

Stefan Ptak

*Instytut Nafty i Gazu – Państwowy Instytut Badawczy*

Janusz Jakóbiec

*AGH Akademia Górniczo-Hutnicza im. St. Staszica w Krakowie*

## Ropa naftowa jako główny surowiec energetyczno-przemysłowy

Ropa naftowa to naturalny i wyjątkowy surowiec przemysłowy. Jest ona obecnie wykorzystywana głównie do produkcji paliw płynnych, stosowanych do napędu środków transportu, ale także do wytwarzania innych produktów niezbędnych do zaspokajania potrzeb gospodarczych świata. Do takich produktów zaliczamy środki smarowe, w tym oleje silnikowe i przemysłowe, smary plastyczne, produkty parafinowe i woski, asfalty drogowe oraz przemysłowe, plastyfikatory naftowe i inne specyfiki naftowe, a także surowce petrochemiczne. Klasyfikacja produktów naftowych otrzymanych w wyniku przerobu ropy naftowej została przedstawiona w normie ISO 8681. W normie tej przetwory naftowe i produkty podobne zostały podzielone na: paliwa, rozpuszczalniki i surowce dla przemysłu chemicznego, środki smarowe, oleje przemysłowe i produkty podobne, woski i asfalty. Ropa naftowa jeszcze przez długie lata będzie podstawowym i strategicznym surowcem w skali globalnej.

Słowa kluczowe: ropa naftowa, produkty naftowe, klasyfikacja produktów naftowych.

### Crude oil as the main energy-industrial raw material

Crude oil is a natural and unique industrial feedstock in the world. It is at present used mainly to produce liquid fuels applied for the propulsion of means of transport, but also for other products necessary to meet the economic needs of the world. These products include lubricants, motor and industrial oils, greases, paraffins and waxes, paving grade and industrial bitumens, plasticizer oils, and other petroleum specifics, and petrochemical raw materials. The classification of petroleum products obtained by processing crude oil was presented in standard ISO 8681. In this standard, petroleum products and related products have been divided into: fuel, solvents and raw materials for the chemical industry, lubricants, industrial oils and related products, waxes and asphalts. Crude oil for many years to come, will be the basic and strategic resource on a global scale.

Key words: crude oil, petroleum products, classification of petroleum products.

### Wstęp

Ropa naftowa, obok gazu ziemnego oraz węgla kamiennego i brunatnego, jest podstawowym, naturalnym surowcem gospodarczym na świecie. Od wielu lat stanowi ona najważniejszy surowiec energetyczny świata. Udział ropy naftowej w zużytych w 2004 roku nośnikach energii pierwotnej wyniósł ponad 37% i był niewiele mniejszy od tego wskaźnika w 1995 roku [29]. Dominująca rola ropy naftowej wynika z tego, że jest ona obecnie prawie wyłącznym surowcem wykorzystywanym do produkcji paliw płynnych stosowanych

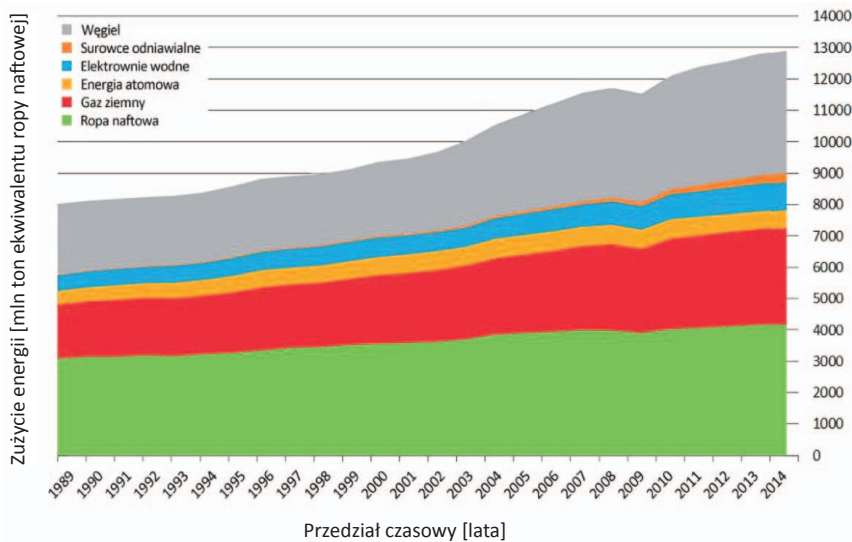
do napędu środków transportu, a także używanym do otrzymywania innych produktów niezbędnych do zaspokajania potrzeb gospodarczych świata, choć produkowanych w znacznie mniejszych ilościach niż paliwa. Do tych produktów zaliczamy środki smarowe, w tym oleje silnikowe i oleje przemysłowe, smary plastyczne, produkty parafinowe i woski, asfalty drogowe i przemysłowe, specyfiki naftowe, plastyfikatory naftowe i surowce petrochemiczne. Zasoby udokumentowane ropy naftowej na 1 stycznia 2004 roku w najzasob-

niejszych w ten surowiec krajach wynosiły ok. 144 mld ton [29]. Zakładając średnie roczne zapotrzebowanie na produkty i surowce naftowe na poziomie około 4 mld ton rocznie, szacuje się, że wystarczy jej na 41 lat [29], licząc od 2004 roku. Należy jednak pamiętać, że w dalszym ciągu odkrywano nowe złoża ropy naftowej, a nowe technologie pozwalają na bardziej efektywne i wydajne jej wydobywanie, co przedłuża panowanie „czarnego złota” jako strategicznej

go surowca na świecie na kolejne lata. Jednocześnie zagrożenie ekologiczne, zwłaszcza nasilanie się „efektu cieplarnianego”, wskazuje na konieczność obniżania udziału nieodnawialnych surowców, takich jak ropa naftowa, w ogólnej puli surowców energetycznych, a rosnący udział krajów słabo rozwiniętych w światowym zużyciu energii może znacząco wpłynąć na szacunki dotyczące zużycia zasobów ropy naftowej.

**Porównanie zużycia surowców energetycznych i zasoby ropy naftowej**

Zużycie surowców energetycznych na świecie na przestrzeni lat przedstawia rysunek 1.



