

Ryszard Uberman¹
Elżbieta Pietrzyk-Sokulska²
Joanna Kulczycka³

OCENA WPLYWU DZIAŁALNOŚCI GÓRNICZEJ NA ŚRODOWISKO – TENDENCJE ZMIAN

Streszczenie: Działalność górnicza nieodłącznie związana jest z ingerencją w środowisko i dotyczy przekształceń krajobrazu, zmian stosunków wodnych i jakości powietrza. Zaostrzenie w ostatnich latach wymogów ochrony środowiska spowodowało szereg działań minimalizujących wpływ pozyskiwania, przetwarzania i wykorzystania surowców mineralnych. Często, poprzez rekultywację i zagospodarowanie zajętych na ten cel terenów, górnictwo rekompensuje poniesione straty, a także tworzy nowe wartości użytkowe, w wielu przypadkach o wyższych walorach (Nieć, Pietrzyk-Sokulska i in. 2008). Wyczerpywanie i nieodnawialność zasobów kopalin wymusza racjonalne ich zużycie, recykling oraz stosowanie substytutów (Kudełko, Nitek 2011), co ograniczy m.in. zajmowanie terenów pod eksploatację nowych złóż i w konsekwencji zmniejszy presję na środowisko.

W artykule przeanalizowano zachodzące w górnictwie zmiany, zwracając uwagę na szanse i zagrożenia dla dalszego jego rozwoju w Polsce na tle gospodarki globalnej. Wskazano także sposoby minimalizacji presji przemysłu wydobywczego na środowisko i metody naprawy nieuniknionych przekształceń komponentów środowiska (Pietrzyk-Sokulska 2004) wraz z oceną efektów środowiskowych tych działań w całym cyklu życia.

Słowa kluczowe: górnictwo, środowisko naturalne, ochrona środowiska

Abstract: Mining activity is inextricably linked with the interference in the environment and concerns the transformation of the landscape, change of water and air quality. Stepping up in recent years, the environmental protection requirements resulted in a series of actions to minimize the impact of the acquisition, processing and utilization of mineral resources. Often, through the rehabilitation of land used for mining, the industry compensate for losses, and creates new

¹ Instytut Gospodarki Surowcami Mineralnymi i Energią PAN.

² Instytut Gospodarki Surowcami Mineralnymi i Energią PAN.

³ AGH, Akademia-Górnictwo Hutnicza, Wydział Zarządzania.

values, in many cases better than before (Nieć, Pietrzyk-Sokulska et al. 2008). Depletion of mineral resources and non-renewability enforces their rational use, recycling and the use of substitutes (Kudełko, Nitek 2011), which among other things limit use of land for the exploitation of new deposits and consequently reduce pressure on the environment.

The article examines the changes taking place in the mining, paying attention to the opportunities and threats for its further development in Poland against the background of the global economy. It also identified ways to minimize the pressure of mining industry on the environment and repair methods the inevitable transformation of environmental components (Pietrzyk-Sokulska 2004) together with an assessment of the environmental effects of these activities throughout the life cycle.

Keywords: mining, environment, environmental protection

Wprowadzenie

Surowce mineralne są gwarantem wysokiego standardu życia współczesnych społeczeństw, zaspokojenia zapotrzebowania na energię, materiały budowlane, drogowe oraz inne surowce i produkty, stanowiąc jednocześnie podstawę dla rozwoju przemysłu i nowoczesnych technologii. W obliczu zmniejszających się zasobów surowców mineralnych oraz wzrastającej presji przemysłu na środowisko, stosowanie zasad zrównoważonego rozwoju stwarza możliwość przetrwania cywilizacji ludzkiej (Kozłowski 1997). W Unii Europejskiej (UE) w 2008 r. ogłoszono plan działania na rzecz zrównoważonej konsumpcji i produkcji oraz zrównoważonej polityki przemysłowej, w którym zwrócono m.in. uwagę na znaczenie surowców mineralnych (Komunikat...2008). Prace dotyczące problematyki dostępu do surowców dla europejskiego przemysłu, rozwoju bazy zasobowej, recyklingu i substytucji zaowocowały ogłoszeniem i przyjęciem we wrześniu 2013 r. Strategicznego Planu Wdrażania Europejskiego Partnerstwa Innowacji w Dziedzinie Surowców (SIP EIP RM). Określono w nim zestaw konkretnych działań w obszarze technologii, ram regulacyjnych (nie technologiczne) i współpracy międzynarodowej. Podkreślono także znaczenie wypracowania i wdrożenia różnych instrumentów, w tym badań, transferu technologii, narzędzi rynkowych i ekonomicznych, metod oceny wpływu na środowisko w całym cyklu życia, a także programów najlepszych praktyk oraz wskaźników wydajności zasobów. Podjęte działania mają zapobiec kryzysowi surowcowemu i wprowadzić rozwiązania zapewniające stały dostęp do surowców, w tym energetycznych i krytycznych (Kulczycka, Radwanek-Bąk 2014).

Górnictwo jest jednym z najważniejszych sektorów gospodarki pozyskującym surowce mineralne, które po przetworzeniu wykorzystywane są we

wszystkich działach przemysłu. Wartość produkcji sekcji „górnictwo i wydobywanie” w 2013 r. to 50,7 mld zł, stanowiąc 5% wartości sprzedanej całej gospodarki. Wynik finansowy brutto wyniósł 5,1 mld zł, a netto 3,6 mld zł. Przeciętne zatrudnienie było na poziomie 161,4 tys. osób, przy najwyższym przeciętnym miesięcznym wynagrodzeniu w gospodarce w wysokości 6 869 zł (Nakłady i wyniki..2014). Przemysł wydobywczy to jeden z nowoczesnych sektorów gospodarki, ale któremu mimo postępu technicznego i technologicznego nie udało się dotychczas opracować i wdrożyć bezkolizyjnych metod eksploatacji kopalni. W związku z tym, zarówno w górnictwie światowym, jak i polskim prowadzone są nadal badania nad sposobami eliminacji, a przynajmniej minimalizacji oddziaływań na środowisko. Zwraca się uwagę nie tylko na naprawę wyrządzonych szkód i przekształceń w wyniku eksploatacji kopalni, ale także wykorzystanie możliwości, jakie stwarzają likwidowane kopalnie, dla uzyskania innych wartości użytkowych niezbędnych społeczeństwu.

W ocenie działalności przemysłu wydobywczego pomija się często jej pozaprzemysłowe korzyści np. w lecznictwie (leki, wody mineralne), ochronie środowiska (sorbenty do oczyszczania gazów odlotowych z przemysłu, oczyszczaniu wód itp.), architekturze, budownictwie, sztuce i turystyce. Nie można też zapominać, że pewne obiekty górnicze po zakończeniu działalności stają się wartościowymi elementami dziedzictwa kulturowego. Konkluzją dokonanej analizy i oceny w kontekście przekształceń wywołanych przez działalność górniczą jest fakt, że górnictwo jest związane z miejscem występowania kopalni, a jego wpływ na środowisko jest minimalizowany poprzez szereg działań naprawczych oraz wdrażanie nowoczesnych prośrodowiskowych rozwiązań technologicznych. Ma to swoje odzwierciedlenie w raportach społecznej odpowiedzialności biznesu (CSR), które dla firm górniczych stały się ważnym narzędziem komunikacji ze społeczeństwem (Koneczna, Kulczycka 2012). Przemysł wydobywczy dostarcza też znaczących środków finansowych do budżetów lokalnych w postaci różnego typu opłat i podatków.

1. Uwarunkowania dla rozwoju górnictwa w Polsce

Polska jest krajem o wielowiekowych tradycjach górniczych. Górnictwo, dostarczając takich surowców i produktów, jak sól wielicka i bocheńska, złoto z Dolnego Śląska, srebro i ołów z Olkusza i Tarnowskich Gór, miedź i żelazo z Gór Świętokrzyskich i wiele innych kopalni, przyczyniło się do rozwoju gospodarczego i znaczenia państwa polskiego w ówczesnej Europie. Obecnie, Polska zalicza się również do najzasobniejszych krajów UE w złoża różnorodnych kopalni (rys. 1), na bazie których rozwija się nadal przemysł wydobywczy i przetwórczy.

Główne kierunki wykorzystania kopalni decydują o ich przynależności do czterech grup surowców mineralnych (Kozłowski 1991, Przeniosło 1996):

- energetycznych (węgiel kamienny i brunatny, ropa naftowa, gaz ziemny, uran, łupki i piaski bitumiczne),
- metalicznych (rud Cu, Zn-Pb itp.),
- chemicznych (sole kamienne i potasowo-magnezowe, siarka itp.),
- skalnych (surowce budowlane, drogowe, ceramiczne itp.).

W grupie surowców energetycznych zasoby geologiczne bilansowe węgla kamiennego (48 225,61mln Mg) i brunatnego (22 583,83 mln Mg) należą do największych w Europie (Bilans zasobów...2013). W przeważającej mierze bazują na tych surowcach energetyka i ciepłownictwo krajowe (9 miejsce w świecie pod względem wydobycia węgla kamiennego i 6 węgla brunatnego). W stosunku do nich zasoby gazu ziemnego (62 028,44 mln m³) i ropy naftowej (24 962,75 tys. Mg) są nieznaczne (Bilans zasobów...2013). Wydobycie krajowe gazu konwencjonalnego zaspokaja około 1/3 zapotrzebowania, a ropy naftowej zaledwie kilka procent.

Rysują się wprawdzie szanse udokumentowania złóż gazu łupkowego, ale jego eksploatacja to kwestia kilku lat. Spośród surowców metalicznych eksploatowane są duże zasoby miedzi i srebra (1792,53 mln Mg). Pod względem wydobycia i produkcji miedzi Polska plasuje się na 7 miejscu w świecie, a srebra na drugim (Kudęłko, Kulczycka 2013). Wyczerpują się natomiast udokumentowane zasoby rud cynku i ołowiu (77,15 mln Mg), ale mimo wyraźnego spadku ich wydobycia duża część zapotrzebowania przemysłu pochodzi z produkcji krajowej. Bardzo zasobne złoża rud żelaza w rejonie Suwałk, ze względu na ochronę środowiska, nie mają obecnie znaczenia gospodarczego. Do największych w świecie zaliczane są polskie złoża siarki rodzimej (511,15 mln Mg), a wśród innych surowców chemicznych także duże złoża soli potasowych i kamiennych (84 952,77 mln Mg). W Polsce funkcjonuje jedyna w świecie kopalnia (Osiek) wydobywająca 702 tys. Mg siarki rodzimej (Bilans zasobów...2013). Natomiast czynne kopalnie soli pokrywają potrzeby zarówno przemysłu chemicznego (produkcja sody), jak i rynku konsumpcyjnego. Różnorodne (ponad 50 kopalni) i zasobne złoża ma także Polska w grupie kopalni skalnych (tab. 1). Z ich bogatej i różnorodnej bazy zasobowej korzysta m.in. drogownictwo, budownictwo i wiele branż przemysłu przetwórczego.

