

EWA LEWICKA\*

## Kobalt – wyjątkowy metal wielu zastosowań

### Słowa kluczowe

Kobalt metaliczny, kierunki zastosowań, perspektywy rozwoju zapotrzebowania

### Streszczenie

Kobalt – dzięki swym niezwykłym właściwościom i zastosowaniom, zwłaszcza w przemysłach wysokich technik – ma status metalu strategicznego. W artykule omówiono perspektywy i możliwe ograniczenia rozwoju wykorzystania tego metalu w tradycyjnych i nowych kierunkach użytkowania wraz z prognozą rozwoju zużycia do 2010 roku. Jako najbardziej obiecujące z punktu widzenia poziomu przyszłej konsumpcji wskazano takie zastosowania kobaltu, jak produkcja baterii i ogniw doładowywanych litowo-jonowych, pojazdów z napędem hybrydowym, superstopów, narzędzi z węglików spiekanych i diamentowych oraz katalizatorów (m.in. dla technologii produkcji paliw syntetycznych GTL). Scharakteryzowano również najważniejsze zjawiska obserwowane na globalnym rynku kobaltu w ostatnich dziesięcioleciach, m.in. deprecjację pozycji Afryki oraz przemieszczanie się głównych ośrodków produkcji i konsumpcji z Europy Zachodniej i USA do Azji, z wykazującymi największą aktywność Chinami. Krótko scharakteryzowano również stan gospodarki surowcami kobaltu w Polsce oraz perspektywy i możliwości jej rozwoju.

### Wprowadzenie

Kobalt (łac. *cobaltum*) jest srebrzystobiałym, błyszczącym, ciągliwym i kowalnym metalem o gęstości  $8,9 \text{ g/cm}^3$  i temperaturze topnienia  $1495^\circ\text{C}$ , wykazującym właściwości ferromagnetyczne. Do najważniejszych związków kobaltu należą: tlenki  $\text{CoO}$  i  $\text{Co}_3\text{O}_4$ ,

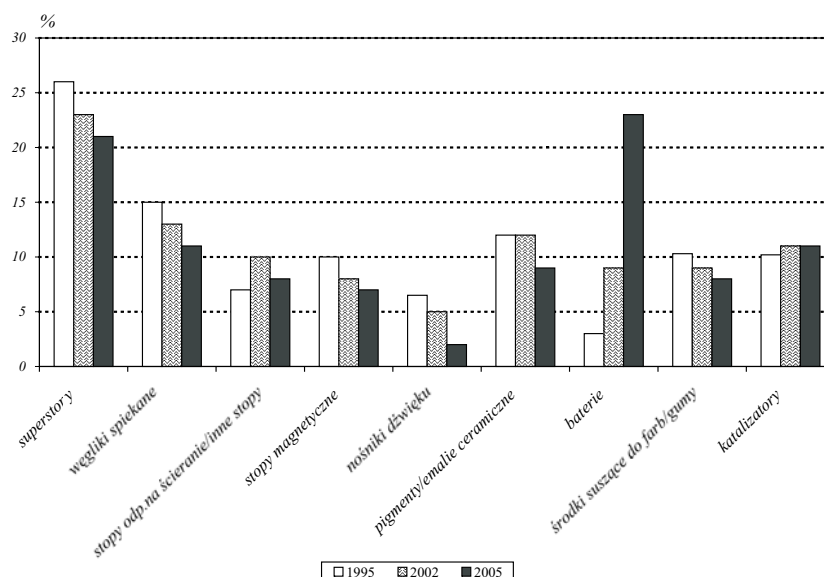
---

\* Mgr inż., Instytut Gospodarki Surowcami Mineralnymi i Energią PAN, Kraków.

wodorotlenek  $\text{Co(OH)}_2$ , sole rozpuszczalne w wodzie – chlorek  $\text{CoCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ , azotan  $\text{Co(NO}_3)_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$  i siarczan  $\text{CoSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ , oraz nierozpuszczalny węglan  $\text{CoCO}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ . Kobalt wchodzi w skład witaminy  $\text{B}_{12}$  (kobalaminy) – substancji niezbędnej do życia, natomiast jego sztuczny izotop  $^{60}\text{Co}$  jest stosowany jako źródło promieni  $\gamma$  w zwalczaniu nowotworów i defektoskopii. W przyrodzie kobalt jest dość rozpowszechniony, choć w skorupie ziemskiej nie występuje w większych koncentracjach (jest pierwiastkiem rozproszonym, a jego średnia zawartość w skorupie kontynentalnej sięga 20 ppm). Znanych jest wiele minerałów kobaltu, z których najważniejsze to kobaltyn  $\text{CoAsS}$  i smaltyn  $\text{CoAs}_2$ . Zazwyczaj nie tworzą one samodzielnych złóż, lecz występują jako ważny składnik w kruszczach miedzi, srebra, bizmutu, uranu. Rodzimy kobalt występuje w meteorytach, zwłaszcza żelaznych (Polański 1988). Dzięki odporności termicznej, wytrzymałości i właściwościom magnetycznym, metal ten znajduje szereg różnorodnych zastosowań, m.in. w przemysłach wysokich technik i wojskowości.