Rys. 1. Zużycie surowców energetycznych na świecie w przeliczeniu na ekwiwalent tony ropy naftowej [6]

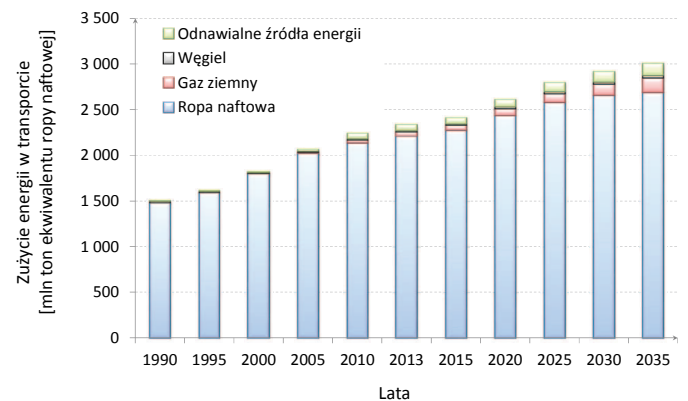
Z przedstawionego wykresu wynika, że zużycie ropy naftowej ma tendencję rosnącą i w 2014 roku wyniosło ponad 4 mld ton. W porównaniu z innymi surowcami energetycznymi ropy naftowej zużywa się najwięcej. W 2014 roku surowiec ten zabezpieczył potrzeby energetyczne świata w 32,3%. W 2003 roku świat zużył 3673 mln ton ropy naftowej, co w odniesieniu do jej zużycia w 1978 roku stanowi wzrost o 22,4% [29], a w 2014 roku w porównaniu do 2003 roku nastąpił wzrost o kolejne 16,3% [6]. Większość światowych zasobów ropy naftowej znajduje się na 330 obszarach (polach naftowych gigantach), a tylko około 30% zasobów występuje na pozostałych 10 000 obszarów. Na koniec 2003 roku szacowane zasoby ropy naftowej kształtowały się na poziomie 156,8 mld ton i były o 0,2 mld ton większe niż na koniec 2002 roku [29].

Udokumentowane światowe zasoby ropy naftowej, zakładając prognozy jej zużycia, wystarczą na kilkadziesiąt lat [29]. Należy jednak pamiętać, że odkrywano są jej kolejne złoża, a wykorzystanie nowych technologii pozwala na

bardziej efektywne i wydajne wydobywanie, co przedłuża panowanie tego surowca jako strategicznego na świecie. Dodatkowo odkrycia związane z gazem w pokładach łupków powiązane z ropą naftową powiększają zasoby tych surowców. Potwierdzone zapasy ropy naftowej na świecie według raportu BP [6] na koniec 2014 roku wynoszą około 218 mld ton, co zabezpiecza świat w ten surowiec na 52,5 roku. Bardziej optymistycznie zasoby ropy naftowej zostały przedstawione w publikacji [5]. Według jej autorów ostrożne szacowania wskazują, że przy średnim wzroście konsumpcji udokumentowane i perspektywiczne zasoby ropy naftowej tylko w złożach konwencjonalnych wystarczą na co najmniej 50 lat, a do tego należy dodać nieuwzględniane dotąd zasoby w złożach niekonwencjonalnych, typu *shale* i *tight*, które według raportu amerykańskiej agencji Energy Information Administration mogą sięgać 45,9 mld ton [5], co przesunęło perspektywę wyczerpania surowca naftowego o kolejne 30 lat.

System *shale oil* odnosi się do niekonwencjonalnych, ciągłych zbiorników zawierających skały macierzyste zasobne w substancję organiczną i wykazujące względnie wysokie

System *shale oil* odnosi się do niekonwencjonalnych, ciągłych zbiorników zawierających skały macierzyste zasobne w substancję organiczną i wykazujące względnie wysokie



Rys. 2. Zużycie różnych surowców do produkcji paliw transportowych

nasycenie ropą, a ubogie w organikę interwały zbiornikowe są traktowane jako szczelne, tzw. *tight*, o niskiej lub ultraniskiej przepuszczalności [4].

Nie można również pominąć zasobów superciężkiej ropy, zlokalizowanych w kanadyjskich piaskach bitumicznych formacji Athabaska [5]. Jeżeli te złoża nadal będą eksploatowane, to według [5] surowca wystarczy na kolejne 30 lat. Podsumowując, autorzy twierdzą, że zasoby ropy naftowej jeszcze

długo mogą zaspokajać potrzeby gospodarcze świata, a ich wyczerpanie może nastąpić na początku przyszłego stulecia.

Potwierdzenie dominującej roli ropy naftowej jako surowca do produkcji paliw płynnych stosowanych do napędu środków transportu przedstawiono na rysunku 2, który obrazuje rzeczywiste zużycie różnych źródeł surowców energetycznych w transporcie do 2013 roku i ich prognozę zużycia do 2035 roku [6].

### Ropa naftowa: źródła pochodzenia, rodzaje i przerób

Najszerzej akceptowaną jest teoria organicznego pochodzenia ropy naftowej, stworzona przez Englera, Höfera i Radziszewskiego. Zgodnie z jej myślą ropa naftowa powstała z tej samej materii organicznej co gaz ziemny, bitumy, pirobituminy i węgle sapropelowe. Najstarsze złoża węglowodorów naftowych odkryto w 1962 roku i ich wiek określono na 950 mln lat [29]. Ropa naftowa i pozostałe naturalne złoża węglowodorowe powstały w wyniku kształtowania przez miliony lat przemian biochemicznych, chemicznych i geochemicznych materii organicznej pochodzącej z obumarłych organizmów roślinnych i zwierzęcych [29]. Surowce te składają się głównie ze złożonej mieszaniny węglowodorów, którym towarzyszą w mniejszych ilościach połączenia tlenowe, siarkowe i azotowe [23] oraz w bardzo małych ilościach związki organiczne zawierające metale i inne pierwiastki, np.: Ni, V, Mn, Fe, Ti, Na, K, As, Pb i inne. Ropa naftowa po wydobyciu ze złoża ma ciemnobrunatną bądź czarną barwę oraz silny i wyrazisty zapach. Jej gęstość jest mniejsza od gęstości wody i waha się zazwyczaj w przedziale 820÷980 kg/m<sup>3</sup>. Właściwości tego surowca różnią się w zależności od miejsca jego wydobycia. Mieszanie różnych rodzajów rop naftowych wymaga szczególnej ostrożności. Najkorzystniejsze z perspektywy ekonomicznej są ropy lekkie, gdyż otrzymuje się z nich niższym kosztem więcej lżejszych frakcji paliwowych (gazów, benzyn oraz oleju napędowego). Lekkie frakcje mogą być również uzyskane z ropy ciężkiej, lecz wymaga to zastosowania dodatkowych technologii i urządzeń.