Rysunek 1. Rozmieszczenie udokumentowanych złóż różnych kopalin w Polsce



Źródło: Opracowanie EPS.

Tabela 1. Liczba złóż i zasoby oraz wydobycie kopalin skalnych w Polsce (Stan na 31.12.2012 r.)

Kopaliny skalne	Liczba złóż		Zasoby przemysłowe [mln Mg]	Wydobycie [tys. Mg]
	ogółem	zagospodarowanych		
ilaste	1371	269	382,5	4 534,6
okruchowe	9279	3760	3 966,3	193 090,1
zwięzłe	2316	393	6711,4	109 347,9

Źródło: Bilans zasobów... 2013 r.

Strukturę wydobycia kopalin stałych, zaliczanych do wymienionych wcześniej czterech grup surowców mineralnych ilustruje tabela 2.

Tabela 2. Struktura wydobycia kopalin stałych w Polsce w 2012 r. (Stan na 31.12.2012 r.)

Kopaliny	Struktura wydobycia [%]
Kopaliny skalne	64,2
Węgiel kamienny	14,7
Węgiel brunatny	13,2
Gaz ziemny	0,1
Ropa naftowa	0,1
Rudy metali nieżelaznych	6,7
Surowce chemiczne	0,9

Źródło: Bilans zasobów...2013 r.

Rozwinięte jest także wydobycie wód mineralnych i solanek, wykorzystywanych w lecznictwie i celach konsumpcyjnych. W ostatnich latach, w związku z koniecznością ograniczenia emisji CO₂, wzrosło pozyskiwanie wód geotermalnych (dla ciepłownictwa i rekreacji).

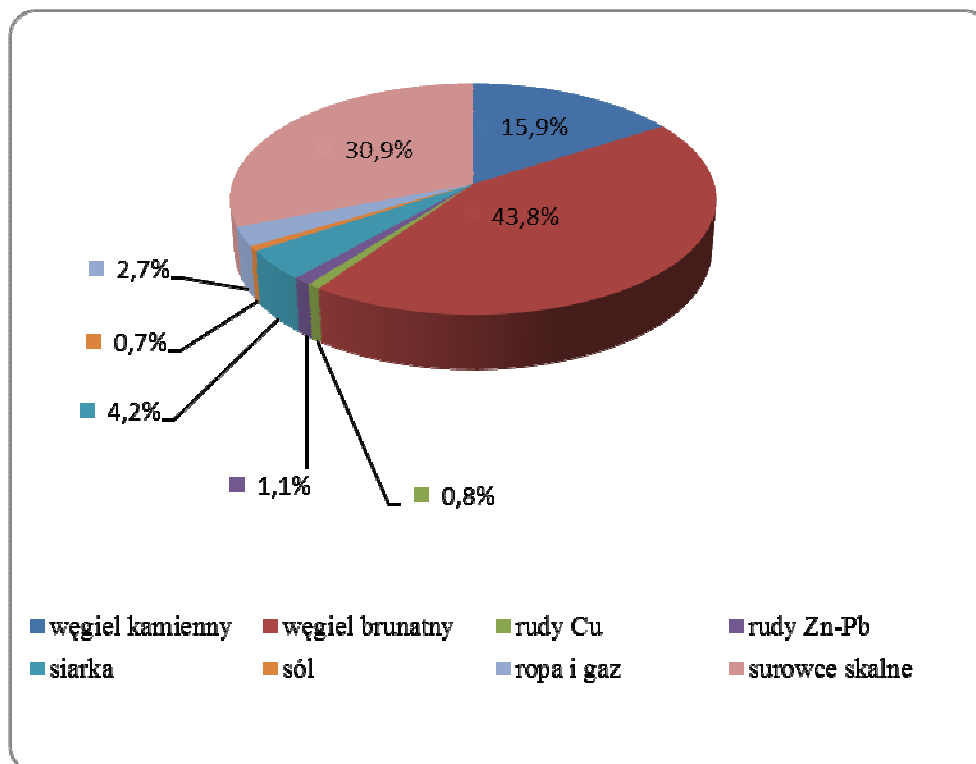
2. Stosowane w górnictwie metody eksploatacji i ich wpływ na środowisko

Kopaliny eksploatuje się trzema metodami: podziemną, odkrywkową i otworową. Metodą podziemną wydobywa się w Polsce kopaliny zalegające na większych głębokościach i pod znacznej grubości nadkładem mas skalnych, a więc węgiel kamienny i rudy metali oraz w pojedynczych przypadkach sole kamienne i potasowe. Najstarszym sposobem pozyskiwania kopalin, jest metoda odkrywkowa, którą wydobywa się kopaliny z nieznacznych głębokości i spod niezbyt grubej miąższości nadkładu (Uberman 1988), przede wszystkim węgle brunatne, torf oraz kopaliny skalne. Metoda otworowa służy natomiast do wydobycia surowców chemicznych (siarki, soli kamiennej), węglowodorów (ropy naftowej, gazu ziemnego) oraz wód mineralnych, solanek i wód geotermalnych.

Wybór metody eksploatacji zależy od wielu czynników naturalnych m.in. warunków geologiczno-górnicznych złóż, właściwości kopalin, wymagań dotyczących jakości sortymentu surowców, ale także ekonomicznych. Czynniki ekonomiczne są szczególnie widoczne, jeśli uwzględni się np. dla metod podziemnych i odkrywkowych granicę opłacalnej głębokości eksploatacji, która wraz z postępowaniem technicznym obniża się systematycznie, zwłaszcza przy eksploatacji odkrywkowej (w świecie nawet do 500 m, a w Polsce 250-300 m). Przeszkodą dla zwiększania głębokości eksploatacji podziemnej np. do 2000 m są m.in. bardzo niekorzystne warunki geotermalne, wymagające stosowania kosztownych urządzeń wentylacyjnych i klimatyzacyjnych w kopalniach. W takich przypadkach duże możliwości stwarza eksploatacja otworami wiertniczymi, ale jej koszty ciągle są jeszcze zbyt wysokie.

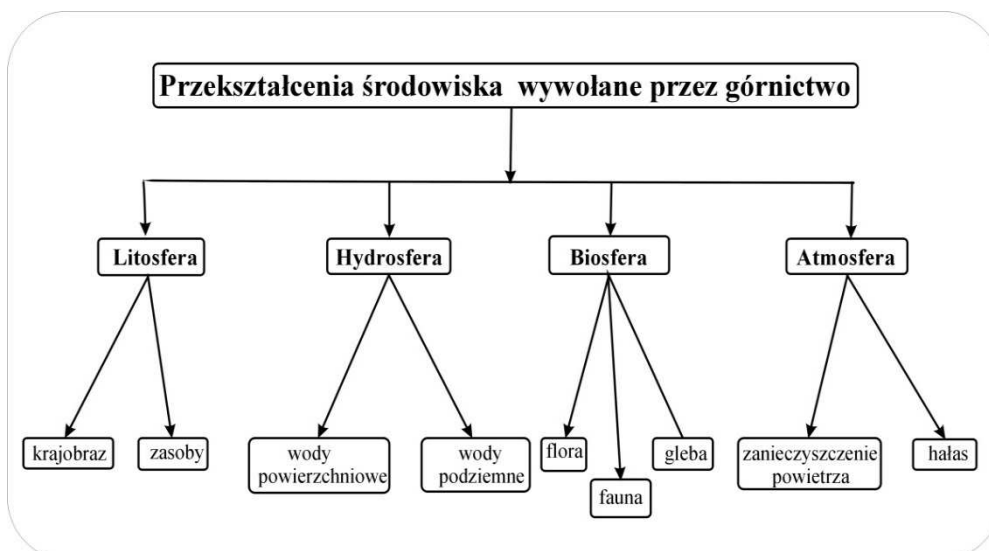
Przemysł wydobywczy zajmował 38 259 ha powierzchni Polski (Ochrona środowiska 2013). W podziale na poszczególne rodzaje górnictwa ich udział w zajmowanej powierzchni przedstawiono na rysunku 2.

Rys. 2. Udział powierzchni zajmowanej przez poszczególne rodzaje górnictwa w 2012 r.



Źródło: Opracowanie EPS według Ochrona środowiska 2013 r.

Każda z metod pozyskiwania kopalin wiąże się, w mniejszym lub większym stopniu, z ingerencją w środowisko w postaci deformacji powierzchni terenu, zmianami stosunków wodnych, zanieczyszczeniem wód i gleb oraz wytwarzaniem znacznych ilości, niekiedy trudnych do zagospodarowania, odpadów wydobywczych (rys. 3).

Rys. 3. Wpływ działalności górniczej na poszczególne komponenty środowiska

Źródło: Opracowanie EPS.

Zmiany te mogą mieć charakter trwały lub przemijający. Trwałe to przede wszystkim:

- przekształcenia morfologii i zagospodarowania krajobrazu,
- usunięcie warstwy gleby wraz z florą i fauną,
- zmiany sieci hydrograficznej,

a przemijające to najczęściej: hałas, emisja pyłów i gazów, wstrząsy i tąpnięcia górotworu. Najbardziej widoczne zmiany w morfologii terenu powoduje górnictwo odkrywkowe (fot. 1).

Duże kopalnie odkrywkowe (np. kopalni skalnych, węgla brunatnego) zajmują obecnie powierzchnie do kilku tysięcy hektarów (Panek 1995). W krajobrazie powstają nowe, antropogeniczne formy w postaci wielkoobszarowych, wielopoziomowych wyrobisk, a także zwałowisk i infrastruktury techniczno-administracyjnej. Wyrobiska mogą mieć charakter stokowy, stokowo-wgłębny lub wgłębny i różną kubaturę. Zwykle mają one charakter trwały, ale to nie znaczy, że negatywny. Wszystko zależy od działań po zakończeniu wydobywania i przeprowadzonych procesach rekultywacji, a następnie adaptacji (Pietrzyk-Sokulska 2005), które nadają im wartości użytkowe (sprzed eksploatacji – rzadko, lub nowe). Odpowiednio zrehabilitowane i harmonijnie wkomponowane w krajobraz nieczynne wyrobiska mogą stanowić nie tylko interesujący, wzbogacający go element, ale też zwiększać jego wartości użytkowe i przyrodnicze (Pietrzyk-Sokulska 2008).

Fot. 1. Wyrobisko odkrywkowe kopalin skalnych (fot. EPS) i węgla brunatnego (fot. K. Krawiec)



Źródło: K. Krawiec.

Zmiany krajobrazowe w czasie trwania eksploatacji odkrywkowej postrzegane są z reguły jako „rany” w krajobrazie (Bogdanowski 1985), wymagające naprawy, po zakończeniu działalności górniczej. Dzięki odpowiednio zaprojektowanym i przeprowadzonym zabiegom rekultywacyjnym i adaptacyjnym wyrobisk i zwałowisk mogą być różnie postrzegane. Wszystko zależy od:

- walorów wizualnych krajobrazu sprzed podjęcia działalności wydobywczej,
- stosunku emocjonalnego obserwatora do górnictwa i zaistniałych zmian krajobrazu (nastroju, oświetlenia, pory roku itp.),
- rozumienia sensu przeprowadzonych po zabiegach rekultywacyjnych i adaptacyjnych zmian w krajobrazie (przydatności społecznej i gospodarczej odzyskanych obszarów).

