

## ZRÓWNOWAŻONY ROZWÓJ GÓRNICICTWA SUROWCÓW MINERALNYCH

Józef Dubiński<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Główny Instytut Górnictwa, e-mail: jdubinski@gig.eu

### Streszczenie

W artykule scharakteryzowano zasoby i zapotrzebowanie na surowce mineralne, z uwzględnieniem dynamiki i trendów światowych w gospodarce surowcowej. Przedstawiono znaczenie surowców mineralnych w rozwoju gospodarki światowej oraz znaczenie krytycznych dla rozwoju gospodarczego surowców mineralnych. Wskazano także główne elementy zrównoważonego rozwoju sektora wydobywczego, które w istotny sposób będą kształtowały rozwój górnictwa w przyszłości.

### Słowa kluczowe

surowce mineralne, zrównoważony rozwój górnictwa, górnictwo surowców mineralnych

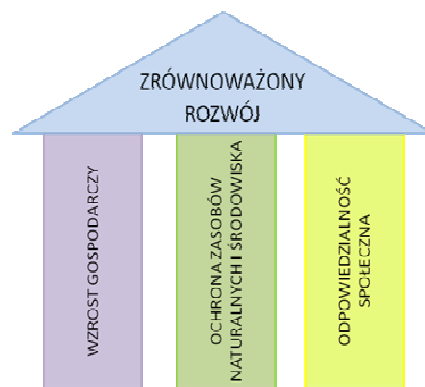
### 1. WPROWADZENIE

Pojęcie zrównoważonego rozwoju jest dzisiaj szeroko używanym terminem w wielu obszarach działalności związanej z aktywnością i życiem człowieka. Pojawiło się ono w drugiej połowie wieku XX jako reakcja na dynamiczny wzrost gospodarczy obserwowany w wielu krajach na świecie, który często występował w warunkach zbyt intensywnego i niekontrolowanego korzystania z zasobów środowiska naturalnego. Dlatego też, aby ograniczyć to niekorzystne dla świata zjawisko, już pod koniec lat 60. ubiegłego wieku, zostały podjęte działania, pod auspicjami Organizacji Narodów Zjednoczonych, które ujęto w raporcie Światowej Komisji Środowiska i Rozwoju ONZ o nazwie *Nasza wspólna przyszłość*, opublikowanym w roku 1987. Komisja ta pracowała pod przewodnictwem Gro Harlem Brundtlanda, stąd często raport ten jest określany raportem Brundtlanda. Istotą tego dokumentu jest przesłanie mówiące, że dla zapewnienia dalszej egzystencji życia na Ziemi oraz możliwości zaspokajania podstawowych potrzeb wszystkich ludzi, a także przyszłych pokoleń, niezbędny jest zrównoważony rozwój wszelkich dziedzin życia i ludzkiej działalności (WCED 1987). Należy podkreślić, że w Polsce zasada zrównoważonego rozwoju zyskała rangę konstytucyjną, a jej definicja znalazła się w ustawie Prawo ochrony środowiska.

Najszerza definicja pojęcia zrównoważonego rozwoju jest ujęta w 27 Zasadach Zrównoważonego Rozwoju znajdujących się w dokumencie podpisanym podczas Szczytu Ziemi, który odbył się w roku 1992 w Rio de Janeiro. W wydarzeniu tym uczestniczyli przedstawiciele 172 rządów i 2400 organizacji pozarządowych. W sprawie przyszłości świata dokument ten bardzo wyraźnie wskazuje, że niezbędne są nowe sposoby inwestowania w przyszłość tak, aby w wieku XXI osiągnąć globalny zrównoważony rozwój. Podkreśla także potrzebę współdziałania w tworzeniu zrównoważonej gospodarki w przemyśle pozyskiwania surowców mineralnych oraz tworzenia nowych technologii ich wykorzystania.

Realizacja zrównoważonego rozwoju to integracja działań w następujących trzech kluczowych obszarach, a mianowicie (rys. 1):

- techniczno-ekonomicznym, zapewniającym wzrost gospodarczy,
- ekologicznym, gwarantującym ochronę zasobów surowcowych i środowiska naturalnego,
- społecznym, oznaczającym troskę o pracownika w miejscu pracy i o rozwój społeczności lokalnej w otoczeniu zakładu górniczego.



Rys. 1. Elementy tworzące pojęcie zrównoważonego rozwoju

Należy podkreślić, że zrównoważony rozwój jest w każdym przypadku procesem ciągłym, a nie doraźnym przedsięwzięciem. Posiada wyraźnie zdefiniowane cele i sposoby ich realizacji, w każdym z podanych powyżej kluczowych obszarów (Dubiński, Turek, Wachowicz 2007). Zakłada się, że obszary te są tak samo ważne, co określa cechę ich zrównoważenia. Stąd nacisk na jeden z obszarów prowadzi zazwyczaj do sytuacji kryzysowej w całym obszarze działania zakładu górniczego.

