



Monika Adamiec-Gorszka, Tadeusz Noch

Wydział Nauk Inżynierskich, Gdańska Szkoła Wyższa

Analiza eksploatacji zasobów surowców energetycznych

1. Wstęp

W XXI wieku ropa naftowa jest głównym źródłem energii pozyskiwanej przede wszystkim dla przemysłu motoryzacyjnego. Dynamicznie rozwijająca się gospodarka w XIX wieku była ukierunkowana na rozwój, nie bacząc na problem wyczerpywania się zasobów ropy naftowej czy degradacji środowiska. Od niedawna prowadzone są badania nad alternatywnymi źródłami energii potrzebnej do napędzania silników spalinowych. Na rynek wprowadzono samochody elektryczne, jednak nawet, gdyby zastąpiono nimi całkowicie silniki benzynowe i napędowe, to jednak pozostaje problem innych pojazdów i maszyn napędzanych paliwem, jak silniki samolotów odrzutowych czy silniki statków. Aby zapobiec szybkiemu wyczerpywaniu nieodnawialnych źródeł ropy, producenci szukają alternatyw modyfikując skład paliw, zmieniając technologię przetwarzania surowca, ale również zaczynamy obserwować w świecie nauki badania nad produkcją „sztucznej ropy”. Aby tego dokonać, znajomość powstania ropy oraz technologii jej przerobu stanowią coraz większe zainteresowanie naukowców.

Prawidłowa organizacja produkcji spełnia podstawowe funkcje w przedsiębiorstwie, które mają wpływ na funkcje produkcji. Wszelkie działania systemowe są ukierunkowane na dynamiczny rozwój organizacji produkcji w funkcji potrzeb rynkowych. Powiązania materiałowe, energetyczne i informacyjne występują jako elementy systemu produkcyjnego. Kluczowym elementem organizacji produkcji są koszty materiałów i metody redukcji kosztów na etapie projektowania produktu i technologii [1, s. 204].

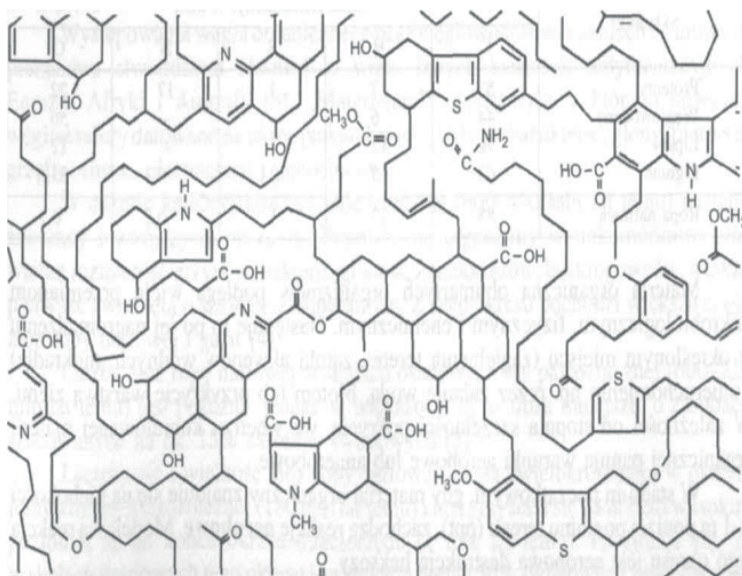
2. Geneza ropy naftowej

Istnieją dwie teorie opisujące genezę ropy naftowej. Najpopularniejsza teoria wskazuje, że ropa naftowa powstała z materii organicznej w procesie przemian mikrobiologicznych, chemicznych, fizycznych i geochemicznych. Teoria ta została przedstawiona przez Engler'a i Hoefler'a, po tym, jak podczas destylacji rybiego tranu uzyskali produkt podobny składem do ropy [2, s. 8–10]. Inna teoria „roślinna” została przedstawiona w 1877 roku przez Bronisława Radziszewskiego. Podczas fermentacji

celulozy uzyskał on metan i dwutlenek węgla oraz wykazał obecność chlorofilu w ropie surowej [2, s. 8–10]. Obie teorie dotyczące materii organicznej, precyzują dokładnie źródło jej powstania, uznano zatem, że podstawą powstania *złota XXI wieku* jest mieszanina szczątków roślinnych i zwierzęcych, zaś ich proporcje stanowią o rodzaju surowca. Obecna technologia potwierdza zasadność tej teorii, tym bardziej, że zarówno ropa, jak i jej produkty są optycznie czynne.

Druga mniej znana teoria została przedstawiona przez samego Dmitrija Mendelejewa, twórca układu okresowego pierwiastków twierdził, że ropa powstała z acetyleny w wyniku reakcji pary wodnej z węglkami metali ciężkich [2, s. 8–10] [3, s. 13]. Teoria ta jednak nie miała poparcia w środowisku naukowców.

Organizmy żywe zbudowane są z takich substancji, jak białka, węglowodany, lipidy, glikozydy, taniny, żywice, ligniny, pigmenty roślinne lub zwierzęce, a węglowodory występują w postaci biomarkerów [4, s. 49]. W składzie ropy naftowej znajdują się również śladowe ilości takich pierwiastków jak węgiel, wodór, siarka, azot, tlen, chlor, magnez, żelazo, nikiel czy wanad [4, s. 49] [5, s. 256]. Według teorii organicznej, zgromadzona martwa materia przykryta została warstwą mieszaniny wody i błota. Duży wpływ na reakcje, jakie zachodziły pod utworzoną warstwą mieszaniny była jej grubość, która regulowała dopływ tlenu. Warunki, jakie zostały stworzone doprowadziły do pierwszych reakcji utleniania lub redukcji. Pomijając dokładny opis przemian chemicznych, substancja, jaka powstała to *kerogen*. Fragment modelowej cząsteczki kerogenu pokazano na rysunku 1 [4, s. 50].



