

OCENA ZASOBÓW ROPY NAFTOWEJ I PERSPEKTYWY JEJ SUBSTYTUCJI BIOPALIWAMI

Bocheński Cezary*, Bocheńska Anna**

* Instytut Transportu Samochodowego, Szkoła Główna Gospodarstwa Wiejskiego w Warszawie

** Instytut Transportu Samochodowego

Streszczenie. W pracy przedstawiono aktualną ocenę zasobów ropy naftowej i dalsze perspektywy jej substytucji biopaliwami. Autorzy stwierdzają, że realną alternatywą dla paliw ropopochodnych są etanol, jako paliwo do silników z zapłonem iskrowym, i estry kwasów tłuszczowych, jako paliwo do silników z zapłonem samoczynnym. Zainteresowanie gospodarki światowej nowymi technologiami umożliwiającymi produkcję taniego paliwa stale rośnie, zwłaszcza że w ten sposób pozyskuje się energię czystą ekologicznie.

Słowa kluczowe: biopaliwo, energia, nowa technologia, zasoby energii.

1. WSTĘP

Po II wojnie światowej nastąpił szybki wzrost światowego zużycia energii. W latach 1950–1970 średnioroczne tempo wzrostu zużycia energii pierwotnej wyniosło 4,9%, przy czym wzrost zużycia poszczególnych nośników energii był bardzo zróżnicowany. Szybko wzrastało zużycie ropy naftowej i gazu ziemnego, przy równoczesnym zmniejszaniu znaczenia węgla kamiennego. W gospodarce światowej ukształtował się model zużycia energii uzależniony od ropy naftowej.

Niestety szybko wzrastające zużycie energii powodowało również negatywne zjawiska w środowisku naturalnym. Emisje powstające przy spalaniu paliw kopalnych spowodowały m.in. kwaśne deszcze i znaczną degradację środowiska, przyczyniły się również do powstania efektu cieplarnianego, wpływającego niekorzystnie na ocieplenie naszej planety i zmiany klimatyczne.

Znaczenie energii dla gospodarki światowej ujawniło się z całą ostrością w latach siedemdziesiątych XX w. W 1973 r. świat przeżył szok wywołany kryzysem naftowym.

Na przełomie lat 1980/1981 doszło do ponownego szoku cen ropy naftowej i jej produktów – nazwanego II kryzysem energetycznym. W rezultacie w 1980 r. cena jednej baryłki ropy naftowej wzrosła do około 36 USD (265 USD/t). Był to ponad 12-krotny wzrost w stosunku do cen z 1972 r.

Gwałtowne wzrosty cen ropy naftowej oraz ograniczenie jej dostaw przez producentów zrzeszonych w OPEC (Organization of the Petroleum Exporting Countries – Organizacja Państw Eksporterów Ropy Naftowej), a szczególnie z krajów Bliskiego Wschodu, spowodowały nasilenie się różnych negatywnych zjawisk w gospodarce światowej. Zjawiska te doprowadziły do ograniczenia produkcji przemysłowej, spirali inflacyjnej, wzrostu bezrobocia i ogólnego regresu ekonomicznego. Powstały trudności w pokryciu potrzeb energetycznych wielu krajów, które ograniczyły społeczny i ekonomiczny rozwój świata.

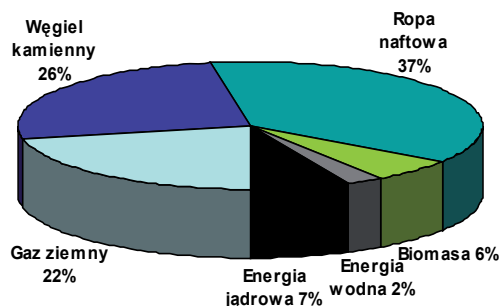
Świat zrozumiał, że możliwości zaopatrzenia w ropę naftową są ograniczone, a era taniej ropy należy do przeszłości. Oszczędne gospodarowanie paliwami i energią, a zwłaszcza ropą naftową, stało się koniecznością. W wielu krajach podjęto długofalowe działania i realizację programów zmierzających do zahamowania wzrostu zużycia ropy naftowej i jej substytucji innymi źródłami energii. Jedną z możliwości zastąpienia paliw kopalniczych są biopaliwa.