Wzrost gospodarczy oznacza osiągnięcie przez zakład górniczy długookresowej stabilności zarówno w wymiarze za-

planowanej wielkości produkcji, jak i zaspokajania potrzeb odbiorców oraz osiąganie ekonomicznej efektywności uzyskiwanej ze sprzedaży wydobywanego surowca.

**Ochrona zasobów surowcowych i środowiska naturalnego** oznacza dbałość o złożę i ochronę jego zasobów przez racjonalne ich pozyskiwanie, a więc takie, które cechuje oszczędność w ich szczypaniu. Oznacza także działania minimalizujące negatywne oddziaływanie różnych procesów związanych z wydobywaniem surowców mineralnych na różne formy środowiska geologicznego i środowiska naturalnego na powierzchni.

**Odpowiedzialność społeczna**, z uwagi na specyfikę górniczego środowiska pracy, oznacza przede wszystkim zapewnienie bezpiecznych warunków pracy, ale także dbałość przedsiębiorców górniczych o socjalne aspekty tej pracy, w tym o rodziny górnicze, otoczenie zakładu górniczego itp.

W niniejszym artykule zostaną omówione wybrane, najważniejsze aspekty powyższych obszarów kluczowych – filarów zrównoważonego rozwoju górnictwa i korzystania z dóbr naturalnych w postaci surowców mineralnych. Każdy z nich to szeroki i stale zwiększający się zakres problemów, których rozwiązanie przybliży ten ważny przemysł do osiągnięcia celów zapewniających zrównoważenie jego działalności. To wielkie wyzwanie, wymagające wielokierunkowego wsparcia ze strony nauki i przemysłu górniczego. Już dzisiaj do podstawowych narzędzi takiego wsparcia należą metody i technologie rozwijane w ramach nauk o Ziemi oraz nauk górniczych.

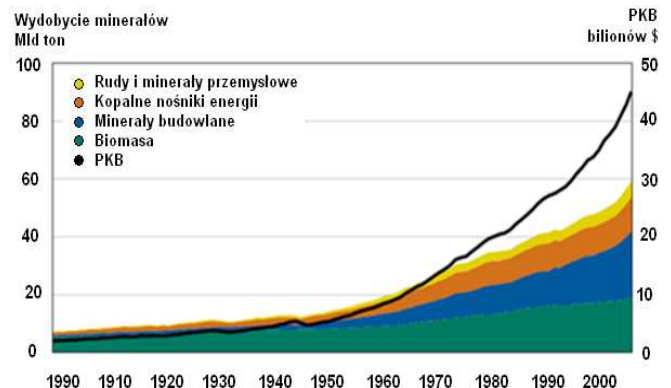
## 2. RACJONALNE POZYSKIWANIE I KORZYSTANIE Z ZASOBÓW SUROWCÓW MINERALNYCH

Analizując znaczenie pojęcia zrównoważonego rozwoju należy zauważyć, że nabiera ono szczególnej ostrości w przypadku górnictwa, a więc działalności związanej z pozyskiwaniem różnego rodzaju surowców mineralnych. Nieodłączną cechą tej działalności jest bowiem to, że dotyczy ona zasobów nieodnawialnych. Stąd pierwszą i naczelną zasadą zrównoważonego rozwoju musi być racjonalne i oszczędne zarówno pozyskiwanie, jak i wykorzystywanie surowców mineralnych (Dubiński, Drzęzła 2005).

Z historycznego punktu widzenia górnictwo jest jednym z najstarszych udokumentowanych rodzajów działalności człowieka, bowiem ludzkość od bardzo wielu stuleci, a nawet tysiącleci, również i dzisiaj, czerpie określone korzyści z pozyskiwania bogactw ziemi. Surowce mineralne wydobywane i wykorzystywane przez człowieka zawsze warunkowały rozwój gospodarczy i cywilizacyjny społeczeństw i państw, co zostało bardzo wyraźnie zaakcentowane w motcie 18. Światowego Kongresu Górniczego, który odbył się w roku 2000 w USA – *Everything begins with mining*, czyli wszystko rozpoczyna się od górnictwa. Słynny fizyk Max Planck powiedział natomiast: *Górnictwo nie jest wszystkim, ale bez górnictwa wszystko jest niczym*. Można wskazać wiele obszarów zarówno w przeszłości, jak i w czasach współczesnych, które swój rozwój zawdzięczają właśnie rozwojowi górnictwa – w Polsce są to na przykład Lubin, Polkowice, Bełchatów, Turoszów.

