

PRACE NAUKOWE GIG

GÓRNICTWO I ŚRODOWISKO MINING & ENVIRONMENT

RESEARCH
REPORTS

Quarterly

KWARTALNIK

1



GŁÓWNY INSTYTUT GÓRNICTWA
CENTRAL MINING INSTITUTE

KATOWICE 2007

Rada Programowa ds. Wydawnictw: *prof. dr hab. inż. Jakub Siemek (przewodniczący), prof. dr hab. inż. Tadeusz Chmielniak, prof. dr hab. inż. Józef Dubiński, prof. dr hab. inż. Andrzej Maranda, prof. dr hab. inż. Korneliusz Miksch, prof. dr hab. inż. Joanna Pinińska, prof. dr hab. inż. Krystian Probiez, prof. dr hab. inż. Czesława Rosik-Dulewska, prof. dr hab. inż. Janusz Roszkowski, prof. dr hab. inż. Antoni Tajduś*

Komitet Kwalifikacyjno-Opiniodawczy: *prof. dr hab. inż. Antoni Kidybiński (przewodniczący), prof. dr hab. inż. Krystyna Czaplicka, doc. dr hab. inż. Józef Kabiesz, prof. dr hab. inż. Władysław Konopko, prof. dr hab. inż. Jerzy Kwiatek, prof. dr hab. Kazimierz Lebecki, prof. dr hab. inż. Adam Lipowczan, doc. dr hab. inż. Krzysztof Stańczyk, doc. dr hab. inż. Marian Turek, doc. dr hab. inż. Jan Wachowicz, mgr Małgorzata Zielińska*

Redaktor Naczelny

prof. dr hab. inż. Adam Lipowczan

Redakcja wydawnicza i korekta

Ewa Gliwa

Małgorzata Kuśmirek-Zegadło

Barbara Jarosz

Skład i łamanie

Krzysztof Gralikowski

ISSN 1643-7608

Nakład 100 egz.

Adres Redakcji:

**Zespół Wydawnictw i Usług Poligraficznych
Głównego Instytutu Górnictwa, 40-166 Katowice, Pl. Gwarków 1**

tel. 032-259-24-03, 032-259-24-04

fax 032-259-27-74

e-mail: cintexmk@gig.katowice.pl

Spis treści

MARIAN TUREK

Wysokość ścian prowadzonych w kopalniach węgla kamiennego	5
Height of longwalls driven in hard coal mines	

JACEK BOBA, ALEKSANDRA SARATOWICZ

Efekty wdrożenia systemu zarządzania środowiskowego zgodnego z wymaganiami normy ISO 14001 w wybranych organizacjach	17
Effects of implementation of environmental management system, fulfilling requirements of ISO 14001, in selected organizations	

KRZYSZTOF JĘDRZEJKO, PAWEŁ OLSZEWSKI

Charakterystyka flory naczyniowej na terenach likwidowanych kopalń węgla kamiennego w Zagłębiu Dąbrowskim (GOP)	29
Characteristics of vascular flora on terrains of liquidated hard coal mines in Dąbrowa Basin (GOP)	

ADAM SMOLIŃSKI

Stanowisko do badań reaktywności węgla w procesie zgazowania w reaktorze ze złożem stałym	49
Design and construction of a laboratory scale fixed bed reactor installation for testing of coal reactivity in a gasification process	

JÓZEF KNECHTEL

Przewidywane zagrożenie klimatyczne w kopalniach i związane z tym zapotrzebowanie na moc chłodniczą.....	59
Foreseen climatic hazard in mines and associated cooling power demand	

EWA OWCZAREK-NOWAK

Zrównoważone systemy gospodarowania odpadami komunalnymi na terenie gminy – modele informatyczne	71
Sustainable systems of municipal wastes management on a commune terrain – numerical models	

PAWEŁ SANTORIUS, BARBARA BIAŁECKA, JACEK GRABOWSKI

Środowiskowe i gospodarcze problemy spowodowane degradacją terenów w Górnośląskim Zagłębiu Węglowym.....	85
Environmental and economic problems caused by degradation of terrains in Upper Silesia Coal Basin	

Marian Turek

WYSOKOŚĆ ŚCIAN PROWADZONYCH W KOPALNIACH WĘGLA KAMIENNEGO

Streszczenie

Intensyfikacja wybierania w przodkach wybierkowych jest podstawą efektywności ekonomicznej całego procesu wydobywczego realizowanego w kopalni. Nie ulega wątpliwości, że wysokość prowadzonych ścian ma istotny wpływ na uzyskiwaną z nich dobową wielkość produkcji. W poszukiwaniu możliwości wzrostu intensyfikacji interesującą propozycją okazał się wzrost wysokości prowadzonych ścian. Jak ta szansa była wykorzystywana w czasie realizacji różnych działań restrukturyzacyjnych można przekonać się analizując kształtowanie się średniej wysokości ścian w 38 kopalniach GZW przez okres szesnastu lat (1990–2005) i to jest przedmiot rozważań w niniejszym artykule. Stwierdzono, że w granicach możliwych technicznie wysokości ścian, im wysokość ścian jest większa tym wydobyte, przy innych niezmiennych parametrach, jest większe. Oczywiście, są pewne przedziały wysokości ścian, kiedy ze względów ruchowych ich prowadzenie jest niewątpliwie bardzo korzystne.

Stwierdzony niekiedy wzrost średniej wysokości ścian wynika przede wszystkim z unikania wybierania pokładów cienkich, które dość trudno eksploatować, przy wykorzystaniu kompleksowej mechanizacji.

Height of longwalls driven in hard coal mines

Abstract

An intensification of extraction in faces is a basis of economic efficiency of whole mining process realised in mine. There is no doubt but that the height of driven longwalls is of essential significance for a daily output value for them. In the search of possibility of increasing the intensification, the height of driven longwalls turned out to be an interesting proposal. The way this chance was discounted during realisation of different restructuring actions may be seen while analysing a trend of an average height of longwalls in 38 GZW mines throughout the period of last 16 years (1990–2005), and this is an object of considerations in the present paper. It was discovered that within limits of technically possible height of walls the higher the longwalls are the larger this output is at other parameters unchanged. Obviously, there are some intervals of longwalls height for which their drivages are undoubtedly very profitable for running reasons.

Sometimes, it was found out that an increase of average height of walls resulted in the first place from avoidance of mining thin beds, which are hard enough to mine using complex mechanisation.

WPROWADZENIE

W kopalniach węgla kamiennego dość powszechnie stosowanymi miernikami oceny przodka wybierkowego są: wydobyte (dobowe, zmianowe), wydajność, koszt jednostkowy wydobytego węgla. Im korzystniejsze wartości tych parametrów uzyskuje się w ścianie, tym lepiej jest ona oceniana. Jednak nie zawsze korzystne wartości tych parametrów, są odzwierciedleniem racjonalnego wykorzystania zasobów wynikających z warunków naturalnych, jak i uwarunkowań górniczych technologiczno-organizacyjnych. W ostatnich latach nie prowadzono szczegółowych

badan nad parametrami charakteryzującymi przodki ścianowe i ich wzajemnymi zależnościami. Z wcześniej prowadzonych badań wynika, że „(...) do wzrostu koncentracji w przodkach należy dążyć poprzez możliwe najszersze stosowanie systemów ścianowych (...)” (Lisowski 2001).

Od początku procesu transformacji ustrojowej kopalnie węgla kamiennego wymagały zmian, w tym tzw. restrukturyzacji technicznej, polegającej przede wszystkim na:

- zweryfikowaniu bazy zasobowej, ze względu na ekonomiczną opłacalność produkcji górniczej,
- zwiększeniu wydobywania z przodka przez zastosowanie odpowiedniego wyposażenia technicznego, zapewniającego niezawodność, poprawę wydajności i pewność funkcjonowania środków odstawy.

Biorąc pod uwagę powyższe aspekty, należy stwierdzić, że wielkość wydobywania z przodka ścianowego wynika z:

- geometrycznych wymiarów urabianego, w czasie cyklu produkcyjnego, bloku pokładu węglowego,
- wydajności maszyn urabiających oraz pozostałego wyposażenia w przodku i na odstawie,
- czasu przeznaczonego na pracę w przodku w ciągu doby.

W kopalniach węgla kamiennego występuje potrzeba systematycznego, w ujęciu porównywalnym, obniżania kosztów jednostkowych sprzedawanego węgla i wzrostu wydajności pracy. Zmniejszanie jednostkowych kosztów produkcji może następować nie tylko w wyniku zmniejszania zatrudnienia, ale także przez wzrost koncentracji produkcji.

1. WYDOBYCIE ZE ŚCIAN A ICH WYSOKOŚĆ

Istotnym zagadnieniem podczas przeprowadzania restrukturyzacji technicznej kopalń jest efektywne wykorzystanie zaangażowanego kapitału, do którego należy wyposażenie techniczne. Racjonalizacja wykorzystania środków produkcyjnych ma szczególne znaczenie dla efektywności procesu produkcyjnego w kopalniach węgla kamiennego. Zasadniczym parametrem efektywności wykorzystania zainstalowanego sprzętu jest jego produktywność, która oznacza ilość wydobytego węgla w stosunku do wartości zaangażowanego majątku. Wysoka koncentracja, odpowiednie wykorzystanie maszyn i urządzeń ma podstawowe znaczenie w obniżaniu jednostkowego kosztu wydobywania. Wielkość wydobywania uzyskiwanego na zmianę produkcyjną można wyznaczyć na podstawie następującego wzoru

$$Q = 1,3lhp c \quad (1)$$

gdzie:

- l – długość ściany, m;
- h – wysokość ściany, m;
- p – postęp ściany, m/zmianę;
- c – współczynnik czystości wybierania.

Ilość węgla zalegająca w złożu, w granicy obszaru górniczego, decyduje o tzw. zasobach geologicznych. Zasoby bilansowe brutto otrzymuje się po odjęciu od zasobów geologicznych zasobów pozabilansowych. Ilość zasobów bilansowych netto uzyskuje się przez pomniejszenie ilości zasobów bilansowych brutto o współczynnik czystości wybierania.

Zasoby przemysłowe netto otrzymuje się przez pomnożenie ilości zasobów bilansowych netto przez współczynnik eksploatacji c . Współczynnik ten jest to stosunek rzeczywistego wydobywania netto (węgiel handlowy) do ilości zasobów bilansowych netto S_{bn} zawartych w polu wybierania, z którego uzyskano wydobywanie W

$$e = \frac{W}{S_{bn}} \quad (2)$$

Zasoby bilansowe netto S_{bn} pola wybierania można wyznaczyć według wzoru

$$S_{bn} = \frac{1,3cPh}{\cos \alpha}, \text{ t} \quad (3)$$

gdzie:

- c – współczynnik czystości wybierania;
- P – rzut poziomy powierzchni wybieranego pola, m;
- h – grubość pokładu użyteczna (bez przerostów), może być utożsamiana z wysokością ściany, m;
- α – kąt nachylenia pokładu.

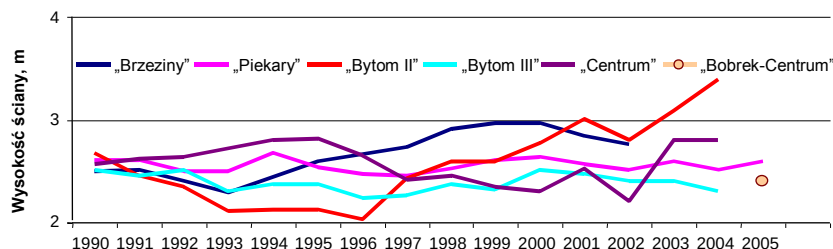
Analizując wzory (1) i (3) można łatwo zauważyć, że zarówno z uwagi na wielkość zasobów, jak i wielkość uzyskiwanego wydobywania, ważną rolę odgrywa miąższość (grubość) pokładu. Może być ona w określonych warunkach utożsamiana z wysokością ściany. Bardzo łatwo potwierdzić sformułowanie, że wielkość wydobywania zależy od wysokości ściany. W granicach możliwych technicznie wysokości prowadzonych ścian można stwierdzić, że im wysokość ścian jest większa, tym wydobywanie, przy innych niezmiennych parametrach, jest większe. Oczywiście, są pewne przedziały wysokości ścian, kiedy ze względów ruchowych ich prowadzenie jest niewątpliwie bardzo korzystne.

2. ŚREDNIA WYSOKOŚĆ ŚCIANY W KOPALNIACH

Podstawą efektywności ekonomicznej całego procesu wydobywczego realizowanego w kopalni jest intensyfikacja wybierania w przodkach wybierkowych. W poszukiwaniu sposobów intensyfikacji wydobywania interesującą propozycją było zwiększenie wysokości prowadzonych ścian. Jak ta szansa była wykorzystywana w realizacji różnych działań, można przekonać się, analizując kształtowanie się tej wielkości w 38 kopalniach GZW w okresie szesnastu lat (1990–2005). Dane dotyczące średniej wysokości ściany w ramach badanych kopalń przedstawiono na rysunkach od 1 do 7 i są one następujące:

W bytomskich kopalniach parametr ten nie był zbyt zróżnicowany. W kopalni „Brzeziny” średnia wysokość ścian w latach 1990–1992 wynosiła 2,5 m, a w latach 1992–1994 zmniejszyła się do 2,3 i 2,4 m. W 1995 roku zwiększyła się do 2,6 m, następnie w latach 1996–1997 do 2,7 m. W 1998 roku parametr ten osiągnął wartość 2,9 m, a następnie w latach 1999–2000 zaobserwowano wzrost do 3,0 m. W latach 2001–2002 wysokość ścian wynosiła odpowiednio 2,9 i 2,8 m.

W kopalni „Piekary” średnia wysokość ścian w latach 1990–1991 wynosiła 2,6 m, następnie w kolejnych dwóch latach zaobserwowano jej zmniejszenie do 2,5 m. W 1994 roku średnia wysokość ścian wynosiła 2,7 m (rys. 1).



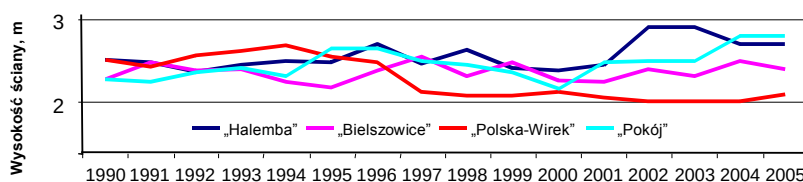
Rys. 1. Średnia wysokość ścian wydobywczych w grupie kopalń bytomskich w latach 1990–2005

Fig. 1. Average height of working faces in the group of Bytom mines in years 1990–2005

W grupie rudzkich kopalń, w której obserwowano cztery kopalnie, zauważono stabilność średniej wysokości ścian. I tak w kopalni „Halemba” w latach 1991–1992, w 1994 oraz 2001 roku wysokość ścian wynosiła 2,5 m. Nieco mniejsza wartość tego parametru, wynosząca 2,4 m, wystąpiła w latach 1991–1993 oraz w latach 1999–2000. Największa wysokość ścian (2,9 m) była w latach 2002–2003, zaś wyraźnie niższa 2,7 m, w latach 1996 i 2004–2005.

W kopalni „Bielszowice” wysokość ścian 2,3 m była w latach 1990, 1998 i 2000–2001, nieco mniejsza natomiast, wynosząca 2,2 m, w latach 1994–1995. Średnią wysokość ścian wynoszącą 2,4 m, stwierdzono w latach 1992–1993, 1996, 2002, 2004. Największa średnia wysokość ścian w latach 1999 i 2004 wynosiła 2,5 m.

W kopalni „Polska-Wirek” w 1990 roku średnia wysokość ścian wynosiła 2,5 m, taka sama wartość tego parametru powtarzała się w latach 1995–1996. Nieco większa wysokość ścian 2,6 m została stwierdzona w latach 1992–1993, zaś największa 2,7 m, w całym okresie badawczym, była w 1994 roku. W 1991 roku średnia wysokość ścian wynosiła 2,4 m. Mniejsza średnia wysokość ścian, 2,1 m, była w latach 1997–2001 i 2005. Najniższa średnia wysokość ścian, 2,0 m, była w latach 2002–2004 (rys. 2).



Rys. 2. Średnia wysokość ścian wydobywczych w grupie kopalń rudzkich w latach 1990–2005

Fig. 2. Average height of working faces in the group of Ruda mines in years 1990–2005

W grupie kopalń gliwickich uwidoczniło się pewne zróżnicowanie średniej wysokości ścian. W kopalni „Bolesław Śmiały” stwierdzono zdecydowaną tendencję spadkową z 2,3 i 2,4 m średnich wysokości ścian w latach 1990, 1997 i 1991 do 1,6 i 1,8 m odpowiednio w latach 2001 i 2000 oraz 2003–2005. W latach 1992–1995 oraz w 1998 roku średnia wysokość ścian wynosiła 2,2 m. Średnia wysokość ścian w 1996 roku wynosiła 2,0 m, natomiast w 1999 roku 2,1 m, a w 2002 roku 1,7 m.

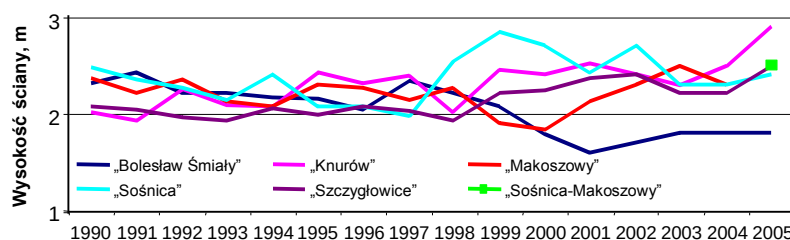
W kopalni „Knurów” można było zauważyć raczej odwrotną tendencję. W 1990 roku średnia wysokość ścian wynosiła 2,0 m. Nieco mniejsza średnia wysokość ścian wynosząca 1,9 m była tylko w 1991 roku. W 1992 roku średnia wysokość ścian wynosiła 2,3 m i taką wartość odnotowano także w latach 1996 i 2003. Średnią wysokość ścian 2,1 m odnotowano w latach 1993–1994, natomiast 2,4 m w latach 1995, 1997, 2000 i 2002. Średnią wysokość ścian 2,5 m stwierdzono w latach 2001 i 2004, a największą, wynoszącą 2,9 m, w 2005 roku.

W kopalni „Makoszowy” („Sośnica-Makoszowy” od 2005 r.) średnia wysokość ścian była umiarkowanie zmienna. W 1990 roku wynosiła 2,4 m i taką samą wartość odnotowano w 1992 roku. W 1991 roku, podobnie jak w 1997 roku, odnotowano 2,2 m. Mniejszą wysokość ścian stwierdzono w latach 1993–1994 i wynosiła ona 2,1 m. Wzrost średniej wysokości ścian do 2,3 m wystąpił w latach 1995–1996, 1998, 2002 i 2004. Najmniejsza wysokość ścian była w latach 1999 i 2000 i wynosiła odpowiednio 1,9 i 1,8 m. Najwyższe ściany w tej kopalni były w latach 2003 i 2005 i średnia ich wysokość to 2,5 m.