Zastosowanie olejów roślinnych jako paliwa dla silników o zapłonie samoczynnym było rozważane od początku pojawienia się tego rodzaju silnika.

Realną alternatywą dla paliw ropopochodnych są etanol – jako paliwo do silników z zapłonem iskrowym i estry kwasów tłuszczowych oleju roślinnego – jako paliwo dla silników z zapłonem samoczynnym.

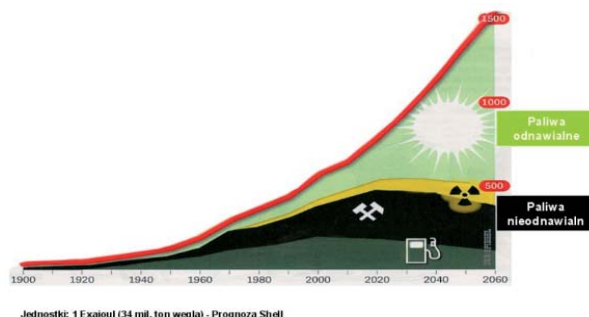
2. OCENA ZASOBÓW ENERGETYCZNYCH

Największym problemem obecnych czasów, będzie wzrost zagrożeń środowiska naturalnego oraz deficyt surowców energetycznych. Wydobycie surowców z coraz bardziej niedostępnych pokładów powodować będzie wzrost ich ceny i degradację środowiska. Udział poszczególnych surowców energetycznych w ogólnym bilansie zużycia energii na świecie przedstawia rys. 1.



Rys. 1. Zużycie surowców energetycznych
Fig. 1. Expenditure of energetic raw materials

Zużycie podstawowego krajowego surowca energetycznego, jakim jest węgiel kamienny, zmniejszyło się w ciągu 50 lat ok. 50%, przy kilkukrotnym wzroście zużycia ropy naftowej i gazu ziemnego.



Rys. 2. Prognoza zużycia surowców energetycznych do 2060 r.
Fig. 2. Prognosis of energetic raw materials expenditure until 2060

W zależności od rozwoju gospodarczego kraju i jego zasobności zmienia się udział poszczególnych surowców w ogólnej strukturze zużycia energii. W krajach wysokorozwiniętych zwiększa się udział wykorzystania ropy naftowej i gazu, a zmniejsza udział węgla. Wynika to głównie ze względów ekologicznych.

Prognozę wykorzystania surowców energetycznych do 2060 r. przedstawia rys. 2.

3. OCENA ZASOBÓW I REZERW ROPY NAFTOWEJ ORAZ PERSPEKTYWY JEJ SUBSTYTUCJI BIOPALIWAMI

Zasoby to całkowita ilość danych surowców energetycznych w skorupie ziemskiej oceniana jako możliwa do pozyskania. Natomiast rezerwy to część zasobów nadających się do eksploatacji w obecnych warunkach technicznych i ekonomicznych.

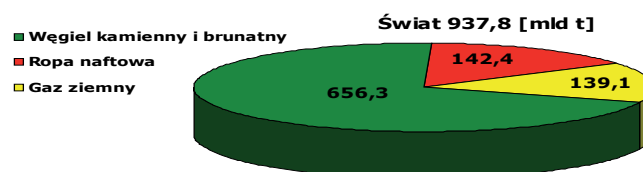
Należy jednak mieć na uwadze, że rozpoznanie geologiczne zasobów i rezerw kopalnych surowców energetycznych jest wciąż niepełne. Pozwala to przypuszczać, że po zwiększeniu głębokości poszukiwań mogą być odkryte nowe ich złoża. Poza tym wiele złóż surowców energetycznych znajduje się w trudno dostępnych częściach naszego globu, dotychczas nierozpoznanych (na przykład na Antarktydzie). Stąd obecnie brak jest dostatecznych informacji o wielkości geologicznych zasobów energetycznych. Niektóre źródła podają jedynie przybliżone szacunki tych zasobów.

W tym rozdziale przedstawiono ocenę wielkości udokumentowanych źródeł ropy naftowej nadającej się do eksploatacji w obecnych warunkach technicznych i ekonomicznych.

3.1. Rezerwy i zasoby ropy naftowej

Na rys. 3 przedstawiono globalne wielkości nieodnawialnych rezerw surowców energetycznych określone przez Światową Radę Energetyczną w 2000 r.