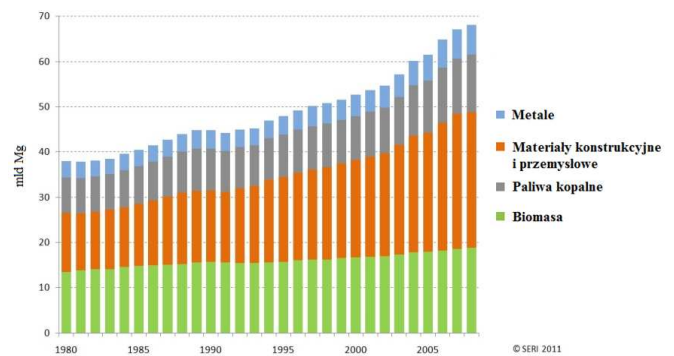
Przedmiotem działalności współczesnego górnictwa jest pozyskiwanie szerokiej gamy surowców mineralnych, które służą zaspokajaniu różnorodnych potrzeb człowieka, zaczy-

nając od energetycznych, budowlanych, przez chemiczne, farmaceutyczne, motoryzacyjne, elektroniczne czy nawet kosmiczne. Wydobycie surowców mineralnych w skali globalnej stale wzrasta, co pokazuje wykres (rys. 2).



Rys. 2. Wzrost zapotrzebowania na surowce mineralne w gospodarce światowej (SERI 2011)

W ostatnim 50-leciu obserwuje się wyraźną zmianę w dynamice tego wzrostu. Przykładowo, w latach 1980–2008 wyniósł on około 30 mld Mg – z około 38 mld Mg w roku 1980 do około 68 mld Mg w roku 2008 – rysunek 3 (SERI 2011).

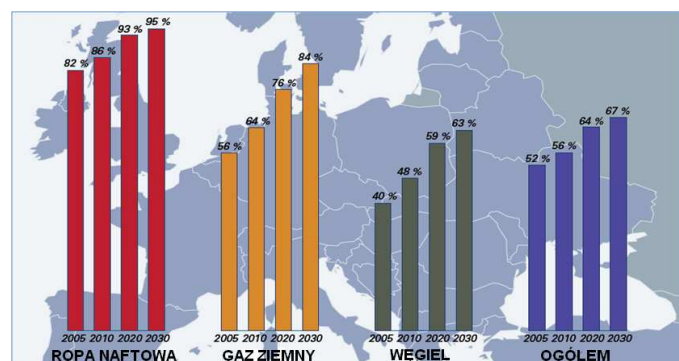


Rys. 3. Światowe wydobycie surowców mineralnych w latach 1980–2008 (SERI 2011)

Jak widać na wykresie, tempo wzrostu różniło się wyraźnie w poszczególnych grupach surowców mineralnych. Największy wzrost odnotowano w grupie surowców przemysłowych i konstrukcyjnych – odpowiadają za niego głównie kraje azjatyckie, takie jak Chiny czy Indie. Fakt ten jednoznacznie wskazuje na zależność między wydobyciem tych surowców a rozwojem gospodarczym.

Kluczowym elementem zrównoważonego rozwoju w zakresie pozyskiwania i korzystania z surowców mineralnych jest wspomniana wcześniej racjonalna i oszczędna gospodarka. Tymczasem współczesny człowiek przyzwyczał się do dostępności surowców mineralnych, najczęściej zapominając o istotnym fakcie, jakim jest nieuchronne szczypanie nieodnawialnych przecież zasobów tych surowców. Ostatnie dziesięciolecie to dynamiczny rozwój gospodarczy wielu krajów na świecie i ich gospodarek, szczególnie tych zaliczanych do grupy krajów rozwijających się. Proces ten wiąże się z niezwykle szybko rosnącym zapotrzebowaniem na różnego rodzaju surowce mineralne. Szczególnie wyraźny jest on w przypadku surowców energetycznych, stąd w wielu krajach, w tym także w Polsce, podnoszony jest problem bezpieczeństwa energetycznego. Niestety, Unia Europejska, której

Polska jest członkiem, staje się coraz bardziej zależna od importu podstawowych surowców energetycznych, co wyraźnie pokazano na rysunku 4. Obecnie (dane za 2011 r.) zależność energetyczna UE kształtuje się na poziomie 53,8%, przy czym zależność od importu ropy wynosi 84,9%, a dla gazu 67% (Eurostat Database 2013).