W kopalni „Sośnica” średnia wysokość ścian wahała się w granicach od 2,0 w 1997 do 2,8 m w 1999 roku. W 1990 roku wynosiła 2,5 m i taką wartość odnotowano w 1998 roku. W 1991 średnia wysokość ścian wyniosła 2,4 m, tak jak w latach 1994, 2001 i 2005. Mniejsza średnia wysokość ścian wynosząca 2,2 m była w 1993 roku. W 1995 roku zmniejszyła się do 2,1 m i taką samą wartość odnotowano także w 1996 roku. Średnią wysokość ścian – 2,7 m stwierdzono w latach 2000 i 2002, natomiast 2,3 m to średnia wysokość ścian w latach 2003–2004.

W kopalni „Szczygłowice” w całym okresie badawczym, były eksploatowane ściany o dość ustabilizowanej średniej wysokości w granicach od 1,9 m (w latach 1993, 1998) do 2,5 (w 2005 r.). W 1991 roku średnia wysokość ścian wynosiła 2,1 m, która następnie w latach 1991–1992 oraz w latach 1995 i 1997 uległa zmniejszeniu do 2,0 m. Średnią wysokość 2,1 m ściany miały w 1994 roku i została ona utrzymana także w 1996 roku. Zwiększenie średniej wysokości do 2,2 m nastąpiło w 1999 roku i utrzymało się w 2000 roku, a także w latach 2003–2004. Dalszy wzrost tego parametru do 2,4 m odnotowano w latach 2001–2002 (rys. 3).

Średnia wysokość ścian w kopalniach Katowickiego Holdingu Węglowego S.A. była dość zróżnicowana. W kopalni „Katowice-Kleofas” wynosiła w latach 1990–2004 (2004 r. był ostatnim, w którym prowadzono wydobywanie) od 1,8 (lata 2000–2001) do 2,8 m (lata 1991–1992). W 1990 średnia wysokość ścian wynosiła 2,6 m, tak jak w 1993 roku. W 1994 roku i w latach 1995–1996 średnia wysokość ścian wynosiła 2,5 m. W latach 1997–1998 natomiast zmniejszyła się do 2,3 m. W 1999 roku średnia wysokość ścian wynosiła 2,1 m, w następnych latach uległa zmniejszeniu do 2,0 m w 2002 roku. W latach 2003–2004 wzrosła odpowiednio do 2,2 i 2,4 m.



Rys. 3. Średnia wysokość ścian wydobywczych w grupie kopalń gliwickich w latach 1990–2005

Fig. 3. Average height of working faces in the group of Gliwice mines in years 1990–2005

W kopalni „Murcki” średnia wysokość ścian była niezwykle stabilna, bowiem wahała się w granicach od 2,0 m (w latach 1990, 1994, 1996, 1997, 2000 i 2003) do 2,2 m w 2002 roku. W pozostałych latach wносиła 2,1 m.

W kopalni „Mysłowice” średnia wysokość ścian była wyraźnie zróżnicowana, od 2,4 m w 1994 roku do 3,3 m w latach 2001–2002. W 1990 roku wysokość ścian wynosiła 2,5 m, podobnie jak w latach 1992–1993, natomiast w 1991 roku wynosiła 2,8 m, analogicznie jak w latach 1998–2000. Zaś w latach 1995–1996 średnia wysokość ścian wynosiła 2,7 m, następnie w 1997 roku wzrosła do 2,9 m, aby zmniejszyć się do 2,8 m w latach 1998–2000. W 2003 roku osiągnęła 3,0 m, następnie w 2004 roku wzrosła do 3,1 m, aby zmniejszyć się do 2,9 m w 2005 roku.

W kopalni „Wesoła” średnia wysokość ścian w rozpatrywanym okresie mieściła się od 1,8 m w 1995 roku do 3,2 m w 2005 roku. W latach 1990–1991 wynosiła 2,0 m, następnie w latach 1992–1994 zmniejszyła się do 1,9 m. W 1996 roku średnia wysokość ścian wynosiła 2,1 m, zaś w 1997 oraz w 1999 roku osiągnęła 2,2 m. W 1998 roku wysokość ścian miała 2,3 m, zaś w następnym okresie wzrosła do 2,5 m w 2000 roku. W 2001 roku wzrosła do 2,6 m, a następnie do 2,8 i 3,1 m odpowiednio w latach 2002 i 2003. W 2004 roku średnia wysokość ścian osiągnęła 2,7 m.

W kopalni „Wieczorek” średnia wysokość ścian mieściła się w przedziale od 2,2 (1993 r.) do 2,6 m w latach 1990, 2002 i 2005. W 1991 roku wynosiła 2,3 m, tak jak w latach 1994, 2000, zaś w 1992 roku wzrosła do 2,4 m, osiągając tę wartość także w latach 1995, 1997–1998. W 1996 roku wysokość ścian wynosiła średnio 2,5 m, podobnie jak w latach 1999 i 2004, natomiast w 2001 roku – 2,7 m.

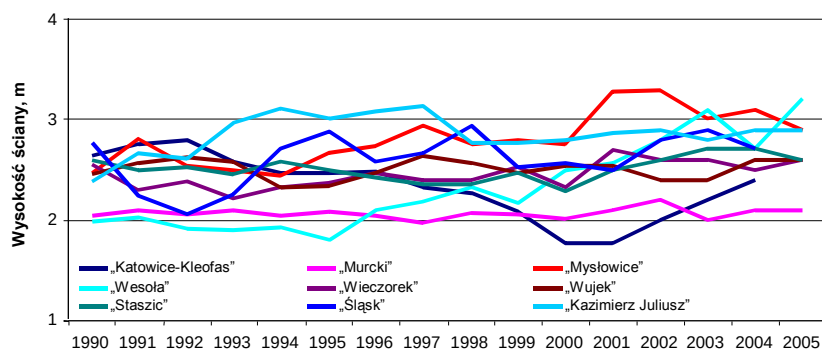
W kopalni „Wujek” średnia wysokość ścian wynosiła od 2,3 m (w latach 1994–1995) do 2,6 m w latach 1991–1993, 1997–1998 oraz 2004–2005. W 1996 roku ściany miały średnią wysokość 2,5 m, podobnie jak w latach 1998–2000.

W kopalni „Staszic” średnia wysokość ścian wahała się w granicach od 2,3 (2000 r.) do 2,7 m w latach 2003–2004. W latach 1990, 1994, 2002 i 2006 ściany miały 2,6 m. Nieco mniejsza wartość tego parametru, 2,5 m, wystąpiła w latach 1991–1993, 1995, 1999, 2001. W latach 1996–1998 ściany miały wysokość 2,4 m.

W kopalni „Śląsk”, która została przyłączona do kopalni „Wujek”, średnia wysokość ścian wahała się od 2,1 (1992 r.) do 2,9 m w latach 1995, 1998 i 2003. W 1990 roku wynosiła 2,8 m, analogicznie jak w 2002 roku, aby w 1991 zmniejszyć się do 2,2 m. W 1993 roku średnia wysokość ścian wynosiła 2,3 m, zaś w następnym roku wzrosła do 2,7 m, analogicznie jak w latach 1997 i 2004. W 1996 roku wynosiła

2,6 m, podobnie jak w 2000 roku, natomiast w latach 1999 i 2001 średnia wysokość ścian wynosiła 2,5 m, zaś w latach 2002 i 2004 osiągnęła odpowiednio 2,8 i 2,7 m.

W kopalni „Kazimierz-Juliusz” były eksploatowane ściany o średniej wysokości w granicach od 2,4 m w 1990 roku do 3,1 m w latach 1994 oraz 1996–1997. W 1991 roku średnia wysokość ścian to 2,7 m, zaś w następnym roku – 2,6 m. Wartość badanego parametru 3,0 m uzyskano w latach 1993 i 1995. Zdecydowanie mniejszą wartość 2,8 m odnotowano w latach 1998–2000 oraz w 2003 roku. Średnią wysokość ścian 2,9 m osiągnięto w latach 2001–2002 i 2004–2005 (rys. 4).



Rys. 4. Średnia wysokość ścian wydobywczych w grupie kopalń katowickich w latach 1990–2005

Fig. 4. Average height of working faces in the group of Katowice mines in years 1990–2005

W kopalniach nadwiślańskich, tj. „Brzeszcze”, „Janina”, „Piaś”, „Ziemowit”, „Silesia”, stwierdzono co następuje:

W kopalni „Brzeszcze” („Brzeszcze-Silesia”) eksploatowano ściany średniej wysokości w przedziale od 1,7 (1994 r.) do 2,5 m w latach 2003–2005. Średnią wysokość ścian 1,8 m odnotowano w latach 1990 i 2000, natomiast wynoszącą 1,9 m w latach 1991–1993 oraz 1997–1998. W latach 1995–1996 średnia wysokość ścian wynosiła 2,0 m, zaś nieduży wzrost do 2,1 m stwierdzono w 1999 roku. W 2001 roku ściany miały średnią wysokość 2,3 m, aby wzrosnąć do 2,4 m w 2002 roku.

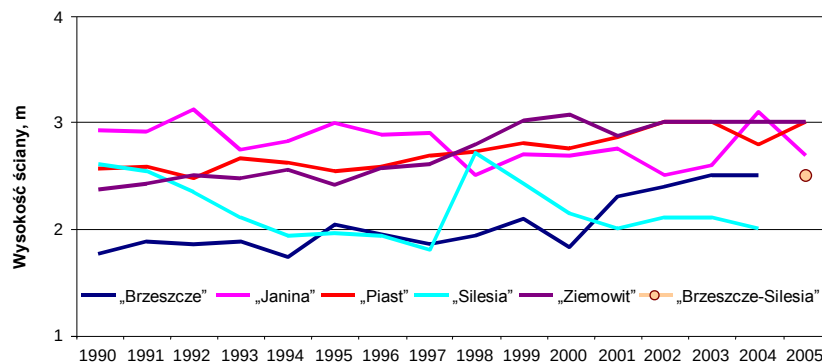
W kopalni „Janina” średnia wysokość ścian mieściła się w granicach od 2,5 (w latach 1998 i 2002) do 3,1 m w latach 1992 i 2004. W latach 1990–1991 wynosiła 2,9 m, zaś w 1993 2,7 m, podobnie w latach 1999–2000 i 2005. Średnią wysokość ścian, 2,8 m, odnotowano w latach 1994 i 2001, a w 1995 roku 3,0 m.

W kopalni „Piaś” średnia wysokość ścian wahała się w przedziale od 2,5 (w latach 1992 i 1995) do 3,0 m w latach 2002–2003 i 2005. Wysokość 2,6 m miały ściany w latach 1990–1991, 1994 i 1996, w 1993 roku 2,7 m, analogicznie jak w latach 1997–1998 oraz w 2000 roku. Średnia wysokość ścian w latach 1989 i 2004 wynosiła 2,8 m. Nieco więcej, bo 2,9 m, w 2001 roku.

W kopalni „Silesia” eksploatowano ściany, których średnia wysokość mieściła się w przedziale od 1,8 (1997 r.) do 2,7 m w 1998 roku. Wysokość ścian w 1990 roku miała wartość 2,6 m. W 1991 roku ściany miały średnią wysokość 2,5 m, która w następnych latach zmniejszała się do 2,3 w 1992 roku i 2,1 m w latach 1993, 2002–

2003 oraz 1,9 m w latach 1994 i 1996. W latach 1995, 2001 i 2004 średnia wysokość wynosiła 2,0 m, a w 1999 roku 2,4 m, zaś w następnym też 2,4 m.

W kopalni „Ziemowit” średnia wysokość ścian mieściła się w przedziale od 2,4 m w latach 1990–1991 i 1995 do 3,1 m w 2000 roku. W latach 1992–1993 wynosiła ona 2,5 m, a w latach 1994 i 1996–1997 2,6 m, zaś średnią wysokość 3,0 m odnotowano w latach 1999 oraz 2002–2005. W 2001 roku średnia wysokość ścian miała 2,9 m (rys. 5).



Rys. 5. Średnia wysokość ścian wydobywczych w grupie kopalń nadwiślańskich w latach 1990–2005

Fig. 5. Average height of working faces in the group of Vistula mines in years 1990–2005

W grupie kopalń rybnickich, która obejmowała kopalnie „Rydułtowy” („Rydułtowy-Anna”), „Marcel”, „Chwałowice”, „Jankowice”, stwierdzono co następuje: W kopalni „Rydułtowy” („Rydułtowy-Anna”) średnia wysokość ścian mieściła się w przedziale od 1,9 m w latach 1991–1992 i 1997 do 2,6 m w 2000 roku. Wysokość 2,0 m została odnotowana w latach 1990 i 1996. Większą średnią wysokość ścian, tj. 2,1 m, osiągnięto w latach 1993–1995 i 1998. W 1999 roku analizowany parametr osiągnął 2,2 m, natomiast w latach 2001–2003 – 2,5 m. W latach 2004 i 2005 w połączonych kopalniach średnia wartość ścian osiągnęła odpowiednio 2,4 i 2,3 m.

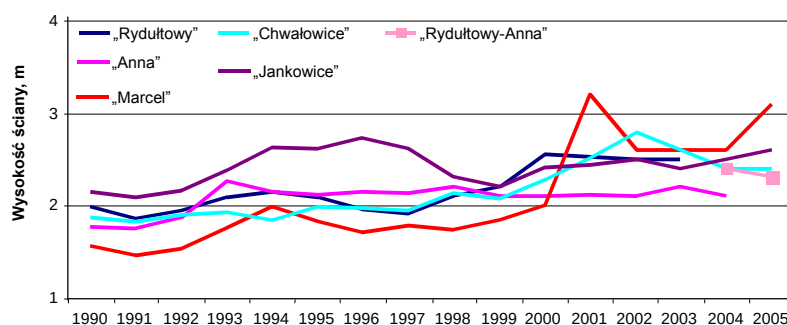
W kopalni „Anna” średnia wysokość ścian mieściła się od 1,8 m w latach 1990–1991 do 2,3 m w 1993 roku. W 1992 roku ściany miały średnio 1,9 m, zaś w roku następnym – 2,3 m. Średnia wysokość ścian 2,1 m została odnotowana w latach 1994–1995, 1997, 1999–2002 i 2004, natomiast 2,2 m w latach 1996, 1998 i 2003.

W kopalni „Marcel” eksploatowano ściany, których średnia wysokość mieściła się w przedziale od 1,5 m w latach 1991–1992 do 3,2 m w 2001 roku. W kopalni tej zaobserwowano znaczne zróżnicowanie średniej wysokości ścian. W 1990 roku parametr ten osiągnął wartość 1,6 m, natomiast 1,7 m w latach 1993, 1996 i 1998. W 1994 roku średnia wysokość ścian osiągnęła wartość 2,0 m i podobnie było w 2000 roku. Średnią wysokość ścian 1,8 m odnotowano w 1995 i 1999 roku. W 2000 roku średnia wysokość ścian wynosiła 2,0 m, natomiast w latach 2002–2004 – 2,6 m i w 2005 roku 3,1 m.

W kopalni „Chwałowice” średnia wysokość ścian mieściła się w przedziale od 1,8 m w latach 1991 i 1994 do 2,8 m w 2002 roku. W 1990 roku, podobnie jak

w latach 1992–1993 oraz w 1997, osiągnęła 1,9 m. Wysokość ścian 2,0 m, odnotowano w latach 1995–1996, a 2,1 m, w latach 1998–1999. Jeszcze większą średnią wysokość, tj. 2,3 m, stwierdzono w 2000 roku, która w latach 2001–2002 zwiększyła się odpowiednio do 2,5 i 2,8 m. W 2003 roku średnia wysokość prowadzonych ścian zmniejszyła się do 2,6 m, zaś w latach 2004–2005 do 2,4 m.

W kopalni „Jankowice” eksploatowano ściany, których średnia wysokość wynosiła od 2,1 m w latach 1990–1991 do 2,7 m w 1996 roku. W 1992 roku parametr ten osiągnął 2,2 m, podobnie jak w 1999 roku. Średnia wysokość ścian, 2,4 m, była w latach 1993, 2000 i 2003. W 1994 roku, podobnie jak w latach 1995, 1997 i 2005, średnia wysokość ścian osiągnęła 2,6 m, natomiast średnią wartość ścian 2,3 m odnotowano w 1998 roku. Zdecydowanie wyższe ściany, tj. 2,5 m, były w latach 2001–2002 i 2004, zaś średnią wysokość ścian, 2,5 m odnotowano w 2002 i 2005 roku (rys. 6).



Rys. 6. Średnia wysokość ścian wydobywczych w grupie kopalń rybnickich w latach 1990–2005

Fig. 6. Average height of working faces in the group of Rybnik mines in years 1990–2005

W kopalniach Jastrzębskiej Spółki Węglowej S.A., do której należą kopalnie „Borynia”, „Jas-Mos”, „Krupiński”, „Pniówek”, „Zofiówka”, stwierdzono co następuje: W kopalni „Borynia” prowadzono ściany, których średnia wysokość mieściła się w przedziale od 2,2 m w latach 1991–1994 do 2,6 m w 1999 roku. W 1990 roku, podobnie jak w latach 1996 i 2003, średnia wysokość ścian wynosiła 2,3 m. Nieco wyższa średnia, tj. 2,4 m, była w 2001 roku, natomiast 2,5 m odnotowano w latach 1995, 1997–1998, 2000, 2002 oraz 2004–2005.

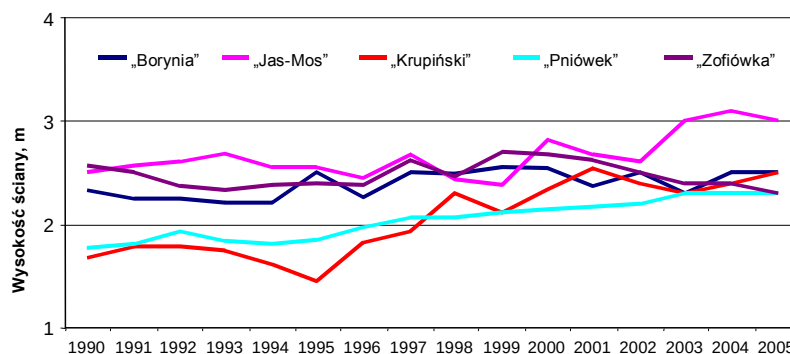
W kopalni „Jas-Mos” średnia wysokość ścian mieściła się w granicach od 2,4 (w latach 1998–1999) do 3,1 m w 2004 roku. W 1990 roku, podobnie jak w 1994 roku średnia wysokość ścian wynosiła 2,5 m. W 1993 roku ściany miały wysokość 2,7 m, analogicznie jak w latach 1997 i 2001. Wzrost do 2,6 m nastąpił w latach 1991–1992 oraz 1995 i 2002, a do 2,8 m w 2000 roku. W latach 2003 i 2005 średnia wysokość ścian wynosiła 3,0 m.

W kopalni „Krupiński” średnia wysokość ścian mieściła się w przedziale od 1,5 w 1995 roku do 2,5 m w latach 2001 i 2005. W 1980 roku wynosiła ona 1,7 m, aby w następnych trzech latach (1991–1993) i 1996 roku wzrosnąć do 1,8 m, a następnie zmniejszyć się do 1,6 m w 1994 roku. W 1997 roku badany parametr osiągnął wartość

1,9 m, w kolejnych latach 1998, 2000 i 2003 wzrósł do 2,3 m. W 1999 roku średnia wysokość ścian wynosiła 2,1 m, zaś w 2002 i 2004 roku osiągnęła 2,4 m.