Rys. 1. Fragment modelowej cząsteczki kerogenu [4, s. 50]

W zależności od materiału wyjściowego, w którym zauważono inny stosunek zawartości wodoru do węgla oraz tlenu do węgla, *kerogen* podzielono się na trzy typy. Podział na poszczególne typy kerogenu zawarto w tabeli 1 [4, s. 51].

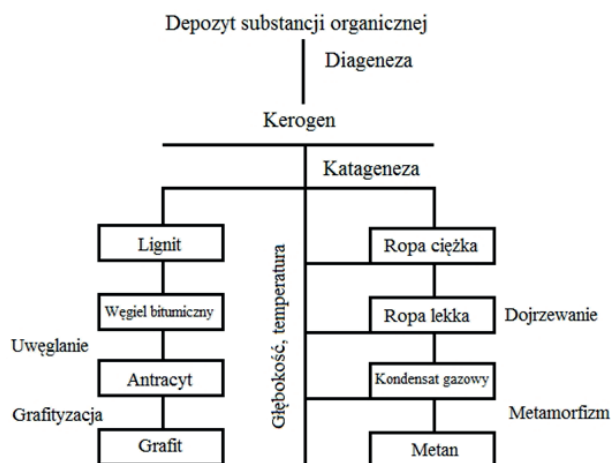
Tabela 1.

Typy kerogenu

Typ	Nazwa kerogenu	Materiał wyjściowy
I	Algowy	głównie algi
II	Liptynitowy	plankton z domieszką alg
III	Huminowy	głównie wyższe rośliny

Źródło: *Vademecum rafineria* [4, s. 51].

Typy kerogenu miały kluczowy wpływ na rodzaje rop naftowych, jakie obecnie są wydobywane. Substancja organiczna, z której powstała ropa naftowa stanowiła również bazę do powstania innych produktów m.in. węgla czy grafitu, jednak w procesie innych przemian, aniżeli omawiany surowiec. System blokowego schematu tworzenia się ropy naftowej zilustrowano na rysunku 2 [4, s. 52].



Rys. 2. Schemat tworzenia się ropy naftowej [4, s. 52]

Kolejny etap przemiany to katagenezа, kluczowy wpływ miała głębokość, na której znajdował się kerogen oraz temperatura środowiska. Zachodziły reakcje organiczne m.in. rozkład estrów pod wpływem wody, odwodnienie alkoholi i dekarboksylacja kwasów. Powstała mieszanina alkanów, alkenów, kwasów tłuszczowych i alkoholi, która nazwana została w teorii „pranaftą” i stanowiła podwaliny obecnej ropy naftowej [3, s. 51–52]. Pranafta ulegała dalszym przekształceniom. Chemicznie ukształtowana ropa należała do rop ciężkich, ale dzięki dalszym przemianom metamorficznym, przekształciła się w ropę lekką lub średnią [3, s. 13]. Powstały przy tym złoża metanu, które widoczne już były w *kerogenie*. Ruchy tektoniczne na etapie kształtowania się obecnych kontynentów spowodowały zaś, że ropa naftowa znalazła się w innym miejscu aniżeli miejsce jej powstania.

Opisany powyżej uproszczony schemat powstania ropy datowany jest na 950 mln lat (era prekambry). W skale z tego okresu odnaleziono pierwsze organizmy żywe zamieszkujące ziemię, jak bakterie, glony, grzyby, sinice, czy w późniejszym

okresie pierścienice i jamochłony. Skały pochodzące z okresu paleozoiku (490–600 mln lat temu) prócz ww. organizmów zawierały pierwsze organizmy wielokomórkowe i pierwsze organizmy o szkielecie mineralnym [4, s. 48–49]. Złoża te stanowią obecnie około 15% całkowitych zasobów ropy na świecie. Ponad 50% światowych zasobów stanowi surowiec powstały około 180 mln lat temu w okresie mezozoiku [4, s. 48].

Pierwsze wzmianki o ropie naftowej sięgają starożytności, to wtedy w rejonie Morza Martwego zaobserwowano czarną smolistą substancję wyciekającą z niższych partii skał, którą nazwano *olejem skalnym* [4, s. 54]. Substancję tę użyto jako spoinę bloków skalnych w budowlach, takich, jak Mury Niniwy (600 lat p.n.e.) czy Świątynia Salomona (około 966 lat p.n.e.). 300 lat p.n.e. Sumerowie palili olej skalny w prymitywnych lampach oświetleniowych. W czasach naszej ery, Rzymianie (cesarstwo Bizancjum) zdobyli Konstantynopol podpalając kule nasączone ropą, atakując wroga w czasie bitew [4, s. 54].

W Polsce natrafiono na zapis o ropie naftowej w księgach królewskich z XVI wieku króla Zygmunta Starego. Wtedy to Seweryn Boner piastując urząd podskarbiego dokonał poziomych odwiertów kopalnianych w celu poszukiwania złota, niestety wydobywająca się ropa naftowa zalała pokłady kopalni [6, s. 152]. Stanisław Staszic w 1815 roku odniósł się do geologicznej budowy Karpat, w swoim dziele „O ziemiorodztwie Karpatów i innych gór i równin w Polsce” [6, s. 152]. W 1848 roku profesor Uniwersytetu Jagiellońskiego Ludwik Zejszner potwierdził w swojej pracy pt. „Podróże po Beskidach, czyli opisane części gór karpackich zawartych pomiędzy źródłami Wisły i Sanu” obecność źródeł ropy naftowej na terenie Beskidu Niskiego [6, s. 152]. Ropę naftową w owym czasie zbierano ręcznie z powierzchni zbiorników wodnych. Przykład zbioru ropy naftowej z powierzchni zbiorników wodnych obrazuje rysunek 3 [7, s. 2].