Rys. 4. Zależność energetyczna Unii Europejskiej i jej prognoza do roku 2030 (EU Trends... 2010)

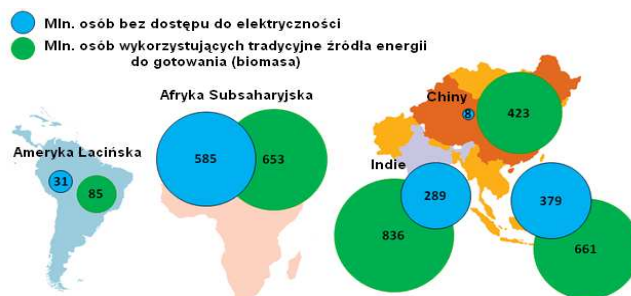
Powyższy problem rosnącego zapotrzebowania na surowce mineralne ma już dzisiaj znacznie szerszy wymiar i coraz częściej świat mówi o bardziej ogólnym problemie bezpieczeństwa surowcowego. Bezpieczeństwo to staje się szczególnie istotne w odniesieniu do surowców strategicznych, które są kluczowe dla rozwoju wielu nowych technologii.

Analizując problem bezpieczeństwa surowcowego należy zwrócić uwagę na ważną kwestię nierównomierności rozkładu złóż poszczególnych surowców mineralnych pod względem geograficznym. Zjawisko to powoduje, że dostęp do pewnych grup surowców, szczególnie tych najbardziej poszukiwanych na rynku, jest ograniczony, a tym samym stwarza uprzywilejowaną pozycję dla niektórych państw. Problem dotyczy zarówno dostępu do tych surowców, jak i realizowania przez niektóre państwa określonej polityki surowcowej. W konsekwencji spycha to kraje mniej zasobne surowcowo lub w ogóle ich nieposiadające na margines rozwoju gospodarczego i cywilizacyjnego. Takim niezwykle jaskrawym przykładem powyższej nierównomierności jest dostęp ludności do zasobów surowców energetycznych. Dzisiaj, w wieku XXI, 1,3 mld ludzi na świecie nie posiada dostępu do energii elektrycznej, a 2,7 mld wykorzystuje wyłącznie biomasę do gotowania pożywienia (WEO 2011). Są to zazwyczaj takie obszary na kuli ziemskiej, gdzie albo brak jest złóż surowców energetycznych lub nie zostały one jeszcze rozpoznane, albo nie są one wydobywane z uwagi na wysokie koszty pozyskiwania. Zjawisko to ilustruje rysunek 5.

Nie ulega wątpliwości, że problem bezpieczeństwa związanego z dostępnością do zasobów surowców mineralnych będzie narastał. Wiąże się on bowiem nie tylko ze wspomnianym już dynamicznym rozwojem gospodarczym nowych regionów na świecie, takich jak: Chiny, Indie i inne kraje Azji Południowo-Wschodniej. Znaczącym czynnikiem jest także szybki wzrost liczby ludności na świecie. Liczba ta przekroczyła już 7 mld, a prognozy demograficzne przewidują, że już w roku 2044 wielkość populacji ludzkiej może przekroczyć 9 mld (U.S. Census... 2011).

Należy zatem postawić niezwykle istotne pytanie – jaki będzie wpływ tych globalnych zjawisk na zrównoważony rozwój pozyskiwania surowców mineralnych? Zakładając, że

średnioroczny wzrost liczby ludności o ponad 1% przekłada się na średnioroczny wzrost zapotrzebowania na energię elektryczną o około 2%, to – zgodnie z analizami Międzynarodowej Agencji Energetycznej, według podstawowego Scenariusza Nowych Polityk – zapotrzebowanie na energię elektryczną w perspektywie roku 2035 wzrośnie o ponad 70% i osiągnie wartość prawie 32 000 TWh. Z tego ogólnego wzrostu 60% przypadnie krajom rozwijającym się, takim jak Chiny, Indie i Bliski Wschód (WEO 2012). Ważne jest także to, że wzrośnie zapotrzebowanie nie tylko na surowce energetyczne, ale – według światowych prognoz – także popyt na inne surowce mineralne.



Rys. 5. Rozmieszczenie obszarów biedy na świecie (WEO 2011)