### 1. Kierunki wykorzystania surowców kobaltu

Kobalt – ze względu na swoje unikatowe właściwości oraz mnogość i różnorodność zastosowań, a także stosunkowo nieliczną grupę dostawców, jest uznawany za jeden z najważniejszych metali strategicznych. Stanowi on istotny składnik znacznej liczby stopów wynalezionych od początku XIX wieku. Tradycyjną i w wielu krajach główną dziedziną jego użytkowania jest produkcja superstopów, z których wytwarzane są elementy turbin w odrzutowych silnikach lotniczych i rotorów helikopterów, implanty protetyczne oraz części generatorów energii elektrycznej, np. turbiny w elektrowniach gazowych. Dlatego też skala wykorzystania superstopów jest skorelowana z rozwojem przemysłu lotniczego oraz ilością budowanych elektrowni gazowych. Kobalt jest również składnikiem specjalnych, silnie ferromagnetycznych stopów na magnesy trwałe (np. alnico), stopów wysokowytrzymałych – odpornych na korozję i ścieranie (stellitów), stali szybko tnących oraz węglików spiekanych wolframu (lub tytanu). Te ostatnie charakteryzują się wyjątkowo wysoką twardością, stąd ich wykorzystanie w obróbce metali (ostrza narzędzi skrawających) i szkła oraz w wiertnictwie (koronki urządzeń wiertniczych). Znaczący, a w niektórych krajach dominujący udział w strukturze konsumpcji kobaltu zyskał dynamicznie rozwijający się sektor baterii doładowywanych (w tym wdrożonych do użytkowania w 1992 r. baterii litowo-jonowych, m.in. typu  $\text{Li-CoO}_2$ ), powszechnie stosowanych w przemyśle elektronicznym, zwłaszcza w urządzeniach bezprzewodowych o różnym przeznaczeniu (np. do zasilania zabawek, sprzętu gospodarstwa domowego, przenośnych słuchawek telefonicznych i in.), oraz w telekomunikacji. Dynamika rozwoju zapotrzebowania na baterie tego rodzaju od 1990 r. sięgała 15% na rok (na baterie litowo-jonowe i litowo-polimerowe w ostatnim okresie 30% na rok), a ich udział w światowym rynku baterii przekroczył 20% (The rechargeable... 2005; rys. 1). Jego tempo było skorelowane z lawinowym wzrostem podaży telefonów komórkowych i przenośnych komputerów (laptopów), na które w 2004 r. przypadało 88% rynku baterii



Rys. 1. Struktura zużycia kobaltu na świecie w latach 1995, 2002 i 2005 (Outlook... 2006, Kapusta 2006)

Fig. 1. World cobalt consumption by end use in 1995, 2002 and 2005 (Outlook... 2006, Kapusta 2006)

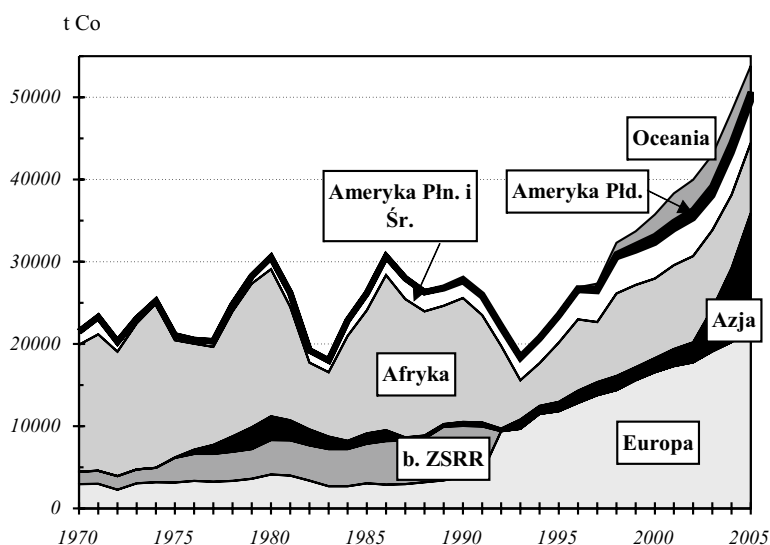
litowo-jonowych, podczas gdy resztę stanowiły baterie typu NiMH. Pewną alternatywę dla kobaltu w takich dziedzinach użytkowania, jak telefonnia komórkowa czy przemysł komputerowy, mogą stanowić inne metale (np. Mn, konkurencyjny cenowo w okresach wysokich notowań kobaltu) oraz polimery (przewidywany znaczny wzrost), których zastosowanie w budowie baterii litowo-jonowych jest obecnie przedmiotem intensywnych badań. Optymistyczną przesłankę dla wykorzystania kobaltu w tym sektorze stanowią prognozy dalszego dynamicznego rozwoju rynku telefonów komórkowych (ponad połowa ludności Ziemi nie ma jeszcze telefonu!) i komputerów przenośnych (w tempie co najmniej 10% na rok) oraz urządzeń i systemów bezprzewodowych, m.in. internetu, transportu, informacji itp. (5–10% na rok). Czynnikiem limitującym rozwój konsumpcji będzie natomiast dążenie producentów tych urządzeń do ich miniaturyzacji, a także zwiększania pojemności i żywotności zasilających je nośników energii, czego nieuchronnym skutkiem będzie zmniejszone zużycie jednostkowe kobaltu.