W kopalni „Pniówek” średnia wysokość ścian wahała się od 1,8 m, w latach 1990–1991, 1993–1994 do 2,3 m w latach 2003–2005. W latach 1992 i 1995 wynosiła ona 1,9 m, natomiast nieco większa, 2,0 m, była w 1996 roku. W latach 1997–2000 średnia wysokość ścian wynosiła 2,1 m, zaś w latach 2003–2004 – 2,2 m.

W kopalni „Zofiówka” prowadzono ściany, których średnia wysokość mieściła się w przedziale od 2,3 m w latach 1993 i 2005 do 2,7 m w latach 1999–2000. W latach 1990, 1997 i 2001 parametr ten wynosił 2,6 m, zaś w latach 1991, 1998 i 2002 – 2,5 m. Średnia wysokość ścian 2,4 m została odnotowana w latach 1992, 1994–1996 i 2003–2004.



Rys. 7. Średnia wysokość ścian wydobywczych w grupie kopalń jastrzębskich w latach 1990–2005

Fig. 7. Average height of working faces in the group of Jastrzębie mines in years 1990–2005

PODSUMOWANIE

Nie ulega wątpliwości, że wysokość prowadzonej ściany ma istotny wpływ na dobową wielkość produkcji. Aby uzyskać wydobywanie dobowe rzędu 3000 t (dokładnie 3040 t) ze ściany o:

- długości 225 m,
- postępie dobowym 4 m/d,

średnia wysokość ściany powinna wynosić 2,6 m. Gdyby wysokość ściany była większa o 0,1 m, przy niezmiennych wartościach pozostałych parametrów, wydobywanie dobowe wynosiłoby 3160 t.

Na podstawie powyższej analizy jednoznacznie można stwierdzić, jak duże znaczenie dla wielkości produkcji ma wysokość ściany.

W literaturze specjalistycznej panuje zgodność co do związku między wzrostem koncentracji wydobywania a efektami uzyskanymi w postaci wyraźnego wzrostu wydajności przodkowej. Trzeba także zauważyć, że efektem wzrostu wydobywania ze ścian, z jednoznacznym zmniejszeniem liczby czynnych ścian, jest znaczące zmniejszenie pracochłonności robót, w tym transportu. Jest to tym bardziej istotne, że

w ostatnich latach nastąpił pewien wzrost długości dróg odstawy ze względu na postęp ścian. Należy stwierdzić, że istniejące warunki geologiczne, utrudniające stosowanie kompleksowej mechanizacji i długich ścian, ograniczają w istotny sposób możliwości wzrostu koncentracji wydobywania.

Stwierdzony niekiedy wzrost średniej wysokości ścian wynika przede wszystkim z unikania wybierania pokładów cienkich, które trudno eksploatować przy wykorzystaniu kompleksowej mechanizacji. O wielkości średniej wysokości ścian decydują przede wszystkim:

- warunki naturalne, a w szczególności miąższość pokładów,
- zakres możliwości stosowania kompleksów zmechanizowanych,
- stan zagrożeń naturalnych.

Stąd trzeba postulować:

- pozyskiwanie środków na zmechanizowane wybieranie pokładów cienkich,
- opracowanie możliwych do wdrożenia alternatywnych w stosunku do wybierania ścianami, systemów eksploatacji dostosowanych do warunków geologiczno-górnictwowych,
- opracowywanie niekonwencjonalnych systemów pozyskiwania energii z węgla.

Literatura

1. Lisowski A. (2001): *Podstawy ekonomicznej efektywności podziemnej eksploatacji złóż*. Katowice–Warszawa, GIG–PWN.
2. Praca zbiorowa pod redakcją A. Karbownika (2005): *Zarządzanie procesem dostosowywaniem w górnictwie węgla kamiennego w świetle dotychczasowych doświadczeń*. Gliwice, Wydaw. Politechniki Śląskiej.
3. Turek M. (2006): *Studia nad zmianami w kopalniach w latach 1990–2006*. Gliwice, Politechnika Śląska (niepublikowana).

Recenzent: doc. dr hab. inż. Józef Kabiesz

Jacek Boba, Aleksandra Saratowicz

EFEKTY WDROŻENIA SYSTEMU ZARZĄDZANIA ŚRODOWISKOWEGO ZGODNEGO Z WYMAGANIAMI NORMY ISO 14001 W WYBRANYCH ORGANIZACJACH

Streszczenie

W artykule przedstawiono podstawowe wyniki pracy statutowej wykonanej w GIG, w celu określenia efektów ekonomicznych, ekologicznych i społecznych, uzyskanych przez wybrane organizacje w wyniku wdrożenia systemu zarządzania środowiskowego, zgodnego z wymaganiami normy ISO 14001. Badania prowadzono w firmach biorących udział w latach 2002–2003 w projekcie „Zarządzanie środowiskowe w Europie Wschodniej. Przemysł tworzyw sztucznych. Polska”, finansowanym przez Duńską Agencję Handlu i Przemysłu.

Effects of implementation of environmental management system, fulfilling requirements of ISO 14001, in selected organizations

Abstract

This paper presents basic results of the Central Mining Institute statutory research work. The aim of the work was to determine economic, ecological and social effects, obtained by the selected organisations as the result of implementation of environmental management system, according to the requirements of ISO 14001 standard. The research was carried out in co-operation with companies which participated in the project “Environmental Management in Eastern Europe. Plastics Industry Poland” in 2002–2003, financed by the Danish Agency for Trade and Industry.

WPROWADZENIE

W ostatnim dziesięcioleciu świadomość środowiskowa zarówno szerokich rzesz społeczeństwa, jak i decydentów, znacząco wzrosła i tendencja taka umacnia się nadal. Znajduje to odzwierciedlenie między innymi w zwiększaniu wymagań prawnych w dziedzinie ochrony środowiska.

Coraz więcej firm funkcjonujących w Unii Europejskiej uważa za rzecz bardzo ważną zademonstrowanie swojej troski o ochronę środowiska. Producenci wyrobów przemysłowych zdają sobie sprawę, że „zielony wizerunek” firmy na równi z jakością i ceną wyrobu, jest ważnym czynnikiem ich promocji. W związku z powyższym w krajach Unii Europejskiej wielu producentów zdecydowało się wdrożyć system zarządzania środowiskowego i uzyskać certyfikat na zgodność z wymaganiami normy ISO 14001 lub wystąpić o rejestrację w systemie EMAS, aby zademonstrować swoje zaangażowanie w sprawy ochrony środowiska.

Firmy coraz częściej wymagają, aby ich troskę o środowisko podzieliali także poddostawcy, a te, które mają certyfikat zgodności z wymaganiami normy ISO 14001, konsekwentnie żądają, aby ich poddostawcy byli również certyfikowani.

W Głównym Instytucie Górnictwa w listopadzie 2000 został wdrożony system zarządzania środowiskowego, zgodny z wymaganiami normy PN-EN ISO 14001:1998 roku. System został dostosowany do wymagań nowej normy PN-EN ISO 14001:2005 w 2005 roku. Zgodność wdrożonego systemu z wymaganiami wspomnianej normy potwierdza certyfikat (JBS-54/4/2006) wydany przez Polskie Centrum Badań i Certyfikacji S.A. w 2006 roku.

Wdrażanie całego systemu zarządzania środowiskowego lub jego elementów stanowi jeden z obszarów działalności rynkowej Instytutu. Kompetencje Głównego Instytutu Górnictwa w tej dziedzinie potwierdza między innymi zaproszenie Instytutu do wzięcia udziału w realizacji międzynarodowego projektu „Zarządzanie środowiskowe w Europie Wschodniej. Przemysł tworzyw sztucznych, Polska” przez duńską firmę NIRAS A/S. Specjaliści z duńskich firm: NIRAS A/S i Dansk Standard oraz z Głównego Instytutu Górnictwa zrealizowali z powodzeniem wszystkie zadania objęte projektem, a liczba certyfikatów potwierdzających zgodność wdrożonego systemu zarządzania środowiskowego z wymaganiami normy ISO 14001, uzyskanych przez organizacje biorące udział w projekcie, była ponad dwukrotnie większa od liczby wymaganej kontraktem.

Nadal jedno z podstawowych pytań, zadawanych w kraju przez przedstawicieli organizacji, które zamierzają wdrożyć system zarządzania środowiskowego, dotyczy korzyści płynących z jego wdrożenia. Potencjalne korzyści płynące z wdrożenia systemu mogą mieć charakter ekonomiczny i ekologiczny, a także społeczny.

Stan wiedzy w Polsce na temat korzyści wynikających z wdrożenia systemu zarządzania środowiskowego, zgodnego z wymaganiami normy ISO 14001, należy uznać za niewystarczający. Brak jest popularnych opracowań prezentujących efekty ekonomiczne, ekologiczne i społeczne uzyskiwane przez organizację w wyniku wdrożenia tego systemu.

1. PROCES WDRAŻANIA SYSTEMU ZARZĄDZANIA ŚRODOWISKOWEGO

Duńska Agencja Handlu i Przemysłu, we współpracy z polskim Ministerstwem Środowiska oraz Ministerstwem Gospodarki, podjęła w 2002 roku decyzję o ustanowieniu projektu „Zarządzanie Środowiskowe w Europie Wschodniej. Przemysł tworzyw sztucznych. Polska”, którego adresatem były prywatne polskie firmy, zajmujące się przetwórstwem tworzyw sztucznych. Projekt był finansowany przez Duńską Agencję Handlu i Przemysłu. Realizatorem projektu był zespół, składający się ze specjalistów z zakresu ochrony środowiska z duńskiej firmy konsultingowej NIRAS A/S, Duńskiego Stowarzyszenia Normalizacyjnego – Dansk Standard oraz specjalistów z Głównego Instytutu Górnictwa. Czas realizacji projektu wynosił dwa lata, począwszy od lutego 2001 roku.

Celem realizacji projektu było wprowadzenie systemu zarządzania środowiskowego (SZŚ), zgodnego z wymaganiami obowiązującej wówczas normy PN-EN ISO 14001:1998, lub unijnego rozporządzenia EMAS w przemyśle tworzyw sztucznych w Polsce. Wdrożenie SZŚ miało doprowadzić do proaktywnej redukcji szkodliwych

wpływów tej gałęzi przemysłu na środowisko. Jednocześnie, założeniem projektu było poszerzenie kontaktów handlowych między prywatnymi przedsiębiorstwami z Polski i Danii.

Projekt „Zarządzanie Środowiskowe w Europie Wschodniej. Przemysł tworzyw sztucznych. Polska” składał się z serii modułów, łączących szkolenie, ćwiczenia praktyczne oraz zastosowanie nabytych umiejętności w funkcjonującej firmie, w celu wdrożenia systemu zarządzania środowiskowego. Zakres podstawowych działań przewidzianych w projekcie był następujący:

- seminarium wprowadzająco-informacyjne na temat projektu,
- szkolenie początkowe oraz analiza firm pod kątem stopnia spełnienia wymagań normy ISO 14001 lub rozporządzenia EMAS,
- intensywne szkolenia z zakresu systemu zarządzania środowiskowego,
- seminarium dostarczające informacji na temat doświadczeń duńskich firm, związanych z wdrażaniem systemu zarządzania środowiskowego i czystszych technologii,
- wspomaganie firm podczas wdrażania systemu zarządzania środowiskowego oraz przygotowania ich do certyfikacji,
- prezentacja i rozpowszechnienie wyników projektu przez czasopisma, seminaria i stronę internetową projektu.

Część szkoleniowa projektu zakończyła się w styczniu 2002 roku kursem wewnętrznego audytora systemu zarządzania środowiskowego. Kolejnym etapem realizacji projektu był cykl konsultacji oraz auditów wewnętrznych przygotowujących firmę wdrażającą system zarządzania środowiskowego, do auditu certyfikacyjnego. Pomoc ekspertów Czystszej Produkcji, audytorów środowiskowych oraz specjalistów z zakresu ochrony środowiska i przetwórstwa tworzyw sztucznych, zatrudnionych w Głównym Instytucie Górnictwa polegała między innymi na:

- prowadzeniu szkoleń pracowników oraz kierownictwa organizacji,
- weryfikacji dokumentacji systemu zarządzania środowiskowego,
- rozwiązywaniu problemów z dziedziny ochrony środowiska,
- prowadzeniu auditów wewnętrznych,
- przygotowaniu firm wdrażających system zarządzania środowiskowego do certyfikacji.

Powodem przystąpienia polskich zakładów do projektu była między innymi możliwość uzupełnienia wdrożonego systemu zarządzania jakością o elementy środowiskowe, cele marketingowe, dbałość o lepsze postrzeganie firmy przez klientów, organy administracyjne itp. oraz dostosowanie do standardów unijnych w związku z planowanym przystąpieniem Polski do Unii Europejskiej. Istotna też była możliwość poznania sprawdzonych technik zarządzania działaniami środowiskowymi w innych firmach oraz nawiązanie nowych kontaktów i wymiana doświadczeń z przedstawicielami innych firm tej samej branży. Dodatkową zachętą do podjęcia tego wyzwania były nieodpłatne szkolenia, czyli beznakładowa możliwość pozyskania wiedzy niezbędnej do opracowania i wdrożenia systemu.

2. CHARAKTERYSTYKA ORGANIZACJI WDRAŻAJĄCYCH SYSTEM ZARZĄDZANIA ŚRODOWISKOWEGO

2.1. Informacje ogólne

W badaniu efektów funkcjonowania systemu zarządzania środowiskowego zgodnego z wymaganiami normy PN-EN ISO 14001:1998 wzięły udział cztery, spośród pięciu firm, które uzyskały certyfikat w następstwie uczestnictwa w projekcie „Zarządzanie Środowiskowe w Europie Wschodniej. Przemysł tworzyw sztucznych. Polska”. Firma POLNEX, która w wyniku restrukturyzacji została włączona w strukturę organizacyjną przedsiębiorstwa nkt cables S.A. nie wzięła udziału w badaniach ankietowych.

Stan zatrudnienia we wspomnianych firmach, w czasie prowadzenia badań wynosił:

- ELPLAST+ Sp. z o.o. w Jastrzębiu Zdroju – 168 osób,
- PPHiU Hydro-Plast Sp. z o.o. w Łazach k. Warszawy – 48 osób,
- POLIMER Sp. z o.o. Zakład Pracy Chronionej w Lublińcu – 115 osób,
- ZiNPLAST Zakład Produkcji Różnej Z. Nocoń, F. Nocoń Spółka Jawna w Wolbromiu – 62 osoby.

Najwyższe kierownictwo każdego biorącego udział w projekcie zakładu podjęło decyzję o wdrożeniu systemu zarządzania środowiskowego, zgodnego z wymaganiami normy ISO 14001, wydając odpowiednie zarządzenie, którym powołani zostali pełnomocnicy i zespoły ds. Systemu Zarządzania Środowiskowego lub Zintegrowanego Systemu Zarządzania. Niezależnie od wielkości zakładu, w skład zespołów wchodziła różna liczba osób: w firmie ELPLAST – 1 osoba (Referent ds. Ochrony Środowiska), w PPHiU Hydro-Plast – 2 osoby (Dyrektor Generalny i Kierownik Zakładu Produkcyjnego), w spółce POLIMER – 1 osoba (Dyrektor Naczelny) i w spółce ZiNPLAST – 6 osób (Dyrektor ds. Marketingu i Handlu, Dyrektor ds. Produkcyjno-Technologicznych, Dyrektor ds. Ekonomiczno-Finansowych, Kierownik Działu Kontroli Jakości, Technolog i Specjalista ds. BHP).

Przy opracowywaniu dokumentów i wdrażaniu systemu, konsultacji udzielali przedstawiciele Głównego Instytutu Górniczego oraz firm NIRAS A/S i Dansk Standard. Ponadto, zakłady korzystały z konsultacji, współpracując z innymi niż wyżej wymienione organizacjami, szczególnie przy przygotowaniach do zintegrowania systemu zarządzania jakością i systemu zarządzania środowiskowego.

Wymienione zakłady należą do sekcji 25 i do działów 25.21 oraz 25.24 według EKD (Europejskiego Katalogu Działalności).

Trzy z nich: (ELPLAST+, PPHiU Hydro-Plast, ZiNPLAST), zajmują się produkcją rur z tworzyw sztucznych, w tym rur do wody, gazu, instalacji sanitarnych i centralnego ogrzewania, telekomunikacji, rur i kształtek do instalacji wewnętrznych, ogrzewania podłogowego, rur i studni kanalizacyjnych, rur i pojemników dla górnictwa oraz wyrobów dla drogownictwa.

Spółka POLIMER zajmuje się przetwórstwem tworzyw sztucznych, a w szczególności produkcją polwinplastów, granulatów, wyrobów i kształtek wytłaczanych, węży i profili wytłaczanych z PCW.

2.2. Procesy technologiczne

Stosowane w zakładach tworzyw sztucznych procesy technologiczne polegają głównie na:

- przetwórstwie granulatu,
- wytłaczaniu,
- wtrysku,
- rozdmuchu,
- rotoformowaniu,
- regranulacji,
- zgrzewaniu i spawaniu tworzyw sztucznych.

2.3. Wpływ na środowisko

Wpływ zakładów, produkujących wyroby z tworzyw sztucznych, na środowisko wiąże się głównie z powstawaniem odpadów. Są to przede wszystkim:

- odpady tworzyw sztucznych z grupy 07 02 13,
- opakowania z tworzyw sztucznych z grupy 15 01 02,

ale również:

- wióry z toczenia i piłowania żelaza i jego stopów z grupy 12 01 01,
- odpady z toczenia i piłowania metali nieżelaznych z grupy 12 01 03,
- odpadowe syntetyczne oleje silnikowe, przekładniowe i smarowe, mineralny olej silnikowy, olej przekładniowy, olej smarowy z grupy 13 02 05*, 13 02 06*,
- opakowania z papieru i tektury z grupy 15 01 01,
- opakowania z drewna z grupy 15 01 03,
- opakowania zawierające pozostałości substancji niebezpiecznych lub nimi zanieczyszczone z grupy 15 01 10*,
- sorbenty, materiały filtracyjne (w tym filtry olejowe nieujęte w innych grupach), tkaniny do wycierania (np. szmaty, ścierki) i ubrania ochronne zanieczyszczone substancjami niebezpiecznymi z grupy 15 02 02*,
- filtry oleju i powietrza z grupy 16 01 07*, 06 01 99,
- baterie alkaliczne z grupy 16 06 04,
- stal i żelazo z grupy 17 04 05,
- lampy fluorescencyjne z grupy 16 03 13*,
- niesegregowane odpady komunalne z grupy 2 0 03 01,
- odpadowy toner drukarski zawierający substancje niebezpieczne z grupy 08 03 17,
- opakowania wielomateriałowe z grupy 15 01 05,
- mieszaniny metali z grupy 17 04 07,
- odpady z diagnozowania, leczenia i profilaktyki medycznej z grupy 18 01 03,
- opakowania z metali (beczki metalowe, puszki) z grupy 15 01 04,
- złom akumulatorowy z grupy 16 06 01*.

Kod z gwiazdką* oznacza odpad niebezpieczny.

Ponadto, zakłady wprowadzają do powietrza zanieczyszczenia pyłowo-gazowe oraz odprowadzają ścieki.

Wprowadzanie jakichkolwiek zanieczyszczeń do środowiska wymaga stosownych pozwoleń i uzgodnień. Są to generalnie pozwolenia wodnoprawne, decyzje na wprowadzanie gazów i pyłów do powietrza, na odprowadzanie ścieków deszczowych, na wytwarzanie, odzysk i transport odpadów specyficznych dla danego zakładu. Zawierane są też umowy na wywóz odpadów komunalnych, na sprzedaż energii elektrycznej, gazu i świadczenie usług przesyłowych oraz umowy dotyczące zaopatrzenia w wodę i odprowadzania ścieków. Są też umowy kupna-sprzedaży odpadów do recyklingu i umowy związane z odbiorem niektórych odpadów, w tym niebezpiecznych.