Ropy naftowe dzielimy według różnych kryteriów, ze względu na:

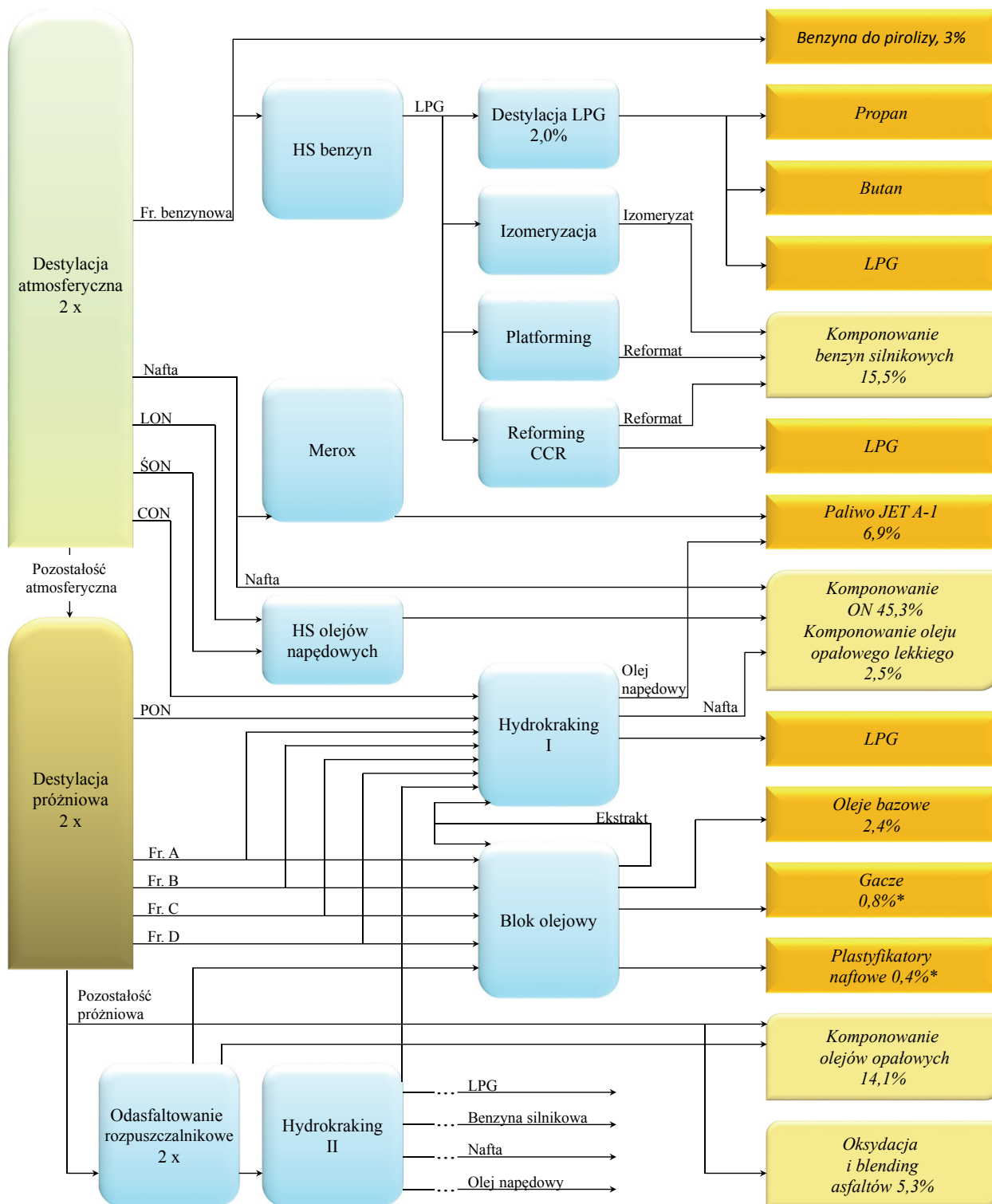
- gęstość – na lekkie (o gęstości poniżej  $g_{15} = 828 \text{ kg/m}^3$ ), średnie ( $g_{15} = 828\div 884 \text{ kg/m}^3$ ), ciężkie (ponad  $g_{15} = 885 \text{ kg/m}^3$ ) [27],
- skład chemiczny – według klasyfikacji Sachanena ropy można podzielić na parafinowe, naftenowe, aromatyczne, asfaltowe, parafinowo-naftenowe, parafinowo-naftenowo-aromatyczne, naftenowo-aromatyczne, naftenowo-aromatyczno-asfaltowe, aromatyczno-asfaltowe [7],
- zawartość siarki – na niskosiarkowe, zwane inaczej słod-

kimi (o zawartości siarki poniżej 0,5% (*m/m*)), siarkowe, o zawartości siarki w przedziale 0,51÷2,0%, oraz wysokosiarkowe, zwane inaczej kwaśnymi, zawierające powyżej 2,0% siarki [27].

Z przerobu ropy naftowej uzyskuje się wiele produktów, półproduktów i surowców. Przykładem pokazującym gamę produktów rafineryjnych otrzymywanych w czasie przerobu ropy naftowej jest schemat technologiczny Rafinerii Gdańskiej w Grupie Lotos, opracowany na podstawie analizy dostępnych informacji, w tym dotyczących programu inwestycyjnego Program 10+ i raportu rocznego Grupy Lotos [10], co przedstawiono na rysunku 3. Przerabiana jest tu głównie ropa REBCO (mieszanka rop rosyjskich pochodzących z różnych złóż, głównie z zachodniej Syberii oraz rejonu Uralu); jej gęstość dochodzi do 865 kg/m<sup>3</sup>, zawartość siarki wynosi około 2,0%, a parafin około 6%.

Obecnie, po realizacji programu inwestycyjnego 10+, w Grupie Lotos tzw. wskaźnik kompleksowości procesu przerobczego (Nelson Complexity Index) jest jednym z najwyższych w Europie i wynosi 10. Odzwierciedla on intensywność przerobu rop naftowych w rafinerii oraz potencjał generowania wartości dodanej przez rafinerię. Należy podkreślić, że są to dane bez uwzględnienia wyników prowadzonego przez Grupę Lotos projektu EFRA, czyli poprawy efektywności przerobu ropy naftowej. Jego realizacja spowoduje, że Grupa Lotos będzie już nie tylko w europejskiej czołówce technologicznej, ale w grupie najnowocześniejszych rafinerii świata [18]. Tak więc przedstawiony schemat technologiczny i uzyski poszczególnych produktów odwzorowują nowoczesną technologicznie rafinerię w ujęciu światowym.

Jak można zauważyć, podstawowymi produktami otrzymywanymi z ropy naftowej są paliwa silnikowe (olej napędowy, benzyna i LPG, paliwa żeglugowe) i paliwa energetyczne (olej opałowy lekki i ciężki), które łącznie stanowią około 85% (*m/m*) produktów z ropy naftowej. Pozostałe produkty to asfalty drogowe i przemysłowe, oleje bazowe grup I, II i III według API, produkty parafinowe, specyfiki naftowe, surowce dla przemysłu chemicznego, siarka i inne.



\* Oszacowanie własne.