## 2. Tendencje zmian na światowym rynku kobaltu metalicznego

Kobalt – ze względu na niskie koncentracje w skorupie ziemskiej – przez wiele dziesięcioleci był pozyskiwany przede wszystkim jako koprodukt górnictwa rud miedzi, w mniejszym stopniu niklu, a także – choć jeszcze rzadziej – arsenu czy srebra. W ciągu ostatnich 25 lat zaszła w tym względzie zasadnicza zmiana. Jej istotą było znaczne zwiększenie skali pozyskiwania kobaltu jako podstawowego produktu, a nie jak dotychczas – koproduktu

górnictwa wymienionych rud polimetalicznych. W 1980 r. około 73% globalnej produkcji pochodziło ze złóż rud miedzi (głównie afrykańskich) i około 24% – rud niklu (Outlook... 2006). W 2005 r. proporcje te się odwróciły – zaledwie 7% kobaltu otrzymano ubocznie z rud miedzi, około 39% – z rud niklowo-kobaltowych, a 20% ze źródeł wtórnych i odpadowych (zwłaszcza budzących wielkie zainteresowanie odpadów pogórnictwa w Kongo), natomiast – co zaskakujące – aż 34% stanowiła produkcja kobaltu jako surowca podstawowego (Kapusta 2006). Produkcja kobaltu rafinowanego do początku lat dziewięćdziesiątych XX wieku skoncentrowana była na kontynencie afrykańskim (rys. 2). Problemy społeczno-ekonomiczne oraz konflikty etniczne spowodowały utratę dominacji tego regionu na rzecz krajów europejskich. W latach dwutysięcznych na pozycję lidera wśród światowych producentów awansowały Chiny. Należy jednak wziąć pod uwagę fakt, że mimo znacznego spadku poziomu produkcji kobaltu rafinowanego w Afryce, nadal znaczny udział w światowej podaży ma Kongo (firma Gecamines), pozostające największym światowym producentem górnictwem kobaltu (ponad 40% globalnej produkcji w 2005 r.). Na dostawach pochodzących z tego kraju surowców nisko przetworzonych (rud i koncentratów heterogenitu) bazowała ostatnio znaczna część produkcji Chin, Indii i krajów europejskich. Przykładowo, ocenia się, że z Kongo pochodziło 75–90% koncentratów i rud kobaltu importowanych do Chin w latach 2001–2005 (China's... 2006).

Do ważniejszych zjawisk obserwowanych w ostatnich latach na rynku kobaltu zaliczyć należy lawinowy wzrost zarówno liczby nowych projektów pozyskiwania kobaltu, jak i jego producentów, czego podłożem był dynamiczny rozwój zapotrzebowania na kobalt notowany od 2003 r. Mimo iż relatywnie niewielkie wzrosty zapowiadane są przez tradycyjnych



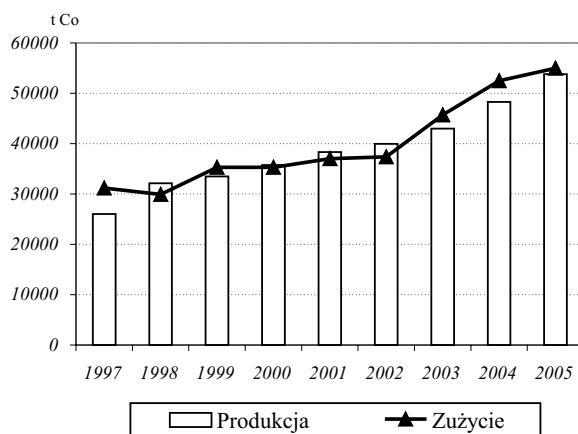
Rys. 2. Produkcja kobaltu metalicznego na świecie według regionów (Bilans gospodarki... 2006)

Fig. 2. The world production of cobalt metal by region (Bilans gospodarki... 2006)

dostawców kobaltu, takich jak m.in. Finlandia, Norwegia, Rosja, Zambia, Kanada i Australia (ok. 4000 ton w 2006 r. i 2900 ton w perspektywie 2007/2008 r.), skala projektów planowanych bądź realizowanych nowych inwestycji (m.in. Coral Bay, Voiseys Bay, Ravensthorpe, Goro, i in., Bilans gospodarki... 2006) pozwala przypuszczać, że globalna podaż kobaltu rafinowanego może się zwiększyć z poziomu niemal 55 tys. ton w 2005 r. do ponad 80 tys. ton w 2010 r. (Kapusta 2006).