2.4. Opłaty środowiskowe

Zakłady muszą też uiszczać opłaty za korzystanie ze środowiska oraz kary za emisje i odprowadzanie zanieczyszczeń. W 2004 roku opłaty poniesione przez omawiane zakłady, reprezentujące przemysł przetwórstwa tworzyw sztucznych, wynosiły w sumie około 28 000 zł. Najmniejszą opłatę wniosła spółka ZiNPLAST – około 1300 zł, natomiast największą spółka POLIMER – około 12 600 zł. Żaden z zakładów nie płacił kar, ponieważ nie przekraczał wymogów prawa ochrony środowiska.

3. CERTYFIKACJA SYSTEMU ZARZĄDZANIA ŚRODOWISKOWEGO

Spośród organizacji biorących udział w projekcie, w grudniu 2002 roku certyfikat zgodności wdrożonego systemu z wymaganiami normy ISO 14001 uzyskała firma Hydro-Plast, której zarząd znajduje się w Łazach k. Warszawy. W styczniu 2003 roku certyfikat ISO 14001 uzyskała spółka POLIMER z Lublińca. Należy podkreślić, że firma POLIMER tworzenie własnego systemu zarządzania środowiskowego rozpoczęła od wdrożenia projektu Czystszej Produkcji (Nowosielski 1996; Praca zbiorowa 1997), opracowanego w ramach Szkoły Czystszej Produkcji, zorganizowanej przez Krajowe Centrum Wdrożeń Czystszej Produkcji GIG w latach 1997–1998. W pierwszym kwartale 2003 roku proces certyfikacji zintegrowanego systemu zarządzania (ISO 9001 i ISO 14001) przebyła z powodzeniem firma POLINEX w Knurowie. W drugim kwartale 2003 roku certyfikat zintegrowanego systemu zarządzania (ISO 9001 i ISO 14001) uzyskała firma ZiNPLAST w Wolbromiu. Certyfikacja zintegrowanego systemu zarządzania (ISO 9001 i ISO 14001) w spółce ELPLAST+ miała miejsce we wrześniu 2003 roku.

Szczegółowe informacje dotyczące procesu wdrażania i certyfikacji systemu zarządzania środowiskowego w firmach, które objęto badaniami efektów wdrożenia SZŚ przedstawiono w tablicy 1.

W warunkach umowy między GIG a partnerem duńskim był zawarty zapis, że certyfikat zgodności z wymaganiami normy ISO 14001 lub rozporządzenia EMAS uzyskają dwie firmy. W rzeczywistości certyfikat ISO 14001 uzyskało pięć firm: dwie w czasie trwania projektu, natomiast trzy – już po jego formalnym zakończeniu.

Tablica 1. Terminy rozpoczęcia wdrażania systemu przez poszczególne zakłady, daty certyfikacji i nazwy instytucji certyfikujących

Nazwa zakładu	Wdrażanie systemu zarządzania środowiskowego			
	data rozpoczęcia	data zakończenia	data audytu certyfikacyjnego	numer certyfikatu i nazwa jednostki certyfikującej
ELPLAST+ Sp. z o.o.	lipiec 2001 r.	grudzień 2002 r.	30.09. 2003 r.	059770 QM/UM DQS GmbH CSJ/200/2005, UDT-CERT
PPHiU Hydro-Plast Sp. z o.o.	grudzień 2001 r.	grudzień 2002 r.	06.12. 2002 r.	Nr S-30/1/2003, Polskie Centrum Badań i Certyfikacji S.A.
POLIMER Sp. z o.o. Zakład Pracy Chronionej	marzec 2002 r.	wrzesień 2002 r.	13-14.01. 2003 r.	04104 30271 RWTÜV Polska Sp. z o.o. Katowice
ZINPLAST Zakład Produkcji Różnej Spółka Jawna	kwiecień 2001 r.	czerwiec 2003 r.	26-27.06. 2003 r.	01 104 031911 TÜV CERT (TÜV Rheinland)

4. BADANIE EFEKTÓW WDROŻENIA SYTEMU ZARZĄDZANIA ŚRODOWISKOWEGO

W Głównym Instytucie Górnictwa w 2005 roku zostały określone efekty ekonomiczne, ekologiczne i społeczne, uzyskane przez przedsiębiorstwa w wyniku wdrożenia systemu zarządzania środowiskowego, zgodnego z wymaganiami normy ISO 14001. Badaniami objęto organizacje, które wzięły udział w realizacji międzynarodowego projektu „Zarządzanie środowiskowe w Europie Wschodniej. Przemysł tworzyw sztucznych. Polska” oraz uzyskały w latach 2002–2003 certyfikat zgodności wdrożonego systemu zarządzania środowiskowego z wymaganiami normy PN-EN ISO 14001:1998. Podstawę badań efektów funkcjonowania systemu zarządzania środowiskowego prowadzono w oparciu o kwestionariusz, opracowany w Krajowym Centrum Wdrożeń Czystszej Produkcji Głównego Instytutu Górnictwa. Kwestionariusz zawierał 45 pytań oraz 7 tabel, ujętych w następujące grupy tematyczne:

- informacje wstępne,
- charakterystyka przedsiębiorstwa,
- wpływ przedsiębiorstwa na środowisko,
- informacje o przystąpieniu do wdrożenia systemu zarządzania środowiskowego, zgodnego z wymaganiami normy PN-EN ISO 14001:1998,
- opis systemu zarządzania środowiskowego w przedsiębiorstwie,
- ocena efektów działalności środowiskowej,
- uzyskane efekty ekologiczne, w takich obszarach, jak:
 - odpady stałe,
 - odpady ciekłe,
 - odpady pyłowo-gazowe,
 - zużycie mediów,
 - zużycie surowców,
 - inne,

- efekty społeczne,
- efekty ekonomiczne

i został rozesłany do firm biorących udział w projekcie. Kwestionariusz został wypełniony przez pełnomocnika kierownictwa zakładu do spraw systemu zarządzania środowiskowego lub zintegrowanego systemu zarządzania i zatwierdzony przez przedstawiciela najwyższego kierownictwa organizacji.

Na podstawie informacji zamieszczonych w kwestionariuszach opracowano tabele, prezentujące wymierne efekty ekologiczne i ekonomiczne, uzyskane w następstwie wdrożenia systemu zarządzania środowiskowego.

5. EFEKTY WDROŻENIA SYSTEMU ZARZĄDZANIA ŚRODOWISKOWEGO

Wdrożenie systemu zarządzania środowiskowego przyniosło efekty ekologiczne, ekonomiczne i społeczne. Efekty te określono na podstawie wyników realizacji programu zarządzania środowiskowego na 2004 rok, opracowanego przez każdą z badanych organizacji oraz odpowiedzi udzielonych przez organizacje na pytania zawarte w ankiecie.

W firmie ELPLAST+ Program Zarządzania Środowiskowego w 2004 roku składał się z 11 kart zadań dotyczących: optymalizacji zużycia energii elektrycznej, gazu, wody, optymalizacji procesu grzewczego, kompleksowego uregulowania gospodarki tonerami, wdrożenia działań związanych z magazynowaniem substancji i preparatów niebezpiecznych oraz odpadów z nich powstających w warunkach kontrolowanych, zgodnie z przepisami i wymaganiami wewnętrznymi, nowego pozwolenia wodnoprawnego, gospodarki paletami drewnianymi, gospodarki opakowaniami (zatyczki do rur), nawiązania współpracy z organizacją odzysku w celu odsprzedaży nadwyżki odzyskanych odpadów opakowaniowych, nawiązania współpracy z organizacją odzysku w zakresie działań związanych z opłatą produktową. Realizacja większości zadań zawartych w kartach została oceniona pozytywnie, a niektóre działania były kontynuowane w 2005 roku.

W PPHiU Hydro-Plast zadania wyznaczone na 2004 rok zrealizowano w całości, co wpłynęło na lepsze funkcjonowanie zakładu zarówno jeśli chodzi o przechowywanie wyrobów gotowych, jak i komfort pracowników. Niektóre z zadań wymagają cyklicznych powtórzeń w następnych latach, z uwagi na duży wpływ na zanieczyszczenie środowiska (np. przeglądy i uszczelnienia maszyn częstsze niż to wynika z zasad konserwacji parku maszynowego).

W spółce POLIMER skoncentrowano się na realizacji zadań dotyczących: ograniczenia zużycia energii elektrycznej, wody z sieci wodociągowej, sprężonego powietrza, ograniczenia ilości odpadów poprodukcyjnych oraz ograniczenia hałasu w halach produkcyjnych. Uzyskano efekt redukcji większości wymienionych mediów. Zużycie sprężonego powietrza oraz emisja hałasu wzrosły, ze względu na zainstalowanie nowych urządzeń. Z tego też powodu pojawił się nowy rodzaj odpadów.

W firmie ZiNPLAST cele i zadania środowiskowe przyjęte na 2004 rok zostały zrealizowane. Dotyczyły one zmniejszenia zużycia energii elektrycznej oraz wody do celów produkcji, zmniejszenia ilości odpadów technologicznych oraz ilości zanieczyszczeń wprowadzanych do powietrza w wyniku spalania oleju napędowego. Działania, które zaplanowano jako długofalowe, są realizowane w dalszym ciągu. W ustalaniu planów produkcyjnych czyni się starania o wydłużenie serii produkcyjnych oraz optymalizację procesu technologicznego, co prowadzi do wymiernych oszczędności w zużyciu energii elektrycznej oraz do zmniejszenia ilości odpadów technologicznych. W zadaniach przyjętych do realizacji w 2004 roku zrealizowano założone cele i uzyskano oczekiwane efekty ekologiczne.

5.1. Efekty ekologiczne

Organizacje, które wdrożyły i certyfikowały system zarządzania środowiskowego koncentrowały się na następujących celach środowiskowych:

- ochrona zasobów naturalnych,
- ochrona powietrza,
- ochrona gleby i wód gruntowych.

Osiągnięcie postawionych celów środowiskowych wymagało realizacji następujących zadań środowiskowych:

- ograniczenie zużycia surowców,
- ograniczenie zużycia energii elektrycznej,
- ograniczenie zużycia energii cieplnej,
- ograniczenie zużycia gazu,
- ograniczenie zużycia paliw płynnych,
- ograniczenie zużycia oleju opałowego,
- ograniczenie zużycia sprężonego powietrza w procesach produkcyjnych,
- ograniczenie zużycia wody z sieci wodociągowej,
- ograniczenie ilości wytwarzanych ścieków,
- ograniczenie emisji do powietrza z procesów technologicznych,
- ograniczenie emisji hałasu do środowiska,
- wyeliminowanie czynników mogących potencjalnie zanieczyszczać glebę,
- zmniejszenie ilości odpadów technologicznych/poprodukcyjnych,
- eliminowanie z procesów produkcyjnych substancji niebezpiecznych,
- przyjazne dla środowiska składowanie substancji niebezpiecznych,
- ograniczenie wycieków oleju z maszyn,
- ograniczenie awaryjnych emisji freonu z instalacji chłodzących.

5.2. Efekty ekonomiczne

Efekty ekonomiczne uzyskane w 2004 roku w wyniku wdrożenia systemu zarządzania środowiskowego wynoszą od około 5000 zł (PPHiU Hydro-Plast Sp. z o.o) do około 73 000 zł (ZiNPLAST Spółka Jawna) – tablica 2.

Tablica 2. Efekty ekonomiczne uzyskane w wybranych zakładach w wyniku wdrożenia systemu zarządzania środowiskowego zgodnego z wymaganiami normy PN-EN ISO 14001:1998

Nazwa zakładu	Efekty ekonomiczne zł/rok
PPHiU Hydro-Plast Sp. z o.o.	ok. 5 000
POLIMER Sp. z o.o. Zakład Pracy Chronionej	ok. 36 000
ZINPLAST Zakład Produkcji Różnej Spółka Jawna	ok. 73 000
ELPLAST+ Sp. z o.o.	ok. 54 500
Razem: udokumentowane efekty ekonomiczne uzyskane przez wybrane organizacje w 2004 roku	ok. 168 500

5.3. Efekty społeczne

Wdrożenie systemu zarządzania środowiskowego w zakładach przemysłu tworzyw sztucznych, oprócz efektów ekologicznych i ekonomicznych, przyniosło też efekty społeczne. Dzięki szkoleniom organizowanym w ramach systemu zarządzania środowiskowego pracownicy zaczęli dostrzegać konieczność działań na rzecz ochrony środowiska. Wydatnie podniósł się stopień świadomości ekologicznej pracowników zakładów oraz nastąpiło uwrażliwienie załogi na występowanie niezgodności środowiskowych. Zaobserwowano szybsze reagowanie na awarie środowiskowe (ustalone tryby postępowania, rozdzielone kompetencje, zidentyfikowane miejsca ewentualnych zagrożeń, monitoring miejsc szczególnego zagrożenia itp.) Nastąpiło świadome dążenie do ograniczenia zużycia mediów i surowców w procesie produkcyjnym i bieżące monitorowanie warunków środowiskowych na stanowiskach pracy oraz podejmowanie stosownych do zaistniałej sytuacji działań prewencyjnych i zapobiegawczych. Należy przypuszczać, że dobre nawyki nabyte w zakładzie pracy znajdują odzwierciedlenie również poza nią, na przykład przez oszczędne zużycie wody, mediów grzewczych, segregację odpadów itp.

Posiadanie certyfikatu zgodności z wymaganiami normy ISO 14001 podniosło prestiż firmy na rynku. Informacja o posiadanym systemie została umieszczona w prasie i internecie, dzięki czemu dotarła do szerokiego grona odbiorców, wpływając pozytywnie na wizerunek firmy.

WNIOSKI

Badania przeprowadzone w ramach pracy statutowej zrealizowanej w Głównym Instytucie Górnictwa pozwoliły na wyciągnięcie następujących wniosków:

1. Wdrożenie systemu zarządzania środowiskowego zgodnego z wymaganiami normy PN-EN ISO 14001:1998 przyniosło efekty ekologiczne i ekonomiczne w przedsiębiorstwach biorących udział w projekcie „Zarządzanie środowiskowe w Europie Wschodniej. Przemysł tworzyw sztucznych. Polska”.
2. Efekty ekologiczne uzyskane w wyniku wdrożenia systemu zarządzania środowiskowego wiążą się ze zmniejszeniem zużycia surowców, paliw, energii, ograniczeniem emisji do atmosfery, minimalizacją strumienia odpadów, w tym odpadów niebezpiecznych, wyeliminowaniem z procesów produkcyjnych sub-

stancji niebezpiecznych oraz lepszym przygotowaniem organizacji do sytuacji awaryjnych.

3. Efekty ekonomiczne uzyskane przez biorące udział w projekcie organizacje wyniosły w 2004 roku od kilku do kilkudziesięciu tysięcy złotych.
4. Wdrożenie systemu zarządzania środowiskowego zgodnego z wymaganiami normy PN-EN ISO 14001:1998 przyniosło również efekty społeczne, głównie w postaci wzrostu świadomości środowiskowej pracowników zatrudnionych w organizacji.

Literatura

1. Nowosielski R. (1996): *Co to jest Czystsza Produkcja? Czystsza Produkcja w Polsce*. Warszawa, Oficyna Wydaw. Simpress.
2. PN-EN ISO 14001:1998 Systemy zarządzania środowiskowego. Specyfikacja i wytyczne stosowania, wrzesień 1998
3. PN-EN ISO 14001:2005 Systemy zarządzania środowiskowego. Wymagania i wytyczne stosowania, maj 2005
4. Praca zbiorowa (1997): *Czystsza Produkcja*. Materiały szkoleniowe dla przedsiębiorstw. Katowice, GIG.
5. Regulation No 1836/93 of the European Parliament and of the Council of 21 April 1993 allowing voluntary participation by organisations in a Community eco-management and audit scheme.

Recenzent: mgr inż. Elżbieta Gruszka

Krzysztof Jędrzejko*, Paweł Olszewski

CHARAKTERYSTYKA FLORY NACZYNIOWEJ NA TERENACH LIKWIDOWANYCH KOPALŃ WĘGLA KAMIENNEGO W ZAGŁĘBIU DĄBROWSKIM (GOP)

Streszczenie

Artykuł ma charakter florystyczno-ekologiczny i zawiera wykaz 453 gatunków flory naczyniowej porastającej tereny pięciu likwidowanych kopalń węgla kamiennego w Zagłębiu Dąbrowskim: „Grodziec” i „Jowisz” w Wojkowicach, „Paryż” w Dąbrowie Górniczej, „Porąbka-Klimontów” w Sosnowcu oraz „Saturn” w Czeladzi (rej. ul. Węglowej).

W badaniach przeprowadzonych w latach 2001-2006 uwzględniono częstość występowania poszczególnych gatunków roślin. Wykazano również ich specyficzne cechy autekologiczne dotyczące zapotrzebowania na światło, wilgotność i trofizm podłoża (Zarzycki i inni 2002). Określono przynależność poszczególnych gatunków do grup biocenologicznych (Szafer i inni 1977). Podano charakter formy życiowej roślin według C. Raunkiaera (1905) za: L. Rutkowskim (1998).

Analiza wyróżnionych grup gatunków we florze naczyniowej występującej na badanych obszarach pozwoliła na wykazanie, że: najliczniejsze grupy tworzą hemikryptofity i terofity, dominują wyraźnie gatunki ruderalne i segetalne, a najliczniejszym udziałem wyróżniają się synantropijne gatunki rodzime (apofity). Liczną grupę tworzą gatunki o wysokich wymaganiach świetlnych i gatunki mezotroficzne (podłoża średnio żyzne). Dominują gatunki mezofilne i higrofilne.

Analiza flory gatunków spontanicznie „wkraczających” na górnicze tereny poeksploatacyjne dostarcza wielu danych o charakterze aplikacyjnym, między innymi dotyczących doboru gatunków, które mogą być wykorzystane w rekultywacji biologicznej. Dotyczy to zarówno elementów rodzimych, jak i obcego pochodzenia.

Characteristics of vascular flora on terrains of liquidated hard coal mines in Dąbrowa Basin (GOP)

Abstract

The present paper has floristical-ecological character. It contains the alphabetical index of 453 species of vascular flora overgrowing the post-mine sites of the five liquidated coal-mines in Dąbrowa Basin, i.e. ‘KWK Grodziec’ and ‘KWK Jowisz’ coal-mines in Wojkowice, ‘KWK Paryż’ coal-mine in Dąbrowa Górnicza, ‘KWK Porąbka-Klimontów’ coal-mine in Sosnowiec and ‘KWK Saturn’ coal-mine in Czeladź.

The studies conducted in the years 2001-2006 included the occurrence rate of particular species of plants. Their specific autoecological properties with reference to their requirements for light, moisture and trophy of soil were also indicated (Zarzycki and others 2002). The belonging of particular species to biocenological groups was determined (Szafer and others 1977) as well as the character of plant life forms was described by C. Raunkiaer (1905) after L. Rutkowski (1998).