Rys. 3. Zbiór ropy naftowej z powierzchni zbiorników wodnych [7, s. 2]

Jest kilku pretendentów do miana ojca przemysłu rafineryjnego. Uznaje się, że to Edwin Drake, dzięki pierwszemu pionowemu odwiertowi, dokonanego 27 sierpnia 1859 roku jest prekursorem przemysłu naftowego [4, s. 25]. Jednak ostatecznie zdobył go Ignacy Łukasiewicz, który wraz z Janem Zehnem dokonał pierwszej destylacji ropy naftowej. Na przełomie 1852 i 1853 roku podgrzali oni surowiec do temperatury 250°C i rafinowali destylat kwasem siarkowym i sodą, otrzymali w ten sposób naftę nazwaną *nową kamfiną* [4, s. 23]. Łukasiewicz wraz z blacharzem Adamem Bratkowskim skonstruowali pierwszą lampę naftową. 31 lipca 1853 roku dostarczono 500 kg nafty oraz lampy do szpitala we Lwowie i dokonano pierwszej operacji przy tym świetle. I to właśnie ta data stanowi początek całego przemysłu rafineryjnego [4, s. 55] [7, s. 23].

Pierwsza kopalnia ropy naftowej wraz z pierwszą destylarnią powstała w Bóbrce. W 1856 roku Łukasiewicz otworzył własną destylarnię w Ulaszowicach, która dwa lata później spłonęła. Zagrożenie, jakie wywołał pożar dla lokalnej ludności spowodowało, że nie pozwoliła ona na odbudowanie destylarni. W 1858 roku Łukasiewicz otworzył destylarnię w Gorlicach. Archiwalne zdjęcie pożaru szybu w kopalni Borysław-Tustanowice powstałego na początku XX wieku pokazano na rysunku 4 [7, s. 96].

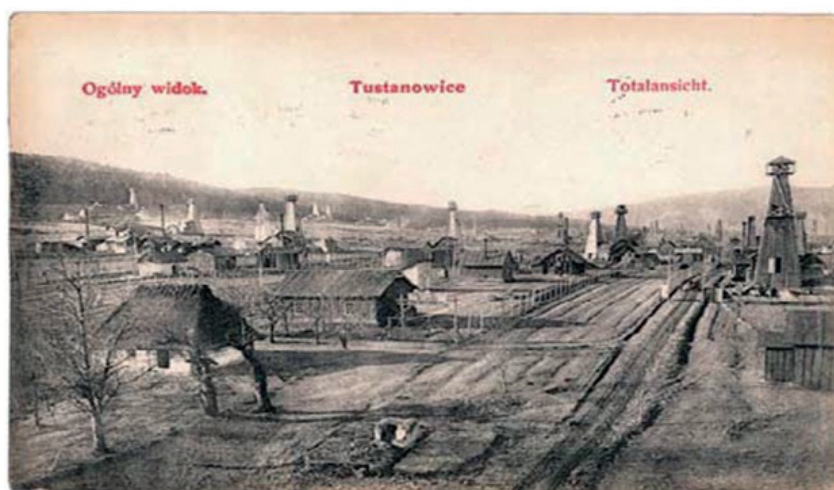


Rys. 4. Pożar szybu w kopalni Borysław-Tustanowice w 1905 roku [7, s. 96]

W XIX wieku otrzymywano już wszystkie produkty, jednak używano tylko nafty i asfaltu. Frakcje lekkie, głównie benzynę, z uwagi na brak możliwości zastosowania, wylewano do gruntów. W ten sposób przyczyniano się do pierwszego skażenia ziemi produktami naftowymi. W Polsce w 1902 roku wydobycie ropy wyniosło 576 tys. ton, zaś na świecie kilka lat później osiągnęło poziom 40 milionów ton, ilość wylewanej benzyny była znacząca dla środowiska [7, s. 37–39]. Niestety w żadnym piśmiennictwie nie ma wzmianki na temat ochrony środowiska, był to nieistotny aspekt w ówczesnych czasach. Inne skażenia, jakie miały miejsce na przełomie XIX i XX wieku, dotyczyły między innymi niezabezpieczonych miejsc wydobycia ropy, czego dowodem były dość częste pożary oraz brak rozwiązań technicznych w celu

ich ugaszenia [rys. 4]. Brak pojemności do składowania surowca przyczyniły się do spadku cen baryłki ropy i doprowadziły do pierwszego kryzysu naftowego w 1908 roku.

W 1861 roku otwarto rafinerię w Polance, w 1865 w Chorkówce, która to stała się największą rafinerią aż do roku 1904. Mimo toczących się wojen, Polska zajmowała III miejsce w światowym wydobywaniu surowca. Po II wojnie światowej kraj stracił znaczące źródła surowca. Przełom wieku XIX i XX jest kluczowy dla rozwoju przemysłu nie tylko rafineryjnego. Konieczność wykorzystania wszystkich destylatów ropy naftowej powoduje, że powstaje silnik diesla i silnik benzynowy. W 1920 roku w Stanach Zjednoczonych dynamicznie rozwija się przemysł naftowy i motoryzacyjny, o czym świadczy między innymi ilość (około 10 mln) aut jeżdżących po ulicach [6, s. 55]. Widok kopalni nafty w Tustanowicach (Borysław) z początku XX wieku uwidoczniono na rysunku 5 [7, s. 26].