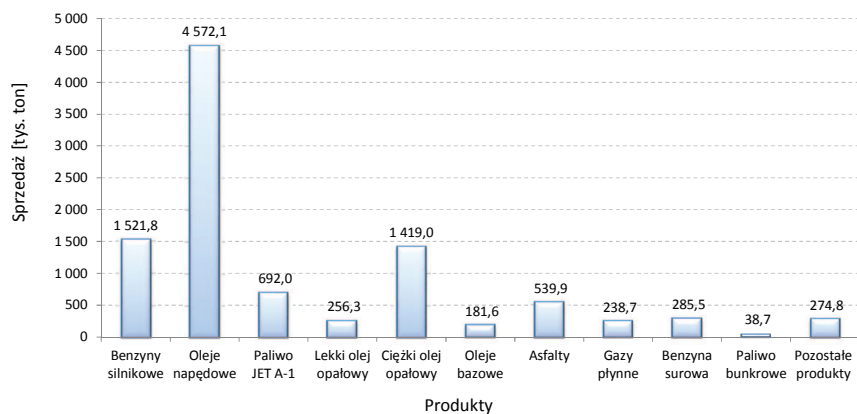
Rys. 3. Schemat technologiczny Rafinerii Gdańskiej w Grupie Lotos (opracowanie własne)

Odzwierciedla to obecne zapotrzebowanie na produkty rafineryjne, których sprzedaż w 2014 roku w Grupie Lotos, na podstawie opublikowanego raportu spółki [10], przedstawiono na rysunku 4.

Z przedstawionego wykresu wynika, że do różnych celów transportowych i energetycznych stosowane są następujące produkty naftowe: olej napędowy, benzyny silnikowe

we, olej opałowy ciężki, paliwo JET A-1, lekki olej opałowy, gaz płynny LPG, stanowiące około 86% (m/m) uzyskanych produktów, natomiast udział masowy pozostałych produktów naftowych jest obecnie niewielki.

Analiza wytwarzanych produktów naftowych pokazuje wyjątkowe cechy ropy naftowej, umożliwiającej elastyczne, w określonym zakresie, otrzymywanie różnych produk-



Rys. 4. Sprzedaż produktów naftowych Grupy Lotos w 2014 roku [10]

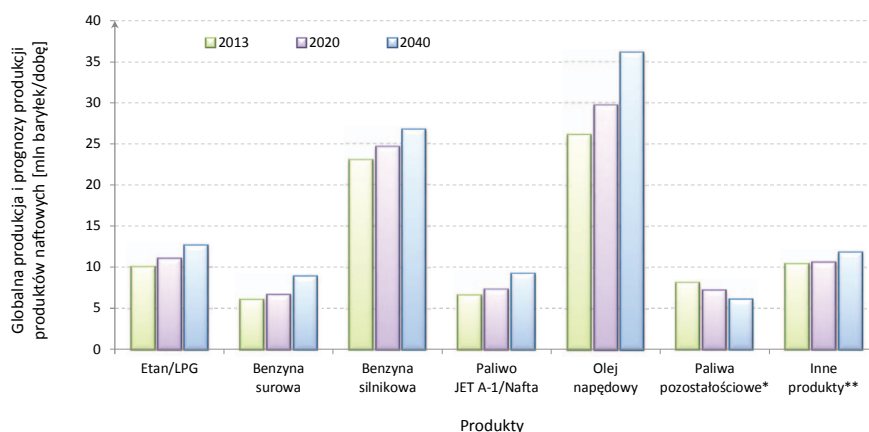
tów w zależności od potrzeb rynkowych. Kolejną zaletą ropy naftowej w porównaniu z innymi surowcami naturalnymi jest możliwość wytwarzania również takich produktów jak mineralne oleje bazowe, gacze parafinowe, asfalty drogowe i przemysłowe, plastyfikatory naftowe, a także surowce

– oleje bazowe mineralne grup I, II i III według API wytwarzane z próżniowych frakcji naftowych w różnych procesach technologicznych nadal stanowią obecnie zdecydowaną większość olejów bazowych wykorzystywanych do produkcji olejów silnikowych [22].

### Światowe zapotrzebowanie na produkty naftowe

Na rysunku 5, opracowanym na podstawie raportu OECD [20], przedstawiono prognozowane zmiany globalnego rynku produktów na lata 2020–2040 w odniesieniu do 2013 roku.

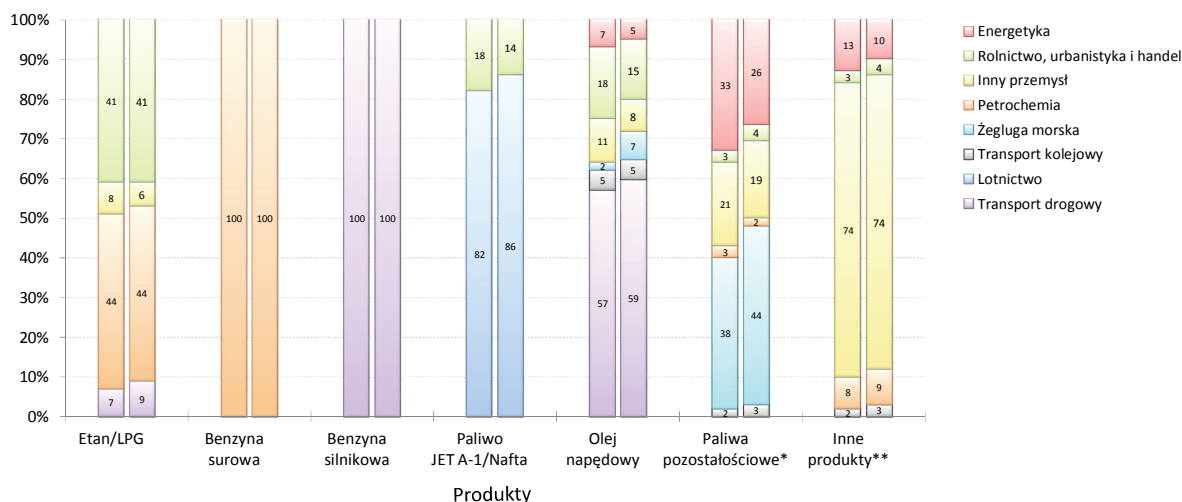
Wykorzystanie różnych produktów naftowych w światowej gospodarce prognozowane na 2040 rok w odniesieniu do 2013 roku zostało zaprezentowane na rysunkach 6 i 7, opracowanych na podstawie raportu [20].