The analysis of the selected specific species groups in vascular flora occurring in the investigated areas allowed to indicate that: hemicryptophytes and terophytes form the largest groups, ruderal and segetal species are visibly dominant while native synanthropic species (apophytes) predominate. Plants

* Katedra i Zakład Botaniki Farmaceutycznej i Zielaństwa, Śląska Akademia Medyczna w Katowicach, ul. Ostrogońska 30, 41-200 Sosnowiec.

with full light requirements and mesotrophic species (moderately rich soils) are also very numerous. Mesophilous and hygrophilous species form a clearly dominant group.

The analysis of floral species spontaneously entering the post-mine sites provides a range of applicable data concerning, e.g. the selection of species which can serve for biological reclamation. It regards plants of both native and foreign origin.

WPROWADZENIE

Na obszarze Zagłębia Dąbrowskiego, w okresie ostatnich lat, nastąpiły intensywne przemiany gospodarcze i przemysłowe. Uwarunkowania społeczne i ekonomiczne przyczyniły się do likwidacji wielu zakładów przemysłowych, w tym również niemal wszystkich zakładów związanych z wydobywaniem węgla kamiennego.

Tereny poeksploatacyjne likwidowanych zakładów górniczych charakteryzują się silnie odkształconą morfologią i zantropogenizowaną powierzchnią. W zależności od zakresu przeobrażenia antropogenicznego przeprowadza się ich rekultywację techniczną i biologiczną. Sposób rekultywacji jest często uzależniony od funkcji, jaką teren ma pełnić w przyszłości. Najczęściej rekultywację wykonuje się w celu uzyskania terenów: rekreacyjno-wypoczynkowych, leśnych oraz pod gospodarcze wykorzystanie (tworzenie obszarów atrakcyjnych pod względem inwestycyjnym).

Na tereny poeksploatacyjne, niezależnie od charakterystycznych mikrosiedlisk (składowiska odpadów powęglowych, osadniki wód dołowych, stawy osadowe będące w obiegu zakładów przeróbczych, bocznice kolejowe, miejsca po likwidowanych obiektach kubaturowych) „wkracza” roślinność synantropijna typu ruderalnego, która kształtuje się w wyniku procesu sukcesji wtórnej.

Wykorzystanie naturalnych procesów spontanicznych w projektach rekultywacji technicznej i biologicznej może przyczynić się do obniżenia kosztów tych zabiegów oraz stworzenia terenów atrakcyjnych pod względem ekologicznym, środowiskowym i inwestycyjnym.

W niniejszym artykule przedstawiono waloryzowany wykaz gatunków roślin naczyniowych spontanicznie „wkraczających” na silnie odkształcone i zdegradowane tereny pogórnice oraz omówiono specyfikę synekologiczną roślinności ukształtowanej na danym obszarze.

1. OGÓLNA CHARAKTERYSTYKA BADANYCH TERENÓW

Teren badań florystycznych stanowiły obszary po likwidowanych kopalniach węgla kamiennego: „Grodziec” i „Jowisz” w Wojkowicach, „Paryż” w Dąbrowie Górniczej, „Porąbka-Klimontów” w Sosnowcu oraz „Saturn” w Czeladzi (rej. ul. Węglowej).

Tereny likwidowanej kopalni „Grodziec”

Teren badań obejmował budynki kubaturowe wokół szybu głównego kopalni, załadownię wraz z bocznicą kolejową, nadpoziomowe składowisko odpadów powęglowych oraz pozostałości osadników betonowych wypełnione częściowo wodą opadową. Obszar badań od wschodu graniczy z ul. Barlickiego. W 2005 roku

rozpoczęto na większej części terenu prace niwelacyjne i rekultywacyjne. Powierzchnia tego obszaru obejmowała około 35 ha.

Tereny likwidowanej kopalni „Jowisz”

Obszar badań obejmował nadpoziomowe składowisko odpadów powęglowych zlokalizowane w rejonie ul. Sucharskiego oraz część osadników kopalnianych pełniących obecnie rolę zbiorników wody przemysłowej kopalni „Andaluzja” (Piekary Śląskie). Nieuformowana, nadpoziomowa hałda była w wielu miejscach eksploatowana. Nosi wyraźne ślady aktywności termicznej. Składowane na niej były również osady z oczyszczalni komunalnej. Powierzchnia obszaru badań obejmowała około 15 ha.

Tereny likwidowanej kopalni „Paryż”

Obszar badań stanowiły bardzo rozległe (częściowo funkcjonujące) torowiska przy zakładzie przeróbczym kopalni, okolice budynków kubaturowych wokół szybu głównego oraz nadpoziomowe składowisko odpadów powęglowych. Część budynków kubaturowych kopalni jest użytkowana przez funkcjonujący Zakład Wzbogacania Węgla „Dąbrówka”. Od północy obszar badań graniczy z kanałem wodnym Pogoria, a od wschodu z terenami Huty Bankowej w Dąbrowie Górniczej. Powierzchnia obszaru badań obejmowała około 50 ha.

Tereny likwidowanej kopalni „Porąbka-Klimontów”

Obszar badań (na wschód od ul. Kosynierów) obejmował bardzo rozległe tereny zlikwidowanej głównej bocznicy kolejowej kopalni, rejon wokół budynków kubaturowych (były zakład przeróbczy, budynki magazynowe, budynki dyrekcyj) i cztery osadniki wód dołowych. Od północy obszar graniczy z oczyszczalnią ścieków komunalnych przy ul. Cienistej, a od południa z zajezdnią autobusową. Od strony wschodniej znajduje się rozległe, obecnie rekultywowane, składowisko odpadów powęglowych. Obszar badań obejmował powierzchnię około 42 ha.

Tereny likwidowanej kopalni „Saturn”

Obszar badań obejmował okolice obiektów kubaturowych zlokalizowanych przy ul. Dehnelów, które stanowią bardzo cenny zabytek architektury przemysłowej z XIX wieku (niektóre budynki zostały objęte opieką konserwatorską). Zbadano również rozległe, płaskie, częściowo zrehabilitowane składowisko odpadów pogórnich (ul. Węglowa w Czeladzi). Od strony północnej składowisko graniczy z pozostałościami placów składowych kopalni, a od strony południowej z ogródkami działkowymi. Obszar badań zajmował powierzchnię około 15 ha.

2. STAN BADAŃ

Badania składu gatunkowego flory naczyniowej, obejmujące między innymi współczesne tereny poeksploatacyjne kopalń „Grodziec”, „Jowisz”, „Paryż”, „Porąbka-Klimontów” i „Saturn”, zostały zapoczątkowane w drugiej połowie XIX w. (Fiek 1881; Uechtritz 1878–1885). W latach osiemdziesiątych XX w. badania florystyczne na tych terenach prowadził A. Sendek (1984), a w latach 1989–1996

G. Woźniak (2001). W 1995 roku na obszarze, między innymi kopalni „Saturn”, badania prowadziła B. Tokarska-Guzik i A. Rostański (1998). W 2006 roku A. Rostański przedstawił wyniki wieloletnich badań w pracy pt.: „Spontaniczne kształtowanie się pokrywy roślinnej na zwałowiskach po górnictwie węgla kamiennego na Górnym Śląsku” (Rostański 2006). Badania te obejmowały wyłącznie zwałowiska wymienionych kopalń, z wyjątkiem terenów kopalni „Paryż” w Dąbrowie Górniczej. Niezależnie od tych badań (2001) K. Jędrzejko i P. Olszewski prowadzą eksplorację florystyczno-ekologiczną na terenach likwidowanych kopalń Zagłębia Dąbrowskiego (Jędrzejko, Olszewski 2006a, 2006b; Olszewski 2001, 2003) z uwzględnieniem wszystkich przewodnich mikrosiedlisk stwierdzonych na omawianych obszarach poeksploatacyjnych. Wyniki tych badań zamieszczono w niniejszym opracowaniu.

3. CEL I METODY BADAŃ

Podstawowym celem prowadzonych badań było sporządzenie listy gatunków roślin naczyniowych *Tracheophyta* porastających tereny poeksploatacyjne pięciu likwidowanych kopalń węgla kamiennego w Zagłębiu Dąbrowskim („Grodziec”, „Jowisz”, „Paryż”, „Porąbka-Klimontów” oraz „Saturn” – rej. ul. Węglowej) wraz z ekologiczną charakterystyką gatunków. W badaniach uwzględniono częstość występowania poszczególnych gatunków, przynależność do grupy biocenologicznej oraz reprezentowany typ formy życiowej według C. Raunkiaera (1905) za: L. Rutkowskim (1998). Przedstawiono analizę flory pod względem wymagań autekologicznych w zakresie zapotrzebowania na światło, wilgotność i specyfikę troficzną podłoża (Zarzycki i inni 2002).

Sporządzono listę gatunków spontanicznie migrujących z otaczającego środowiska przyrodniczego.

Analizę składu gatunkowego roślin na badanych obszarach wykonano metodą florystyczną (Jędrzejko, Klama, Żarnowiec 1997).

Sporządzono około 1000 arkuszy roślin naczyniowych, które złożono w Zielniku Naukowym Katedry i Zakładu Botaniki Farmaceutycznej i Zielarstwa Śląskiej Akademii Medycznej w Katowicach (Sosnowiec), ul. Ostrogórska 30, 41–200 Sosnowiec. Zbiory w całości przekazano do Zielnika Naukowego Instytutu Botaniki im. W. Szafera PAN w Krakowie, ul. Lubicz 46.

4. CHARAKTERYSTYKA FLORY NACZYNIOWEJ

Badania wykonane na terenach wymienionych kopalń wykazały występowanie 453 gatunków. Poszczególne gatunki zostały przyporządkowane do następujących elementów:

- **grupa geograficzno-historyczna** (Mirek i inni 2002): # – apofity (gatunki rodzime) – , * – antropofity (zadomowione we florze polskiej), ** – taksony uprawowe, *** – efemerofity, [*] – taksony o niepewnym statusie we florze polskiej;

- **synanthropic groups of species** (Mirek i inni 2002): # – apophytes, * – anthropophyte established in the Polish flora, ** – cultivated species, *** – epherophyte, [*] – takson of uncertain status in the Polish flora, likely to be an anthropophyte;
- **klasyfikacja socjologiczno-geologiczna gatunków** (Ellenberg i inni 1992): LK – łąkowe, L – lasów liściastych, B – borowe, O – okrajkowe, MP – muraw piaszczyskowych, P – muraw kwaśnych, RD – ruderalne, SG – segetalne (chwasty upraw rolniczych i ogrodowych), TR – torfowiskowe, WN – nadwodne i bagienne, NS – naskalne, W – wodne, S – solniskowe, MTS – muraw nawapiennych;
- **ecological groups in flora** (Ellenberg i inni 1992): LK – meadow, L – deciduous woodland, B – coniferous woodland, O – shrub edges, MP – sandy grassland, P – acid grassland, RD – ruderal, SG – segetal, TR – moor, WN – swamp, NS – rocky, W – water, S – salty places, MTS – limestone grassland;
- **forma życiowa** wg C. Raunkiaera (1905): M – megafanerofit (drzewo), N – nanofanerofit (krzew), C – chamefit zielny (krzewinka zielona), G – geofit (trwała roślina kłączowa lub cebulowa), H – hemikryptofit (roślina trwała, wieloletnia), Hy – hydrofit (wieloletnie i roczne rośliny wodne i bagienne), T – terofit (rośliny jednoroczne, zimujące w postaci nasion);
- **type of growth**, life form in the sense of Raunkiaer (1905): M – megaphanerophyte (tree), N – nanophanerophyte (shrub), C – herbaceous chamephyte, G – geophyte, H – hemicryptophyte, Hy – hydrophyte, T – terophyte;
- **wartości wskaźnika świetlnego, wilgotności i trofizmu** wg Zarzyckiego (Zarzycki i inni 2002);
- **values of species**: light indicator, moisture indicator, nitrogen indicator after Zarzycki (Zarzycki i inni 2002).

Tablica 1. Alfabetyczny wykaz taksonów roślin naczyniowych

Lp.	Wykaz taksonów	Kopalnie					Częstotliwość
		G	S2	J	P	PK	Fq
1	2	3	4	5	6	7	8
1.	<i>Acer campestre</i> L.	–	–	+	–	–	rr
2.	<i>Acer negundo</i> L.	+	+	+	+	+	fr / i
3.	<i>Acer platanoides</i> L.	+	+	+	–	+	+r
4.	<i>Acer pseudoplatanus</i> L.	+	+	+	+	+	fr
5.	<i>Acer pseudoplatanus</i> L. "Purpureum"	–	–	–	+	–	r
6.	<i>Acer saccharinum</i> L.	+	–	–	–	–	rr / i
7.	<i>Achillea millefolium</i> L.	+	+	+	+	+	v
8.	<i>Acinos arvensis</i> (LAM.) DANDY	–	–	–	+	–	r
9.	<i>Acorus calamus</i> L.	–	–	+	–	–	rr / i
10.	<i>Aegopodium podagraria</i> L.	+	–	–	–	+	v
11.	<i>Aesculus hippocastanum</i> L.	+	+	–	+	–	+fr / i
12.	<i>Aethusa cynapioides</i> M. BIEB.	–	+	–	–	–	r
13.	<i>Aethusa cynapium</i> L.	+	+	–	+	–	fr
14.	<i>Agrostis capillaris</i> L.	–	+	–	+	+	v
15.	<i>Agrostis stolonifera</i> L.	+	+	+	+	+	v
16.	<i>Alcea rosea</i> L.	–	+	–	–	–	r
17.	<i>Alisma plantago-aquatica</i> L.	–	–	–	–	+	+r
18.	<i>Alliaria petiolata</i> (M. BIEB.) CAVARA & GRANDE	+	–	–	–	–	+r
19.	<i>Alnus glutinosa</i> (L.) GAERTN.	+	–	+	–	–	+r

Lp.	Wykaz taksonów	Kopalnie					Częstotliwość
		G	S2	J	P	PK	Fq
20.	<i>Alopecurus geniculatus</i> L.	–	+	–	–	–	+r
21.	<i>Amaranthus albus</i> L.	–	–	+	–	–	r / i
22.	<i>Amaranthus blitoides</i> S. WATSON	–	–	+	–	–	r / i
23.	<i>Amaranthus caudatus</i> L.	+	–	–	–	–	r
24.	<i>Amaranthus cruentus</i> L.	–	+	–	–	–	r
25.	<i>Amaranthus retroflexus</i> L.	+	+	+	+	+	fr / i
26.	<i>Amelanchier canadensis</i> (L.) MEDIK.	–	–	–	+	–	r
27.	<i>Amygdalus communis</i> L.	–	–	–	+	–	r
28.	<i>Anthemis arvensis</i> L.	+	+	–	+	+	v
29.	<i>Anthriscus sylvestris</i> (L.) HOFFM.	+	–	–	–	–	r
30.	<i>Anthyllis vulneraria</i> L.	–	–	–	–	+	r
31.	<i>Apera spica-venti</i> (L.) P. BEAUV.	–	–	+	–	+	v
32.	<i>Arabidopsis thaliana</i> (L.) HEYNH.	–	+	–	+	–	v
33.	<i>Arctium lappa</i> L.	+	+	+	+	+	v
34.	<i>Arctium minus</i> (HILL) BERNH.	–	+	–	+	+	fr
35.	<i>Arctium tomentosum</i> MILL.	–	+	+	+	+	v
36.	<i>Arenaria serpyllifolia</i> L.	+	+	–	+	+	v
37.	<i>Arrhenatherum elatius</i> (L.) P. BEAUV. ex J. PRESL & C. PRESL	+	+	+	+	+	v
38.	<i>Artemisia absinthium</i> L.	–	–	+	–	+	r
39.	<i>Artemisia annua</i> L.	–	+	–	+	+	r / i
40.	<i>Artemisia campestris</i> L.	–	+	+	–	–	+r
41.	<i>Artemisia vulgaris</i> L.	+	+	+	+	+	v
42.	<i>Asparagus officinalis</i> L.	–	–	+	–	+	r
43.	<i>Aster dumosus</i> L.	–	–	–	+	–	rr
44.	<i>Aster novi-belgii</i> L.	–	+	–	+	+	fr / i
45.	<i>Astragalus cicer</i> L.	–	–	–	+	–	r
46.	<i>Astragalus glycyphyllos</i> L.	–	–	–	+	+	+r
47.	<i>Atriplex hortensis</i> L.	+	–	+	–	–	+r / i
48.	<i>Atriplex glabriuscula</i> EDMONDSTON	–	+	+	–	–	r
49.	<i>Atriplex nitens</i> SCHKUHR	+	–	–	–	–	r
50.	<i>Atriplex patula</i> L.	+	+	+	+	–	v
51.	<i>Atriplex prostrata</i> BOUCHER ex DC.	+	+	+	–	+	+r / i
52.	<i>Avenula pubescens</i> (HUDS.) DUMORT.	–	–	–	+	–	r
53.	<i>Ballota nigra</i> L.	+	+	+	–	+	fr
54.	<i>Barbarea vulgaris</i> R. BR.	–	–	+	+	–	r
55.	<i>Bellis perennis</i> L.	+	–	–	–	–	r
56.	<i>Breberis thunbergii</i> DC.	–	+	–	–	–	rr
57.	<i>Berteroa incana</i> (L.) DC.	+	+	+	–	–	fr
58.	<i>Betula pendula</i> ROTH	+	+	+	+	+	v
59.	<i>Bidens frondosa</i> L.	+	+	+	+	+	v / i
60.	<i>Bidens tripartita</i> L.	+	–	+	+	–	v
61.	<i>Brassica napus</i> L.	+	–	+	–	–	+r
62.	<i>Brassica nigra</i> (L.) W. D. J. KOCH	+	–	–	–	–	+r / i
63.	<i>Brassica rapa</i> L.	+	–	–	–	–	rr / i
64.	<i>Bromus erectus</i> HUDS.	+	+	+	+	–	fr
65.	<i>Bromus hordeaceus</i> L.	–	+	–	–	+	fr
66.	<i>Bromus inermis</i> LEYSS.	–	–	+	–	–	+r
67.	<i>Bunias orientalis</i> L.	+	+	+	–	–	+r / i
68.	<i>Calamagrostis arundinacea</i> (L.) ROTH	+	–	–	–	–	r
69.	<i>Calamagrostis canescens</i> (WEBER) ROTH	–	–	–	+	–	r
70.	<i>Calamagrostis epigejos</i> (L.) ROTH	+	+	+	+	+	v
71.	<i>Calystegia sepium</i> (L.) R. BR.	+	+	+	+	+	v
72.	<i>Campanula patula</i> L.	–	–	–	–	+	r
73.	<i>Campanula rapunculoides</i> L.	+	–	+	+	+	fr