Rys. 5. Kopalnia nafty w Tustanowicach w 1908 roku [7, s. 26]

3. Właściwości ropy naftowej

Ropa naftowa jest ciekłą, gęstą mieszaniną węglowodorów parafinowych, naftenowych i aromatycznych, składa się głównie z węglowodorów (alkanów, cykloalkanów, arenów), ale również w nieznacznym procencie z organicznych związków tlenu ($0,005 \div 0,7\%$ -kwasów karboksylowych, fenoli), siarki (rzadko do 8% -tioalkoholi, pochodnych tiofenu) i azotu ($0,001 \div 0,7\%$ -azotowych związków heterocyklicznych) oraz 50 innych pierwiastków [8, s. 155] [9, s. 453]. Jej cechy fizyko-chemiczne są różne i zależą od okresu w jakim powstały i składu oraz proporcji substancji budulcowych. Wyróżniamy cztery klasy ropy naftowej: parafinową, (którą dzielimy na ropę bezparafinową, słabo parafinową i parafinową), naftenową, parafinowo-naftenową oraz aromatyczną [3, s. 14–15] [9, s. 453].

Kolejnym czynnikiem, który charakteryzuje ropę naftową jest gęstość. Według tego parametru wyróżniamy ropę: lekką — gęstość do 870 kg/m^3 , średnią — gęstość w zakresie od $870 \div 950 \text{ kg/m}^3$ oraz ciężką — gęstość powyżej 950 kg/m^3 . Klasyfikacja

ropy ze względu na jej zasiarczenie przedstawia się następująco: nisko zasiarczona — zawartość siarki do 0,5% (m/m), średnio zasiarczona — zawartość siarki w zakresie od 0,5÷2% (m/m) oraz wysoko zasiarczona — zawartość siarki powyżej 2% m/m). Gęstość ropy zależy przede wszystkim od składu chemicznego, temperatury w momencie wydobywania, ciśnienia oraz ilości rozpuszczonego w niej gazu, co ma duże znaczenie w czasie jej transportu i przerobu. Ropa ciężka z uwagi na wysoki współczynnik lepkości musi być podgrzewana w celu prawidłowego transportu rurociągami, w czasie przerobu powoduje większe osadzanie się głównie zanieczyszczeń na katalizatorach w reaktorach. Z takiej ropy otrzymuje się przede wszystkim frakcje ciężkie, takie jak asfalty czy mazut, a odpadem jest koks. Z ropy lekkiej otrzymuje się większość frakcji lekkich (frakcje benzynowe, gazowe). Polska nie ma typowej instalacji do transportu i przerobu ropy ciężkiej, nie jest również zainteresowana przerobem ropy lekkiej. W kraju zużywa się więcej oleju napędowego, wobec tego preferowana jest ropa średnia. Występuje możliwość mieszania ropy średniej i ciężkiej, ale o tym decydują technolodzy w rafineriach na podstawie innych parametrów cechujących wsad do przerobu m.in. zawartość parafin czy związków aromatycznych [3, s. 16].

Istnieje zależność między gęstością ropy a zawartością w niej siarki, im więcej tego pierwiastka, tym większa gęstość ropy. Inne ważne parametry oceniane w jakości ropy to: lepkość, temperatura płynięcia, liczba kwasowa, zawartość żywic oraz jej charakter chemiczny (parafinowa, naftenowa, aromatyczna, mieszana) [10, s. 178].

W Polsce w największej kopalni BMB wydobywana jest ropa o parametrach: zawartość siarki do 1%, zawartość parafin w zakresie od 4,3÷7,4% oraz gęstość w zakresie od 0,857÷0,870 g/cm³ [11, s. 30]. Surowiec wydobywany w rejonie Karpat charakteryzuje się: brakiem zawartości siarki, zawartość parafin w zakresie od 3,5÷7,0% oraz gęstość w zakresie od 0,750÷0,943 g/cm³ [11, s. 30]. Mając na uwadze parametry ropy wydobywanej w Polsce, zauważa się, że zasoby dostępne w kraju obejmują w większości ropę lekką oraz ropę średnią. Wydobywany surowiec nie jest wolny od zanieczyszczeń. Szkodliwe substancje chemiczne występują w uzależnieniu od rozmieszczenia zanieczyszczeń. Drogi wchłaniania czyli przenikania do organizmu oraz skutków toksycznego oddziaływania tych substancji. Główne drogi wchłaniania zanieczyszczeń zależne są od miejsca ich występowania: powietrze, woda, gleba i żywność [12, s. 218].

4. Zasoby ropy naftowej w Polsce

W Polsce jest 86 złóż ropy naftowej (stan na 31 grudnia 2015 roku). Złoża te obejmują takie rejony jak: Karpaty — 29 złóż, Zapadlisko przedkarpackie — 12 złóż, Niż Polski — 43 złoża oraz Bałtyk (B3 i B8) — 2 złoża [11, s. 30]. Złoża w Karpatach oraz zapadlisku przedkarpackim są jednymi z najstarszych złóż na świecie, obecnie zasoby te są na wyczerpaniu a ich eksploatacja dostarcza niecałe 6% krajowego wydobycia. Złoża znajdujące się na Bałtyku dostarczają około 20% krajowego wydobycia. Najbardziej eksploatowane są złoża na Niżu Polskim, które dostarczają około 74% surowca [11, s. 30]. Rekordowe wydobycie ropy naftowej zanotowano w Polsce w 2013 roku — 926 tysięcy ton oraz w 2014 roku — 918 tysięcy ton [13].