Eksploatacja podziemna wywołuje mniej znaczące zmiany w morfologii i krajobrazie (Pietrzyk-Sokulska 1995). Są to przede wszystkim różnej wielkości powierzchnie osiadań terenu, w których może gromadzić się woda, zamieniając je w antropogeniczne zbiorniki. Najbardziej jednak charakterystyczne dla górnictwa podziemnego są dominujące w krajobrazie wieże wyciągowe i wentylacyjne (fot.2).



Fot. 2. Wieża wyciągowa w krajobrazie Wałbrzycha

Źródło: <http://walbrzych.naszemiasto.pl/artukul/galeria/kopalniane-wieze-szybowe-walbrzychadzjecia>

W ostatnich latach ważnym problemem, ze względu na zmiany klimatu i obowiązujący Pakiet Klimatyczny, w górnictwie podziemnym ważne stały się wielkości emisji CO₂ i metanu (CH₄). Istotny wg wytycznych IPCC (*Intergovernmental Panel Climate Change* 2006) stał się wskaźnik emisji metanu, liczony na podstawie wydobycia w kopalniach węglowych metanowych (Patyńska 2014). W tabeli 3 podano wielkości wydobycia oraz emisji metanu w latach 2001-2011.

Tabela 3. Wielkość wydobycia i średni wskaźnik emisji metanu w kopalniach metanowych węgla kamiennego w Polsce w latach 2001-2011

Lata	Liczba kopalń metanowych	Wydobycie [mln Mg]	Emisja wentylacyjna [Gg]	Średni wskaźnik emisji [m ³ CH ₄ /Mg]
2001	30	72,37	345,260	7,010
2002	30	72,13	360,902	7,284
2003	29	65,71	367,486	8,457
2004	29	69,17	372,534	7,640
2005	24	67,35	386,054	8,075
2006	24	64,52	360,187	8,332
2007	23	62,47	395,361	9,427
2008	23	57,54	393,074	10,288
2009	23	53,29	386,083	11,150
2010	21	52,18	375,101	11,050
2011	21	52,03	374,881	10,127

Źródło: Opracowanie własne na podstawie Patyńska 2014.

Z przedstawionych danych wynika, iż mimo znacznego spadku wydobycia i malejącej liczby kopalń metanowych emisja z szybów wentylacyjnych w latach 2001-2008 wzrastała. Dopiero w następnych latach 2009-2011 zaznacza się tendencja spadkowa, co wiąże się m.in. ze zwiększoną ilością metanu zagospodarowanego, ale i ogólnego spadku wydobycia. Konfrontacja wskaźników emisji metanu z podanymi w wytycznych IPCC wartościami wskazuje, że polskie górnictwo charakteryzuje się niskimi ich wartościami (7,01-11,15 m³CH₄/Mg) w porównaniu do średnich światowych (Patyńska 2014). Natomiast, jeżeli uwzględnimy wysokie wydobycie węgla w Polsce na tle innych krajów europejskich to okazuje się, że tylko Słowenię i Węgry cechuje niższy wskaźnik emisji metanu (2,3 i 1,8).

Do zmian w krajobrazie wywołanych działalnością górnictwem należą też zwałowiska odpadów wydobywczych lub przeróbczych (fot. 3).

Obecnie znajduje się na nich około 1,5 mld Mg różnego typu odpadów, przy czym źródła podają, że odpady wydobywcze to od 0,7 do 1,0 mld Mg. Dotychczas nie udało się opracować i wdrożyć bezodpadowych górniczych technologii.

Fot. 3. Zwałowiska odpadów wydobywczych

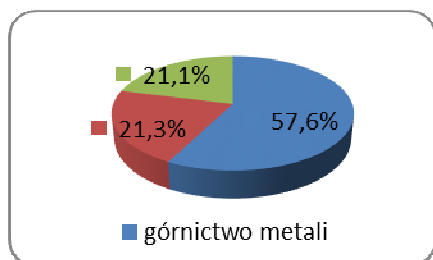


Źródło: www.polsl.pl/

Wprawdzie coraz częściej stosuje się technologie małodopadowe, to jednak ilość wytwarzanych odpadów jest nadal znaczna. Rocznie powstaje w górnictwie około 50 mln Mg odpadów, przy czym odpady z procesów wydobywczych stanowią 20%, a reszta przypada na odpady przerobcze. Wykorzystuje się tylko około 15% wytworzonych odpadów górniczych i przerobczych, głównie do robót inżynierskich i rekultywacji. Jeżeli uwzględnimy podział na poszczególne rodzaje górnictwa to strukturę wytworzenia odpadów przedstawia rysunek 4.



Rys. 4. Struktura wytwarzania odpadów w przemyśle wydobywczym



Źródło: Opracowanie EPS wg Ochrona środowiska 2013.

Najmniejsze zmiany na powierzchni ziemi o trwałym charakterze wywołuje eksploatacja otworowa kopalin płynnych. W zasadzie są one niewidoczne, jeśli usunięta zostanie powierzchniowa infrastruktura kopalni (fot. 4).

Fot. 4. Wiertnia i głowica eksploatacyjna dla ropy naftowej i gazu i pozostałości po eksploatacji



Źródło: www.google.pl/search?q=eksploatacja+ropy+naftowej&tbm

Wyjątek stanowi eksploatacja otworowa kopalin stałych np. siarki metodą podziemnego wytapiania (Hajdo, Klich, Galiniak 2007), wywołująca negatywne wielokierunkowe skutki w środowisku, które są bardzo trudne do prognozowania i różne dla każdej z kopalń (fot. 5).

Fot. 5. Pozostałości po kopalni siarki w Grzybowie



Źródło: www.siarkopol.eu/

Do najbardziej negatywnych oddziaływań otworowej eksploatacji siarki na środowisko należą:

- zaburzenie pierwotnych stosunków wodnych pod względem ciśnienia, temperatury, kierunków przepływu i chemizmu wód;
- przekształcenie powierzchni terenu w wyniku powstawania niecek osiadania nad rejonami wyeksploatowanej ze złoża rudy siarki;

- skażenie gleby, związane ze specyfiką procesu i zjawisk niekorzystnych towarzyszących eksploatacji;
- zmniejszenie zasobów wody potrzebnych do procesu i zrzut zanieczyszczonej wody złożowej do cieków powierzchniowych;
- skażenie powietrza przez emisję siarkowodoru i pyłów siarki.

Natomiast eksploatacja otworowa soli, przy niedostatecznym zabezpieczeniu wybranej przestrzeni złoża może powodować powstanie zapadłisk o znacznej głębokości i powierzchni (np. w Baryczy, Łęzkowicach), a także zasolenie gleb (Mazurek 2007). Po zakończeniu eksploatacji na takich terenach w wyniku naturalnej sukcesji lub rekultywacji biologicznej tworzy się nowy ekosystem z roślinnością typową dla środowiska o podwyższonym zasoleniu.

Każda z metod eksploatacji wywołuje trwałe, lub w korzystnych przypadkach trwające długi czas, zmiany stosunków wodnych (powierzchniowych i podziemnych). Zmiany w hydrografii (wód powierzchniowych) to przekładanie koryt cieków wodnych, osuszanie terenu pod obiekty górnicze, zanieczyszczenie odprowadzanymi wodami z kopalń (Szczepański 2009) itp. Wprawdzie zaostrzające się przepisy prawa wodnego wymuszają na górnictwie minimalizację odprowadzanych zanieczyszczeń, ale jednak do niedawna wody Odry i Wisły (główne odbiorniki wód kopalnianych) wykazywały niekiedy przekroczenie dopuszczalnego poziomu zanieczyszczeń chlorkami i siarczanami, ale znacznie mniejsze niż w latach 70. XX w.

Zmiany hydrologiczne (wód podziemnych) związane są z koniecznością odwodnienia złóż przed i w czasie ich eksploatacji. Wiąże się to z powstaniem leja depresji, którego promień może mieć kilka, a nawet kilkanaście kilometrów.

Pojawiają się też oddziaływania o charakterze przejściowym i zasięgu lokalnym w postaci emisji hałasu wywołanej pracą maszyn, urządzeń i środków transportu. W kopalniach odkrywkowych hałas związany jest ponadto z robotami strzałowymi, które jednocześnie powodują chwilowe zanieczyszczenie powietrza (w obrębie wyrobisk) pyłem mineralnym i gazami, a także drgania parasejsmiczne o zasięgu do kilkuset metrów (w zależności od budowy górotworu i siły wzbudzonego wstrząsu). Ponadto do oddziaływań, wywołanych przede wszystkim eksploatacją podziemną należą wstrząsy i tąpnięcia, które mogą występować także w pewnym okresie po zaprzestaniu wydobywania w wyniku odkształceń górotworu i jego stabilizacji.

Pozyskiwanie kopalin ze złóż oraz ich przetwarzanie jest ingerencją w środowisko. Skoro jednak kopaliny są niezbędne dla gospodarki i społeczeństwa, a przy obecnym stanie techniki i technologii, niemożliwa jest całkowita eliminacja negatywnego oddziaływania tego przemysłu na środowisko, to konieczne jest stosowanie profilaktycznych rozwiązań minimalizujących je, a jeżeli już takie się pojawiają, to należy szybko i skutecznie stosować działania naprawcze.

3. Ocena wpływu działalności górniczej na środowisko – zasady i metody

Podjmując działalność górniczą przedsiębiorca zobowiązany jest do zidentyfikowania i opisanie przewidywanych wpływów na środowisko oraz uzyskania szeregu zezwoleń. Jest to regulowane odpowiednimi przepisami prawnymi i zależy od wielkości wpływu, rodzaju wydobycia, fazy procesu wydobycia oraz obszaru, w którym prowadzona jest działalność. Na etapie rozpoczęcia działalności istotne znaczenie ma przygotowanie szeregu dokumentacji dotyczących gospodarki złożem, a także w przypadkach określonych przepisami prawa Raportu o oddziaływaniu na środowisko, którego celem jest ocena przewidywanego wpływu eksploatacji kopaliny na środowisko i zdrowie ludzi i jest on podstawą do uzyskania decyzji o środowiskowych uwarunkowaniach i zgody na realizację przedsięwzięcia. Zawiera on zazwyczaj informacje o środowisku, analizę warunków geologicznych i hydrogeologicznych terenu lokalizacji złoża, a także istotnych elementów zagospodarowania terenu, mających znaczenie dla prawidłowego wykonywania robót górniczych i minimalizacji wpływu na środowisko. Szczegółowy zakres raportu ma być zgodny z wymogami zawartymi w art. 66 ust.1 ustawy z dnia 3 października 2008 r. *o udostępnianiu informacji o środowisku i jego ochronie, udziale społeczeństwa w ochronie środowiska oraz o ocenach oddziaływania na środowisko* (z późniejszymi zmianami, Dz. U. 2013, poz.1235) i obejmuje, m.in. opis przewidywanych w projekcie działań mających na celu zapobieganie powstawaniu lub zmniejszaniu szkodliwych oddziaływań przedsięwzięcia na środowisko i zdrowie ludzi. Przed rozpoczęciem wydobycia wymagane jest także uzyskanie szeregu dokumentów dotyczących pozwolenia na wytwarzanie odpadów, programu gospodarowania odpadami wydobywczymi, jak również na wprowadzanie do powietrza gazów i pyłów, opracowanie operatów wodnoprawnych na zrzut ścieków oraz pobór wód, uciążliwości hałasu, uzyskanie decyzji o warunkach zagospodarowania terenu, a także zezwalających na usunięcie drzew i krzewów itp. Dokumenty te są aktualizowane w trakcie działalności produkcyjnej, a przedsiębiorstwa górnicze, zobowiązane są do opracowania działań ograniczających negatywne skutki oddziaływania eksploatacji na środowisko. Z kolei w procesie likwidacji kopalń niezbędne jest opracowanie programu likwidacji zakładu górniczego, wraz z decyzją ustalającą kierunek rekultywacji terenu.