Lp.	Wykaz taksonów	Kopalnie					Częstotliwość Fq
		G	S2	J	P	PK	
74.	<i>Campanula trachelium</i> L.	–	–	–	–	+	r
75.	<i>Capsella bursa-pastoris</i> (L.) MEDIK.	+	+	+	+	+	v
76.	<i>Caragana arborescens</i> LAM.	+	–	–	–	–	r
77.	<i>Cardaminopsis arenosa</i> (L.) HAYEK	+	+	+	+	+	v
78.	<i>Carduus acanthoides</i> L.	–	–	+	–	–	+r
79.	<i>Carex hirta</i> L.	+	+	+	+	+	v
80.	<i>Carex pairae</i> F. W. SCHULTZ	–	–	–	+	–	r
81.	<i>Carex spicata</i> HUDS.	+	–	–	–	–	r
82.	<i>Carlina acaulis</i> L.	–	–	+	–	–	r
83.	<i>Carpinus betulus</i> L.	+	–	–	–	–	r
84.	<i>Centaurea cyanus</i> L.	+	–	–	–	–	r
85.	<i>Centaurea diffusa</i> LAM.	–	–	–	+	+	r / i
86.	<i>Centaurea jacea</i> L.	+	+	–	+	+	v
87.	<i>Centaurea oxylepis</i> (WIMM. & GRAB.) HAYEK	–	–	–	+	+	r
88.	<i>Centaurea phrygia</i> L.	–	–	–	+	–	r
89.	<i>Centaurea pseudophrygia</i> C. A. MEY.	–	–	–	+	–	r
90.	<i>Centaurea scabiosa</i> L.	–	–	+	–	–	r
91.	<i>Centaurea stoebe</i> L.	+	+	+	+	+	v
92.	<i>Cerastium glomeratum</i> THUILL.	–	+	–	+	+	fr
93.	<i>Cerastium holosteoides</i> FR. Em. HYL.	–	+	–	+	–	+r
94.	<i>Cerastium tomentosum</i> L.	+	+	–	–	–	+r
95.	<i>Cerasus avium</i> (L.) MOENCH	+	+	+	–	–	fr
96.	<i>Cerasus vulgaris</i> MILL.	–	–	–	+	–	+r / i
97.	<i>Chaenorhinum minus</i> (L.) LANGE	+	–	+	+	+	v
98.	<i>Chaerophyllum aromaticum</i> L.	+	+	–	–	–	r
99.	<i>Chamaecyparis lawsoniana</i> PARL.	+	–	–	+	–	r
100.	<i>Chamaecyparis pisifera</i> (SIEBOLD & ZUCC.) ENDL.	+	–	–	+	–	r
101.	<i>Chamaenerion angustifolium</i> (L.) SCOP.	–	+	–	+	+	v
102.	<i>Chamaenerion palustre</i> SCOP.	–	+	+	–	+	+r
103.	<i>Chamomilla suaveolens</i> (PURSH) RYDB.	+	+	+	+	–	v / i
104.	<i>Chenopodium album</i> L.	+	+	+	+	+	v
105.	<i>Chelidonium majus</i> L.	+	+	+	+	+	v
106.	<i>Chenopodium bonus-henricus</i> L.	+	–	–	–	–	r
107.	<i>Chenopodium glaucum</i> L.	+	+	–	+	+	r
108.	<i>Chenopodium polyspermum</i> L.	+	+	–	–	+	fr
109.	<i>Chenopodium rubrum</i> L.	+	+	+	–	+	fr
110.	<i>Chenopodium strictum</i> ROTH	+	+	+	+	+	v
111.	<i>Cichorium intybus</i> L.	+	+	+	+	+	v
112.	<i>Cirsium arvense</i> (L.) SCOP.	+	+	+	+	+	v
113.	<i>Cirsium palustre</i> (L.) SCOP.	–	–	–	+	–	r
114.	<i>Cirsium vulgare</i> (SAVI) TEN.	+	+	+	+	+	v
115.	<i>Clematis vitalba</i> L.	+	–	–	–	–	r / i
116.	<i>Convolvulus arvensis</i> L.	+	+	+	+	+	v
117.	<i>Conyza canadensis</i> (L.) CRONQUIST	+	+	+	+	+	v / i
118.	<i>Corispermum leptopterum</i> (ASCH.) ILJIN	–	–	+	–	–	r
119.	<i>Coronilla varia</i> L.	+	+	+	–	–	+r
120.	<i>Cornus alba</i> L.	+	+	–	+	+	+fr / i
121.	<i>Cornus sanguinea</i> L.	–	+	+	–	–	fr
122.	<i>Cornus sericea</i> L.	+	–	–	–	+	fr
123.	<i>Cosmos bipinnatus</i> CAV.	–	+	–	–	–	r
124.	<i>Cotoneaster horizontalis</i> DECNE.	–	–	–	+	–	r / i
125.	<i>Crataegus laevigata</i> (POIR.) DC.	–	–	–	+	–	r
126.	<i>Crataegus monogyna</i> JACQ.	+	–	+	–	+	+fr
127.	<i>Crepis biennis</i> L.	+	+	+	+	+	fr
128.	<i>Crepis capillaris</i> (L.) WALLR.	+	+	–	–	–	fr

Lp.	Wykaz taksonów	Kopalnie					Częstotliwość Fq
		G	S2	J	P	PK	
129.	<i>Cucubalus baccifer</i> L.	–	+	–	–	–	r
130.	<i>Cucurbita pepo</i> L.	–	–	+	–	–	rr
131.	<i>Dactylis glomerata</i> L.	+	+	+	+	–	v
132.	<i>Danthonia decumbens</i> DC.	+	–	–	–	–	r
133.	<i>Datura stramonium</i> L.	+	–	–	+	+	+r / i
134.	<i>Daucus carota</i> L.	+	+	+	+	+	v
135.	<i>Deschampsia caespitosa</i> (L.) P. BEAUV.	–	+	–	+	+	v
136.	<i>Descurainia sophia</i> (L.) WEBB ex PRANTL	–	–	+	–	–	r
137.	<i>Dianthus barbatus</i> L. s. s.	–	–	+	–	–	r / i
138.	<i>Dianthus carthusianorum</i> L.	–	–	+	–	–	r
139.	<i>Digitaria ischaemum</i> (SCHREB.) H. L. MÜHL.	–	+	–	–	–	r
140.	<i>Diploaxis muralis</i> (L.) DC.	+	+	+	+	+	fr / i
141.	<i>Dipsacus sylvestris</i> HUDS.	–	+	–	–	–	r
142.	<i>Dryopteris carthusiana</i> (VILL.) H. P. FUCHS	–	–	–	–	+	rr
143.	<i>Dryopteris filix-mas</i> (L.) SCHOTT	–	–	+	+	+	r
144.	<i>Echinochloa crus-galli</i> (L.) P. BEAUV.	+	+	+	+	+	v
145.	<i>Echinocystis lobata</i> (F. MICHX.) TORR. & A. GRAY	+	–	+	–	+	+r / i
146.	<i>Echium vulgare</i> L.	+	+	+	+	+	v
147.	<i>Elaeagnus angustifolia</i> L.	+	+	–	–	–	+r / i
148.	<i>Elymus repens</i> (L.) GOULD	+	+	+	+	+	v
149.	<i>Epilobium ciliatum</i> RAF.	+	+	+	+	+	fr / i
150.	<i>Epilobium hirsutum</i> L.	+	+	+	–	+	fr
151.	<i>Epilobium palustre</i> L.	–	+	–	+	–	+r
152.	<i>Epipactis helleborine</i> (L.) CRANTZ	–	–	–	+	–	+r
153.	<i>Equisetum arvense</i> L.	+	+	+	+	+	v
154.	<i>Equisetum palustre</i> L.	+	–	–	+	–	+r
155.	<i>Eragrostis cilianensis</i> (ALL.) F. T. HUBB.	+	–	–	–	–	r
156.	<i>Eragrostis minor</i> HOST	+	+	+	+	–	fr / i
157.	<i>Erigeron acris</i> L.	–	+	–	+	+	+r
158.	<i>Erigeron annuus</i> (L.) PERS.	+	+	+	+	+	fr / i
159.	<i>Erysimum cheiranthoides</i> L.	+	+	–	+	+	v
160.	<i>Erysimum crepidifolium</i> RCHB.	–	–	–	+	–	r
161.	<i>Eupatorium cannabinum</i> L.	+	+	+	+	+	v
162.	<i>Euphorbia cyparissias</i> L.	+	+	+	+	+	v
163.	<i>Euphorbia esula</i> L.	+	+	+	–	+	v
164.	<i>Euphorbia helioscopia</i> L.	+	–	+	+	+	v
165.	<i>Euphorbia marginata</i> PURSH	–	–	–	–	+	r
166.	<i>Euphorbia peplus</i> L.	+	+	–	+	+	v
167.	<i>Euphorbia serrulata</i> THUILL.	+	–	+	+	–	+r
168.	<i>Euphrasia rostkoviana</i> HAYNE	–	–	–	+	+	r
169.	<i>Fallopia convolvulus</i> (L.) Á. LÖVE	+	+	+	+	+	v
170.	<i>Fallopia dumetorum</i> (L.) HOLUB	+	+	–	+	+	+r
171.	<i>Festuca gigantea</i> (L.) VILL.	–	+	–	–	–	r
172.	<i>Festuca ovina</i> L.	–	–	–	+	+	+r
173.	<i>Festuca pratensis</i> HUDS.	+	+	+	+	+	v
174.	<i>Festuca rubra</i> L. s. s.	+	+	+	+	+	v
175.	<i>Forsythia x intermedia</i> ZABEL	–	+	–	+	–	+r
176.	<i>Fragaria vesca</i> L.	–	–	–	+	+	+r
177.	<i>Fragaria viridis</i> DUCHESNE	–	–	+	–	+	r
178.	<i>Frangula alnus</i> MILL.	–	–	+	–	+	+r
179.	<i>Fraxinus americana</i> L.	–	+	+	–	+	fr
180.	<i>Fraxinus excelsior</i> L.	+	+	–	+	+	+fr
181.	<i>Fraxinus pennsylvanica</i> MARSHALL	–	+	+	–	+	+r / i
182.	<i>Fumaria vaillantii</i> LOISEL.	+	–	–	–	–	r
183.	<i>Galega officinalis</i> L.	–	+	–	–	–	r

Lp.	Wykaz taksonów	Kopalnie					Częstotliwość
		G	S2	J	P	PK	Fq
184.	<i>Galeopsis tetrahit</i> L.	+	+	–	+	–	v
185.	<i>Galinsoga ciliata</i> (RAF.) S. F. BLAKE	+	–	+	–	+	+r / i
186.	<i>Galinsoga parviflora</i> CAV.	+	+	+	+	+	v / i
187.	<i>Galium aparine</i> L.	+	–	–	–	–	r
188.	<i>Galium mollugo</i> L.	–	+	+	+	–	fr
189.	<i>Galium verum</i> L.	–	–	–	–	+	r
190.	<i>Geranium divaricatum</i> EHRH.	–	+	–	–	–	r / i
191.	<i>Geranium palustre</i> L.	+	+	–	–	–	fr
192.	<i>Geranium pusillum</i> BURM. f. ex L.	–	+	–	–	–	r
193.	<i>Geranium robertianum</i> L.	+	+	–	+	–	+fr
194.	<i>Geum urbanum</i> L.	+	–	–	–	–	+r
195.	<i>Glechoma hederacea</i> L.	+	–	–	+	+	fr
196.	<i>Glyceria fluitans</i> (L.) R. BR.	–	–	+	–	+	+r
197.	<i>Glyceria maxima</i> (HARTM.) HOLMB.	–	–	–	+	+	+r
198.	<i>Helianthus annuus</i> L.	+	–	–	–	–	r
199.	<i>Helianthus tuberosus</i> L.	+	+	+	+	+	+fr / i
200.	<i>Heracleum sosnovskii</i> MANDEN.	–	–	–	+	–	r / i
201.	<i>Heracleum sphondylium</i> L.	+	–	–	+	+	+fr
202.	<i>Hieracium caespitosum</i> DUMORT.	–	+	–	+	+	+fr
203.	<i>Hieracium lachenalii</i> C. C. GMEL.	–	–	–	+	–	+r
204.	<i>Hieracium laevigatum</i> WILLD	+	+	+	+	+	fr
205.	<i>Hieracium pilosella</i> L.	–	+	–	+	–	+r
206.	<i>Hieracium sabaudum</i> L.	+	+	+	–	+	fr
207.	<i>Hieracium umbellatum</i> L.	+	+	+	+	+	fr
208.	<i>Holcus lanatus</i> L.	–	–	–	–	+	+r
209.	<i>Hordeum vulgare</i> L.	–	–	–	–	+	r
210.	<i>Humulus lupulus</i> L.	–	+	–	–	+	+r
211.	<i>Hypericum humifusum</i> L.	–	–	–	+	–	r
212.	<i>Hypericum maculatum</i> CRANTZ	–	–	–	–	+	r
213.	<i>Hypericum perforatum</i> L.	+	+	+	+	+	v
214.	<i>Hypochoeris radicata</i> L.	+	–	–	+	+	v
215.	<i>Hippophaë rhamnoides</i> L.	–	+	–	–	–	+r
216.	<i>Impatiens parviflora</i> DC.	+	+	+	+	+	fr / i
217.	<i>Iris germanica</i> L.	+	–	–	–	–	+r
218.	<i>Iris pseudacorus</i> L.	–	–	+	–	–	r
219.	<i>Juglans regia</i> L.	+	+	+	+	+	+r / i
220.	<i>Juncus articulatus</i> L. em. K. RICHT.	–	+	–	+	–	+r
221.	<i>Juncus inflexus</i> L.	–	–	–	–	+	+r
222.	<i>Juncus tenuis</i> WILLD.	+	–	–	–	–	r / i
223.	<i>Juniperus chinensis</i> L.	–	–	–	+	–	r
224.	<i>Juniperus communis</i> L.	–	–	–	+	–	r
225.	<i>Juniperus sabina</i> L.	+	–	–	+	–	r
226.	<i>Juniperus squamata</i> BUCH.-HAM. IN LAMB.	–	–	–	+	–	r
227.	<i>Knautia arvensis</i> (L.) J. M. COULT.	–	–	+	–	–	+r
228.	<i>Lactuca serriola</i> L.	+	+	+	+	+	+fr
229.	<i>Lamium maculatum</i> L.	–	+	–	–	–	r
230.	<i>Lamium purpureum</i> L.	–	+	–	–	+	+r
231.	<i>Lapsana communis</i> L. s. s.	–	–	–	+	–	+r
232.	<i>Larix decidua</i> MILL.	–	–	–	–	+	+r
233.	<i>Lathyrus pratensis</i> L.	–	–	–	+	+	+fr
234.	<i>Lathyrus sylvestris</i> L.	–	–	–	–	+	r
235.	<i>Lathyrus tuberosus</i> L.	+	–	+	–	–	r
236.	<i>Leontodon autumnalis</i> L.	+	+	+	+	+	v
237.	<i>Leontodon hispidus</i> subsp. <i>hastilis</i> (L.) RCHB.	–	–	–	+	+	r
238.	<i>Leontodon hispidus</i> subsp. <i>hispidus</i> L.	+	–	–	+	–	v

Lp.	Wykaz taksonów	Kopalnie					Częstotliwość Fq
		G	S2	J	P	PK	
239.	<i>Lepidium campestre</i> (L.) R. BR.	–	–	–	–	+	fr
240.	<i>Lepidium densiflorum</i> SCHARD.	–	+	–	–	–	+r / i
241.	<i>Lepidium ruderales</i> L.	–	+	+	+	–	v
242.	<i>Leucanthemum vulgare</i> LAM. s. s.	–	–	–	–	+	+r
243.	<i>Ligustrum vulgare</i> L.	+	+	+	+	+	v
244.	<i>Linaria vulgaris</i> MILL.	–	+	–	+	–	+r
245.	<i>Linum catharticum</i> L.	–	–	–	–	+	r
246.	<i>Lobularia maritima</i> (L.) DESV.	+	–	–	–	–	r
247.	<i>Lolium multiflorum</i> LAM.	+	+	–	–	+	+r / i
248.	<i>Lolium perenne</i> L.	+	+	+	+	+	v
249.	<i>Lolium remotum</i> SCHRANK	+	–	–	–	–	+r
250.	<i>Lolium temulentum</i> L.	–	+	–	–	–	+r
251.	<i>Lotus corniculatus</i> L.	+	+	+	+	+	v
252.	<i>Lotus uliginosus</i> SCHKUHR	–	+	–	–	–	r
253.	<i>Lychnis coronaria</i> DESV.	–	+	–	–	–	r
254.	<i>Lysimachia nummularia</i> L.	–	–	–	–	+	r
255.	<i>Lysimachia vulgaris</i> L.	–	–	–	–	+	+r
256.	<i>Lycopersicon esculentum</i> MILL.	+	–	+	+	+	fr / i
257.	<i>Lythrum salicaria</i> L.	–	+	–	–	–	+r
258.	<i>Malus domestica</i> BORKH.	–	+	+	+	+	fr / i
259.	<i>Malus sylvestris</i> MILL.	+	–	–	–	–	r
260.	<i>Malva neglecta</i> WALLR.	+	–	–	–	–	r
261.	<i>Matricaria maritima</i> subsp. <i>inodora</i> (L.) DOSTÁL	+	+	+	+	+	v
262.	<i>Medicago falcata</i> L.	–	+	+	–	+	+fr
263.	<i>Medicago lupulina</i> L.	+	+	+	+	+	v
264.	<i>Medicago sativa</i> L.	+	+	+	+	+	v / i
265.	<i>Medicago x varia</i> MARTYN	+	+	+	+	–	fr / i
266.	<i>Melandrium album</i> (MILL.) GARCKE	+	+	+	+	+	v
267.	<i>Melilotus alba</i> MEDIK.	+	+	+	+	+	v
268.	<i>Melilotus officinalis</i> (L.) PALL.	+	+	+	+	+	+fr
269.	<i>Molinia caerulea</i> (L.) MOENCH	+	–	–	–	+	+r
270.	<i>Morus alba</i> L.	+	–	–	–	–	r
271.	<i>Mycelis muralis</i> (L.) DUMORT.	–	–	–	+	–	r
272.	<i>Myosotis arvensis</i> (L.) HILL	–	–	–	+	–	r
273.	<i>Myosoton aquaticum</i> (L.) MOENCH,	+	–	–	+	–	+r
274.	<i>Nicandra physalodes</i> (L.) GAERTN.	–	–	–	–	+	r
275.	<i>Odontites serotina</i> (LAM.) RCHB. s. s.	–	+	–	+	+	fr
276.	<i>Oenothera biennis</i> L. s. s.	+	+	+	+	+	fr
277.	<i>Oenothera rubricaulis</i> KLEB.	+	+	+	+	+	fr
278.	<i>Ononis arvensis</i> L.	–	–	–	–	+	r
279.	<i>Ononis spinosa</i> L.	–	–	–	–	+	r
280.	<i>Ornithopus sativus</i> BROT.	–	+	–	–	–	r
281.	<i>Oxalis fontana</i> BUNGE L.	+	+	+	+	+	v
282.	<i>Padus avium</i> MILL.	+	+	–	–	–	+r
283.	<i>Padus serotina</i> (EHRH.) BORKH.	+	+	+	+	+	v / i
284.	<i>Papaver rhoeas</i> L.	+	+	+	–	–	fr
285.	<i>Parthenocissus inserata</i> (A. KERN.) FRITSCH	+	+	+	+	–	fr / i
286.	<i>Parthenocissus quinquefolia</i> (L.) PLANCH. IN A. & C. DC.	–	+	–	+	+	fr
287.	<i>Pastinaca sativa</i> L.	+	+	+	+	+	v
288.	<i>Peucedanum palustre</i> (L.) MOENCH	–	–	+	–	–	r
289.	<i>Peucedanum oreoselinum</i> (L.) MOENCH	–	–	+	–	–	r
290.	<i>Phalaris arundinacea</i> var. <i>picta</i> L.	–	–	–	+	–	r
291.	<i>Philadelphus pubescens</i> LOISEL.	–	–	–	+	+	+r
292.	<i>Phragmites australis</i> (CAV.) TRIN. ex STEUD.	+	+	+	+	+	+fr
293.	<i>Picea abies</i> (L.) H. KARST.	–	–	–	+	+	r