W ujęciu historycznym zapotrzebowanie na kobalt od początku lat dziewięćdziesiątych systematycznie rosło, nawet w okresach znacznej wyżki notowań (Bilans gospodarki... 2006). Od 1997 r. obserwowano stopniowe przemieszczanie się głównych ośrodków konsumpcji z Europy Zachodniej i USA do Azji, z wykazującymi największą aktywność Chinami, gdzie poziom zużycia zwiększył się w latach 1997–2005 z 1 do 12 tys. ton rocznie, a tylko w ostatnich dwóch latach – o 33% (China's... 2006). Zmiana w strukturze geograficznej światowej konsumpcji kobaltu wiązała się przede wszystkim z ogromnym wzrostem zapotrzebowania na baterie doładowywane, a także – choć na mniejszą skalę – na katalizatory dla przemysłu tworzyw sztucznych i tekstylnego w tej części świata. Ożywienie popytu zarejestrowano również w Japonii i Korei Płd. (odpowiednio o 58 i 35% w ostatnich czterech latach, a w całej Azji o 80%), podczas gdy konsumpcja w krajach Ameryki i Europy nie wykazywała tendencji rozwojowych (Cobalt Facts 2006). W USA gwałtowne załamanie zapotrzebowania miało miejsce po wydarzeniach 11 września 2001 r., ale kolejne lata – wraz z przełamaniem kryzysu w lotnictwie cywilnym – przyniosły jego odbudowę. W rezultacie w ciągu ostatnich lat globalne zużycie kobaltu zwiększyło się do poziomu 54–55 tys. ton w 2005 r. (rys. 3). Udział krajów azjatyckich w światowej konsumpcji zwiększył się do 59%, podczas gdy na Amerykę i Europę przypadało po około 20%.

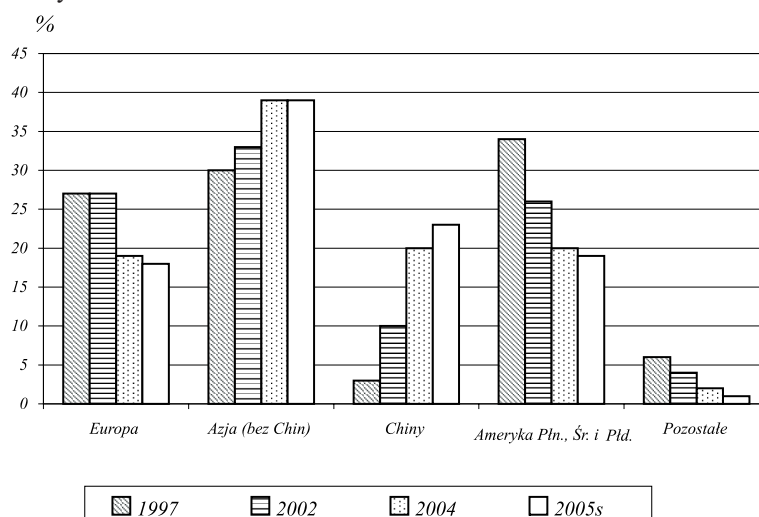
Tendencje spadkowe zarysowały się w ostatnich latach jedynie na rynku kobaltu krajów Unii Europejskiej, które w październiku 2003 r. przyjęły rezolucję (REACH – *Registration*,



Rys. 3. Relacje podaży/popytu na światowym rynku kobaltu w latach 1997–2005

Fig. 3. Supply versus demand in the world market in the years 1997–2005

*Evaluation, Authorisation and Restriction of Chemicals*) dotyczącą nowych zasad produkcji i eksportu około 30 tys. chemikaliów stanowiących składniki wielu wyrobów codziennego użytku, takich jak urządzenia elektroniczne oraz tkaniny, farby, meble, zabawki i środki czystości (ilości powyżej 1 ton rocznie mają być rejestrowane i będą wymagać akceptacji odpowiednich organów administracji, natomiast eksport związków w ilości powyżej 100 ton rocznie będzie przed realizacją wymagał gwarancji bezpiecznego zastosowania autoryzowanej przez instytucje branżowe) (REACH... 2006). Powstanie tej koncepcji skutkowało wyraźnym ograniczeniem zużycia kobaltu w Europie już w 2004 r. (rys. 4), a jej wdrożenie z pewnością stanie się istotną przeszkodą dla dalszego rozwoju konsumpcji w tym regionie. Zakończenie rejestracji wszystkich substancji (począwszy od najbardziej toksycznych lub wprowadzanych na rynek w dużych ilościach) przez specjalnie do tego powołaną Agencję ds. Chemikaliów w Helsinkach jest przewidziane w 2018 r. (Latest News... 2007). Czynnikiem limitującym rozwój zapotrzebowania, zwłaszcza w sektorze baterii doładowywanych, był również wysoki poziom notowań kobaltu w 2004 r., który wymusił poszukiwanie tańszych substytutów.



