, którzy używając pojazdy pokonują znaczne dystanse w ciągu roku.
3. Duża dostępność (dobra infrastruktura) do rynku LPG w Polsce sprawia, że ciągle rynek ten będzie budził zainteresowanie kierowców. Jednak można przewidywać zmniejszenie dynamiki rozwoju tego rynku w najbliższym okresie.

PIŚMIENNICTWO

- Januła J. 1994: Wybrane aspekty zasilania silników z zapłonem iskrowym propanem-butanem. Materiały konferencyjne Konmot'94. Kraków – Raba Niżna.
- Lewandowski W. M. 2002: Proekologiczne źródła energii odnawialnej, WNT, Warszawa.
- Majerczyk A., Taubert S. 2003: Układy zasilania gazem propan-butan, Wydawnictwa Komunikacji i Łączności, Warszawa.
- Olsza M. 2004: Stosowanie norm nieobowiązkowe, a rynek LPG... rośnie z roku na rok, Materiały Centrum Informacji o Rynku Energii, CIRE.
- Soliński J. 2004: Kluczowe elementy rozwoju światowego i polskiego sektora energetyki, Energetyka, 9.

PROFITABILITY OF USING LPG FUEL AS AN ALTERNATIVE FUEL
FOR VEHICLE FEEDING IN THE YEARS 2002-2005

Summary. Unchangeably, an economical aspect is an important impulse causing an increase of interest in using alternative driving fuels.

This article proves that recently LPG has had a higher economic efficiency as an alternative fuel in cars than petrol (in the years 2002-2005).

Key words: automotive industry, alternative fuels, LPG (Liquified Petroleum Gas)

Recenzent: prof. dr hab. Janusz Mysłowski