Analiza światowych rezerw i zasobów surowców energetycznych wskazuje, że udokumentowane rezerwy tych surowców wystarczą światu na pokrycie potrzeb – przy obecnym zużyciu: ropy naftowej na około 41 lat, gazu na około 64 lata i węgla na ponad 200 lat.



Rys. 3. Światowe rezerwy paliw kopalnych [mld t]

Fig. 3. The world reserves of fossil fuels [bln t]

Natomiast według przybliżonych szacunków światowe zasoby tych surowców są wielokrotnie większe od rezerw i wynoszą:

- węgla kamiennego – ponad 740 mld t,
- ropy naftowej – ok. 320 mld t,
- gazu ziemnego – ok. 330 bln m³.

Ocenia się, że przy dotychczasowym tempie wzrostu ich zużycia wystarczą one światu: ropy naftowej na około 125 lat, gazu ziemnego na około 210 lat i węgla na około 360 lat. Informacje te przedstawia tab. 1.

Tab. 1. Rezerwy i zasoby energii pierwotnej. Dane z 2001 r.
 Tab. 1. Reserves and resources of primary energy. Data from 2001

Źródło energii	Rezerwy udokumentowane		Zasoby szacunkowe	
	ilość Gtoe	ilość lat	ilość lat	ilość lat
1. Paliwa kopalne:	778	-	-	-
– ropa naftowa	143	41	~200	125
– gaz ziemny	138	64	~400	210
– węgiel	506	251	~700	360
2. Energia jądrowa	55	82	~300	>10000

Rozmieszczenie rezerw ropy naftowej na globie ziemskim jest bardzo nierównomierne. 2/3 rezerw ropy naftowej posiadają kraje Bliskiego Wschodu: Arabia Saudyjska, Irak, Kuwejt, Zjednoczone Emiraty Arabskie i Iran. Poza tym liczące się rezerwy znajdują się w Wenezueli, Federacji Rosyjskiej, Chinach, Libii, Meksyku, USA i Nigerii. Niezależnie od rezerw ropy naftowej istnieją możliwości pozyskiwania znacznych ilości paliw olejowych z łupków i piasków bitumicznych. W przyszłości surowce te mogą stanowić ważne źródło pozyskiwania takich paliw. Duże zasoby bituminów występują w USA, Kanadzie, Australii, Federacji Rosyjskiej, Maroku, Jordanii, Wenezueli i Tajlandii. Obecnie, z uwagi na koszty, eksploatacja złóż bituminów jest w zasadzie nieopłacalna.

Światowa produkcja ropy naftowej wzrosła z 2543 mln ton w 1971 r. do 3657 mln ton w 2000 r., tj. o 44%.

W 1971 r., przed kryzysem naftowym, największymi producentami ropy były: USA, ZSRR, Arabia Saudyjska, Iran, Wenezuela, Kuwejt i Libia. W ostatnich dekadach do czołówki głównych producentów doszły kraje: Meksyk, Chiny, Norwegia, W. Brytania, Nigeria i Zjednoczone Emiraty Arabskie. W kilku krajach, które nadal znajdują się w grupie głównych producentów ropy naftowej, doszło do zmniejszenia poziomu wydobycia tej ropy, zwłaszcza w USA, Iranie, Kuwejcie i Libii.

Blisko 60% wydobywanej ropy naftowej jest przedmiotem eksportu i importu.

Głównymi eksporterami ropy naftowej w 2000 r. były Arabia Saudyjska, Norwegia, Federacja Rosyjska, Iran, Wenezuela, Nigeria, Irak, W. Brytania, Kanada i Kuwejt. Wiele krajów produkujących ropę naftową, oprócz surowej ropy, eksportuje jej produkty (benzyny, oleje napędowe, oleje opałowe).

Głównymi importerami ropy naftowej są: USA, Japonia, Korea, Niemcy, Włochy, Francja, Indie, Holandia, Chiny, Hiszpania, W. Brytania, Kanada, Singapur, Belgia i Tajwan. Wiele krajów importuje ropę, aby po przetworzeniu eksportować znaczną część jej produktów.