Stosowane metody oceny wpływu na środowisko dotyczą zazwyczaj identyfikowania wpływu w poszczególnych obszarach ochrony (powietrze, woda) i przedstawiania ich w sposób opisowy.

Istotne znaczenie ma też wpływ prowadzonej działalności wydobywczej na zdrowie pracowników i identyfikowanie zagrożeń (i ich stopnia) mogących występować w kopalniach. Niektóre z nich są naturalne m.in. zagrożenia metanowe, radiacyjne (substancjami promieniotwórczymi), wybuch pyłu węglowego, tąpnięcia,

pożary, wypływy wody, wyrzuty gazów i skał, lub techniczne związane z wykonywanymi robotami strzałowymi (emisja szkodliwych dla zdrowia gazów i pyłów), pracą urządzeń technicznych (hałas i wibracje) itp.

Pomimo szczegółowych analiz dotyczących wielkości emisji gazów cieplarnianych (*carbon footprint*), wciąż niewiele podmiotów w Polsce oblicza całkowity wpływ na środowisko z wykorzystaniem metody oceny cyklu życia (LCA). LCA jest rekomendowaną w wielu dokumentach UE, a także krajowych metodą umożliwiającą kwantyfikację wpływu na środowisko i wyrażenia jej w tzw. punktach środowiskowych czy ekopunktach (Kulczycka 2011). Jej głównym założeniem jest dążenie do uwzględniania wszystkich czynników, które mogą potencjalnie mieć wpływ na środowisko. Takie kompleksowe ujęcie stwarza możliwość ich identyfikacji oraz hierarchizacji, a tym samym poszukiwania rozwiązań technologicznych mających zachować optymalną jakość środowiska. Jednym z podstawowych zadań LCA jest badanie w całym okresie życia procesu wytwórczego, produktu lub systemu (np. gospodarki odpadami) potencjalnych wpływów na środowisko. Ponadto w LCA, w odróżnieniu od innych narzędzi, uwzględnia się nie tylko ilość i jakość wytwarzanych odpadów i emisji (tzw. wyjścia), ale również wpływ na środowisko używanych materiałów i energii (tzw. wejścia), co skłania do efektywnego wykorzystywania zasobów. Analiza oddziaływania środowiskowego prowadzona jest „od kołyski do grobu”, zaczynając już od pozyskania surowców, poprzez użytkowanie, aż do likwidacji i zagospodarowania odpadów danego wyrobu (towar, usługa, proces produkcji itp.). LCA umożliwia określenie punktów krytycznych, czyli miejsc w procesie technologicznym (podprocesy, materiały, odpady, emisje), które w największym stopniu oddziałują na środowisko. Daje zatem podstawy do poszukiwania rozwiązań optymalnych, których wiele przykładów poświęconych rozwiązaniom w górnictwie na świecie można znaleźć w literaturze zagranicznej.

4. Działania podejmowane przez przemysł wydobywczy w celu ograniczenia presji na środowisko

Górnictwo, jako sprawca przekształceń i szkód w środowisku podejmuje działania mające je zminimalizować, w przypadku gdy są nieodwracalne, zrekomensować skutki i naprawić wyrządzone szkody. Zmniejszenie presji, a w konsekwencji ograniczenie przekształceń środowiska następuje w wyniku:

- kompleksowego i racjonalnego wykorzystania już zagospodarowanych złóż kopalin,
- minimalizacji zużycia surowców mineralnych na jednostkę produkcji finalnej,
- wielokrotności wykorzystania produktów wykonanych z surowców mineralnych i użycia surowców mineralnych w niektórych procesach produkcyjnych (np. piaski formierskie w odlewnictwie),
- zagospodarowania odpadów górniczych i przeróbczych poprzez odzysk i recykling,

- substytucji surowców mineralnych.

Zasoby kopalin są wyczerpywalne i nieodnawialne, a ich odtworzenie w ciągu życia jednego pokolenia jest niemożliwe. Powstają one w trakcie różnych procesów geologicznych w określonym czasie. Wyjątek stanowią złoża tworzące się współcześnie m.in. poprzez nagromadzenie piasków i żwirów w korytach rzek i wybrzeżach morskich, guana, pokładów soli kamiennej w salinach i lagunach morskich stref tropikalnych i subtropikalnych lub siarki w kraterach czynnych wulkanów itp.

W związku z możliwością wyczerpania zasobów należy dążyć zgodnie z wymogami ustawy Prawo ochrony środowiska (2001) do kompleksowego i racjonalnego wykorzystania ich w złożach. W nadkładzie i przerostach wielu złóż występują kopaliny towarzyszące lub posiadające właściwości surowców mineralnych, ale o nieudokumentowanych zasobach, których wykorzystanie może wyeliminować konieczność zagospodarowywania nowych złóż. Podobnie jest z wykorzystaniem tzw. mas ziemnych i skalnych usuwanych w kopalniach odkrywkowych przy wydobyciu kopalin głównej i składowaniu ich na zwałowiskach. Nie mają one wprawdzie właściwości surowcowych, ale są przydatne przy różnego rodzaju robotach inżynierskich, nie zajmując niepotrzebnie terenu pod zwałowiska. W ten sposób można oszczędzać zasoby w innych, niezagospodarowanych złożach, a także ograniczyć powierzchnię zajmowaną przez dany zakład wydobywczy, co sprzyja ochronie terenów możliwych do wykorzystania w innym celu.

Racjonalność i kompleksowość wykorzystania kopalin minimalizują ilość odpadów wydobywczych, wydłużając czas funkcjonowania złóż już zagospodarowanych. Szczególnie widoczne jest to w górnictwie kopalin skalnych, a także rud metali. Tym ostatnim towarzyszą często domieszki rzadkich pierwiastków (np. rudy miedzi zawierają ponad 40 pierwiastków śladowych), których bezpośrednie pozyskanie w trakcie wydobycia jest znacznie trudniejsze technologicznie i ekonomicznie. Może to zmienić udoskonalenie technologii kompleksowej przeróbki rud i dobór takiej, która umożliwi odzyskanie maksymalnej ilości metali zawartych w rudach, a nie ich pozostawienie w postaci odpadów przerobczych, a także stosowanie procesów biologicznych. Już obecnie biotechnologia ma liczne zastosowania (Rawlings, Dew, Du Plessis 2003) m.in. przy pozyskiwaniu metali z ubogich rud, odpadów, wód kopalnianych oraz zanieczyszczonych gleb i osadów, a także produkcji energii z biologicznych źródeł alternatywnych. Stwarza to szanse na rozwój nowych sektorów górnictwa np. biogórnictwa i fitogórnictwa (Gałuszka 2005). Podobną rolę przy pozyskiwaniu metali mogą pełnić rośliny wyższe zaliczane do grupy hiperakumulatorów, które gromadzą wybrane pierwiastki w biomasie (Anderson et al. 1999).

W niektórych przypadkach można zaoszczędzić pewną ilość zasobów surowców mineralnych minimalizując ich zużycie na jednostkę produkcji finalnej. Zwiększając np. sprawność elektrowni zmniejsza się zużycie węgla na wytwo-

zenie jednostki energii elektrycznej, a także ogranicza wielkość emisji CO₂. Innym przykładem może być telekomunikacja, w której zastąpiono miedziane kable światłowodami, co pozwoliło zmniejszyć zapotrzebowanie na miedź, a tym samym zachować udokumentowane zasoby na przyszłość.

Źródłem oszczędności w gospodarce surowcami mineralnymi może też być wielokrotność używania produktów z nich wykonanych (np. opakowania szklane), czy ponownego stosowania produktów mineralnych w procesach produkcyjnych (np. piaski formierskie w odlewnictwie).

Stopień wykorzystania zasobów w złożach eksploatowanych jest istotny, zwłaszcza wtedy gdy są one zróżnicowane pod względem jakości. W trudnych warunkach geologiczno-górnich lub przy pełnej mechanizacji eksploatacji często wybierane są najlepsze partie złóż, a pozostawiane te gorsze jakościowo i wtedy stopień wykorzystania kopalin jest rzędu 40%. Ponadto racjonalność wykorzystania zasobów w złożach to przede wszystkim ich stosowanie zgodnie z posiadanymi właściwościami. Często jednak tak nie jest i np. surowce skalne bloczne, przez stosowanie niewłaściwej metody eksploatacji (tzn. strzelania) tracą swoje właściwości i szanse wykorzystania. Sytuacja taka jest wymuszana popytem na dany rodzaj surowca (np. kruszywo a nie bloki).

Stopień zagospodarowania udokumentowanych zasobów złóż wyraża się stosunkiem zasobów bilansowych w złożach zagospodarowanych do całości udokumentowanych zasobów bilansowych. Jest to parametr syntetyczny, różny dla poszczególnych kopalin (tab. 6).

Znane rezerwy udokumentowanych zasobów geologicznych bilansowych występują w przypadku kopalin, których stopień zagospodarowania jest dotychczas niski, np. kreda, gliny ogniotrwałe, ceramiczne, siarka, węgiel kamienny, brunatny. Związane jest to często ze stosunkowo (obecnie) niewielkim zapotrzebowaniem na nie (np. skała diatomitowa), lub złą jakością, a także konkurencją podaży z innych źródeł (np. siarka) oraz względami środowiskowymi (np. tereny zabudowane, chronione, itp.).