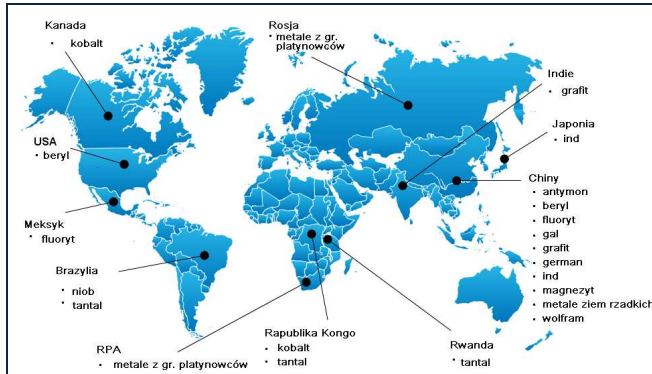
W kontekście powyższych uwarunkowań nie budzi zdziwienia duże zainteresowanie wiodących światowych gospodarek dostępem do złóż surowców mineralnych. Dzisiaj nie ma już wątpliwości, że to właśnie ich zasoby decyduwać będą nie tylko o dalszym wzroście gospodarczym, ale przede wszystkim o pozycji danego państwa w kreowaniu globalnej polityki surowcowej. Analizując opisane powyżej trendy panujące na światowym rynku górnictwa surowców mineralnych należy zwrócić uwagę na najszybciej rozwijające się gospodarki świata. Chodzi o kraje określane mianem grupy BRICS, czyli Brazylię, Rosję, Indie, Chiny i RPA, które w roku 2009 podjęły inicjatywę mającą na celu określenie możliwości wspólnych działań m.in. na światowym rynku surowcowym. Należy zauważyć, że są to kraje wyjątkowo bogate w surowce, które już w latach 2000–2008 odpowiadały za 50% światowego wzrostu gospodarczego (Pitfield i in. 2010). Zgodnie z różnymi prognozami potencjał ekonomiczny krajów grupy BRICS plasuje je już dzisiaj na pozycjach liderów światowego rankingu najbardziej rozwiniętych gospodarek do roku 2050.

Niestety odmienna sytuacja, jeśli chodzi o prognozy rozwoju górnictwa, jest w Unii Europejskiej, która dodatkowo podjęła ambitną walkę z globalnym ociepleniem klimatu, odchodząc od paliw kopalnych, a tym samym i rodzimych zasobów tych surowców. Fakt ten będzie niewątpliwie negatywnie wpływać na wspomniane wcześniej bezpieczeństwo energetyczne krajów UE. W przypadku bezpieczeństwa surowcowego polityka Unii Europejskiej wykazuje świadomość tego problemu, czego wyrazem jest m.in. poszukiwanie stabilnych zagranicznych dostawców surowców mineralnych, określanych jako krytyczne dla gospodarek krajów UE (Hebestreit 2011). Ich lokalizację pokazuje mapa na rysunku 6.

Przedstawione specyficzne globalne problemy górnictwa surowców mineralnych jednoznacznie wskazują na potrzebę jego dalszego funkcjonowania i rozwoju, niezwykle ważnego dla teraźniejszości i przyszłości ludzkości. Wymagają one jednak odpowiedzi na kluczowe pytanie: Czy w tej działal-

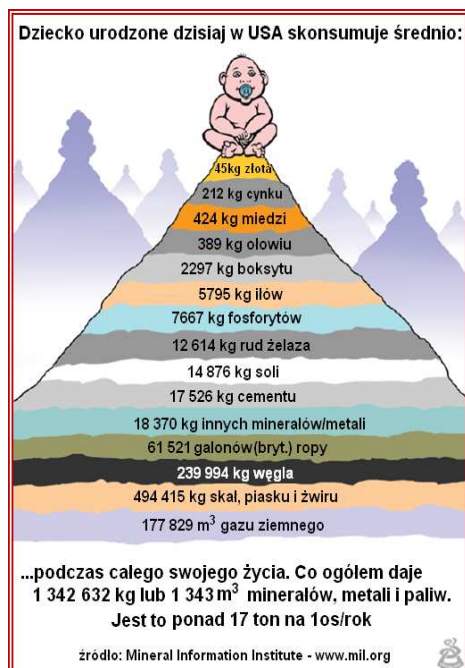


ności przemysłowej są stosowane zasady zrównoważonego rozwoju? Czy świat zdaje sobie sprawę, że idea zrównoważenia w działalności górniczej – musi oznaczać oszczędzanie surowców? Tylko stosując konsekwentnie tę zasadę, może on gwarantować, że nieodnawialne zasoby złóż surowców mineralnych będą służyć z pożytkiem nie tylko obecnemu, ale jeszcze wielu następnym pokoleniom.



Rys. 6. Lokalizacja krajów posiadających surowce krytyczne dla rozwoju gospodarki Unii Europejskiej

Tymczasem problem zrównoważonego rozwoju w sferze pozyskiwania i wykorzystywania surowców mineralnych, czyli oszczędność, pomimo wielu różnego rodzaju deklaracji, jest daleki od osiągnięcia oczekiwanego stanu. Obserwuje się bowiem, szczególnie w bogatych, wysoko rozwiniętych krajach świata, nadmierną i stale rosnącą konsumpcję, której istotnym elementem są surowce mineralne. Dobrze obrazuje to przykład pokazany na rysunku 7, przedstawiający sytuację w tym obszarze w USA.