Niedaleko Gorzowa Wielkopolskiego znajduje się największe złożo ropy naftowej w Polsce — BMB (Barnówko-Mostno-Buszewo). Inne znaczące złoża znajdują się w Lubiatowie, Grotowie oraz Cychrach (wydobycie głównie w postaci kondensatu). W 2013 roku otwarto nowe złożo Wierchosławice z udokumentowanymi zasobami w ilości 157,95 tysięcy ton. W 2015 roku zamknięto złożo w Kosarzynie, co przełożyło się na ilość wydobytego produktu, wyniosło ono 898,87 tysięcy ton ropy (wraz z kondensatem) [13]. W tym samym roku udokumentowano nowe złożo w Sierakowie w ilości 157,81 tysięcy ton [11, s. 32]. Większość złóż w Polsce jest eksploatowana w postaci kondensatu, czyli ropy wraz z rozpuszczonym w niej gazem. Kształtowanie się zasobów geologicznych oraz wydobycie ropy naftowej w latach 2010÷2015 ujęto w tabeli 2 [13, 14].

Tabela 2.

Zasoby geologiczne oraz wydobycie ropy naftowej w latach 2010÷2015

Wyszczególnienie	2010	2011	2012	2013	2014	2015
Zasoby geologiczne ropy naftowej i kondensatu (zasoby bilansowe + pozabilansowe) [mln ton]	25,78	25,99	25,37	24,79	23,93	23,22
Wydobycie ropy naftowej [tys. ton]	667,46	601,99	663,18	926,38	918,75	898,87
Ilość złóż w Polsce	82	84	84	85	85	86

Źródło: opracowanie własne na podstawie danych internetowych Państwowego Instytutu Geologicznego [13, tab. 1, 2] [14, tab. 1, 2].

Jak przedstawiono w tabeli 2 suma zasobów bilansowych i pozabilansowych jest znacząco wyższa aniżeli faktyczne wydobycie ropy naftowej. Zasoby pozabilansowe nie spełniają granicznych wartości parametrów, jakie definiują złożo, jednak są brane pod uwagę w rozliczeniu surowca występującego w kraju [15, s. 3]. Mimo, iż Polska posiada znaczne złoża ropy i gazu, wydobywa się tylko jej część. Wpływ na to mają wcześniej wspomniane parametry złoża, ale również cena wydobycia. Przy obecnych cenach baryłki ropy na poziomie 50 USD (2017), budowa infrastruktury i eksploatacja nowych złóż ropy byłaby nieekonomiczna. Mapę zasobów Polski przedstawiono na rysunku 6, obejmuje ona rejony wymienione powyżej [16].

Rejony, na których wydobywana jest ropa naftowa posiadają ośrodki, które powstały jeszcze pod koniec XIX wieku, między innymi rafineria Gorlice (1886), Jasło (1888), Jedlicze (1899), Czechowice-Dziedzice (1890) czy Trzebinia (1896).



Rys. 6. Mapa rozmieszczenia złóż ropy naftowej i gazu ziemnego w Polsce, stan 31.12.2016 r.

5. Zasoby ropy naftowej na świecie

Dane z lat 2010÷2015 wskazują, że największe wydobycie ropy naftowej na świecie notują obecnie Stany Zjednoczone, Arabia Saudyjska i Rosja, co przedstawiono w tabeli 3. Duży wzrost wydobycia odnotowały Stany Zjednoczone w 2015 roku wyniósł on ponad 8% w porównaniu do roku 2014. Nieznaczny wzrost odnotowała również Rosja, jednak w latach 2010÷2015 utrzymywała się na poziomie około 500 000 tys. ton rocznie. Chiny, Zjednoczone Emiraty Arabskie i Kuwejt nie ujawniły danych w 2015 roku w zakresie swojego wydobycia. Do analiz przyjęto więc dane z 2014 roku, zaś dla oszacowania światowego wydobycia przyjęto najbardziej aktualne dostępne dane. W tabeli 3 zestawiono wydobycie ropy naftowej na świecie [17].

Tabela 3.

Wydobycie ropy naftowej na świecie

Lp.	Rok	2010	2011	2012	2013	2014	2015
	Kraj	[tys. ton]					
1	Stany Zjednoczone	376 576	391 656	444 247	507 360	591 200	640 699
2	Arabia Saudyjska	406 997	464 098	487 968	480 355	484 116	508 026

Lp.	Rok	2010	2011	2012	2013	2014	2015
	Kraj	[tys. ton]					
3	Rosja	505 327	509 441	495 199	498 563	500 476	501 857
	Suma 1÷3	1 288 900	1 365 194	1 427 414	1 486 278	1 575 792	1 650 582
4	Chiny	203 832	203 646	206 998	208 202	209 450	209 450*
5	Kanada	133 879	141 761	153 042	163 595	175 207	178 612
6	Irak	116 971	130 330	145 357	146 275	152 795	172 141
7	Iran	175 976	180 684	189 846	177 575	154 794	156 510
8	Zjednoczone Emiraty Arabskie	111 650	123 204	128 024	146 456	145 928	145 928*
9	Kuwejt	116 401	133 931	150 269	147 108	144 445	144 445*
10	Wenezuela	144 752	147 446	146 644	145 348	139 924	138 888
11	Brazylia	104 801	107 436	105 398	103 147	114 910	124 178
12	Meksyk	133 916	132 575	132 464	131 126	126 275	117 851
13	Nigeria	120 083	116 558	114 864	107 975	106 532	103 886
	Świat (w tym ww. kraje)	3 689 826	3 718 712	3 799 594	3 783 850	3 857 747	3 879 772
	Świat (pozostali)	1 038 664	935 947	899 273	820 764	811 695	737 301

* Brak danych — do celów analizy przyjęto dane z 2014 roku lub z lat poprzednich

Źródło: strona internetowa GUS [17].