Wtórny źródłem pozyskania surowców mineralnych mogą być nagromadzone w przeszłości na składowiskach duże ilości odpadów wydobywczych i przetwórczych, przyczyniając się także do oszczędności zasobów kopalin. Jednocześnie zajęte pod zwałowiska tereny zostają odzyskane i wykorzystane na inne cele, eliminując równocześnie ich negatywny wpływ na środowisko. Ponieważ nie wszystkie odpady z produkcji bieżącej są wykorzystywane, celowe byłoby ich selektywne składowanie dla ułatwienia odzysku w przyszłości cennych surowców mineralnych. W ten sposób, mimo braku obecnie odpowiednich technologii do ich przetwarzania, mogą one tworzyć złoża antropogeniczne, możliwe do zagospodarowania w przyszłości (Nieć, Uberman 1995, Nieć 1999), np. niskoprocentowe rudy metali. Niezbędne dla osiągnięcia tego celu są zmiany zapisów prawnych i zachęty dla przedsiębiorców oraz rozwój technik wydobywczych i przeróbczych (gospodarka niskoodpadowa).

Innym działaniem korzystnym dla środowiska jest stosowanie recyklingu, pozwalającego na oszczędność surowców mineralnych. Niestety nie każdy materiał może być poddany temu procesowi. Obecny poziom technologiczny często nie pozwala na pełny odzysk wartościowych surowców mineralnych. W niektórych gałęziach przemysłu surowce o dużej czystości znacznie łatwiej otrzymać bezpośrednio z rudy (Wellmer, Becker-Platen 2002). Jednak zaostrzające się wymagania środowiskowe wpływają na rozwój innowacyjnych technologii. Powstają przedsiębiorstwa zajmujące się odzyskiem i przetwarzaniem coraz większej ilości różnego rodzaju odpadów w celu otrzymania surowców mineralnych. W 2012 r. zebrano np. 157,2 tys. Mg zużytego sprzętu elektrycznego i elektronicznego (ZSEE), przy czym recyklingowi poddano 133,7 tys. Mg, odzyskując m.in. cenne metale rzadkie. W ten sposób powstaje nowa forma górnictwa tzw. górnictwo miejskie (*urban mining*), która może być alternatywą dla górnictwa tradycyjnego. Jego możliwości mogą być rozpatrywane jako elementy większego układu, złożonego z procesu zbierania, separacji, odzysku, sortowania oraz obróbki. Dzięki jego optymalizacji można wykorzystać potencjał górnictwa miejskiego dla pozyskania deficytowych surowców mineralnych.

Tabela 6. Stopień zagospodarowania udokumentowanych zasobów złóż

Kopaliny	Liczba złóż udokumentowanych		Udokumentowane zasoby geologiczne bilansowe		Stopień zagospodarowania udokumentowanych zasobów geologicznych bilansowych złóż [%]
	ogółem	zagospodarowanych	ogółem [mln Mg]	w złóżach zagospodarowanych	
węgiel kamienny	146	51	48 225,61	19 130,59	39,7
węgiel brunatny	90	12	22 583,83	1 590,76	7,0
ropa naftowa	84	69	24 962,75	24 470,10	98,0
gaz ziemny	285	199	98 692,38	115 111,34	83,5
rudy Cu i Ag	14	6	1 792,53	1 476,95	82,4
rudy Zn-Pb	20	3	77,15	17,56	22,8
siarka	18	5	511,15	25,28	4,9
sól kamienna	18	5	84 952,77	15 099,40	17,8
bentonity i iły bentonitowe	7	1	2,71	0,49	18,1
gliny ceramiczne białe wypalające i kamionkowe	28	3	136,18	7,30	5,4
gliny ogniotrwałe	17	3	54,65	4,77	8,7
surowce ilaste ceramiki budowlanej	1235	254	4 063,78	271,16	13,3
piaski i żwiry	9076	3722	17 735,14	5 355,12	30,2
piaski formierskie	77	6	314,29	63,76	20,3

Kopaliny	Liczba złóż udokumentowanych		Udokumentowane zasoby geologiczne bilansowe		Stopień zagospodarowania udokumentowanych zasobów geologicznych bilansowych złóż [%]
	ogółem	zagospodarowanych	ogółem [mln Mg]	w złóżach zagospodarowanych	
Surowce szklarskie	33	8	621,69	212,15	34,1
dolomity	12	4	336,74	141,42	42,0
kamienie łamane i boczne	742	321	10 509,15	5 394,91	51,3
kreda	191	20	199,05	9,77	4,9
wapień i margle dla przemysłu cementowego	70	18	12 792,89	4 130,38	32,3
wapień i margle dla przemysłu wapienniczego	117	21	5 646,85	1 916,12	33,9

Źródło: Opracowanie na podstawie: Bilans zasobów ... 2013 r.

W obliczu topniejących zasobów surowców mineralnych i ciągłego wzrostu na nie popytu konieczne jest jednoczesne poszukiwanie ich substytutów i technologii umożliwiających to. W Polsce substytucja dotyczy przede wszystkim surowców energetycznych (Chen 2006), np. zastępowanie benzyny biopaliwami lub węgla odnawialnymi źródłami energii (geotermalnej, wiatru, wody, słońca itp.). Należy przy tym pamiętać, że nie dla wszystkich znanych materiałów produkowanych z surowców mineralnych można znaleźć odpowiednie substytuty. Substytucja związana jest bowiem nie tylko z możliwościami technologicznymi, ale również cenami surowców (np. miedź, aluminium) i ich dostępnością na rynkach międzynarodowych (np. pierwiastki ziem rzadkich z odpadów).

W ostatnich latach wraz z wprowadzaniem strategii społecznej odpowiedzialności biznesu (CSR) wiele podmiotów górniczych nie tylko identyfikuje i publikuje informacje o wpływie na środowisko i zdrowie pracowników, ale określa i kwantyfikuje cele ich redukcji. Dobrym przykładem są zapisy znajdujące się w raportach CSR polskich firm wydobywczych, np.:

- KGHM Polska Miedź SA - informuje o wielkości wydatkowanych środków na inwestycje proekologiczne (prawie 180 mln zł w 2012r.) i o celach z nimi związanych, a dotyczących oszczędności energii i podnoszeniu efektywności energetycznej. Opisane są również inne rozwiązania z zakresu gospodarki odpadami, zakupu energii z OZE, czy minimalizowania odorów (http://www.kghm.pl/_files/File/Raport%20CSR%20KGHM%202012%20web.pdf)
- Katowicki Holding Węglowy dąży m.in. do ograniczania zanieczyszczenia środowiska poprzez zmniejszanie emisji szkodliwych substancji, głównie

metanu. Polega on na przesyłaniu mieszanki gazowej ze stacji odmetanowania do zasilania instalacji silników gazowych z generatorami energii elektrycznej oraz kotłów gazowych. w 2011 r. ograniczono w ten sposób emisję metanu do atmosfery np. z kopalni Mysłowice-Wesoła o ok. 7,0 mln m³, a w 2012 r. o prawie 7,8 mln m³, a w kopalni Murcki-Staszic odpowiednio o ok. 1,8 mln m³ i prawie 2,5 mln m³. Ponadto, realizowane są inwestycje pozwalające na spalanie metanu lub odmetanowanie (m.in. w oddziałach ZEC S.A. przy kopalniach Wieczorek i Wujek – Ruch Śląsk – http://www.khw.pl/firma/raport_csr_2013.html);

- Cemex – ograniczenie emisji NO_x i SO₂, użycie wody z recyklingu czy zużywanie paliw alternatywnych (temperaturze dochodzącej do 2000°C w piecach cementowych jest jednym z najbezpieczniejszych, a jednocześnie najbardziej ekologicznych sposobów ich utylizacji) oraz podnoszenie świadomości ekologicznej pracowników oraz angażowanie ich w inicjatywy na rzecz środowiska, to główne tematy i cele do realizacji w ramach działań CSR (<http://www.cemex.pl/raport-zrownowazonego-rozwoju-2011-2012-pl.aspx>).

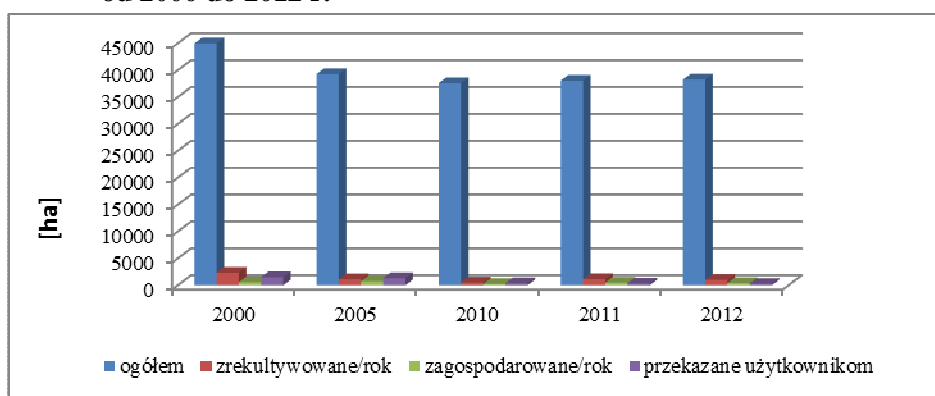
4.1. Rekultywacja i zagospodarowanie terenów pogórnich

Minimalizacja przekształceń wywołanych w środowisku przez działalność wydobywczą jest obowiązkiem przedsiębiorców górniczych, co zapewnia prawo (Ustawa z dnia 27 września 2013 r. Prawo geologiczne i górnicze).

Skutki odwodnienia złóż powodujące obniżenie poziomu wód w obrębie leja depresyjnego kopalnie minimalizują budując wcześniej sieci ujęć i wodociągów. Praktycznie we wszystkich rejonach eksploatacji węgla brunatnego problem dostawy wody do gospodarstw został rozwiązany (Kasztelewicz 2010).

Każdy zakład górniczy ma obowiązek gromadzenia funduszu na likwidację, a także systematycznej rekultywacji zbędnych terenów (tych, na których eksploatacja została zakończona). Rezultaty działalności rekultywacyjnej górnictwa ilustruje rysunek 5.

Rys. 5. Struktura gospodarowania zajętymi przez górnictwo terenami od 2000 do 2012 r.

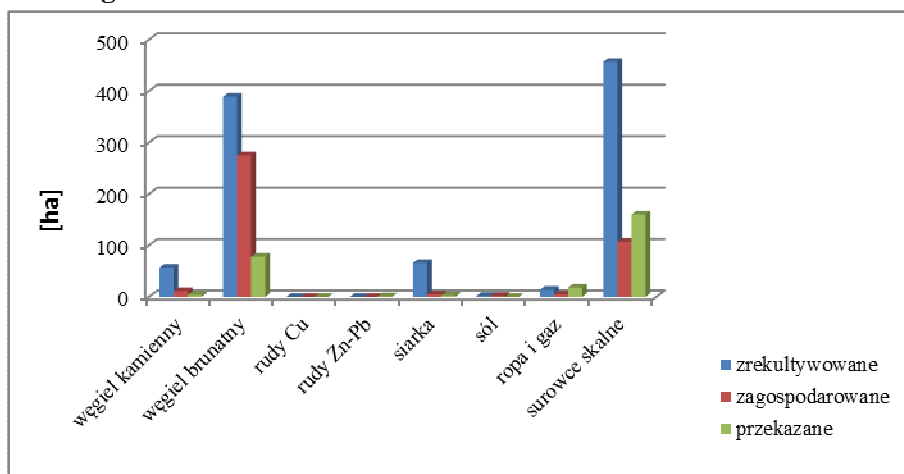


Źródło: Opracowanie EPS na podstawie Ochrona Środowiska 2013.