Lp.	Wykaz taksonów	Kopalnie					Częstotliwość
		G	S2	J	P	PK	Fq
294.	<i>Picea glauca</i> VOSS	–	+	–	+	–	+r / i
295.	<i>Picris hieracioides</i> L.	+	+	+	+	+	fr
296.	<i>Pimpinella major</i> (L.) HUDS.	–	–	–	+	–	+r
297.	<i>Pimpinella saxifraga</i> L.	–	–	+	–	–	+r
298.	<i>Pinus sylvestris</i> L.	+	+	–	+	+	fr
299.	<i>Plantago intermedia</i> GILIB.	–	+	–	–	–	r
300.	<i>Plantago lanceolata</i> L.	+	+	+	+	+	v
301.	<i>Plantago major</i> L.	+	+	+	+	+	v
302.	<i>Poa annua</i> L.	+	+	+	–	+	v
303.	<i>Poa compressa</i> subsp. <i>compressa</i> L.	+	+	+	+	+	v
304.	<i>Poa nemoralis</i> L.	+	+	+	+	+	fr
305.	<i>Poa palustris</i> L.	+	–	–	–	–	r
306.	<i>Poa pratensis</i> L.	+	+	+	–	+	v
307.	<i>Poa trivialis</i> L.	–	+	+	–	–	v
308.	<i>Polygonum arenastrum</i> WALDST. & KIT	+	+	+	+	+	v
309.	<i>Polygonum aviculare</i> L.	+	+	+	+	+	v
310.	<i>Polygonum hydropiper</i> L.	–	–	–	–	+	r
311.	<i>Polygonum lapathifolium</i> subsp. <i>lapathifolium</i> L.	+	–	+	–	–	r
312.	<i>Polygonum lapathifolium</i> subsp. <i>pallidum</i> (WITH.) FR.	+	–	+	–	–	+r
313.	<i>Polygonum minus</i> HUDS.	–	+	–	+	+	fr
314.	<i>Polygonum mite</i> SCHRANK	+	–	–	–	–	r
315.	<i>Polygonum persicaria</i> L.	+	+	+	+	+	v
316.	<i>Populus alba</i> L.	–	–	–	–	+	+r
317.	<i>Populus x berolinensis</i> DIPPEL	–	+	+	–	+	fr / i
318.	<i>Populus x canadensis</i> MOENCH	+	–	–	–	–	+r / i
319.	<i>Populus nigra</i> L.	+	+	+	+	+	fr
320.	<i>Populus nigra</i> L. "Italica"	+	+	–	+	+	fr / i
321.	<i>Populus simonii</i> CARRIERE	–	+	–	–	+	+r
322.	<i>Populus tremula</i> L.	+	+	+	+	+	v
323.	<i>Potamogeton natans</i> L.	–	–	–	–	+	+r
324.	<i>Potentilla anserina</i> L.	+	+	+	+	+	+fr
325.	<i>Potentilla intermedia</i> L. non WAHLENB.	–	+	–	–	–	r / i
326.	<i>Potentilla recta</i> L.	–	+	–	+	+	fr
327.	<i>Potentilla reptans</i> L.	+	+	–	–	–	+r
328.	<i>Prunella vulgaris</i> L.	+	+	–	–	–	+r
329.	<i>Prunus domestica</i> L.	–	–	–	–	+	+r
330.	<i>Prunus insititia</i> L.	+	–	–	–	–	r
331.	<i>Prunus spinosa</i> L.	+	+	+	+	–	fr
332.	<i>Puccinellia distans</i> (JACQ.) PARL.	+	+	–	+	+	fr
333.	<i>Pyrus communis</i> L.	+	–	+	–	–	r / i
334.	<i>Quercus robur</i> L.	–	+	+	+	+	fr / i
335.	<i>Quercus rubra</i> L.	+	–	–	+	–	+r
336.	<i>Ranunculus acris</i> L. s. s.	–	–	–	+	+	+r
337.	<i>Ranunculus repens</i> L.	+	–	–	–	–	+r
338.	<i>Raphanus raphanistrum</i> L.	–	–	–	–	+	r
339.	<i>Raphanus sativus</i> L.	–	–	–	–	+	r
340.	<i>Reseda lutea</i> L.	+	+	+	+	+	v
341.	<i>Reynoutria japonica</i> HOUTT.	+	+	+	+	+	fr / i
342.	<i>Rhamnus cathartica</i> L.	–	–	+	+	–	r
343.	<i>Rheum rhubarbarum</i> L.	–	+	–	–	–	r
344.	<i>Rhus typhina</i> L.	–	–	–	+	–	r / i
345.	<i>Ribes aureum</i> PURSH	–	+	–	–	–	r
346.	<i>Ribes nigrum</i> L.	–	+	–	–	–	r
347.	<i>Ribes uva-crispa</i> L.	+	–	–	+	–	r
348.	<i>Ribes rubrum</i> L.	–	+	–	–	–	r / i

Lp.	Wykaz taksonów	Kopalnie					Częstotliwość
		G	S2	J	P	PK	Fq
349.	<i>Robinia pseudacacia</i> L.	+	+	+	+	+	v / i
350.	<i>Rorippa palustris</i> (L.) BESSER	+	+	+	–	+	v
351.	<i>Rorippa sylvestris</i> (L.) BESSER	–	–	+	–	–	+r
352.	<i>Rosa canina</i> L.	+	+	+	+	+	fr
353.	<i>Rosa majalis</i> HERRM.	+	–	–	+	–	r
354.	<i>Rosa multiflora</i> THUNB.	–	+	–	–	+	+r / i
355.	<i>Rosa rugosa</i> THUNB.	+	+	–	–	–	+r / i
356.	<i>Rubus caesius</i> L.	+	+	+	+	+	+fr
357.	<i>Rubus hirtus</i> WALDST. & KIT, AGG.	+	+	–	+	–	fr
358.	<i>Rubus idaeus</i> L.	–	+	–	–	–	+r
359.	<i>Rubus plicatus</i> WEIHE & NEES	+	–	+	+	–	+fr
360.	<i>Rudbeckia bicolor</i> NUTT.	–	+	–	–	+	+r
361.	<i>Rudbeckia hirta</i> L.	+	+	+	–	–	fr / i
362.	<i>Rumex acetosa</i> L.	+	+	+	+	+	v
363.	<i>Rumex acetosella</i> L.	–	–	–	+	+	+r
364.	<i>Rumex aquaticus</i> L.	–	+	–	–	–	r
365.	<i>Rumex crispus</i> L.	+	+	+	+	+	v
366.	<i>Rumex hydrolapathum</i> HUDS.	–	–	+	–	+	+r
367.	<i>Rumex obtusifolius</i> L.	+	–	+	–	–	+r
368.	<i>Sagina nodosa</i> (L.) FENZL	–	–	–	+	–	+r
369.	<i>Sagina procumbens</i> L.	–	–	–	–	+	r
370.	<i>Salix alba</i> L. "Tristis"	–	–	–	+	–	+r
371.	<i>Salix aurita</i> L.	–	–	–	–	+	r
372.	<i>Salix caprea</i> L.	+	+	+	+	+	v
373.	<i>Salix cinerea</i> L.	–	+	–	–	–	+r
374.	<i>Salix fragilis</i> L.	+	–	–	+	–	+r
375.	<i>Salix purpurea</i> L.	+	+	+	+	+	+fr
376.	<i>Salsola kali</i> L.	–	–	+	–	–	r / i
377.	<i>Salvia verticillata</i> L.	–	–	–	–	+	+r
378.	<i>Sambucus nigra</i> L.	+	+	+	+	+	v
379.	<i>Sanguisorba minor</i> SCOP.	+	–	+	+	+	fr
380.	<i>Saponaria officinalis</i> L.	+	–	+	+	+	v
381.	<i>Sarothamnus scoparius</i> (L.) WIMM.	–	–	–	+	–	r
382.	<i>Scabiosa ochroleuca</i> L.	+	–	+	+	+	fr
383.	<i>Schoenoplectus tabernaemontani</i> (C. C. GMEL.) PALLA	–	+	–	–	–	r
384.	<i>Scrophularia nodosa</i> L.	–	+	–	–	+	r
385.	<i>Sedum acre</i> L.	–	–	–	+	–	r
386.	<i>Sedum spurium</i> M. BIEB.	+	–	–	–	–	r / i
387.	<i>Senecio jacobaea</i> L.	+	–	+	–	+	+r
388.	<i>Senecio viscosus</i> L.	+	+	+	+	+	fr
389.	<i>Senecio vulgaris</i> L.	+	+	+	–	+	v
390.	<i>Setaria pumila</i> (POIR.) ROEM. & SCHULT.	+	+	–	+	+	fr
391.	<i>Setaria viridis</i> (L.) P. BEAUV.	+	+	+	+	+	fr
392.	<i>Silene vulgaris</i> (MOENCH) GARCKE	–	–	+	+	+	fr
393.	<i>Sinapis alba</i> L.	–	–	+	–	+	r / i
394.	<i>Sinapis arvensis</i> L.	+	–	+	–	+	fr
395.	<i>Sisymbrium altissimum</i> L.	–	–	–	+	–	+r / i
396.	<i>Sisymbrium loeselii</i> L.	+	+	+	+	+	v / i
397.	<i>Sisymbrium officinale</i> (L.) SCOP.	+	–	+	–	–	+r
398.	<i>Solanum dulcamara</i> L.	–	–	–	+	–	r
399.	<i>Solanum nigrum</i> L.	+	–	+	–	+	+r
400.	<i>Solanum tuberosum</i> L.	+	+	–	–	–	+r
401.	<i>Solidago canadensis</i> L.	+	+	+	+	+	v / i
402.	<i>Solidago gigantea</i> AITON	+	+	+	+	+	+fr / i
403.	<i>Sonchus arvensis</i> subsp. <i>arvensis</i> L.	+	+	+	+	+	v

Lp.	Wykaz taksonów	Kopalnie					Częstotliwość
		G	S2	J	P	PK	Fq
404.	<i>Sonchus asper</i> (L.) HILL	–	–	+	+	–	+r
405.	<i>Sonchus oleraceus</i> L.	+	+	+	+	+	v
406.	<i>Sorbus aucuparia</i> L. em. HEDL.	+	+	+	+	+	fr
407.	<i>Spiraea japonica</i> L.	–	–	–	+	–	r
408.	<i>Stachys recta</i> L.	–	–	+	–	–	r
409.	<i>Stellaria holostea</i> L.	–	–	–	–	+	r
410.	<i>Stellaria media</i> (L.) VILL.	+	–	+	+	+	v
411.	<i>Stellaria neglecta</i> WEIHE	–	–	–	+	–	r
412.	<i>Symphoricarpos albus</i> (L.) S. F. BLAKE	+	+	–	–	+	+r / i
413.	<i>Tanacetum vulgare</i> L.	+	+	+	+	+	v
414.	<i>Taraxacum officinale</i> F. H. WIGG	+	+	+	+	+	v
415.	<i>Taxus baccata</i> L.	–	–	–	+	–	rr
416.	<i>Thuja occidentalis</i> L.	–	–	–	+	–	rr
417.	<i>Thuja plicata</i> DONN EX D.DON	–	–	–	+	–	rr / i
418.	<i>Thujopsis dolabrata</i> (L. F.) SIEBOLD & ZUCC.	–	–	–	+	–	r
419.	<i>Thymus pulegioides</i> L.	–	–	+	–	–	r
420.	<i>Tilia cordata</i> MILL.	+	–	–	+	+	+r
421.	<i>Tragopogon pratensis</i> L. s. s.	+	+	+	+	+	fr
422.	<i>Trifolium arvense</i> L.	+	+	–	+	–	fr
423.	<i>Trifolium campestre</i> SCHREB.	–	–	+	–	–	r
424.	<i>Trifolium hybridum</i> L.	–	–	–	+	+	+r
425.	<i>Trifolium medium</i> L.	+	+	–	–	–	+r
426.	<i>Trifolium pratense</i> L.	+	+	+	+	+	v
427.	<i>Trifolium repens</i> subsp. <i>repens</i> L.	+	+	+	+	+	v
428.	<i>Triticum aestivum</i> L.	–	–	–	–	+	r
429.	<i>Tropaeolum majus</i> L.	–	–	–	–	+	r
430.	<i>Tussilago farfara</i> L.	+	+	+	+	+	v
431.	<i>Typha angustifolia</i> L.	+	–	–	–	–	r
432.	<i>Typha latifolia</i> L.	–	+	–	+	+	+r
433.	<i>Typha laxmanii</i> LEPECH	–	+	–	–	–	r / i
434.	<i>Typha minima</i> HOPPE	–	+	–	–	–	r
435.	<i>Ulmus glabra</i> HUDS.	+	–	–	+	–	+r
436.	<i>Ulmus laevis</i> PALL.	–	–	–	+	–	r
437.	<i>Urtica dioica</i> L.	+	+	+	+	+	v
438.	<i>Urtica urens</i> L.	+	+	–	–	–	r
439.	<i>Valeriana officinalis</i> L.	–	+	–	–	+	+r
440.	<i>Valeriana sambucifolia</i> J. C. MIKAN	–	–	–	–	+	r
441.	<i>Verbascum densiflorum</i> BERTOL.	–	+	–	+	–	r
442.	<i>Verbascum thapsus</i> L.	+	+	+	+	+	fr
443.	<i>Veronica chamaedrys</i> L.	–	–	–	+	–	r
444.	<i>Veronica persica</i> POIR.	–	–	–	+	–	r
445.	<i>Vicia angustifolia</i> L.	–	+	+	–	–	+r
446.	<i>Vicia cracca</i> L.	+	+	+	+	+	fr
447.	<i>Vicia hirsuta</i> (L.) S. F. GRAY	–	+	–	–	+	+r
448.	<i>Vicia sativa</i> L.	–	–	+	–	–	r
449.	<i>Vicia tetrasperma</i> (L.) SCHREB.	+	+	+	+	+	fr
450.	<i>Vicia villosa</i> ROTH	–	–	–	+	+	r
451.	<i>Viola odorata</i> L.	+	–	+	+	–	+r
452.	<i>Viscum album</i> L.	–	–	+	–	–	r
453.	<i>Zea mays</i> L.	+	–	–	–	–	rr

Objaśnienia symboli w tablicy 1:

2. nazewnictwo łacińskie taksonów przyjęto za: Mirek Z., Piękoś-Mirkowa H., Zając A., Zając M. (Mirek i inni 2002),

3.–7. oznaczenia terenów: G – kopalnia „Grodziec” w Wojkowicach, S2 – kopalnia „Saturn” w Czeladzi, J – kopalnia „Jowisz” w Wojkowicach, P – kopalnia „Paryż” w Dąbrowie Górniczej, PK – kopalnia „Porąbka-Klimontów” w Sosnowcu;

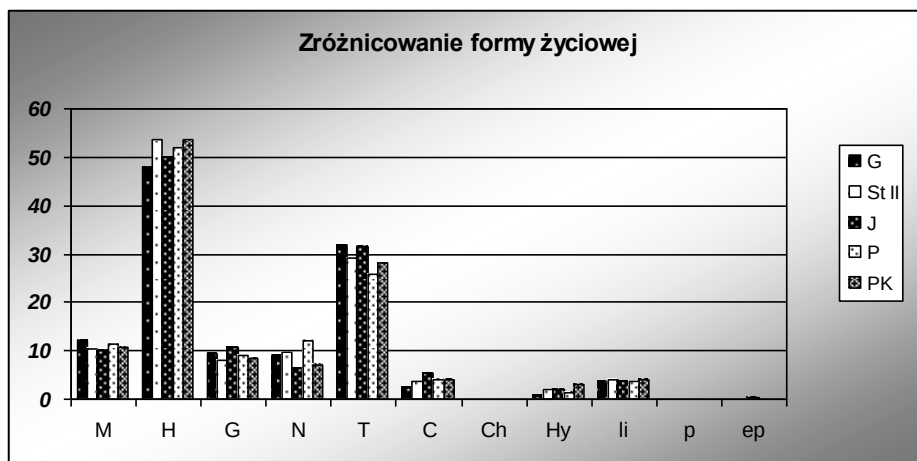
występowanie gatunku w terenie: +;

8. określenie częstości występowania na badanym terenie / gatunki inwazyjne (Tokarska-Guzik 2006): v – pospolicie, +fr – bardzo często, fr – często, +r – dość często, r – rzadko, rr – bardzo rzadko, i – gatunek inwazyjny.

5. PODSUMOWANIE WYNIKÓW BADAŃ

Analizą statystyczną objęto poszczególne grupy, tj.: typ formy życiowej, typ synekologiczny, kategorię geograficzno-historyczną oraz zróżnicowanie autekologiczne gatunków ze względu na wymagania świetlne, wilgotnościowe i troficzne (453 gatunki = 100% flory).

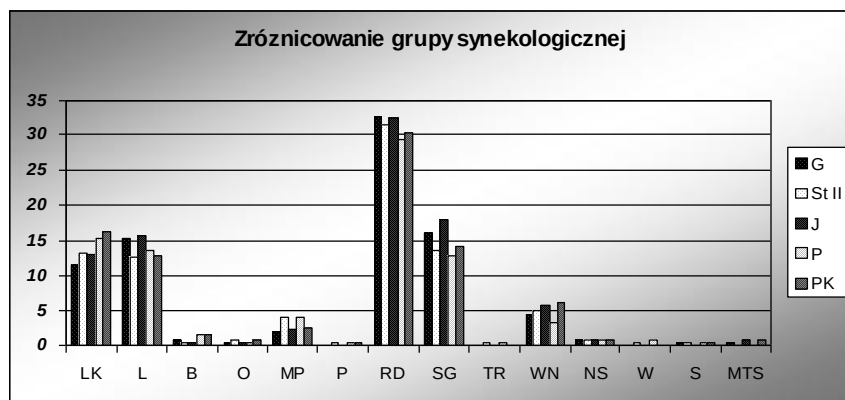
W przypadku przynależności taksonów do danego typu formy życiowej stwierdzono, że: wyraźnie dominują liczbowo hemikryptofity i terofity, natomiast udział nanofanerofitów, megafanerofitów i geofitów jest podobny (ok. 10%). Pozostałe grupy, tj. chamefity, hydrofity i liany są w badanej florze bardzo nieliczne.