Rys. 7. Przykładowa konsumpcja różnych surowców mineralnych przez mieszkańca USA

Z racjonalnym i oszczędnym gospodarowaniem zasobami złóż surowców mineralnych wiąże się także problem ciągłej działalności firm górniczych na rzecz powiększania bazy zasobowej. Geologiczne i geofizyczne prace rozpoznawcze

prowadzi się zarówno w posiadanych obszarach koncesyjnych, jak i w obszarach nowych; ważnym elementem jest także akwizycja nowych złóż.

### 3. WYZWANIA ZWIĄZANE Z OCHRONĄ ŚRODOWISKA NA TERENACH GÓRNICZYCH

Ważnym problemem dla górnictwa są także wyzwania środowiskowe. To one wspólnie z omówioną w poprzednim rozdziale ochroną złóż surowców mineralnych i ich racjonalną gospodarką wypełniają treść drugiego filara zrównoważonego rozwoju. W skali globalnego górnictwa obejmują one szeroki zakres problemów i dotyczą wszystkich elementów środowiska naturalnego, a więc powierzchni ziemi, wody i powietrza (Drebenstedt 2008; Dubiński, Turek 2006). Praktycznie każda działalność górnicza narusza w mniejszym lub w większym stopniu stan środowiska naturalnego. Zmiany, które powoduje, to przede wszystkim:

- deformacje powierzchni terenu w postaci obniżen, deformacji poziomych, deformacji nieciągłych itp.,
- sejsmiczność indukowana działalnością górniczą,
- różnego rodzaju zmiany stosunków wodnych,
- wyjąłowanie gleb,
- emisja gazów i pyłów,
- hałas i inne.

Konieczny jest więc rozwój takich technologii pozyskiwania surowców mineralnych, które będą eliminowały lub minimalizowały negatywne efekty procesów górniczych. Niezbędne jest także opracowanie technologii naprawy zaistniałych skutków tak, aby zdegradowane przez górnictwo tereny przywracać do dalszego użytkowania. Różnorodne technologie rekultywacji terenów pogórnich są rozwijane i wdrażane zarówno w górnictwie światowym, jak i polskim i przynoszą korzystne efekty. Należy podkreślić, że aktywność zakładów górniczych w dbałości o środowisko naturalne to dzisiaj jeden z najważniejszych elementów decydujących o wspomnianej społecznej akceptacji działalności górniczej.

### 4. BEZPIECZEŃSTWO PRACY KLUCZOWYM ELEMENTEM ZRÓWNOWAŻONEGO ROZWOJU

Odpowiedzialność społeczna jako jeden z filarów zrównoważonego rozwoju w przypadku górnictwa surowców mineralnych koncentruje się przede wszystkim na problematyce bezpieczeństwa i higieny pracy, a więc na trosce o zdrowie i życie pracownika w jego miejscu pracy (Dubiński 2011). Należy podkreślić, że zakres pojęcia „odpowiedzialność społeczna” jest we współczesnych przedsiębiorstwach górniczych rozumiany znacznie szerzej. To także dbałość o rozwój zawodowy pracowników, o stabilność ich miejsc pracy, o wynagrodzenia zapewniające rodzinom górników godziwe warunki życia. Od pewnego czasu funkcjonuje w tym obszarze pojęcie „społecznej odpowiedzialności biznesu”, obejmujące także relacje ze społecznością lokalną, zamieszkującą w otoczeniu kopalni. Są to czynniki ważne dla pozyskania akceptacji społecznej dla prowadzonej działalności górniczej, która często stwarza mieszkańcom różne utrudnienia.

Na pojęcie bezpieczeństwa i higieny pracy w górnictwie składa się cały szereg wzajemnie powiązanych elementów technicznych, społecznych, organizacyjnych i prawnych. Ich poziom oraz stopień wdrożenia w formie tzw. dobrych praktyk ma decydujący wpływ na bezpieczeństwo pracy.

Analizując problem bezpieczeństwa pracy w górnictwie w skali globalnej należy stwierdzić, że przemysł pozyskiwania surowców mineralnych, szczególnie w warunkach eksploatacji podziemnej, należy do sektorów gospodarki o wysokim poziomie ryzyka zaistnienia wypadków, czasem mających katastrofalne skutki. Poziom ten jest zróżnicowany zarówno w odniesieniu do poszczególnych krajów, które są na różnym poziomie rozwoju technologicznego, jak i w odniesieniu do różnych rodzajów górnictwa.