Dane, jakie dostarczane są do Międzynarodowej Agencji Energii IEA nie zawsze odzwierciedlają faktycznego stanu eksploatacji zasobów. Łącznie trzy pierwsze kraje wydobywają ropę na poziomie 42,54% (dane z 2015 roku) światowego wydobycia. Wydobycie ropy uwarunkowane jest nie tylko zapotrzebowaniem na surowiec, ale przede wszystkim ceną wydobycia baryłki ropy. Najbardziej opłacalnym krajem, w którym wydobywana jest ropa jest Arabia Saudyjska, szacuje się, że przy cenie za baryłkę ropy wynoszącą około 20 USD, wydobycie nadal będzie opłacalne. Wiąże się to między innymi z lokalizacją złóż. Stany Zjednoczone i Rosja w cenie produktu ujmują koszty wydobycia i odległości przesyłowych. W ujęciu tabelarycznym przedstawiono kraje posiadające zasoby ropy naftowej wydobywające czynnie surowiec. Wykaz z podziałem na kontynenty stanowi tabela 4 [18].

Tabela 4.

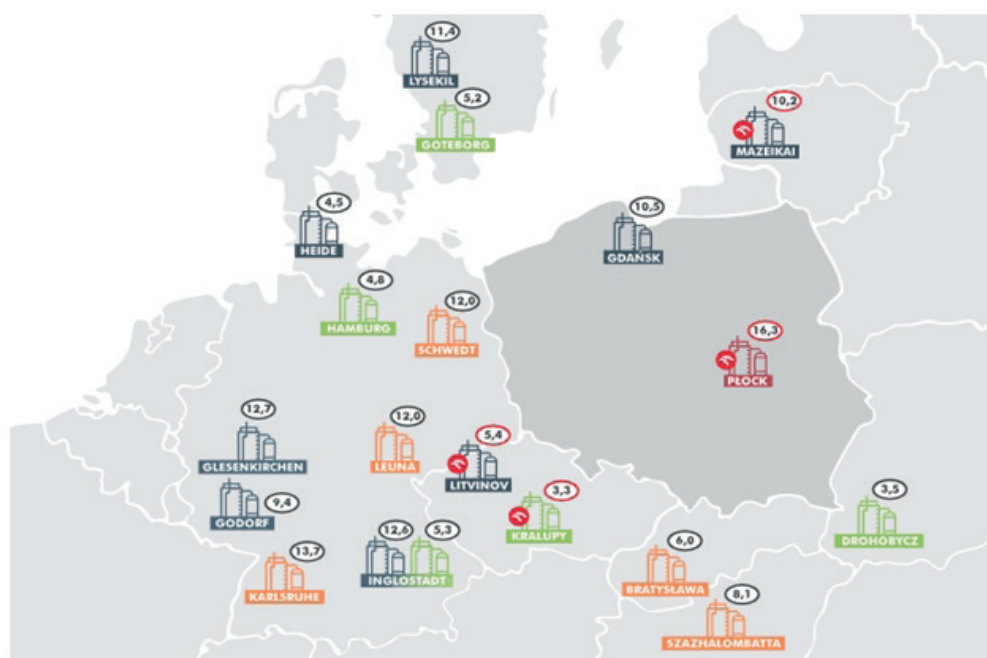
Kraje posiadające zasoby ropy naftowej wydobywające czynnie surowiec

Lp.	Europa	Ameryka	Azja	Afryka	Australia
1	Rosja	Stany Zjednoczone	Arabia Saudyjska	Angola	Australia
2	Norwegia	Kanada	Irak	Nigeria	Papua-Nowa Gwinea
3	Wielka Brytania	Brazylia	Iran	Algieria	Nowa Zelandia
4	Dania	Wenezuela	Chiny	Libia	

Lp.	Europa	Ameryka	Azja	Afryka	Australia
5	Włochy	Meksyk	ZEA	Egipt	
6	Włochy	Kolumbia	Kuwejt	Republika Kongo	
7	Rumunia	Ekwador	Kazachstan	Sudan	
8	Turcja	Argentyna	Oman	Gwinea Równikowa	
9	Niemcy	Boliwia	Indonezja	Gabon	
10	Ukraina	Kuba	Azerbejdżan	Ghana	
11	Białoruś	Peru	Indie	Czad	
12	Albania	Surinam	Malezja	Kamerun	
13	Polska	Gwatemala	Katar	Tunezja	
14	Holandia	Chile	Wietnam	Wybrzeże Kości Słoniowej	
15	Serbia	Belize	Tajlandia	Kongo	
16	Francja	Barbados	Turkmenia	Niger	
17	Austria		Brunei	Mauretania	
18	Węgry		Pakistan	RPA	
19	Chorwacja		Timor Wschodni	Maroko	
20	Grecja		Bahrajn		
21	Czechy		Uzbekistan		
22	Litwa		Syria		
23	Hiszpania		Mongolia		
24	Bułgaria		Jemen		
25	Słowacja		Filipiny		
26	Słowenia		Myanmar		
27	Szwecja		Bangladesz		
28			Japonia		
29			Kirgistan		
30			Gruzja		
31			Izrael		
32			Tajwan		
33			Tadżykistan		

Źródło: strona internetowa [18].