Natomiast rysunek 6 ilustruje wyniki prac rekultywacyjnych w różnych sektorach górnictwa w 2012 r.

Zbędne dla działalności górniczej tereny, zgodnie z ustaleniami stosownych decyzji administracyjnych, poddane są procesom rekultywacji technicznej i biologicznej. Najczęściej stosowane w kopalniach węgla brunatnego kierunki rekultywacji prezentuje tabela 7.

Rys. 6. Struktura użytkowania terenów zajętych przez różne sektory górnictwa w 2012 r.



Źródło: Opracowanie EPS na podstawie Ochrona Środowiska 2013.

Tabela 7. Udział terenów zrehabilitowanych w różnych kierunkach w kopalniach węgla brunatnego [%]

Kopalnia	Kierunek rekultywacji				
	rolny	leśny	wodny	specjalny	rekreacyjny
Adamów	59,0	17,0	24,0	1,0	-
Konin	50,0	31,0	8,0	9,0	2,0
Bełchatów	-	95,0	-	4,0	1,0
Turów	-	96,0	-	4,0	-

Źródło: Kasztelewicz, Szwed, 2010.

Nie we wszystkich przypadkach możliwe jest odtworzenie pierwotnej funkcji danego terenu i wtedy projektuje się rekultywację zgodnie z lokalnymi uwarunkowaniami i potrzebami społeczeństwa (tab. 8) proponując odpowiednie do nich kierunki (Kasprzyk 2009; Uberman, Ostrenga 2012).

Krajowa i zagraniczna praktyka, ma wiele przykładów różnorodnego wykorzystania terenów po działalności górniczej. Jako jeden z pierwszych na rynku polskim należy wymienić Park im. H. Bednarskiego w Podgórzu (Kraków), który został utworzony (1896 r. projekt, oddanie 1912 r.) na terenie działających od średniowiecza łomów wapieni jurajskich, wykorzystanych do budowy wielu budynków mieszkalnych i sakralnych Krakowa (Pietrzyk-Sokulska 2005). W latach 50-60. XX w. na dawnych hałdach, biedaszybach, zapadliskach po działalności górniczej węgla kamiennego utworzono największy w Europie (640 ha) Wojewódzki Park Kultury i Wypoczynku im. gen. J. Ziętki w Chorzowie. Tereny te często są cennymi enklawami przyrodniczymi w otoczeniu terenów zurbanizowanych, a także przemysłowych.

Nieco młodszy przykład (1971 r. oddanie do użytku), ostatnio po modernizacji, to wyrobisko Kadzielnia po eksploatacji wapieni, w centrum Kielc, które zostało zagospodarowane w kierunku rekreacyjnym (amfiteatr i park) i jako rezerwat przyrody nieożywionej (Urban i in. 2013). W ostatnich latach zagospodarowano także na cele rekreacyjne (narcciarstwo) tereny po eksploatacji węgla brunatnych (zwałowisko) znane pod nazwą Góra Kamieńsk koło Bełchatowa, oraz zbiorniki wodne do uprawiania rekreacji wodnej (np. Zakrzówek, Piaseczno, Machów). Znane są przykłady adaptacji dawnych wyrobisk pogórnich (odkrywkowych) na mauzolea (Niedźwiecki i in. 2013) poświęcone poległym np. w powstaniach śląskich (Góra Św. Anny w opolskim – fot. 6) lub muzea ku czci poległych w obozach zagłady w czasie II wojny światowej (np. kamieniołom – Muzeum Gross Rosen na Dolnym Śląsku – fot. 7).

Tabela 8. Kierunki i przykłady rekultywacji terenów pogórniczych

Kierunki	Przykłady
leśny	<ul style="list-style-type: none"> • zalesienia o funkcjach: biotycznych, produkcyjnych i reprodukcyjnych (gospodarczych), ochronnych; • zadrzewienia o charakterze krajobrazowym parkowym, rekreacyjnym
rolny	<ul style="list-style-type: none"> • uprawy, hodowle
wodny	<ul style="list-style-type: none"> • rekreacyjny: kąpieliska, sporty wodne; • gospodarczy: zbiorniki retencyjne, zbiorniki wody pitnej, przemysłowej; • łowiska ryb; • przyrodniczy
rekreacyjny	<ul style="list-style-type: none"> • wypoczynkowo-turystyczny: obiekty sportowo-rekreacyjne, bazy noclegowe, bazy gastronomiczne; • sportowy: stoki narciarskie, trasy rowerowe, ścianki wspinaczkowe,
kulturowy	<ul style="list-style-type: none"> • kontemplacyjny: parki i miejsca pamięci, miejsca kultu religijnego; • artystyczny: teatry, amfiteatry, ekspozycje rzeźby kamiennej, galerie wyrobów kamiennych
dydaktyczny	<ul style="list-style-type: none"> • ścieżki tematyczne (przyrodnicze, geologiczne), skanseny górnicze, ekomuzea, ośrodki edukacji,
Przyrodniczy	<ul style="list-style-type: none"> • ochronny: rezerваты i użytki ekologiczne, zespoły przyrodniczo-krajobrazowe, ogrody botaniczne;
gospodarczy	<ul style="list-style-type: none"> • przemysłowy: parki przemysłowe, strefy ekonomiczne; • usługowy: magazyny, sklepy, parkingi; • komunalny: składowiska odpadów

Źródło: Opracowanie własne na podstawie Uberman, Ostręga, 2012.

Fot. 6. Góra Św. Anny z mauzoleum i amfiteatrem

Źródło: A. Sokulska.

Fot. 7. Muzeum Gross Rosen

Źródło: <http://www.klubpodroznikow.com/relacje/polska-inne-miejsca/1333-muzeum-gross-rosen-w-rogoznicy>

Niektóre z nieczynnych obiektów górniczych są świadectwem rozwoju gospodarczo-społecznego kraju i zaliczone zostały do najbardziej wartościowych obiektów dziedzictwa kulturowego, nie tylko w Polsce (Lista Dziedzictwa Kulturowego i Przyrodniczego UNESCO). Należy tu wymienić, wpisany w rok po utworzeniu Listy, obiekt Kopalni Soli Wieliczka (1978 r. – fot. 8).

Fot. 8. Kopalnia soli kamiennej Wieliczka

Źródło: <https://www.google.pl/search?q=kopalnia+soli+wieliczka>

Inne tereny pogórnice wpisują się, w tworzone w ostatnich latach, szlaki turystyczne dziedzictwa przemysłowego np. Sztolnia Czarnego Pstrąga w Tarnowskich Górach, kopalnia węgla kamiennego Guido w Zabrze czy złota w Złotym Stoku. Wiele innych czeka na podjęcie lub zakończenie rekultywacji i adaptacji.

W wielu wyrobiskach, zwłaszcza po eksploatacji zwięzłych kopalin skalnych w wyniku naturalnej sukcesji roślinnej powstały unikatowe nisze ekologiczne, często bogate w gatunki nie występujące w innych obszarach (np. wychodnie bazaltów na Dolnym Śląsku). W tak naturalnie utworzonych niszach siedziębę znalazły także m.in. w stromych ścianach gatunki ptaków drapieżnych (np. pustulki w kamieniołomie Liban) lub muflony (np. wyrobisko Barcin-Piechcin; Nieć, Radwanek-Bąk *w druku*).

4.2. Górnictwo dla społeczności lokalnych i rozwoju gospodarczego

Zajmowanie terenów pod eksploatację kopalin i utrata pożytków z poprzedniej funkcji (rolnej, leśnej itp.) rekompensowana jest zgodnie z przepisami ustawy z dnia 3 lutego 1995 r. o ochronie gruntów rolnych i leśnych (Ustawa z dnia 3 lutego 1995 r. o ochronie gruntów rolnych i leśnych) wysokimi należnościami i opłatami rocznymi (Uberman, Naworyta 2012). Dodatkową rekompensatą są wysokie podatki od nieruchomości przeznaczonych pod działalność przemysłu wydobywczego.

Rekompensatą za utracone dobra jakimi są nieodnawialne zasoby kopalin jest wnoszona na konto gmin (60%) i NFOŚiGW (40%) przez przedsiębiorców górniczych opłata eksploatacyjna za każdą tonę wydobytej kopaliny.

Zrozumienie korzyści, kosztów, podejmowanego ryzyka i odpowiedzialności, które ponosi przemysł wydobywczy i społeczeństwo, na terenie, którego znajdują się kopalnie polega m.in. na przejrzystych informacjach o osiągniętych przez przedsiębiorstwa dochodach, realizowanych samorządowych inwestycjach oraz potrzebach mieszkańców i ich opinii lub współdziałanie w podejmowaniu znaczących dla regionu decyzjach. Ponadto znaczący wzrost wiedzy mieszkańców o przedsięwzięciach rozwojowych w regionie oraz zrozumienie procesów rządzących lokalnym przemysłem wydobywczym może przynieść obopólne korzyści społeczne, ekonomiczne i środowiskowe. Przykładem takich działań może być Norwegia, która utworzyła specjalny fundusz *State Pension Fund Foreign*, w 100% państwowy, ale zarządzany przez bank NBIM. Pozwala on gromadzić środki ze sprzedaży norweskiej ropy naftowej. Utworzono go w celu zmniejszenia presji inflacyjnej oraz zapewnienia udziału w korzyściach płynących z wydobycia ropy naftowej kolejnym pokoleniom. Jest to obecnie jedyna tego typu inicjatywa na świecie.

Oceniając działalność branży wydobywczej surowców mineralnych zwykle zwraca się uwagę na wywoływane przez nią zmiany w środowisku, a nie pamięta, że daje także wiele korzyści społecznych i ekonomicznych, które mają bezpośrednie przełożenie na kondycję społeczno-ekonomiczną regionów i ich dalszy rozwój.

Ważniejsze korzyści społeczne to m.in.:

- tworzenie znacznej ilości miejsc pracy, nie tylko w swoim obszarze, ale także usługach okołogórnictwa (handel, budownictwo, szkolnictwo itp.), co zwiększa przedsiębiorczość miejscowej ludności, aktywizuje ją;
- możliwości awansu zawodowego oraz ciągłego kształcenia w powiązaniu z wyższym wynagrodzeniem (co wiąże się ze wzrostem poziomu życia);
- utrzymanie dodatniego salda migracji dzięki przyciąganiu (lub pozostawianiu) młodych ludzi, zainteresowanych pracą w branży wydobywczej;
- dodatni wskaźnik perspektywiczności populacji (wyższy udział ludności w wieku przed- i produkcyjnym niż poprodukcyjnym);
- rozwój tożsamości i więzi społecznej poprzez tworzenie nowych wartości kulturowych i dziedzictwa pogórnictwa.