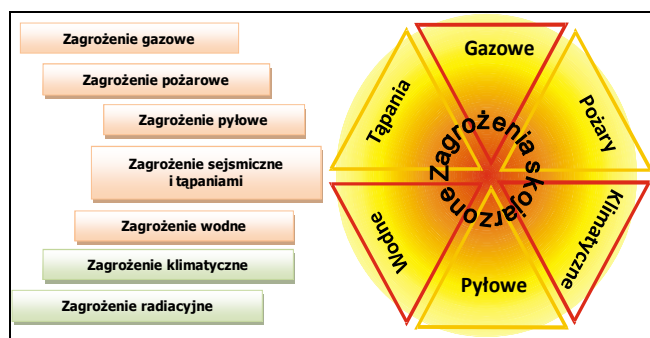
Istota problemu bezpieczeństwa pracy w górnictwie została pokazana na przykładzie polskiego górnictwa węgla kamiennego. Należy podkreślić, że ta gałąź przemysłu jest w Polsce dobrze rozwinięta we wszystkich elementach, które gwarantują jej bezpieczne funkcjonowanie. Po roku 1990 górnictwo to przeszło proces głębokich, często drastycznych procesów restrukturyzacyjnych, które dotyczyły wszystkich kluczowych sfer jego działalności – technicznej, ekonomicznej, zatrudnienia (Karbownik, Turek 2011). Potwierdzają to przykładowe dane dla górnictwa węgla kamiennego zamieszczone w tabeli 1.

Tabela 1. Techniczne i społeczne efekty restrukturyzacji polskiego górnictwa węgla kamiennego – lata 1989–2012

Wskaźnik	Lata						
	1989	1995	2000	2005	2010	2011	2012
Produkcja węgla, mln Mg	177,4	135,4	102,2	97,1	76,1	75,7	79,2
Zatrudnienie, tys.	407	272	155	123	112	111	113
Liczba kopalń	70	63	42	33	31	30	30
Liczba czynnych ścian	861	415	183	130	116	112	114
Wydajność, t/rdn	3957	4869	6635	8011	6543	7066	714
Średnia głębokość eksploatacji, m	510	560	600	645	700	705	–

Należy stwierdzić, że procesy te korzystnie wpłynęły na wdrażanie zasad zrównoważonego rozwoju w sferze bezpieczeństwa i higieny pracy. Nastąpiły korzystne zmiany w prawodawstwie górniczym, nastąpiła także zmiana w społecznym postrzeganiu górnictwa przez mieszkańców terenów, na których prowadzona jest działalność górnicza.

Podziemne środowisko pracy w polskich kopalniach, szczególnie węgla kamiennego, charakteryzuje się występowaniem praktycznie wszystkich znanych w górnictwie światowym górniczych zagrożeń naturalnych (rys. 8). Większość z nich to zagrożenia katastrofogenne. To wielkie wyzwanie dla bezpieczeństwa pracy załóg górniczych, także w kwestii równowagi między produkcją i uzyskiwanymi wynikami ekonomicznymi a wymogami bezpieczeństwa i wydatkami na jego poprawę (Bradecki, Dubiński 2005).



Rys. 8. Podstawowe zagrożenia naturalne w górnictwie węgla kamiennego

Ważnym elementem w przypadku występowania tak licznych zagrożeń naturalnych jest ich ciągłe monitorowanie

połączone ze specjalistyczną interpretacją i analizą danych pomiarowych. Metody geofizyczne oraz inne metody fizyczne znalazły szerokie zastosowanie (Dubiński 2005). Zostały także wypracowane optymalne zasady projektowania eksploatacji w warunkach występowania powyższych zagrożeń, a także technologie obniżające ich poziom (Konopko red. 2010). Należy podkreślić rolę systemów zarządzania bezpieczeństwem w kopalniach, gdyż czynnik ludzki jest nadal często przyczyną zaistniałych wypadków. Stąd wszelkie kwestie związane z organizacją pracy, szkoleniem pracowników oraz kształtowaniem probezpiecznych zachowań mają istotne znaczenie. Należy mieć świadomość, że wszystkie te działania wymagają stale rosnących nakładów finansowych na sferę bezpieczeństwa pracy, ale jest to konieczność determinowana przez cele zrównoważonego górnictwa.