Rys. 4. Zużycie kobaltu w poszczególnych regionach świata w latach 1997–2005

Fig. 4. Cobalt demand by region between 1997 and 2005

W Chinach, będących obecnie największym światowym konsumentem kobaltu, struktura użytkowania tego metalu została zdominowana przez sektor baterii (52%) oraz węglików spiekanych i szklivi dla ceramiki (po 13%); na pozostałe kierunki zastosowań, tj. stopy magnetyczne, chemikalia, ostrza diamentowe i inne, przypadają łącznie 22% (China's... 2006). Natomiast w Stanach Zjednoczonych, będących trzecim po Chinach i Japonii użytkownikiem kobaltu (ostatnio około 8,5 tys. ton rocznie), rynek jego surowców należał do producentów superstopów dla przemysłu lotniczego – 43%, a resztę używali producenci stopów lutowanych, wysokowytrzymałych, magnetycznych i stali (22%), katalizatorów

i związków chemicznych dla ceramiki i przemysłu chemicznego (26%) oraz węglików spiekanych (9%) (Mineral Commodity Summaries 2006).

### 3. Perspektywy rozwoju wykorzystania kobaltu w dotychczasowych i nowych dziedzinach użytkowania

W ostatniej dekadzie nastąpił ogromny wzrost zapotrzebowania na **baterie doładowywane**. Ich rynek, oceniany w 1993 r. na 1,4 mld ogniw (w większości NiCd), zwiększył się do 3,7 mld sztuk w 2004 r., z czego 1,3 mld stanowiły baterie najnowszej generacji – litowo-jonowe. Przewiduje się, że łączne światowe zapotrzebowanie na baterie doładowywane osiągnie w 2010 r. poziom 4,6 mld sztuk, do czego w największym stopniu przyczyni się lawinowy wzrost popytu na baterie litowo-jonowe, zwłaszcza typu Li-CoO<sub>2</sub> (Outlook... 2006).

Do niedawna największymi końcowymi użytkownikami kobaltu byli producenci **superstopów**. W przyszłości spodziewany jest stabilny rozwój ich produkcji, związany przede wszystkim z planowanym wzrostem liczby nowych samolotów pasażerskich i nasileniem ilości przewozów lotniczych. Analitycy firm Airbus i Boeing przewidują znaczny rozwój lotnictwa cywilnego – do 2020 r. ruch pasażerski ma się zwiększyć 2,5-krotnie, a liczba przewozów 3-krotnie w stosunku do wyników roku 2001 (Outlook... 2006). Głównymi ośrodkami tego wzrostu będą Chiny i kraje Ameryki Łacińskiej.

W ostatniej dekadzie nastąpił znaczny wzrost wykorzystania kobaltu jako składnika **katalizatorów**. Wśród głównych kierunków ich zastosowań należy wymienić produkcję kwasu tereftalowego (PTA) oraz tereftalanu etanowego (DMT) służących do wytwarzania tereftalanu polietylenowego (PET). Najpopularniejsze obecnie produkty otrzymywane z PET to włókna poliestrowe, tkaniny syntetyczne, butelki na napoje i taśmy magnetyczne do nagrań dźwiękowych. Największy wzrost produkcji PTA w ostatnich kilku latach odnotowano w Azji. W najbliższych kilku latach należy się spodziewać dalszego rozwoju konsumpcji tego sektora, co stanowi dobry prognostyk dla popytu na kobalt. Jednym z bardziej obiecujących kierunków przyszłego wykorzystania katalizatorów z udziałem kobaltu jest technologia produkcji paliwa syntetycznego z gazu ziemnego (*GTL – Gas to Liquid Technology*). Jak się ocenia, światowe zasoby gazu stanowią ekwiwalent około 900 mld baryłek syntetycznego paliwa węglowodorowego, co wystarczyłoby na zaspokojenie światowych potrzeb energetycznych przez najbliższych 25 lat. Zapotrzebowanie na kobalt w tej dziedzinie jest szacowane od minimum 2000 t w okresie najbliższych 5 lat (tj. 400 ton rocznie) do maksimum 2000 ton rocznie w następnej dekadzie. Mimo iż będzie ono stanowić niewielki ułamek (1–5%) łącznej światowej konsumpcji tego metalu, technologia GTL jest uważana za jeden z ważniejszych kierunków rozwoju wykorzystania kobaltu w przyszłości (Cobalt and Gas... 2004).