Według International Energy Outlook 2005 (IEO2005) zużycie ropy naftowej na świecie zwiększy się z 78 mln b/d w 2002 r. do 103 mln b/d w 2016 r. i 119 mln b/d w 2025 r. Znamienny jest przewidywany wzrost zużycia ropy naftowej w Chinach, który będzie wynosił 7,5% rocznie w latach 2002–2010. Aby sprostać przewidywanemu zapotrzebowaniu na ropę naftową, konieczne będzie zwiększenie wydobycia tego surowca w stosunku do 2002 r., przy czym dotyczy to głównie krajów OPEC. Wydobycie ropy naftowej w 2004 r. w poszczególnych krajach przedstawiono w tab. 2, a zużycie ropy przedstawia tab. 3.

Tab. 2. Wydobycie ropy naftowej* w 2004 r.
Tab. 2. Oil obtained in 2004

Kraje	Wydobycie w mln ton	Udział w %
Świat	3 867,9	100,0
Arabia Saudyjska	505,9	13,1
Rosja	458,7	11,9
Stany Zjednoczone	329,8	8,5
Iran	202,6	5,2
Meksyk	190,7	4,9
Chiny	174,5	4,5
Wenezuela	153,5	4,0
Norwegia	149,9	3,9
Kanada	147,6	3,8
Zjednoczone Emiraty Arabskie	125,8	3,3
Nigeria	122,2	3,2
Pozostałe kraje	1 306,7	33,7

* Ropa naftowa, łupki bitumiczne, piaski roponośne, kondensat gazowy (1 tona = 7,33 baryłki).
Źródło: URE na podstawie BP Statistical Review of World Energy, June 2005.

Tab. 3. Zużycie ropy naftowej oraz produktów naftowych na świecie w 2004 r.*
Tab. 3. Oil and oil products expenditure worldwide in 2004

Kraje	Zużycie w mln ton	Udział w %
Świat	3 767,1	100,0
USA	937,6	24,9
Chiny	308,6	8,2
Japonia	241,5	6,4
Rosja	128,5	3,4
Niemcy	123,6	3,3
Indie	119,3	3,2
Korea Południowa	104,8	2,8
Kanada	99,6	2,6
Francja	94,0	2,5
Włochy	89,5	2,4
Meksyk	85,2	2,3
Brazylia	84,2	2,2
Wielka Brytania	80,8	2,1
Arabia Saudyjska	79,6	2,1
Hiszpania	77,6	2,1
Polska	21,3	0,6
Pozostałe kraje	1 091,4	28,9

* Zużycie na lądzie, powiększone o zużycie przez międzynarodowy transport lotniczy i morski oraz zużycie i straty w rafineriach. Tabela obejmuje wszystkie kraje, w których zużycie ropy naftowej i produktów naftowych w 2004 r. przekroczyło 2 mln baryłek/dzień oraz Polskę.
Źródło: URE na podstawie danych BP Statistical Review of World Energy, June 2005.

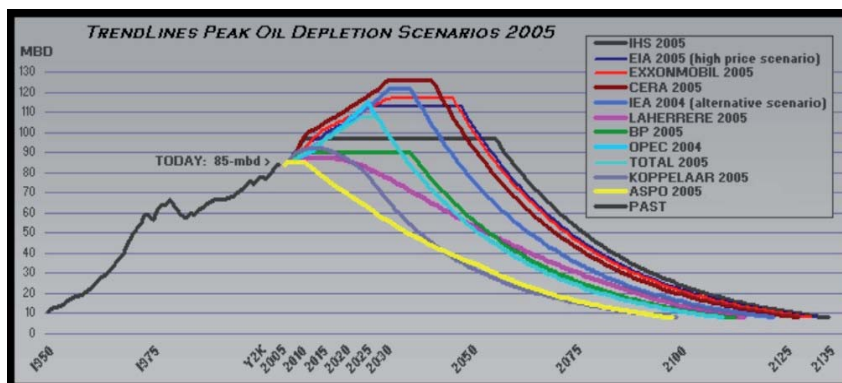
Nie ulega więc wątpliwości, że ropa naftowa jest surowcem mającym wpływ na globalną strategię ekonomiczną w świecie i w poszczególnych krajach. Światowe złoża ropy naftowej są ograniczone. Trudna jest ocena zasobów tego surowca, głównie ze względu na brak pełnej informacji o nowych, nieodkrytych pokładach.