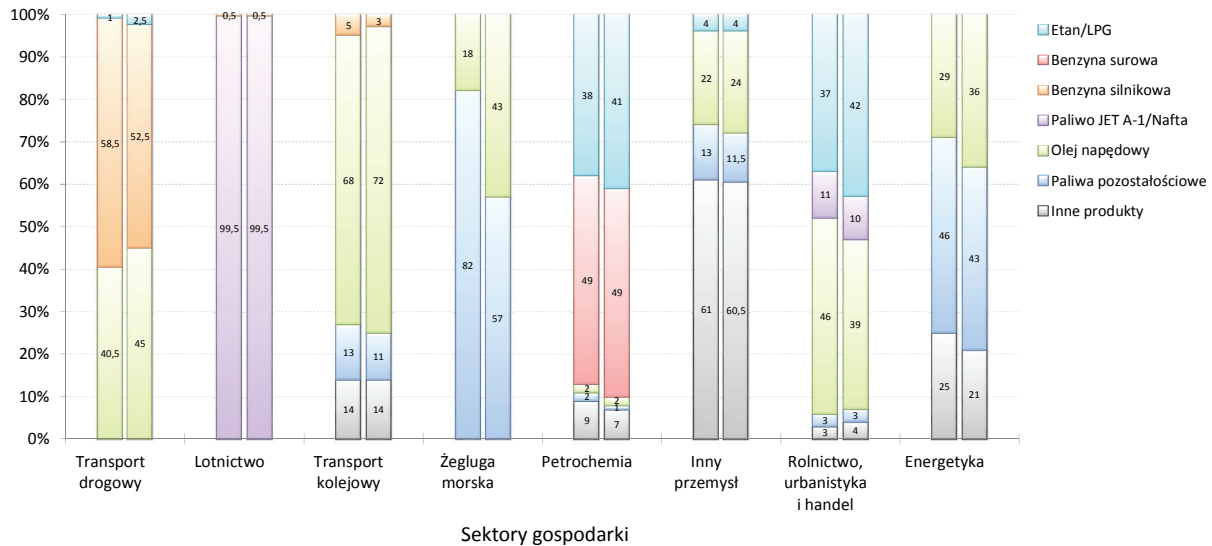
\* Włączając zużycie oleju opalowego w rafineriach.

\*\* Włączając: asfalty, środki smarowe, koks naftowy, woski, gazy rafineryjne, siarkę, bezpośrednie zużycie ropy naftowej i inne.

Rys. 5. Prognozowane zmiany rynku produktów naftowych



Rys. 6. Procentowy udział poszczególnych sektorów przemysłowych w wykorzystaniu puli wybranych produktów naftowych w 2013 roku (pierwsza kolumna każdej pary) i prognoza na 2040 rok (druga kolumna)



Rys. 7. Procentowy udział zużycia poszczególnych produktów naftowych w różnych sektorach gospodarki w 2013 roku (pierwsza kolumna każdej pary) i prognoza jego zmian na 2040 rok (druga kolumna)

### Klasyfikacja produktów naftowych

Przeróbka ropy naftowej umożliwia, jak opisano wcześniej, uzyskiwanie różnych produktów, półproduktów i surowców. Podział przetworów naftowych i produktów podobnych został przedstawiony w normie ISO 8681:1986 (tablica 1) [43].

Tablica 1. Ogólna klasyfikacja przetworów naftowych i produktów podobnych

Klasa	Oznaczenie
F	Paliwa
S	Rozpuszczalniki i surowce dla przemysłu chemicznego
L	Środki smarowe, oleje przemysłowe i produkty podobne
W	Woski
B	Asfalty

Poniżej przedstawiono krótkie omówienie poszczególnych klas przetworów naftowych i produktów podobnych.

- Klasa F** obejmuje paliwa, które stanowią najważniejszą grupę produktów naftowych.
  - Oleje napędowe, stosowane do napędu samochodów z silnikiem o zapłonie samoczynnym, które są największym ilościowo produktem uzyskiwanym z ropy naftowej – na świecie rocznie wytwarza się ich obecnie około 1200 mln ton [20]. Wymagania jakościowe są przedstawione w Światowej Karcie Paliw [31], w Unii Europejskiej stosowana jest dyrektywa 2009/30/WE [33] i norma EN 590 [39].
  - Benzyny silnikowe, stosowane do napędu samochodów z silnikiem o zapłonie iskrowym, które są kolej-

nym ilościowo produktem otrzymywanym z ropy naftowej, wytwarzanym obecnie na świecie w ilości około 1080 mln ton rocznie [20]. Wymagania jakościowe są przedstawione w Światowej Karcie Paliw [31], w Unii Europejskiej stosowana jest dyrektywa 2009/30/WE [33] i norma EN 228 [37].

- Paliwo lotnicze JET A-1, stosowane do samolotów z silnikami turbinowymi. Zapotrzebowanie roczne na świecie na to paliwo wynosi około 320 mln ton [20]. Wymagania jakościowe są przedstawione w normie ASTM D1655-15d [34] i normie Defence Standard 91-91, kod NATO F-35 [35].
- Paliwo LPG (propan-butan), stosowane do napędu samochodów z silnikiem o zapłonie iskrowym i zapłonie samoczynnym lub do wytwarzania energii w gospodarstwach domowych i zakładach przemysłowych. Roczna światowa produkcja LPG i etanu wynosi około 435 mln ton [20], w tym LPG do celów transportowych zużywa się obecnie około 20 mln ton rocznie [20]. Wymagania jakościowe dla LPG wykorzystywanego w transporcie w Unii Europejskiej przedstawiono w normie EN 589 [38].
- Olej opałowy lekki, stosowany do wytwarzania energii cieplnej w gospodarstwach domowych i zakładach przemysłowych. Wymagania jakościowe w Polsce przedstawiono w normie PN-C 96024 [36].
- Olej opałowy ciężki, stosowany do wytwarzania energii cieplnej w zakładach przemysłowych i do napędu silników wolnoobrotowych w żegludze morskiej i lądowej. Na świecie rocznie ciężkich olejów opałowych

wytwarza się obecnie około 390 mln ton [20]. Wymagania jakościowe w Polsce przedstawiono w normie PN-C 96024.

- Koks naftowy, uzyskiwany w procesie opóźnionego koksowania z przerobu pozostałości próżniowych w rafineriach, które dążą do maksymalizacji produkcji paliw kosztem eliminacji produkcji olejów opałowych ciężkich i asfaltów. W 2012 roku na świecie wyprodukowano około 121 mln ton koksu naftowego [21].
2. **Klasa L** obejmuje środki smarowe, oleje silnikowe, przemysłowe i produkty podobne.
- Do środków smarowych zalicza się oleje smarowe, smary plastyczne i specyfiki naftowe. Obecne zapotrzebowanie na środki smarowe na świecie jest rzędu 40 mln ton rocznie, co stanowi około 1,0% zapotrzebowania na produkty przeróbki ropy naftowej [22]. Pomimo małej ilościowo produkcji w porównaniu do innych produktów naftowych środki smarowe mają najszerszy asortyment. Charakteryzują się one różnym składem chemicznym i różnymi parametrami użytkowymi, co jest spowodowane ich bardzo rozległym zastosowaniem [25]. Środki smarowe składają się z olejów bazowych i dodatków uszlachetniających w różnych proporcjach, w zależności od wymagań jakościowych dotyczących produktu końcowego. Podstawowym składnikiem środków smarowych są bazowe oleje mineralne i/lub syntetyczne. Zużycie roczne wszystkich rodzajów olejów bazowych wynosi około 36 mln ton [26]. Roczne zapotrzebowanie na mineralne bazy olejowe grup I, II, III według API jest w dalszym ciągu duże i stanowi około 90% zużycia olejów bazowych [22]. Oleje silnikowe, najważniejsza grupa olejów smarowych, stanowiąca ponad 50% produkcji wszystkich środków smarowych, posiadają własne wymagania jakościowe i lepkościowe, które istotnie różnią się od wymagań dotyczących pozostałych olejów smarowych. Klasyfikację lepkościową olejów silnikowych opracowało i stale aktualizuje amerykańskie Stowarzyszenie Inżynierów Samochodowych (SAE) [17]. Jakość olejów silnikowych określana jest na podstawie amerykańskiej klasyfikacji API [13] oraz klasyfikacji europejskiej ACEA [15]. W ostatnich latach nowe specyfikacje dla olejów smarowych do silników benzynowych opracował Międzynarodowy Komitet Normalizacji i Atestacji Środków Smarowych ILSAC (International Lubricant Standardization and Approval Committee) [14]. Oleje przekładniowe samochodowe ze względu na wysokie obroty i duże zmienne