Największe perspektywy rozwoju wykorzystania kobaltu stwarza **przemysł motoryzacyjny**. Wiąże się to przede wszystkim ze skonstruowaniem aut z napędem hybrydowym,

który łączy konwencjonalny silnik spalinowy z elektrycznym. Rozwiązanie to umożliwia obniżenie zużycia paliwa o 40%, jego upowszechnienie jest jednak limitowane nadal wysokimi kosztami produkcji pojazdów z takim napędem. Przyspieszenie rozwoju ich rynku jest jednak nieuchronne, przede wszystkim ze względu na utrzymywanie się wysokich cen benzyny (oraz wizję deficytu paliw i uzależnienia od dostaw z krajów OPEC), a także rosnące naciski na ograniczenie emisji spalin samochodowych. Największy wzrost popytu na auta z napędem hybrydowym spodziewany jest w USA oraz w Chinach (rozpoczęcie produkcji Toyoty Prius pod koniec 2005 r.) i Japonii. W perspektywie 2010 r. rynek tych samochodów w skali globalnej ocenia się na 1,8–2,6 mln rocznie, natomiast do 2015 r. ich liczba ma wzrosnąć do 4,0–6,0 mln rocznie. Obecnie większość z nich wyposażona jest w ogniwa typu NiMH (niklowo-wodorkowe), które w dłuższej perspektywie zostaną zastąpione przez lżejsze i bardziej wydajne baterie litowo-jonowe (im wyższy udział kobaltu tym lepsza wydajność baterii) (Hybrid... 2004). Ilość kobaltu użytego w konstrukcji Toyoty Prius Compact (sprzedawanej od 2001 r.) mieści się w przedziale 1,5–3,5 kg na pojazd, co pozwala szacować zapotrzebowanie na ten metal w horyzoncie 2010 r. na 3,0 tys. ton rocznie, a 2015 r. – nawet do 8,5 tys. ton rocznie. (Outlook... 2006). Doskonalenie konstrukcji silnika hybrydowego jest przez niektórych analityków uważane za krok w kierunku wdrożenia kolejnej generacji systemu napędowego – ogniwa paliwowego.

Zapotrzebowanie na kobalt w produkcji **narzędzi z węgliku wolframu i ostrzy diamentowych** jest tradycyjnie związane z poziomem rozwoju gospodarczego i tak zapewne pozostanie w dającej się przewidzieć przyszłości. W branży narzędzi diamentowych znaczną konkurencją dla kobaltu stanowią sproszkowane stopy, które w sposób znaczący ograniczyły możliwości rozwoju jego wykorzystania (głównie ze względów ekonomicznych). Większość analityków przewiduje raczej stabilizację zużycia kobaltu w tej dziedzinie na obecnym poziomie lub nawet nieznaczny spadek w najbliższych latach. W sektorze węglików spiekanych, gdzie kobalt nie ma zasadniczo substytutów, spodziewany jest natomiast niewielki wzrost zapotrzebowania.

Na produkcję **związków karboksylowych kobaltu** przypada prawdopodobnie około 10% światowego rynku kobaltu. Są one wykorzystywane jako dodatki suszące do farb oraz poprawiające przyczepność gumy do osnowy stalowej w oponach radialnych. Zwłaszcza w tym drugim zastosowaniu kobalt nie znajduje substytutów, zatem wzrost zapotrzebowania w tym kierunku będzie wprost proporcjonalny do poziomu popytu na opony radialne wzmocnione osnową stalową. Odmienne tendencje zarysowują się w sektorze **farb i lakierów**, gdzie rosnącą popularność zyskują farby wodorocieńczalne, które nie wymagają dodatków suszących na bazie kobaltu. Ponadto, w związku z wprowadzonymi w Unii Europejskiej uregulowaniami dotyczącymi handlu związkami niebezpiecznymi, większość producentów dąży do substytucji kobaltu innymi bezpieczniejszymi substancjami.

Wśród pozostałych dziedzin użytkowania kobaltu zwraca uwagę dynamicznie rosnące jego zużycie w **protetyce**. Wynika to przede wszystkim ze starzenia się i równoczesnego wydłużania życia ludzi w krajach wysoko rozwiniętych oraz stopniowego obniżania wieku osób korzystających ze specjalistycznego sprzętu i usług protetycznych.

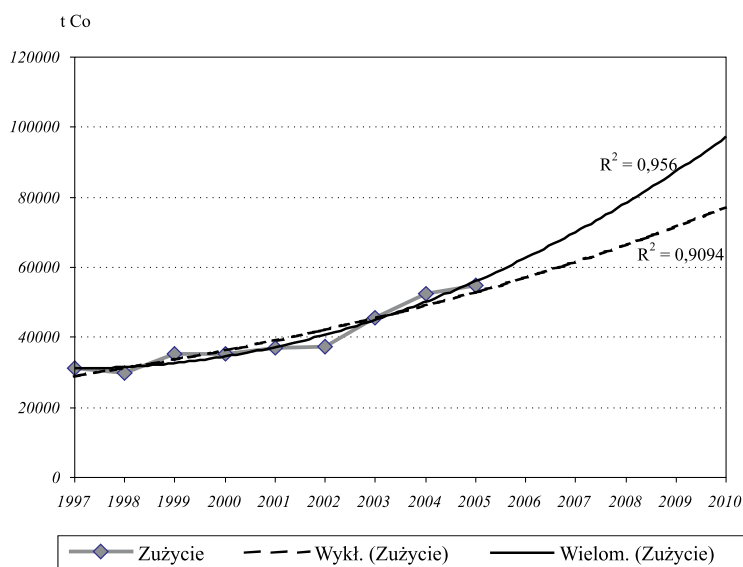


#### 4. Prognoza zapotrzebowania na kobalt metaliczny na świecie

Prognozowanie rynku kobaltu, w porównaniu do innych metali podstawowych, nastęrcza wiele trudności. Interpretację zjawisk na nim zachodzących i tendencji nim rządzących komplikuje wiele czynników, wśród których jako najważniejsze należy wymienić:

- 1) znaczna część globalnej podaży surowców kobaltu pochodzi z niestabilnych politycznie regionów o podwyższonym ryzyku zakłóceń dostaw, tj. Kongo i Zambii;
- 2) kobalt i jego pochodne znajdują wiele różnorodnych zastosowań, począwszy od superstopów, przez materiały magnetyczne i baterie, po opony radialne;
- 3) wciąż pojawiają się nowe kierunki użytkowania kobaltu, wyłaniające się w związku z opracowywaniem nowatorskich rozwiązań technologicznych, m.in. nowych typów baterii doładowywanych, napędu hybrydowego pojazdów, alternatywnego paliwa pozyskiwanego w technologii GTL;
- 4) istotny wpływ na obraz rynku kobaltu mają instytucje handlujące kobaltem oraz spekulanci giełdowi, których działania utrudniają właściwą jego ocenę.

W ostatnim czasie na rynku kobaltu pojawiły się przesłanki wskazujące na możliwy wzrost zapotrzebowania w najbliższych kilku latach. Jeśli tempo rozwoju konsumpcji utrzyma się na poziomie z ostatnich dwóch lat, to w okresie poprzedzającym uruchomienie obecnie realizowanych i w znacznym stopniu zaawansowanych inwestycji górniczych i hutniczych (tj. 2008–2009) można się spodziewać deficytu podaży. Najbardziej obiecujące perspektywy rozwoju konsumpcji są związane z produkcją baterii doładowywanych, katalizatorów, samochodów z napędem hybrydowym, superstopów oraz narzędzi z węglików



Rys. 5. Zużycie kobaltu metalicznego na świecie wraz z prognozą (funkcje: wykładnicza i wielomianowa)

Fig. 5. World cobalt consumption and its forecast (exponential and multinomial functions)

spiekanych i diamentowych. Prognozowany wzrost popytu wynika również ze specyfiki stosowania kobaltu oraz nietłatwej jego substytucji, zwłaszcza że w ostatnich latach nastąpił odwrót od najprostszych jego zastosowań na rzecz wysokich technik, wykorzystujących wyjątkowe właściwości tego metalu. Prognoza oparta na modelu statystycznym, w którym najwyższy współczynnik dopasowania funkcji trendu do szeregu czasowego globalnego zużycia w latach 1997–2005 uzyskano dla funkcji wielomianowej ( $R^2 = 0,956$ ) oraz funkcji wykładniczej ( $R^2 = 0,9094$ ) wskazuje, że w horyzoncie 2010 r. należałoby się liczyć ze wzrostem zapotrzebowania na kobalt metaliczny do poziomu mieszczącego się w przedziale 75–95 tys. ton rocznie (rys. 5). Przy przewidywanym wzroście produkcji do około 80 tys. ton rocznie oznaczałoby to zrównoważenie bilansu rynku bądź niewielki deficyt podaży.

### 5. Zapotrzebowanie na kobalt w Polsce i perspektywy jego rozwoju

W Polsce obecność kobaltu stwierdzono w złożach rud miedzi na Monoklinie Przed-sudeckiej (zasoby szacunkowe 116,35 tys. ton Co, w tym w złożach eksploatowanych 103,29 tys. ton, Bilans zasobów... 2006) i węgla kamiennego w GZW (zasoby szacunkowe 400 tys. ton). Nie są one wykorzystywane, podobnie jak odpady po przeróbce złomu Co-nośnych stopów, stali szlachetnych oraz narzędzi do skrawania wykonanych z węglików spiekanych, stanowiące potencjalne źródło odzysku kobaltu w postaci proszku. W związku z tym krajowe zapotrzebowanie na te surowce jest w całości zaspokajane importem. Kobalt w postaci metalicznej i proszku jest sprowadzany z różnych kierunków, w największych ilościach z Belgii, Finlandii i Rosji, a ostatnio również z Chin i USA. Od 1990 r. importowano łącznie od 18 do 93 ton rocznie. tych surowców (tab. 1). Sporadycznie notowano również ich eksport, co mogło mieć związek ze sprzedażą nadwyżek po cenach korzystniejszych niż cena zakupu, a na początku lat dziewięćdziesiątych ubiegłego wieku przypuszczalnie również z przemysłem z Rosji.