Najbardziej prawdopodobny pogląd o zasobach ropy naftowej prezentuje M.K. Hubbert z Shell Oil. Według jego oceny wzrost wydobycia ropy naftowej osiągnie ekstremum (w latach 1990 – 2100), po czym nastąpi jego spadek.

3.2. Biopaliwa – alternatywa dla ropy naftowej

Pęd ku nowym technologiom, tworzącym tania, a co najważniejsze ekologicznie czystą energię, jest coraz bardziej eksponowany na arenach światowych. Już na przełomie lat 1995 – 1999 większość analityków przewidywało, na jaki czas starczy nam ropy kopalnej. Stały wzrost wydobycia ropy ma osiągnąć w pewnym momencie swoje apogeum, po czym następować będzie stały spadek ilości ropy pojawiającej się na rynkach światowych. Oczywiście wiąże się to z ciągłymi wzrostami cen tego paliwa, w przypadku gdy nie spadnie na nią popyt. Punkt zwrotny, czyli spadek produkcji ropy, ma nastąpić około 2010 r. Krzywa Hubberta (M. King Hubbert, geolog z Shell Oil) sumująca wydobycie surowej ropy z kilku odwiertów. Od momentu wydobycia 50% złoża ilość wydobycia sukcesywnie spada do zera.

Przedstawiona przez Hubberta prognoza jest ciągle aktualizowana i korygowana na podstawie badań geologicznych oceniających nowe złoża ropy naftowej. Prognozy te opracowane przez różne ośrodki, w zależności od posiadanych informacji i przyjętych hipotez, znacznie się od siebie różnią. Zestawienie prognoz zasobów ropy naftowej, wykonane przez różne ośrodki, przedstawiono na rys. 4.



Rys. 4. Prawdopodobne prognozy wydobycia ropy naftowej (według różnych źródeł)

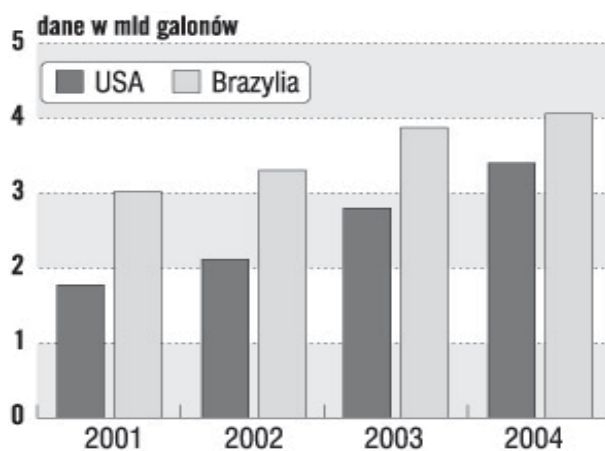
Fig. 4. Probable prognoses of oil obtainment (acc. to various sources)

Z prognozy firmy Shell dotyczącej produkcji energii do 2060 r. wynika, że wyraźnie ograniczy się wykorzystanie energii z paliw konwencjonalnych (węgiel, ropa, a nawet gaz), natomiast znacznie wzrośnie udział produkcji energii ze źródeł niekonwencjonalnych.

Już od 2010 r. należy spodziewać się stałego, wyraźnego spadku wydobycia ropy naftowej, co wiąże się z deficytem ropy na rynku światowym. Ocena zasobów tego surowca jest trudna ze względu na brak pełnej informacji, cele polityczne i społeczne krajów posiadających złoża naftowe. Zmniejszające się zasoby ropy i jej wzrastająca cena – 70 USD za baryłkę – zmuszają do szukania alternatyw. W Brazylii, Europie i USA widać szybki wzrost produkcji biopaliw.