obciążenia występujące w przekładniach pojazdów transportowych – i w związku z tym wysokie wymagania jakościowe – posiadają własną klasyfikację jakościową według systemu API [16] i lepkościową według SAE [12]. Międzynarodowa Organizacja Normalizacyjna (ISO) znormalizowała i ujedynoliciła klasyfikację przemysłowych środków smarowych, biorąc pod uwagę istniejące krajowe klasyfikacje, a w szczególności osiągnięcia w tym obszarze organizacji normalizacyjnych amerykańskich i niemieckich [25], która ujmuje praktycznie wszystkie pozostałe środki smarowe i produkty podobne z klasy L z wyjątkiem środków smarowych dla specjalnych sektorów gospodarczych, np. przemysłu lotniczego, kosmicznego i jądrowego.

Obowiązująca obecnie norma klasyfikacyjna ISO 6743-99 [42] przemysłowych środków smarowych wyróżnia 18 grup. Grupy te mają rozbudowaną klasyfikację, a dla poszczególnych kategorii w grupach opracowane zostały przez ISO wymagania jakościowe. Klasyfikację lepkościową dla przemysłowych środków smarowych opracowano w normie ISO 3448 [40]. Oleje bazowe grupy I według API, choć coraz częściej zastępowane olejami bazowymi gr. II i III, w produkcji olejów smarowych stanowią nadal ponad 50% [22] zużycia baz olejowych. Oleje te wytwarzane są na instalacjach bloku olejowego. W wyniku przerobu frakcji próżniowych w procesie selektywnej rafinacji rozpuszczalnikowej powstaje obok rafinatu ekstrakt, jako produkt odpadowy, który ma zastosowanie również jako plastyfikator naftowy. Natomiast w procesie odparafinowania rozpuszczalnikowego rafinatu oprócz deparafinatu otrzymywany jest gacz, który stanowi cenny surowiec do produkcji wyrobów parafinowych. Końcowym procesem jest hydrorafinacja deparafinatu i uzyskanie oleju bazowego.

- Plastyfikatory naftowe są sklasyfikowane w normie ISO 6743-10:1989 [41], w której ujęto szczegółową klasyfikację środków smarowych używanych do specyficznych zastosowań o stosunkowo małym zapotrzebowaniu ilościowym. Plastyfikatory naftowe wykorzystywane są jako dodatek zmiękczający w procesach wulkanizacji kauczuków, szczególnie kauczuków syntetycznych styrenowo-butadienowych (SBR), oraz jako składnik mieszanek gumowych w procesie ich wytwarzania i wulkanizacji. Plastyfikatory naftowe dzielą się na aromatyczne, naftenowe i parafinowe, w zależności od udziału węgla w strukturach aromatycznych, naftenowych i parafinowych. Plastyfikatory naftowe dzielimy na: DAE, TDAE, MES, RAE

i plastyfikatory naftenowe. Wysokoaromatyczne oleje naftowe, stosowane jako oleje-zmiękczacze (plastyfikatory) w produkcji kauczuków i gumy, powszechnie uznawane są za produkty zawierające związki rakotwórcze. Oznacza to konieczność eliminowania wysokoaromatycznych olejów z wyrobów gumowych, szczególnie z opon, ponieważ w trakcie ich eksploatacji, w efekcie ścierania bieżnika, generowane są zanieczyszczenia szkodliwe dla zdrowia ludzkiego i środowiska naturalnego [1]. W lipcu 2005 roku Parlament Europejski uchwalił 27. poprawkę do dyrektywy 76/769/EEC [32], w której wprowadził zakaz stosowania ekstraktów wysokoaromatycznych o przekroczonym limicie zawartości wielopierścieniowych węglowodorów aromatycznych od dnia 1 stycznia 2010 roku, co spowodowało zakaz używania plastyfikatora wysokoaromatycznego DAE. Światowe zapotrzebowanie na plastyfikatory po 2010 roku wynosi około 1,3 mln ton rocznie [2]. Szczegółowe wymagania jakościowe w stosunku do plastyfikatorów naftowych zostały opracowane przez producentów i firmy wykorzystujące je w produkcji.

3. **Klasa W** obejmuje woski, do których zaliczamy produkty parafinowe wytwarzane z gaczków naftowych, będących, jak wspomniano wyżej, produktami ubocznymi instalacji do odparafinowania rozpuszczalnikowego rafinatów, wchodzących w skład rafineryjnych bloków olejowych. Szeroki asortyment znajduje zastosowanie w wielu dziedzinach działalności gospodarczej. Zapotrzebowanie na gacze do przeróbki w kierunku wytwarzania wosków naftowych (parafin i mikrowosków) kształtuje się na poziomie od 3,6 mln ton do 4,8 mln ton na rok [9, 30].
4. **Klasa S** obejmuje rozpuszczalniki i surowce dla przemysłu chemicznego. Do klasy tej zaliczamy szeroką gamę produktów otrzymanych poprzez destylację lub ekstrakcję reformatów (co pozwala na uzyskanie związków aromatycznych), pirolizę benzyny surowej (co pozwala uży-

skiwać olefiny), procesy destrukcyjne (w tym wodorowe) frakcji próżniowych (w wyniku których powstają strumienie gazów węglowodorowych) oraz inne procesy petrochemiczne zapewniające otrzymywanie różnych produktów chemicznych. Obecnie roczne zapotrzebowanie na frakcje naftowe na potrzeby przemysłu petrochemicznego wynosi około 440 mln ton [20].

Do surowców dla przemysłu chemicznego i rozpuszczalników zaliczamy:

- etylen, na który obecne zapotrzebowanie na świecie wynosi około 170 mln ton na rok [19];
- propylen, na który zapotrzebowanie na świecie w 2012 roku wyniosło około 80 mln ton [24];
- butadien, na który zapotrzebowanie na świecie w 2014 roku wyniosło około 15 mln ton [11];
- benzen, na który zapotrzebowanie na świecie w 2012 roku wyniosło około 42 mln ton [4];
- toluen, na który zapotrzebowanie na świecie w 2012 roku wyniosło około 14 mln ton [4];
- ksyleny, na które zapotrzebowanie na świecie w 2012 roku wyniosło około 40 mln ton [4].