W Europie (nie wliczając Rosji) największe wydobywanie przypada na Norwegię i Wielką Brytanię. Polska zajmuje 13. miejsce wśród europejskich krajów. W sumie na 204 kraje na świecie wydobywa się ropę naftową w 98 krajach. W Europie Środkowej w 2016 roku było 18 znaczących rafinerii. Niektóre z nich powiązane są z zakładami petrochemicznymi. Strategiczne rozmieszczenie rafinerii pod koniec 2015 roku w Europie Środkowej naniesiono na rysunku 7 [19].



Legenda:



SUPERSITE — rafineria o strategicznym znaczeniu, możliwość głębokiego przerobu ropy, rafineria zintegrowana z zakładem petrochemicznym



GOLD — rafineria posiadająca dużą liczbę aktywów oraz możliwość głębokiego przerobu ropy



SILVER — mniej złożona rafineria, umiarkowane zyski



NICHE — rafinerie wspierające działalność petrochemiczną, wytwarzają niszowe produkty specjalistyczne



Maksymalne moce przerobowe (mln ton rocznie)

Rys. 7. Rozmieszczenie rafinerii w Europie Środkowej [19]

Największą rafinerią w Europie Środkowej jest PKN Orlen S.A., jest to rafineria zintegrowana z zakładem petrochemicznym. W latach 2008÷2014 w Europie zamknięto 15 rafinerii [20, s. 5]. Pod koniec 2015 roku było ich około 100. Powodem zamykania był między innymi spadek opłacalności przerobu ropy w Europie (drastyczny spadek cen baryłki ropy oraz wprowadzenie obostrzeń w sektorze energii), mimo tego w tym samym czasie import oleju napędowego wzrósł o 5%. Innym powodem są również przestarzałe instalacje, które przy obecnej cenie baryłki ropy nie podlegają modyfikacjom ze względów ekonomicznych oraz obostrzenia wprowadzone przez Unię Europejską. Wymogi środowiskowe nie dopuszczały zaś zakładów do dalszego funkcjonowania.

6. Zakończenie

Ropa naftowa powstała zanim człowiek pojawił się na ziemi. Obecnie zasoby, które tworzyły się w ciągu 900 mln lat zużywamy w takim tempie, że szacowane jej zasoby zaspokoją nasze potrzeby przez około trzydziestu najbliższych lat [9, s. 451]. Przemysł petrochemiczny rozwinął się wraz z rozwojem motoryzacji, która generuje największe zapotrzebowanie na paliwa. Producenci prześcigają się w udoskonalaniu silników spalinowych, a koncerny paliwowe w oferowaniu lepszych jakościowo paliw. Produkowane silniki muszą mieć coraz lepsze osiągi, przy niskim zużyciu paliwa, ale też być ekologiczne dla środowiska. Koncerny paliwowe często uszlachetniają swoje paliwa (Paliwa Premium), które w zależności od dodanego dodatku poprawiają jakość, wpływając na użytkowanie silnika i elementów układu samochodu, ale również chronią środowisko. Rafinerie muszą sprostać wymaganiom zarówno koncernów paliwowych, jak i producentów samochodów. Mając na względzie wymagania, jakie stawia rynek, muszą dodatkowo produkować paliwa zgodne z obowiązującymi normami jakościowymi oraz dokładać należytej staranności w czasie całego procesu produkcji, kładąc szczególny nacisk na ochronę środowiska [10, s. 176]. Duże przedsiębiorstwa, w szczególności zakłady o podwyższonym ryzyku skażenia środowiska muszą w dłuższej perspektywie przestrzegać pewnych zasad, by ich produkcja była proekologiczna.

Literatura

1. Noch T., Saczuk J.: „Algorytm systemu inżynierii wytwarzania”, [w:] T. Noch, J. Saczuk (red.), Interdyscyplinarny charakter zarządzania i inżynierii produkcji. Praca zbiorowa. Wyd. GSW, Gdańsk 2013.
2. Łuszcz M.: „Rozpoznawanie złóż ropy naftowej i gazu ziemnego”, Instytut Technologii Eksploatacji, Państwowy Instytut Badawczy, Radom 2007.
3. Beran E.: „Technologia chemiczna — surowce i nośniki energii”, Politechnika Wrocławska, Wrocław 2017.
4. Surygała J.: Vademecum rafineria „Ropa naftowa, właściwości, przetwarzanie, produkty”, Wydawnictwo Naukowo-Techniczne, Warszawa 2006.
5. Kluk D.: „Oznaczanie składu ropy naftowej z wykorzystaniem aplikacji SARA”, Instytut Nafty i Gazu, Oddział w Krośnie, Nafta-Gaz, marzec 2009.
6. Graniczny M., Wołkowicz S., Urban H., Wołkowicz K., Zdanowski A.: „Historia poszukiwań i wydobywania ropy naftowej na ziemiach polskich do 1939 roku”, Państwowy Instytut Geologiczny, „Przegląd Górniczy” nr 12, 2015.
7. Puchowicz A.: „Z naftą przez pokolenia”, Oddział Stowarzyszenia Inżynierów i Techników Przemysłu Chemicznego w Płocku, Płock 2004.
8. Kupryszewski G.: „Wstęp do Chemii Organicznej”, PWN, Warszawa 1981.
9. Ptak S., Jakóbiec J.: „Ropa naftowa jako główny surowiec energetyczno-przemysłowy”, „Nafta-Gaz” nr 6/2016.
10. Adamiec-Gorszka M., Noch T.: „Proces emisji zanieczyszczeń przy przerobieniu paliw energetycznych” [w:] T. Noch, W. Mikołajczewska, A. Wesołowska (red.), Globalizacja a regionalna ochrona środowiska. Wyd. GSW, Gdańsk 2016.
11. Szufflicki M., Malon A., Tymiński M.: „Bilans zasobów złóż kopalin w Polsce wg stanu na 31.12.2015 roku”, Państwowy Instytut Geologiczny, Państwowy Instytut Badawczy, Warszawa 2016.
12. Noch T.: „Problematik der materialen Arbeitsumgebung”, „Zeszyty Naukowe Gdańskiej Szkoły Wyższej”, t. 14, 2014.