## 5. WNIOSKI

1. Zrównoważony rozwój górnictwa surowców mineralnych jest wielkim globalnym wyzwaniem dla współczesnego świata, skierowanym do przedsiębiorców górniczych, ludzi nauki związanych z górnictwem i wielu innych instytucji i organizacji.
2. Dzisiaj zrównoważony rozwój górnictwa to klucz do bezpieczeństwa surowcowego i energetycznego dla wielu państw na świecie, mający szczególny wymiar także dla Polski.
3. Społeczna świadomość, że złoża surowców mineralnych są dobrem nieodnawialnym, jest niestety niewielka i stąd poprawa czy też zmiana sytuacji w tym obszarze to kolejne kluczowe wyzwanie, za którym powinny następować konkretne działania.
4. Współczesne górnictwo, które zazwyczaj negatywnie oddziałuje na środowisko naturalne, a także powoduje mniejszy lub większy dyskomfort ludzi zamieszkujących tereny górnicze lub ich bezpośrednie otoczenie, musi posiadać społeczną akceptację dla swej działalności. Stąd rzeczywista troska o środowisko staje się ważnym argumentem dla jej uzyskania.
5. Górnictwo wieku XXI w dążeniu do zrównoważonego rozwoju musi zapewniać pracownikom bezpieczne warunki pracy, stąd problematyka jego bezpieczeństwa, z uwagi na swoją złożoność to główne wyzwanie dla nauki i praktyki górniczej. Obserwowany na świecie trend wzrostu głębokości prowadzenia eksploatacji sprawia, że bezpieczeństwo pracy jest i nadal będzie kluczowym obszarem dla zrównoważonego rozwoju górnictwa.
6. Złożoność problemów zrównoważonego rozwoju górnictwa oraz wynikająca z nich różnorodność w skali globalnej wskazują na potrzebę stałej wymiany doświadczeń w zakresie wiedzy, metod, technologii oraz innych rozwiązań technicznych. Powinny one zapewniać zrównoważony i społecznie akceptowany rozwój i dalsze funkcjonowanie górnictwa, niezmiennie potrzebnego ludziom, bo dostarczającego potrzebnych surowców mineralnych.

## Literatura

1. Bradecki W., Dubiński J. (2005): Effect of the restructuring of the Polish coal-mining industry on the level of natural hazards. Archives of Mining Sciences Vol. 50, issue 1, s. 49–67.
2. Drebenstedt C. (2008): Responsible mining – approaches and realization. Proc. 22<sup>nd</sup> World Mining Congress – Innovations and Challenges in Mining, Vol. 1, Istanbul, s. 135–147.

3. Dubiński J. (2005): New safety technologies in underground mines. Proc. of the 20<sup>th</sup> World Mining Congress – Mining and Sustainable Development, Vol. 1, Teheran, s. 21–31.
4. Dubiński J. (2011): Safe and environmental friendly coal mining – global challenge for the XXI century, Beijing.
5. Dubiński J., Drzeźła B. (2005): Problemy zrównoważonego rozwoju w polskim górnictwie węgla kamiennego. Sympozja i Konferencje nr 65. Warsztaty Górnicze 2005 z cyklu „Zagrożenia naturalne w górnictwie”. Kraków, IGSMiE PAN, s. 105–117.
6. Dubiński J., Turek M. (2006): Proces restrukturyzacji a ochrona środowiska na terenach górniczych. Bezpieczeństwo Pracy i Ochrona Środowiska w Górnictwie nr 12, s. 4–9.
7. Dubiński J., Turek M., Wachowicz J. (2007): Hard coal mining and the idea of sustainable development. Proc. Int. Scientific Conference – School Underground Exploitation, Dniepropetrovsk, s. 27–38.
8. EU Trends to 2030. UPDATE 2009, Publications Office of the European Union, 2010.
9. Eurostat Database: <http://epp.eurostat.ec.europa.eu/tgm/table.do?tab=table&init=1&language=en&pcode=tsdcc310&plugin=1>
10. Hebestreit C. (2011): Resources efficiency and innovation policies in Europe. Proc. 22<sup>nd</sup> World Mining Congress – Innovations and Challenges in Mining, Vol. 1, Istanbul, s. 149–155.
11. Karbownik A., Turek M. (2011): Zmiany w górnictwie węgla kamiennego – geneza, przebieg, efekty. Przegląd Górniczy nr 7–8.
12. Konopko W. red. (2010) Warunki bezpiecznej eksploatacji pokładów węgla zagrożonych metanem, tapaniami i pożarami endogenicznymi. Katowice, Główny Instytut Górnictwa.
13. Pitfield P.E.J., Broun T.J., Longharts I.A., Hill A. (2010): Mineral Information and Statistics for the BRIC Countries, British Geological Survey, Keyworth, Nottingham.
14. SERI (2011): Global resource extraction by material category 1980–2008. <http://www.materialflows.net>.
15. U.S. Census Bureau, U.S. Department of Commerce, Population Division, International Data Base, June 2011 update. [www.census.gov](http://www.census.gov).
16. WCED (1987): World Commission on Environment and Development – Our Common Future: Report of the World Commission on Environment and Development, United Nations 1987. [http://conspect.nl/pdf/Our\\_Common\\_Future-Brundtland\\_Report\\_1987.pdf](http://conspect.nl/pdf/Our_Common_Future-Brundtland_Report_1987.pdf).
17. WEO (2011): World Energy Outlook International Energy Agency 2011.
18. WEO (2012): World Energy Outlook International Energy Agency 2012.