TABELA 1

Gospodarka kobaltem metalicznym w Polsce (ton Co)

TABLE 1

Cobalt metal statistics in Poland (ton Co)

Rok	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005
Import	93	36	18	24	18	35	29	35	48	36	41	48	38	65	33	25
Eksport	0	0	29	17	45	0	1	0	0	5	1	0	0	0	7	6
Zużycie pozorne	93	36	-11	7	-27	35	28	35	48	31	40	48	38	65	26	19

Źródło: Bilans gospodarki... 2006, GUS

Kobalt metaliczny jest w Polsce wykorzystywany głównie do produkcji stali szlachetnych, ostrzy narzędzi do skrawania z węglików spiekanych itp., a na mniejszą skalę do produkcji stopów metali nieżelaznych. Sprowadzane w znacznych ilościach tlenki i wodorotlenki kobaltu (od 23–38 ton na początku lat dwutysięcznych do 134 ton w 2005 r.) stosowane są jako katalizatory w przemyśle chemicznym, pigmenty do barwienia szkła i szklivi ceramicznych oraz do wytwarzania farb naszkliwnych i podszklivnych, a także jako środki osuszające do farb, lakierów i farb drukarskich. Wielkość zużycia surowców kobaltu w poszczególnych dziedzinach nie jest znana. W związku z tym trudny jest również do oszacowania poziom krajowego zapotrzebowania na kobalt metaliczny, który można oceniać na podstawie zużycia pozornego na 30–40 ton rocznie. Rozwój konsumpcji kobaltu w Polsce wydaje się możliwy w takich zastosowaniach jak np. produkcja stopów magnetycznych czy stali jakościowych, ale jest to perspektywa dość ograniczona, bo uwarunkowana koniecznością zwiększonego importu metalu, o ile nie zostanie podjęta własna produkcja kobaltu w KGHM Polska Miedź S.A. (tj. rozważany od z górą 20 lat odzysk z żużli konwertorowych, Zakrzewski et al. 1998). Według ostatnich doniesień koncepcja ta odżyła wraz z utworzeniem spółki KGHM Metale DSI (funkcjonującej od 7.12.2006 r. pod nazwą KGHM Ecoren), która rozwija działalność związaną z zagospodarowaniem odpadów powstających w procesie produkcji miedzi i pozyskiwaniem z nich cennych pierwiastków (obecnie renu w postaci nadrenianu amonu oraz metalu). Podjęcie odzysku kobaltu i niklu z tych źródeł jest również brane pod uwagę w dalszej perspektywie.

#### LITERATURA

- Bilans gospodarki surowcami mineralnymi Polski i świata 2000–2004, 2006. Praca zbiorowa pod redakcją R. Neya i T. Smakowskiego, Wyd. Pracownia Polityki Surowcowej IGSMiE PAN Kraków, 2006.
- Bilans zasobów kopalini i wód podziemnych Polski, 2006. Praca pod redakcją S. Przeniosło i A. Malon. PIG, Warszawa.
- China's present and future position in the global cobalt market. Cobalt News, January 2006.
- Cobalt Facts 2006. Cobalt Development Institute.
- Cobalt and Gas to Liquid Technology. Cobalt News, July 2004.
- Future cobalt production to 2010. Cobalt News, April 2006.
- GUS – niepublikowane statystyki handlu zagranicznego 2005.
- Hybrid gas-electric vehicles and cobalt. Cobalt News, July 2004.
- Kapusta J.P.T., 2006 – Cobalt production and markets: a brief overview. Journal of Metals, October 2006.
- Latest News: REACH agreement in EU Parliament. Cobalt News, January 2007.
- Mineral Commodity Summaries 2005. Cobalt. US Geological Survey, January 2006.
- Outlook for the global market 2005 – Cobalt News, January 2006
- Polański A., 1988 – Podstawy geochemii. Wyd. Geol. Warszawa.
- REACH: Authorisation and restriction. Cobalt News, October 2006.
- The rechargeable battery market and its main applications 2003–2008. Cobalt News, January 2005.
- Zakrzewski J., Czerniecki J., Koźmiński W., 1998 – Odzysk kobaltu z żużli konwertorowych HM Legnica i HM Głogów I. Pr. Spec. PTMin, z. 12, 83–88.

**COBALT – A UNIQUE METAL OF MANY APPLICATIONS****Key words**

Cobalt, principal applications, prospects for development of demand

**Abstract**

Cobalt – due to its unique properties and diverse applications, especially in high technologies – is recognised as a strategic metal. The article discusses prospects and possible limitations of this metal utilisation in the future as well as the demand forecast until 2010. The most promising from the view-point of future cobalt consumption is the development of rechargeable Li-ion batteries, hybrid gas-electric vehicles, superalloys, catalysts, cemented carbides and diamond tools. The most important phenomena observed in the global market in recent decades were also characterised, e.g. depreciation of African countries position and the move of major centres of cobalt production and consumption from Western Europe and the USA to Asia, especially vigorous China. Statistics of trade and consumption of cobalt in Poland as well as prospects for its market development there were also briefly presented.