13. [http://geoportal.pgi.gov.pl/surowce/energetyczne/ropa_naftowa/2013, 2014, 2015](http://geoportal.pgi.gov.pl/surowce/energetyczne/ropa_naftowa/2013,2014,2015).
14. [http://geoportal.pgi.gov.pl/surowce/energetyczne/ropa_naftowa/2010, 2011, 2012](http://geoportal.pgi.gov.pl/surowce/energetyczne/ropa_naftowa/2010,2011,2012).
15. Rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 1 lipca 2015 r. w sprawie dokumentacji geologiczno-inwestycyjnej złóż węglowodorów, Dz.U. poz. 968.
16. <http://geoportal.pgi.gov.pl/surowce/mapy?param=rg&year=2015>.
17. [Stat.gov.pl/cps/rde/xbr/gus/11.4_wydob_ropy_naftowej__r.xls](http://stat.gov.pl/cps/rde/xbr/gus/11.4_wydob_ropy_naftowej__r.xls).
18. <https://pl.tradingeconomics.com/country-list/crude-oil-production>.
19. http://raportzintegrowany2015.orlen.pl/images/infographs/dzialanosc_typ_rafinerii.svg.
20. Cooper J.: „Rola europejskich rafinerii i paliw w kontekście konkurencji na rynkach światowych”, POPIHN, Warszawa 2016.

Streszczenie

W niniejszym opracowaniu scharakteryzowano genezę ropy naftowej. Na schemacie przedstawiono tworzenie się ropy naftowej. Przytoczono kilka przykładów związanych z problematyką powstawania pierwszych kopalń. Omówiono właściwości ropy naftowej, między innymi opisano istotny parametr jakim jest gęstość. Badaniem objęto zasoby ropy naftowej w Polsce i na świecie. Przeprowadzona analiza dotyczy zasobów geologicznych oraz wydobywania ropy naftowej w okresie badawczym sześciu lat. Pokazane zostały największe rejonu złóż ropy naftowej w Polsce. Z analizy wynika, że większość złóż w Polsce jest eksploatowana w postaci kondensatu, czyli ropy wraz z rozpuszczonym w niej gazem. Szczegółowo odniesiono się do wydobywania ropy naftowej na świecie. Badania dowodzą, że do najbardziej opłacalnego kraju, w którym wydobywana jest ropa zalicza się Arabia Saudyjska. Szacuje się, że przy cenie za baryłkę ropy wynoszącą około 20 USD, wydobywanie nadal będzie opłacalne. W wyniku przeprowadzonych badań zauważa się, że największe wydobywanie ropy w Europie (poza Rosją) ma Norwegia i Wielka Brytania. Polska zajmuje trzynaste miejsce wśród europejskich krajów. W artykule tym uwzględniono rozmieszczenie rafinerii w Europie Środkowej. Dokonane analizy potwierdzają, że największą rafinerią w Europie Środkowej jest PKN Orlen S.A. Rafineria ta jest zintegrowana z zakładem petrochemicznym. Przemysł petrochemiczny rozwinął się wraz z rozwojem motoryzacji, która generuje największe zapotrzebowanie na paliwa.

Słowa kluczowe

surowiec energetyczny, ropa naftowa, eksploatacja, zasoby, kopalnie, złoża, paliwa, wydobywanie, baryłka, gęstość, rafineria, przemysł petrochemiczny

Analysis of the exploitation of energy resources

Abstract

This paper characterises the genesis of crude oil. A graph presents the process of the emergence of the said raw material. A few examples of problems emerging from the establishment of the first mining operations are presented. Also, the paper describes the properties of crude oil, including its valid parameter of density. The research covers crude oil deposits in Poland and abroad. The analysis is related to geological resources and extraction of oil in the research timeframe of six years, presenting the regions where the largest deposits of crude oil in Poland can be found. The analysis proves that most Polish deposits are exploited as condensate, i.e. oil with natural gas dispersed within. Detailed description relates to crude oil mining worldwide. Research proves that oil extraction is most profitable in Saudi Arabia. It is estimated that with the price of 20 USD per barrel of crude oil, extraction will continue to be profitable. As research shows, in Europe the highest oil extraction volume, excluding Russia, belongs to Great Britain and Norway. Poland ranks 13th among the European countries. This article takes into account the locations of oil refineries in Central Europe. The analyses confirm the largest oil refinery in Central Europe to belong to PKN Orlen S.A. The installation is integrated with a petrochemical plant. Petrochemical industry developed with the expansion of the automotive market which generates the largest demand for fuels.

Keywords

energy resources, crude oil, exploitation, resources, mines, deposits, fuels, extraction, barrel, density, refinery, petrochemical industry