W wyniku dalszego przerobu tych surowców w instalacjach technologicznych, często zlokalizowanych na terenie rafineryjnym, wytwarzane są kolejne produkty petrochemiczne: polietylen, polipropylen, fenol, etylobenzen, tlenki etylenu, glikole, p-ksylen, kwas tereftalowy i inne.

5. **Klasa B** obejmuje asfalty, które można podzielić na asfalty drogowe, asfalty modyfikowane polimerami, asfalty przemysłowe, asfalty upłynnione i fluksowane oraz emulsje asfaltowe kationowe. Unia Europejska posiada własne normy jakościowe na produkty asfaltowe, które zostały opracowane przez Europejski Komitet Normalizacyjny (CEN) w Komitecie Technicznym CEN/TC 336 „Lepiszczą asfaltowe” [8]. Zapotrzebowanie światowe na produkty asfaltowe według [28] szacuje się na ponad 100 mln ton na rok.

## Podsumowanie

Ropa naftowa jeszcze przez długie lata będzie podstawowym i strategicznym surowcem w skali globalnej, a kraje posiadające ten surowiec mają znaczną przewagę w budowaniu zasobności swoich mieszkańców. Zasoby ropy naftowej oceniane są przez różnych autorów na kilkadziesiąt lat, a bardziej optymistyczne prognozy podają, że ropy naftowej wystarczy do początku następnego wieku, co pozwoli kolejnym pokoleniom ludzi korzystać z dobrodziejstwa tego wyjątkowego surowca naturalnego. Ropa naftowa, będąca mieszaniną bardzo wielu węglowodorów o różnej masie cząsteczkowej, sta-

nowi najbardziej uniwersalny spośród podstawowych surowców naturalnych. Ta wyjątkowa uniwersalność pozwala na wytwarzanie z niej wielu różnorodnych produktów. Obecnie potwierdzeniem tego jest zaspokajanie światowych potrzeb paliw płynnych stosowanych do napędu środków transportu lądowego w ponad 94% z ropy naftowej, a w 100% w przypadku transportu lotniczego [20]. Należy mieć jednak na uwadze, że spalanie paliw płynnych i energetycznych powoduje wzrost zanieczyszczenia środowiska i ma również wpływ na nasilenie się efektu cieplarnianego.



Kolejną zaletą ropy naftowej w porównaniu z innymi surowcami naturalnymi jest możliwość wytwarzania również takich produktów jak: mineralne oleje bazowe – stosowane do produkcji środków smarowych, gacze – stosowane do produkcji wyrobów parafinowych, asfalty drogowe i przemysłowe, plastyfikatory naftowe, a także surowce dla przemysłu petrochemicznego i inne. Produkty te, pomimo znacznie mniejszego

zapotrzebowania ilościowego na nie niż na paliwa, są niezbędne do prawidłowego funkcjonowania gospodarek na świecie.

Wyczerpanie zasobów ropy naftowej w przyszłości stanowić będzie wielkie wyzwanie dla kolejnych pokoleń ludzkości, aby zastąpić ten wyjątkowy, naturalny surowiec innymi, które pozwolą, aby nasza cywilizacja mogła dalej normalnie funkcjonować i się rozwijać.

Prosimy cytować jako: Nafta-Gaz 2016, nr 6, s. 451–460, DOI: 10.18668/NG.2016.06.09

Artykuł nadesłano do Redakcji 2.12.2015 r. Zatwierdzono do druku 12.04.2016 r.

## Literatura

- [1] Bartyzel A.: *Badanie selektywności rozpuszczalników organicznych stosowanych w procesach ciągłej ekstrakcji rozpuszczalnikowej wysokoaromatycznych olejów naftowych*. Nafta-Gaz 2012, nr 10, s. 693–698.
- [2] Bastardo-Zambrano L.: *The Global Naphthenic Market. Present and Future-Challenges and Opportunities*, NYNAS, Kraków 2011.
- [3] Bender M.: *Global aromatics supply – today and tomorrow*. Konferencja New Technologies and Alternative Feedstocks in Petrochemistry and Refining DGMK, Drezno 2013.
- [4] Bieleń W., Matysik I.: *Shale oil – nowy aspekt poszukiwania niekonwencjonalnych złóż węglowodorów w formacjach łupkowych*. Nafta-Gaz 2013, nr 12, s. 879–886.
- [5] Bochen A. (red.): *Nafta polska*. Bydgoszcz, Polska Izba Paliw Płynnych, 2015.
- [6] BP: *BP Statistical Review of World Energy. June 2015*. <https://www.bp.com/content/dam/bp/pdf/energy-economics/statistical-review-2015/bp-statistical-review-of-world-energy-2015-full-report.pdf> (dostęp: sierpień 2015).
- [7] *Cieple paliwa opałowe i napędowe*. [http://fluid.wme.pwr.wroc.pl/~spalanie/dydaktyka/spalanie\\_wyklad\\_mechanika/PALIWA/3\\_Cieple\\_paliwa.pdf](http://fluid.wme.pwr.wroc.pl/~spalanie/dydaktyka/spalanie_wyklad_mechanika/PALIWA/3_Cieple_paliwa.pdf) (dostęp: październik 2015).
- [8] Europejski Komitet Normalizacyjny (CEN)/TC 336 – *Bituminous binders*.
- [9] Freund M., Csikos R., Kesztheley S., Mozes G.: *Paraffin Products: Properties, Technologies, Applications*. Budapest, Akademiai Kiado, 1982.
- [10] Grupa Lotos: Raport za 2014. <http://raportroczny.lotos.pl/pl/wyniki-i-perspektywy/wyniki-segmentow/dzialalnosc-operacyjna> (dostęp: październik 2015).
- [11] Ibbotson A., Lopes C.: *Global Petrochemical Overview: Changing Olefins Markets*. 34 Latin American Petrochemical Annual Meeting, Apla, 10 listopada 2014.
- [12] Klasyfikacja jakościowa olejów przekładniowych według Amerykańskiego Instytutu Nafty (API).
- [13] Klasyfikacja jakościowa olejów silnikowych według Amerykańskiego Instytutu Nafty (API).
- [14] Klasyfikacja jakościowa olejów silnikowych według Międzynarodowego Komitetu Standardów i Aprobat Środków Smarnych (International Lubricant Standardization and Approval Committee – ILSAC).
- [15] Klasyfikacja jakościowa olejów silnikowych według Stowarzyszenia Europejskich Producentów Samochodów (Association des Constructeurs Européens d'Automobiles – ACEA).
- [16] Klasyfikacja lepkościowa olejów przekładniowych samochodowych według Society of Automotive Engineers, SAE J 306.
- [17] Klasyfikacja lepkościowa olejów silnikowych według Society of Automotive Engineers, SAE J 300.
- [18] *Lotos stawia na ciągły rozwój*. <http://www.rynekinwestycji.pl/lotos-stawia-na-ciagly-rozwoj/> (dostęp: czerwiec 2015).
- [19] Możeński C., Igras J.: *Przemysł nawozowy – czy to już historia, czy przyszłość polskiej chemii?* 8 Kongres Technologii Chemicznej, Rzeszów 2015.
- [20] OPEC: *World Oil Outlook 2014*. [www.opec.org](http://www.opec.org) (dostęp: październik 2015).
- [21] *Petroleum coke, total production (thousand metric tons) – for all countries*. <http://www.factfish.com/statistic/petroleum%20coke,%20total%20production> (dostęp: październik 2015).
- [22] Phadke M.: *A global supply and demand overview of the base oils market*. KLINE, 18 ICIS World Base Oils and Lubricants, London 2014.
- [23] Pilat S.: *Zarys technologii nafty*. Reprint, Kraków 2001.
- [24] *Propene (Propylene)*. <http://www.essentialchemicalindustry.org/chemicals/propene.html> (dostęp: październik 2015).
- [25] Ptak S.: *Klasyfikacja jakościowa i charakterystyka przemysłowych środków smarowych*. Nafta-Gaz 2012, nr 7, s. 454–461.
- [26] Rühle T.: *Hydraulic Fluids: Future and Present – The perspective of an Additive Supplier*. ACI European Base Oil and Lubricant Conference, Kraków 2011.
- [27] Rutkowski M.: *Technologia chemiczna ropy naftowej i gazu*. Wrocław, Politechnika Wroclawska, 1976.
- [28] Smakowski T., Ney R., Galos K. (red.): *Bilans gospodarki surowcami mineralnymi Polski i świata 2012*. Państwowy Instytut Geologiczny – PIB, Warszawa 2014.
- [29] Surygała J. (red.): *Ropa naftowa: właściwości, przetwarzanie, produkty*. Vademecum Rafinera. Warszawa, WNT, 2006.
- [30] Totten G. E. (ed.): *Fuels and Lubricants Handbook: Technology, Properties, Performance and Testing*. Part 19: *Petroleum Waxes*. ASTM International, 2003.
- [31] *Worldwide Fuel Charter*. Fifth Edition. September 2013. [http://www.acea.be/uploads/publications/Worldwide\\_Fuel\\_Charter\\_5ed\\_2013.pdf](http://www.acea.be/uploads/publications/Worldwide_Fuel_Charter_5ed_2013.pdf) (dostęp: październik 2015).