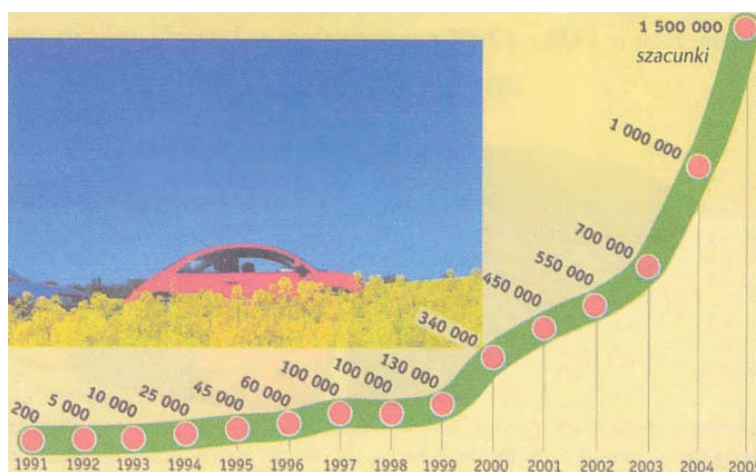
Dziś na rynku biopaliw królują dwa – bioetanol z trzciny cukrowej i biodiesel z rzepaku. Brazylia i Stany Zjednoczone są głównymi producentami bioetanolu, podczas gdy Unia Europejska (UE) jest największym producentem biodiesla. Niemcy, Francja, Szwecja i Hiszpania to państwa UE o największym wykorzystaniu biopaliw w transporcie.

Brazylia jest światowym liderem produkcji etanolu. W 2004 r., destylując 4 miliardy galonów (około 15 miliardów litrów), wyprzedziła takie potęgi, jak USA, które praktycznie tylko z kukurydzy uzyskały 3,5 miliarda galonów (rys. 5), Chiny (1 miliard galonów) czy Indie (500 milionów galonów uzyskanych z trzciny cukrowej).

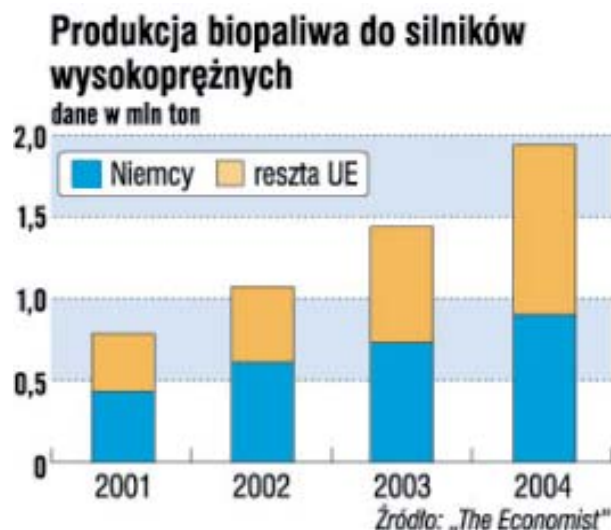


Rys. 5. Produkcja etanolu w USA i Brazylii [mld galonów]
Fig. 5. Ethanol production in the USA and Brazil (bln gallons)

W Europie największym producentem biopaliw są Niemcy (rys. 7). Przyrost sprzedaży biodiesla w latach 1991–2005 w Niemczech przedstawiono na rys. 6.



Rys. 6. Przyrost sprzedaży biodiesla w Niemczech [tony]
Fig. 6. Growth of biodiesel sale in Germany [tons]



Rys. 7. Produkcja biodiesla w Niemczech i UE [tony]
Fig. 7. Biodiesel production in Germany and UE [tons]

Realną możliwość rozwoju produkcji biopaliw w Polsce umożliwiają opracowywane uregulowania prawne w tym zakresie (Ustawa o promocji biopaliw i innych paliw odnawialnych). Istnieje potrzeba oceny zasobów surowcowych i możliwości produkcji tych paliw na skalę przemysłową.

BIBLIOGRAFIA

- Bocheński C. 2003: Biodiesel paliwo rolnicze. Wydawnictwo SGGW.
 Sitnik L. 2004: Ekopaliwa silnikowe. Wydawnictwo Politechniki Wrocławskiej.
 Strategia rozwoju energetyki odnawialnej. Ministerstwo Środowiska 2000.
 Kalina J., Skorek J. 2006: Uwarunkowania technologiczne budowy układów energetycznych zintegrowanych z termicznym zgazowaniem biomasy. Energetyka i Ekologia.

AN ASSESSMENT OF OIL RESOURCES AND PERSPECTIVE OF ITS SUBSTITUTION WITH BIOFUELS

Summary. The article presents data on resources, reserves and current oil obtainment. Furthermore, a prognosis of oil obtainment has been worked out. An analysis has been made of the possibilities of biofuels production in Poland. Potential ways of saving mineral fuels has been pointed out.

Key words: obtainment, oil, biofuels.