Do głównych korzyści ekonomicznych można zaliczyć (por. tab. 9):

- zwiększone możliwości rozwoju gospodarczego regionu dzięki wyższym wpływom finansowym do budżetu lokalnego z tytułu podatków itp. obciążeń pieniężnych;
- większe możliwości inwestowania np. w infrastrukturę komunalną, sportową, rekreacyjną oraz kulturę (zwiększenie komfortu życia);
- możliwość rozwoju geo- i ekoturystyki na bazie zrehabilitowanych i zagospodarowanych na ten cel terenów pogórnictwa co generuje wzrost dochodów gmin i mieszkańców.

Tabela 9. Potencjalne korzyści finansowe z działalności przemysłu wydobywczego (dla przykładowej odkrywkowej kopalni węgla brunatnego w Polsce)

Korzyści bezpośrednie	dla ludności	<ul style="list-style-type: none"> • wzrost zatrudnienia, tak w fazie inwestycyjnej, jak i eksploatacyjnej (dochody z tytułu płac to około 140 mln zł/rok przyjmując zatrudnienie na poziomie 2 tys. osób i śr. płace ok. 5.800 zł/mc); • wzrost popytu na usługi świadczone przez lokalne podmioty (zwiększa ich dochody) z powodu wzrostu dochodów mieszkańców z tytułu wynagrodzenia za pracę w górnictwie (dochody te mogą być na poziomie 280 mln zł/rok, a kopalnia może funkcjonować 70 lat);
	dla budżetów gmin	<ul style="list-style-type: none"> • wpływy z podatku od nieruchomości i środków transportu (całość zgodnie z ustawą o podatkach i opłatach lokalnych (Dz. U. 2010, Nr 95, poz. 613 ze zm.); • udział (60%) w opłacie eksploatacyjnej (Pgig-2011 r.); • udział (6,71%) gminy w podatku dochodowym od osób prawnych (Dz. U. 2003 Nr 203, poz. 1996 ze zm.); • udział (36,49%) gminy w podatku od osób fizycznych (Dz. U. 2003, Nr 203, poz. 1996 ze zm.);

		<ul style="list-style-type: none"> • całość podatku od środków transportowych; • partycypacja w korzyściach z tytułu korzystania ze środowiska; • dochody te np. z jednej gminy górniczej mogą być na poziomie 81,3 mln zł/rok;
Korzyści pośrednie	dla ludności	<ul style="list-style-type: none"> • zwiększenie przedsiębiorczości m.in. w usługach okołogórniczych; • wzrost atrakcyjności inwestycyjnej regionu; • zmniejszenie odpływu młodzieży do innych regionów za pracą; • podnoszenie kwalifikacji zawodowych; • wzrost integracji społeczeństwa; • tworzenie nowej tożsamości związane z górnictwem; • budowanie podwalin dziedzictwa kulturowego na bazie przemysłu wydobywczego;
	dla gmin	<ul style="list-style-type: none"> • możliwość rozwoju infrastruktury komunalnej, sportowej i rekreacyjnej, co wpłynie na podniesienie komfortu życia mieszkańców regionu, a jednocześnie jakości środowiska; • wzrost arealu terenów o nowych funkcjach użytkowych po terenach górniczych – możliwość ich zagospodarowania na różne cele, zgodnie z potrzebami.

Źródło: Opracowanie EPS na podstawie Uberman, Naworyta 2012.

Przemysł wydobywczy tworzy znaczną liczbę miejsc pracy w szerokim horyzoncie czasowym, od inwestycji, poprzez eksploatację, aż do likwidacji działalności wydobywczej, zakończonej rekultywacją i zagospodarowaniem posiadanych terenów. W tym czasie daje nieograniczone możliwości awansu zawodowego oraz kształcenia w powiązaniu ze znacznym wynagrodzeniem. W regionach górniczych są perspektywy kariery zawodowej dla profesjonalistów począwszy od inżynierów górniczych, geologów, metalurgów, specjalistów BHP, ochrony środowiska itp.

Podsumowanie

Górnictwo dostarczając surowców mineralnych należy do podstawowych czynników determinujących rozwój gospodarczo-społeczny. Ostatnie lata wskazują, że bardzo istotny jest dostęp do własnych surowców, a posiadanie rozwiniętej bazy zasobowej świadczy o sile gospodarczej państwa. Dane dotyczące wydobycia i przetwarzania surowców wskazują, że górnictwo to biznes o bardzo dużej wartości. Udział firm surowcowych w globalnej gospodarce wzrósł gwałtownie w ostatnich latach i wg analityków już w latach 20. XXI w., może sięgać 50% globalnego PKB (Dudała 2013).

Dlatego też, mimo iż pozyskanie surowców mineralnych wywołuje przekształcenia w środowisku to należy szukać kompromisu pomiędzy rosnącymi potrzebami gospodarki i społeczeństwa, a ochroną środowiska. Taki kompromis jest możliwy poprzez działanie zgodne z zasadami zrównoważonego rozwoju, czyli utrzymując równowagę między ochroną środowiska, wymaganiami społeczeństwa, a możliwościami ekonomicznymi.

W związku z powyższym przyszłość górnictwa można podzielić na dwa etapy:

- w pierwszym dominować będą tradycyjne (dotychczasowe) metody eksploatacji surowców mineralnych, ale wzrośnie efektywność ich pozyskania, co wiąże się z nowymi technologiami eksploatacji; zgodnie z zasadami zrównoważonego rozwoju trwałość surowców mineralnych, będzie wspierana nowymi technologiami, charakteryzującymi się minimalnym zużyciem surowców mineralnych oraz stosowaniem recyklingu i substytucji;
- w drugim etapie nastąpi eksploracja zasobów zalegających na dnie oceanów (Kozioł, Ciepliński i in. 2011; Mazurkiewicz 2011) surowców energetycznych, metalicznych do produkcji metali, mineralnych do produkcji materiałów budowlanych niezbędnych dla przemysłu chemicznego;
- a następnie w kosmosie (planetach, księżycach i asteroidach), co nie znaczy, że ich nieodnawialność sprawi, iż przyszłe pokolenia mogą odczuwać deficyt, a w najgorszym wypadku zupełne wyczerpanie zasobów; wszystko zależy od postępu techniki i technologii, które mogą całkowicie uniezależnić naszą cywilizację od nieodnawialnych zasobów środowiska.

Odnośnie prowadzenia działalności w obszarach morskich należy w pierwszym rzędzie przeprowadzić kompleksowe badania poszukiwawczo-rozpoznawcze w obrębie akwenu Wyłącznej Strefy Ekonomicznej RP, znajdującej się w południowej części Morza Bałtyckiego o powierzchni ponad 30,5 tysięcy km², który przylega do ponad 500 km długości wybrzeża Polski. Przeprowadzone kompleksowe badania geologiczne potwierdziły występowanie w tej strefie m.in. złóż ropy naftowej i gazu, kruszywa budowlanego oraz surowców metalicznych.

Planując w długiej perspektywie wydobycie surowców mineralnych z mórz i oceanów należy już dzisiaj przygotować odpowiednią infrastrukturę do prowadzenia wydobycia tzn. różnorodnie wyposażonych jednostek pływających przystosowanych do eksploatacji surowców z dna mórz i oceanów, a także taboru transportowego (np. gazowców, masowców, tankowców).

Trzeba tu jeszcze dodać, że od 1987 r. Polska, jako członek międzynarodowej organizacji *Interoceanmetal* ma wyłączne prawo do wykorzystania kawałka dna oceanicznego o powierzchni 75 tysięcy km² (w tzw. strefie Clarion-Clipperton na wschodnim Pacyfiku). Na obszarze tym prowadzone są prace

geologiczne (koszt 135-150 tys. \$/rok) w rozpoznaniu i oszacowaniu występujących tam złóż rud metali (głównie koncentracji manganu, miedzi, niklu, cynku, kobaltu i molibdenu o wartości szacowanej na 130 mln \$). Obecnie ich pozyskanie nie jest jeszcze opłacalne, ale jeżeli kryzys surowcowy (zwłaszcza metali krytycznych) będzie się nasilał to wtedy ich wydobycie będzie bardzo potrzebne (Abramowski, Kotliński i Abramowski, Szelangiewicz 2011).

Tendencja znacznego zmniejszenia zasobów kopalin na lądzie i wzrost ich cen stwarza duże szanse, że złoża z oceanów będą już w najbliższej przyszłości stanowić alternatywne źródło pozyskiwania wielu deficytowych na lądzie metali strategicznych. Obecnie uregulowania wymaga stan prawny wydobycia z dna morskiego, ochrona środowiska, a także prowadzenie testów istniejących technik poszukiwania, rozpoznawania i wydobycia. Obecnie znane i stosowane w badaniach geologiczno-poszukiwawczych i dokumentacyjnych oraz pozyskiwaniu kopalin ze złóż lądowych różnią się bardzo od technologii stosowanych w górnictwie morskim. Związane jest to ze zróżnicowanymi warunkami geologiczno-górnictwymi złóż kopalin oceanicznych i to one stawiają bardzo wysokie wymagania co do rozwiązań technologicznych dla morskich systemów wydobywczych i maszyn górniczych. Te wiążą się z kolei z zupełnie innymi, bardziej dynamicznymi warunkami środowiska oceanicznego. Ponadto różna jest geneza tych złóż, ich rozkład przestrzenny, skład chemiczny i właściwości fizyko-mechaniczne kopalin.

Współcześnie górnictwo powinno zadbać przede wszystkim o rozwój technologii, zwłaszcza tych prośrodowiskowych, które przyczynią się do zmniejszenia przez przemysł wydobywczy presji na środowisko. A tymczasem współcześnie funkcjonujący przemysł górniczy, naprawi wszelkie szkody w środowisku (zaszłości), korzystając z wiedzy i dotychczasowych doświadczeń. Wzrost świadomości społeczności z regionów górniczych co do jego roli w gospodarce kraju pozwoli na wypracowanie kompromisu, co do jego przyszłości.

Niezwykle ważnym czynnikiem dalszego rozwoju górnictwa są też relacje ze społecznością lokalną i idea kształtowania pozytywnego wizerunku górnictwa w opinii społecznej. Negatywne postrzeganie działalności przedsiębiorstw górniczych ukształtowało się z końcem XX w., gdy nasiliły się ruchy i działania dotyczące ochrony środowiska, a także oceny, nie zawsze prawdziwej, skutków działalności m.in. przemysłu wydobywczego. Wiązało się to z jednej strony z przestarzałymi technologiami wydobycia, nieprzestrzeganiem zasad BHP i wypadkami (także śmiertelnymi), a także z końcem XX w. z restrukturyzacją przemysłu i wprowadzeniem gospodarki wolnorynkowej.