## Akty prawne i normatywne

- [32] Dyrektywa 2005/69/WE Parlamentu Europejskiego i Rady z dnia 16 listopada 2005 r. zmieniająca po raz dwudziesty siódmy dyrektywę Rady 76/769/EWG w sprawie zbliżenia przepisów ustawowych, wykonawczych i administracyjnych Państw Członkowskich odnoszących się do ograniczeń we wprowadzaniu do obrotu i stosowaniu niektórych substancji i preparatów niebezpiecznych (wielopierścieniowych węglowodórów aromatycznych w olejach-zmiękczacach i oponach).

- [33] Dyrektywa Parlamentu Europejskiego i Rady 2009/30/WE z dnia 23 kwietnia 2009 r. zmieniająca dyrektywę 98/70/WE odnoszącą się do specyfikacji benzyny i olejów napędowych, wprowadzająca mechanizm monitorowania i ograniczania emisji gazów cieplarnianych, zmieniająca dyrektywę Rady 1999/32/WE odnoszącą się do specyfikacji paliw wykorzystywanych przez statki żeglugi śródlądowej oraz uchylającą dyrektywę 93/12/EWG.
- [34] Norma ASTM D1655 – 15d *Standard Specification for Aviation Turbine Fuels.*
- [35] Norma Defence Standard 91-91/5.
- [36] Norma PN-C 96024:2011 *Przetwory naftowe. Oleje opałowe.*
- [37] Norma PN-EN 228:2012 *Paliwa do pojazdów samochodowych. Benzyna bezołowiowa. Wymagania i metody badań.*
- [38] Norma PN-EN 589:2012 *Paliwa do pojazdów samochodowych. LPG. Wymagania i metody badań.*
- [39] Norma PN-EN 590:2013 *Paliwa do pojazdów samochodowych. Oleje napędowe. Wymagania i metody badań.*
- [40] Norma PN-ISO 3448:2009 *Przemysłowe ciekłe środki smarowe. Klasyfikacja lepkościowa ISO.*
- [41] Norma PN-ISO 6743-10:1989 *Środki smarowe, oleje przemysłowe i produkty podobne (klasa L). Klasyfikacja. Część 10: Grupa Y (Inne zastosowania).*
- [42] Norma PN-ISO 6743-99:2009 *Środki smarowe, oleje przemysłowe i produkty podobne (klasa L). Klasyfikacja. Postanowienia ogólne.*
- [43] Norma PN-ISO 8681:2015 *Przetwory naftowe i produkty podobne. Metoda klasyfikacji. Definicja klas.*



Mgr inż. Stefan PTAK  
Główny specjalista inżynierjno-techniczny;  
kierownik Zakładu Olejów, Środków Smarowych  
i Asfaltów  
Instytut Nafty i Gazu – Państwowy Instytut Badawczy  
ul. Lubicz 25 A, 31-503 Kraków  
E-mail: [stefan.ptak@inig.pl](mailto:stefan.ptak@inig.pl)



Prof. dr hab. inż. Janusz JAKÓBIEC  
Profesor w Katedrze Technologii Paliw  
na Wydziale Energetyki i Paliw.  
Akademia Górniczo-Hutnicza  
al. Mickiewicza 30  
30-059 Kraków  
E-mail: [jjakobie@agh.edu.pl](mailto:jjakobie@agh.edu.pl)

## OFERTA

### ZAKŁAD PRODUKCJI DOŚWIADCZALNEJ I MAŁOTONAŻOWEJ ORAZ SPRZEDAŻY

Zakres działania:

- produkcja małotonażowa i sprzedaż specyfików naftowych w ilościach od 10 do 25 000 kg/szarzę:
  - » olejów i środków smarowych,
  - » specyfików naftowych dla wojska,
  - » preparatów myjących,
  - » inhibitorów korozji i rdzewienia,
  - » dodatków i pakietów dodatków uszlachetniających (dobieranie do paliw indywidualnie):
    - do przerobu ropy naftowej (procesowe),
    - do benzyn silnikowych,
    - do paliw lotniczych,
    - do olejów napędowych,
    - do olejów opałowych,
    - do paliw alternatywnych (biopaliw),
    - biocydów do paliw naftowych i biopaliw,
- opracowywanie kart charakterystyki substancji i mieszanin niebezpiecznych zgodnie z obowiązującymi przepisami prawnymi.



**Kierownik:** dr Winicjusz Stanik  
**Adres:** ul. Łukasiewicza 1, 31-429 Kraków  
**Telefon:** 12 617 75 25, 12 617 75 53  
**Faks:** 12 617 75 13, 12 617 75 22  
**E-mail:** [winicjusz.stanik@inig.pl](mailto:winicjusz.stanik@inig.pl)