Dziś polskie górnictwo stoi w obliczu nowych szans, o czym przekonuje opinię społeczną, ukazując rzeczywisty potencjał, jaki niesie za sobą jego rozwój poprzez racjonalne oraz efektywne gospodarowanie posiadanymi zasobami surowców mineralnych, tak by mogły służyć następnym pokoleniom.

Bibliografia:

- Abramowski T., Kotliński R., 2011 – Współczesne wyzwania eksploatacji oceanicznych kopalni polimetalicznych, *Gór. i Geoinż.* r. 35, Zesz. 4/1, Wyd. AGH, s. 41-61.
- Abramowski T., Szlangiewicz T., 2011 – Eksploatacja złóż polimetalicznych konkrecji z dna oceanu, *Gór. i Geoinż.* r. 35, Zesz. 4/1, Wyd. AGH, s. 63-72.
- Anderson C.W.N., Brooks R.R., Chiarucci a., Lacoste C.J., Leblanc M., Robinson B.H., Simcock R., Stewart R.B., 1999 – Phytomining for nickel, thallium and gold. *Journal of Geochemical Exploration*, no 67, s. 407-415.
- Bilans zasobów i złóż kopalni na 31.12.2012 r. – PIG-PIB 2013 r., Warszawa.
- Bogdanowski J., 1985 – Krajobrazowo-urbanistyczny aspekt zagospodarowania terenów pogórnich. Zesz. Nauk. AGH nr 1027, *Sozologia i Sozotech. Z.* 20, Wyd. AGH, Kraków, s. 71-83.
- Chen CH., 2006 – Development of a framework for sustainable uses of resources: More paper and less plastics?, *Environment International*, no 32, s. 478-486.
- Dudała J., 2013 – Potęgi inwestują w zasoby. Surowce dają przewagę. *Biul. Gór.* nr 1-2. GIPH, Katowice.
- Gałuszka A., 2005 – Wykorzystanie mikroorganizmów i roślin do pozyskiwania metali. *Przeł.*, *Geol.* vol. 53, nr 10/1, s. 858-862.
- Hajdo S., Klich J., Galiniak G., 2007 – Ekologiczne i technologiczne osiągnięcia w 40-letniej historii górnictwa otworowego siarki w Polsce. *Gór. i Geoinż.*, r. 31, z. 3/1.
- <http://www.cemex.pl/raport-zrownowazonego-rozwoju-2011-2012-pl.aspx>
- http://www.kghm.pl/_files/File/Raport%20CSR%20KGHM%202012%20web.pdf
- http://www.khw.pl/firma/raport_csr_2013.html;
- <http://www.klubpodroznikow.com/relacje/polska-inne-miejsca/1333-muzeum-gross-rosen-w-rogoznicy>
- <https://www.google.pl/search?q=kopalnia+soli+wieliczka>
- Kasprzyk P., 2009 – Kierunki rekultywacji w górnictwie odkrywkowym. *Problemy Ekologii Krajobrazu*, t. XXIV, s. 7-15.
- Kasztelewicz Z., 2010 – Rekultywacja terenów pogórnich w polskich kopalniach odkrywkowych. Wyd. Fundacji Nauka i Tradycje Gór. AGH
- Kasztelewicz Z., Szwed L., 2010 – Kierunki zagospodarowania terenów po likwidacji zakładów górniczych wydobywających węgiel brunatny. *Przeł. Gór.* nr 11.
- Komunikat Komisji do Parlamentu Europejskiego, Rady, Europejskiego Komitetu Ekonomiczno-Społecznego oraz Komitetu Regionów dotyczący planu działania na rzecz zrównoważonej konsumpcji i produkcji

- oraz zrównoważonej polityki przemysłowej KOM(2008) 397, Bruksela 2008.
- Koneczna R., Kulczycka J., 2012 – Znaczenie CSR w przedsiębiorstwach sektora górniczego w Polsce. *Przeł.*, Gór., nr 3, s. 5-10.
- Kozioł. W., Ciepliński M., Goleniewska J., Machniak Ł., 2011 – Eksploatacja kruszyw z obszarów morskich. *Gór. i Geoinż. R.35, z.4/1*. Wyd. AGH, Kraków.
- Kozłowski S., 1991 – Gospodarka a środowisko przyrodnicze. Wyd. Nauk. PWN, Warszawa.
- Kozłowski S., 1997 – Droga do ekorozwoju, Wyd. Nauk. PWN, Warszawa.
- Kudełko J., Kulczycka J., 2013 – Priorytetyzacja działań zaproponowanych w Strategicznym Planie Wdrożeń Europejskiego Partnerstwa Innowacji w Dziedzinie Surowców z punktu widzenia polskiej gospodarki. *Zesz. Nauk. IGSMiE PAN*, nr 85.
- Kudełko J., Nitek D., 2011 – Wykorzystanie odpadów z działalności górniczej jako substytutów surowców mineralnych. *Cuprum* nr 3 (60), Wrocław, ss. 51-63.
- Kulczycka J., 2011 – Eko-efektywność projektów inwestycyjnych z wykorzystaniem koncepcji cyklu życia produktu. *Studia Rozprawy Monografie* nr 169, IGSMiE PAN, Kraków.
- Kulczycka J., Radwanek-Bąk B., 2014 – Bezpieczeństwo podaży surowców nieenergetycznych i ich znaczenie w rozwoju gospodarki Unii Europejskiej i Polski. [w:] *Czy kryzys światowych zasobów?* red. Galwas B., Wyżnikiewicz B., Komitet Prognoz „Polska 2000 Plus” przy Prezydium PAN.
- Mazurek J., 2007 – Deformacje powierzchni w otworowej kopalni soli „Barycz” w likwidacji. Czy mogą jeszcze powstać zapadliska? *Gór. i Geoinż. r. 31, z. 3/1*. Wyd. AGH, Kraków.
- Mazurkiewicz B., 2011 – Wydobywanie zasobów surowcowych dna mórz i oceanów naczelnym zadaniem morskiej polityki gospodarczej państwa. *Gór. i Geoinż. R. 35, z. 4/1*. Wyd. AGH, Kraków, ss. 267-281.
- Nakłady i wyniki przemysłu w 2013 r., GUS, Warszawa 2014 r.
- Nieć M., 1999 – Złoże antropogeniczne. *Przeł. Geol.*, vol. 47, no 1, s. 93-98.
- Nieć M., Pietrzyk-Sokulska E. i in. 2008 – Górnictwo wspomagające ochronę środowiska i jego kształtowanie - doświadczenia Kieleckich Kopalń Surowców Mineralnych. *Gosp. Sur. Min. vol. 24, z. 4, s. 251-258*.
- Nieć M., Uberman R., 1995 – Zwały jako antropogeniczne złoże wtórne. *Gosp. Sur. Min. t. 11, z. 3*. Wyd. CPPGSMiE PAN, s. 395-402.
- Niedźwiecki R. (red. nauk.), Szulc J., Zarankiewicz M., 2013 – Przewodnik geologiczny. Kamienne skarby Ziemi Annogórskiej. (www.annaland.pl).
- Ochrona środowiska 2003 – GUS.
- Ochrona środowiska 2011 – GUS.

- Ochrona środowiska 2013 – GUS.
- Panek E., 1995 – Wpływ eksploatacji i spalania węgla brunatnego na środowisko przyrodnicze w Polsce. Studia Rozprawy Monografie nr 39, Wyd. CPPGSMiE PAN.
- Patyńska R., 2014 – Identyfikacja i ocena emisji metanu z kopalń węgla kamiennego w Polsce. Zesz. Nauk. IGSMiE PAN nr 86, Kraków, s. 151-166.
- Pieńkowski A., 2000 – Odkurzaczem po dnie. Wiedza i życie, Nr 10.
- Pietrzyk-Sokulska E. (red. nauk.) 2004 – Minimalizacja skutków środowiskowych pozyskiwania zwięzłych surowców skalnych. Studium na przykładzie Wyżyny Krakowsko-Częstochowskiej. Wyd. IGSMiE PAN, s. 159.
- Pietrzyk-Sokulska E. (red. nauk.) 2008 – Tereny pogórnice szansą rozwoju obszarów ich występowania. Studium na przykładzie Wyżyny Krakowsko-Częstochowskiej. Wyd. IGSMiE PAN, s.190
- Pietrzyk-Sokulska E., 1995 – Wpływ podziemnej eksploatacji i przeróbki węgla kamiennego na środowisko przyrodnicze w Polsce. Studia Rozprawy Monografie, nr 39, Wyd. CPPGSMiE PAN.
- Pietrzyk-Sokulska E., 2005 – Kryteria i kierunki adaptacji terenów po eksploatacji surowców skalnych. Studium dla wybranych obszarów Polski, Studia, Rozprawy, Monografie nr 131, s. 170. Wyd. IGSMiE PAN.
- Prawo ochrony środowiska z dnia 27 kwietnia 2001 r. (Dz. U. Nr 62, poz. 627 z póź. zm.).
- Przeniosło S. (red.) 1996 – Mineral Resources of Poland 1995, PIG, Warszawa.
- Rawlings D.E., Dew D., Du Plessis C., 2003 – Biomineralization of metal-containing ores and concentrates. Trends in Biotechnology, no 21, s. 38-44.
- Szczepeński A., 2009 – Hydrogeologia. T. II. Wody kopalniane w obszarach intensywnej eksploatacji górniczej [pdf. www.mos.gov.pl/].
- Uberman R., 1988 – Techniczno-technologiczne czynniki eksploatacji odkrywkowej złóż i ich związek z ukształtowaniem środowiska terenów górniczych. Zesz. Nauk. AGH nr 1222, Sozologia i Sozotechnika z. 26, Wyd. AGH, ss. 35-51.
- Uberman R., Naworyta W., 2012 – Prognoza korzyści dla społeczności i gmin Gubin oraz Brody z zagospodarowania złoża węgla brunatnego Gubin. Zesz. Nauk. Uniw. Zielonogórskiego seria Inżynieria środowiska nr 27.
- Uberman R., Ostrega A., 2012 – Rekultywacja i rewitalizacja terenów po działalności górniczej. Polskie osiągnięcia i problemy. [W:] I Polsko-Niemieckie Forum Rekultywacji i Rewitalizacji Obszarów Pogórniczych. Wisła-Jawornik 8-9 marca 2012, Wyd. AGH.

Urban J., Kasza A., Ochman K., Malec J., Wołoszyński M., 2013 – Kadzielnia i jej jaskinie. Przewodnik geoturystyczny. Manufaktura Geoturystyczna, Warszawa.

Ustawa z dnia 27 września 2013 r. Prawo geologiczne i górnicze (Dz. U., poz. 21).

Ustawa z dnia 3 lutego 1995 r. o ochronie gruntów rolnych i leśnych (Dz. U. Nr 16, poz. 78 z póź. zm.)

Wellmer F-W., Becker- Platen J.D., 2002 - Sustainable development and the exploitation of mineral and energy resources: a review. *Int. J. Earth Sci.*, no 91, s. 723-745.

www.annaland.pl

www.mos.gov.pl/.