Rys. 1. Procentowy udział form życiowych gatunków: M – megafanerofit (drzewo), H – hemikryptofity (roślina trwała wieloletnia), G – geofit (trwała roślina kłączowa i cebulowa), N – nanofanerofit (krzew), T – terofit (rośliny jednoroczne, zimujące w postaci nasion), C – chamefit zielny (krzewinka zielona), Ch – chamefit drzewiasty, Hy – hydrofity i helofity, li – liany, p – pasożyty, ep – epifity (nie korzeniące się w ziemi)

Fig. 1. Percentage of life form groups of species: M – megaphanerophyte (tree), H – hemicryptophyte, G – geophyte, N – nanophanerophyte (shrub), T – terophyte, C – herbaceous chamaephyte, Ch – woody chamaephyte, Hy – hydrophyte, li – liana, p – parasite, ep – epiphyte

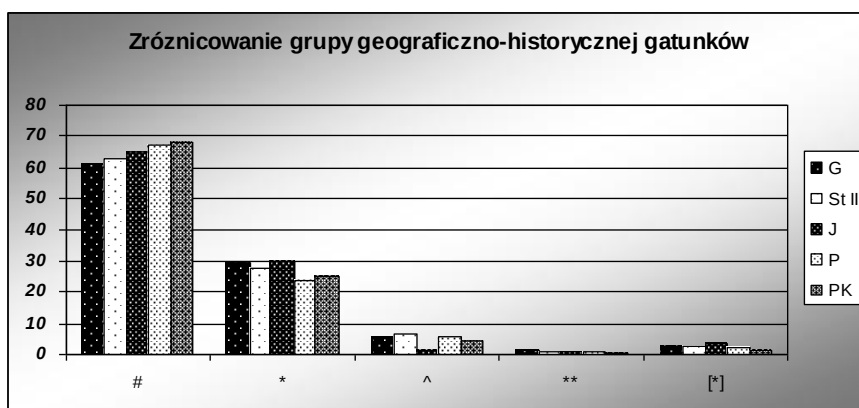
W zakresie zróżnicowania procentowego grup synekologicznych dominują bardzo wyraźnie synantropijne gatunki ruderalne, a następnie segetalne. Średni udział procentowy wykazują kolejne dwie grupy gatunków, tj. łąkowe i lasów liściastych. Wyróżnia się również wyraźnie grupa gatunków nadwodnych i bagiennych (ok. 5%).



Rys. 2. Procentowy udział gatunków roślin naczyniowych w grupach synekologicznych: LK – łąkowe, L – lasów liściastych, B – borowe, O – okrajkowe, MP – muraw piaszczystych, P – muraw kwaśnych, RD – ruderalne, SG – segetalne, TR – torfowiskowe, WN – nadwodne i bagienne, NS – naskalne, W – wodne, S – solniskowe, MTS – muraw nawapiennych

Fig. 2. Percentage of ecological groups in flora: LK – meadow, L – deciduous woodland, B – coniferous woodland, O – shrub edges, MP – sandy grassland, P – acid grassland, RD – ruderal, SG – segetal, TR – moor, WN – swamp, NS – rocky, W – water, S – salty places, MTS – limestone grassland

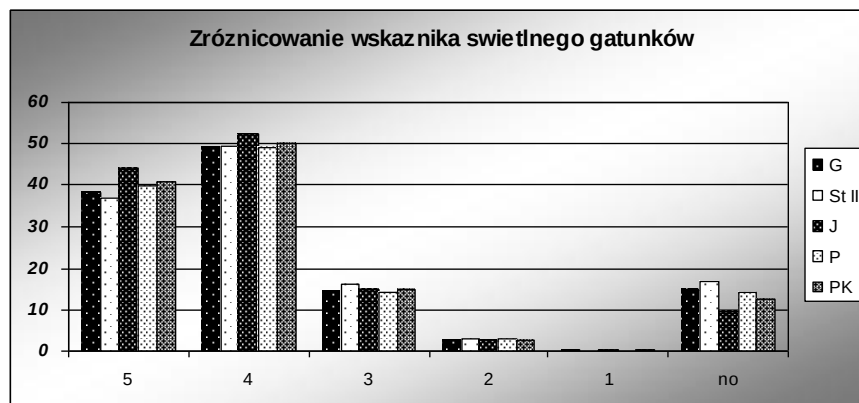
Pod względem przynależności poszczególnych gatunków roślin do danej grupy geograficzno-historycznej najliczniejszym udziałem wyróżniają się gatunki rodzime – apofity, a następnie obcego pochodzenia – antropofity. Udział taksonów uprawowych i efemerofitów oraz gatunków o niepewnym statusie we florze polskiej jest niewielki.



Rys. 3. Procentowy udział grup geograficzno-historycznych gatunków: # – apofity (gatunki rodzime), * – antropofity (zadomowione we florze polskiej), ^ – taksony uprawowe, ** – efemerofity, [*] – taksony o niepewnym statusie we florze polskiej

Fig. 3. Percentage of the synanthropic groups of species: # – apophytes, * – anthropophyte established in the Polish flora, ^ – cultivated species, ** – ephemerophytes, [*] – takson of uncertain status in the Polish flora, likely to be an anthropophyte

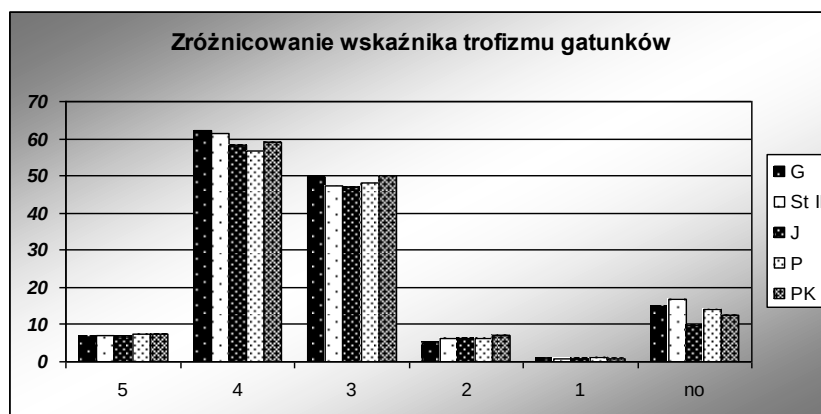
Analiza wartości głównych wskaźników autekologicznych, dotyczących światła, trofizmu podłoża i wilgotności wykazała, że w przypadku światła: najliczniejszą grupę tworzą gatunki o wysokich wymaganiach świetlnych – heliofity (wskaźnik 4–5), dość liczne są mezoheliofity (wskaźnik 3), a udział pozostałych (wskaźnik 1–2) jest nikły.



Rys. 4. Procentowy udział wartości wskaźnika świetlnego gatunków

Fig. 4. Percentage values of species light indicator

Ze względu na trofizm podłoża, bardzo liczny udział w badanej florze, mają gatunki mezotroficzne – podłoża średnio żyzne (wskaźnik 3–4), nieliczna jest grupa gatunków eutroficznych – podłoża bogato żyzne (wskaźnik 5) i oligotroficznych – skąpo żyzne (wskaźnik 1–2).



Rys. 5. Procentowy udział wartości wskaźnika trofizmu gatunków

Fig. 5. Percentage values of species nitrogen indicator

Pod względem wilgotności podłoża wyraźnie najliczniejszą grupę tworzą gatunki mezofilne i higrofilne oraz mezokserofilne i kserofilne. Najmniej liczne są helofilne i hydrofilne.



Rys. 6. Procentowy udział wartości wskaźnika wilgotności gatunków

Fig. 6. Percentage values of species moisture indicator

WNIOSKI

1. Na przebadanych obszarach występują wszystkie formy przekształcenia powierzchni związane z funkcjonowaniem zakładów górniczych, tj. składowiska skały płonnej, osadniki mułowe, osadniki betonowe, zlikwidowane torowiska i bocznice kolejowe, place składowe, tereny po wyburzeniach.
2. Analiza wyróżnionych specyficznych grup gatunków we florze naczyniowej pozwoliła na wykazanie, że:
 - Udział procentowy gatunków należących do określonego typu formy życiowej jest zróżnicowany. Najliczniejsze grupy tworzą hemikryptofity i terofity, średnio liczne są megafanerofity, nanofanerofity i geofity.
 - W zakresie zróżnicowania ilościowego grup synekologicznych dominują gatunki ruderalne i segetalne. Średni udział procentowy wykazują dwie grupy gatunków, tj. łąkowe i lasów liściastych. Widoczna jest grupa gatunków nadwodnych i bagiennych.
 - Pod względem przynależności do danej grupy geograficzno-historycznej najliczniejszym udziałem wyróżniają się gatunki rodzime (apofity), a następnie obcego pochodzenia (antropofity). Udział roślin uprawianych i efemerofitów oraz gatunków o niepewnym statusie we florze polskiej jest niewielki.
 - Ze względu na zróżnicowanie wartości głównych wskaźników autekologicznych, dotyczących światła, trofizmu podłoża i wilgotności, stwierdzono, że:
 - najliczniejszą grupę tworzą gatunki o wysokich wymaganiach świetlnych (heliofity, wskaźnik 4–5), liczne są mezoheliofity (wskaźnik 3), udział pozostałych (wskaźnik 1–2) jest niski,
 - bardzo liczny udział w badanej florze mają gatunki mezotroficzne (podłoża średnio żyzne – wskaźnik 3–4), niewielka jest grupa gatunków

- eutroficznych (bogato żyzne – wskaźnik 5) i oligotroficznych (skąpo żyzne – wskaźnik 1–2),
- najliczniejszą grupę tworzą gatunki mezofilne, następnie higrofilne, mezokserofilne i kserofilne, a najmniej liczne są helofilne i hydrofilne.
3. Badania florystyczne wykazały występowanie 453 taksonów roślin naczyniowych. Stwierdzono występowanie 71 gatunków inwazyjnych obcego pochodzenia (Tokarska-Guzik 2006) oraz 5 gatunków podlegających ochronie prawnej (Rozporządzenie... 2004).
 4. Pomimo bogactwa gatunkowego flory spontanicznie „wkraczającej” na przebadane obszary, tereny te wymagają przeprowadzenia zabiegów rekultywacji technicznej i biologicznej.

Literatura

1. Ellenberg H., Weber H., Dull R., Werner W., Paulissen D. (1992): *Zeigerwerte von Pflanzen in Mitteleuropa*. Scripta Bot., Gottingen.
2. Fiek E. (1881): *Flora von Schlesien*. Breslau, JU. Kerns Verlag.
3. Jędrzejko K., Klama H., Żarnowiec J. (1997): *Zarys wiedzy o roślinach leczniczych*. Katowice, Śląska Akademia Medyczna.
4. Jędrzejko K., Olszewski P. (2006a): *Analiza różnicowania gatunkowego i specyfiki ekologicznej flory naczyniowej na terenach poeksploatacyjnych wybranych likwidowanych kopalń węgla kamiennego w Zagłębiu Dąbrowskim (GOP)*. Prace Naukowe GIG. Górniczo i Środowisko nr 3.
5. Jędrzejko K., Olszewski P. (2006b): *Flora synantropijna terenów poeksploatacyjnych kopalni węgla kamiennego „Niwka-Modrzejów” w Sosnowcu (Zagłębie Dąbrowskie)*. Zeszyty Naukowe WSE w Sosnowcu z. 2.
6. Mirek Z., Piękoś-Mirkowa H., Zając A., Zając M. (2002): *Krytyczna lista roślin naczyniowych Polski*. Guidebook Ser. No. 15, Polish Academy of Science W. Szafer Institute of Botany, Kraków.
7. Olszewski P. (2001): *Flora synantropijna terenów poeksploatacyjnych Kopalni Węgla Kamiennego „Sosnowiec” (Zagłębie Dąbrowskie)*. W: Materiały z IX Konferencji nt. Zapobieganie zanieczyszczeniu środowiska, 13–14 grudnia, Szczyrk 2001. Bielsko-Biała, Zakł. Ochr. Środ. A.T.H.
8. Olszewski P. (2003): *Flora synantropijna terenów poeksploatacyjnych Kopalni Węgla Kamiennego „Saturn” w Czeladzi (Zagłębie Dąbrowskie)*. Archiwum Ochrony Środowiska Vol. 29 No. 1, s. 81–98.
9. Raunkiaer C. (1905): *Types biologiques pour la geographie botanique*. Overs. Kongel. Danske Vidensk. Selsk. Forh. Medlemmers Arbeider (5), s. 347–437.
10. Rostański A. (2006): *Spontaniczne kształtowanie się pokrywy roślinnej na zwałowiskach po górnictwie węgla kamiennego na Górnym Śląsku*. Katowice, Wydaw. Uniwersytetu Śląskiego.
11. Rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 9 lipca 2004 r. w sprawie gatunków dziko występujących roślin objętych ochroną (Dziennik Ustaw z dnia 28 lipca 2004 r.) na podstawie art. 48 Ustawy z dnia 16 kwietnia 2004 r. o ochronie przyrody.
12. Rutkowski L. (1998): *Klucz do oznaczania roślin naczyniowych Polski Niżowej*. Warszawa, PWN.
13. Sendek A. (1984): *Rośliny naczyniowe Górnośląskiego Okręgu Przemysłowego*. Warszawa, PWN.
14. Szafer W. (1977): *Szata roślinna Polski*. Warszawa, PWN.

15. Tokarska-Guzik B. (2006): *The Establishment and Spread of Alien Plant Species (Kenophytes) In the Flora of Poland*. Katowice, Wydaw. Uniwersytetu Śląskiego.
16. Tokarska-Guzik B., Rostański A. (1998): *Flora naczyniowa miasta Czeladź*. Acta Biologica Silesiana. Wydaw. Uniwersytetu Śląskiego t. 33, s. 12–58.
17. Uechtritz R. (1878–1885): *Resultate der Durchforschung der schlesischen Phanerogamenflora im Jahre 1878–1885*. jahres – Ber. D. Schkes. Gesell. F. vaterl. Cultur 56, s. 154–176, 57, s. 323–349, 60, s. 243–284, 61, s. 249–300, 62, s. 309–341, 63, s. 216–276.
18. Woźniak G. (2001): *Flora roślin naczyniowych osadników ziemnych wód kopalnianych – nieużytków poeksploatacyjnych na Górnym Śląsku*. Uniwersytet Śląski w Katowicach, Katedra Geobotaniki i Ochrony Przyrody, s. 7–46.
19. Zarzycki K. i inni (2002): *Ekologiczne liczby wskaźnikowe roślin naczyniowych Polski*. Kraków, Instytut Botaniki PAN.

Recenzent: dr Leszek Trząski

Adam Smoliński

STANOWISKO DO BADAŃ REAKTYWNOŚCI WĘGLI W PROCESIE ZGAZOWANIA W REAKTORZE ZE ZŁOŻEM STAŁYM

Streszczenie

Rozwój technologii produkcji wodoru z gazu syntezowego otrzymywanego przez zgazowanie węgla wymaga prowadzenia systematycznych badań nad wytypowaniem do tego procesu węgla o najlepszych właściwościach. Miara przydatności węgla do procesu produkcji wodoru jest jego reaktywność. Do tej pory nie opracowano jednak znormalizowanych metod badania reaktywności węgla.

W artykule opisano opracowane w Zakładzie Oszczędności Energii i Ochrony Powietrza GIG, kompletne stanowisko do badań reaktywności węgla w procesie zgazowania, w reaktorze ze złożem stałym, przeznaczonych do produkcji gazu bogatego w wodór.

Design and construction of a laboratory scale fixed bed reactor installation for testing of coal reactivity in a gasification process

Abstract

Progress in hydrogen production from syngas, as a product of coal gasification process, demands undertaking systematic research works on selecting optimal coals in terms of process requirements. The factor determining coal suitability for hydrogen production is its reactivity. There are no existing standardized methods of coal reactivity testing. The main task of the work presented was a design and construction of a complete fixed bed reactor installation for coal reactivity testing in the gasification process, oriented on hydrogen-rich gas production.

WPROWADZENIE

Polska jest jednym ze światowych liderów w produkcji węgla (tabl. 1). Zasoby węgla znajdujące się na jej obszarze stanowią około 50% zasobów występujących we wszystkich krajach Unii Europejskiej (Państwowy Instytut Geologiczny). Tak duże zasoby węgla, zwłaszcza kamiennego, stanowią niewątpliwą szansę dla Polski na arenie międzynarodowej w sektorze energetycznym, zwłaszcza z uwagi na opublikowaną przez Komisję Europejską 8 marca 2006 roku „Zieloną Księgę: Europejska Strategia na rzecz Zrównoważonej, Konkurencyjnej i Bezpiecznej Energii”, w której przewidziano około 60% wzrost zapotrzebowania na energię do 2030 roku. Komisja Europejska wskazała w niej również na konieczność zwiększenia o około 70% importu ropy naftowej i gazu ziemnego oraz na niedostateczny poziom konkurencyjności na wewnętrznym europejskim rynku energii elektrycznej i gazu ziemnego.

W Polsce z uwagi na bogate zasoby węgla sprawami priorytetowymi powinny być: tzw. wdrażanie czystych technologii węglowych, ze szczególnym uwzględnieniem technologii produkcji syntetycznego gazu naturalnego (SNG) (Watanabe 1999) oraz opracowanie technologii produkcji nowego, przyjaznego środowisku nośnika energii, jakim jest wodór otrzymywany z gazu syntezowego (Chiesa i inni 2005;

Gambini, Vellini 2005; Gray, Tomlinson 2002; Kreutz i inni 2005; Lin i inni 2005; Stiegel, Ramezan 2006). Priorytety te są zgodne z przedstawionymi w Zielonej Księdze założeniami nowej polityki energetycznej UE, której podstawę stanowią:

- zrównoważony rozwój,
- konkurencyjność,
- bezpieczeństwo dostaw i pełna synergia między nimi.

Tablica 1. Zestawienie geologicznych zasobów bilansowych i wydobycia surowców energetycznych w Polsce w 2004 roku (Państwowy Instytut Geologiczny)

Wyszczególnienie	Zasoby bilansowe – stan na 2004 rok, mln t ^{*)}	
	zasoby ogółem	zasoby zagospodarowane
Surowce energetyczne Polski:	56 473,12	17 992,10
w tym stałe:	56 214,31	17 829,58
Gaz ziemny	154,35	127,72
Metan pokładów węgla	84,94	16,54
Ropa naftowa	19,52	18,26
Węgle brunatne	13 634,93	1 788,88
Węgle kamienne	42 579,38	16 040,70

^{*)} gaz ziemny w mld m³.

Wynikiem wdrażania tzw. czystych technologii węglowych powinna być poprawa sprawności instalacji przemysłowych oraz obniżenie emisji zanieczyszczeń (głównie CO₂, SO₂, NO_x) do atmosfery, co stanowi odpowiedź na wymagania stawiane przez Komisję Europejską w zakresie ochrony środowiska naturalnego.

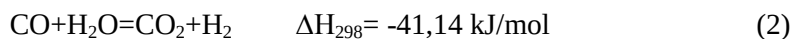
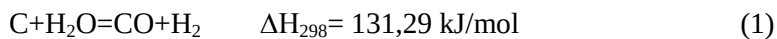
1. PRODUKCJA WODORU NA DRODZE ZGAZOWANIA WĘGLA

Proces zgazowania węgla jest powszechnie znany. Wyczerpujące informacje na temat zgazowania można znaleźć w literaturze technicznej (Ageeva, Chernenkov 1993; Cox 2004; DeBiasi 2003; Hauserman 1994; Mondal i inni 2005; Pierce 2003; Ruby, Johnson, Ziock 2004; Stańczyk 1989; Szuba, Michalik 1983; Vamvuka 1999).

Wśród najczęściej stosowanych metod zgazowania są wymieniane:

- zgazowanie w złożu stałym (quasi-stacjonarnym) – technologia Sasol – Lurgi,
- zgazowanie w złożu fluidalnym – technologia HTW, KRW,
- zgazowanie w reaktorze strumieniowym – technologie SHELL i GE-TEXACO.

Wodór może być produkowany z gazu syntezowego otrzymanego na drodze zgazowania węgla parą wodną. Typowy skład tego gazu przedstawiono w tablicy 2. W uproszczeniu proces zgazowania można przedstawić w postaci dwóch równań reakcji chemicznych:



Podczas tego procesu zachodzą reakcje uboczne, prowadzące do emisji zanieczyszczeń (siarkowodoru, siarczku karbonylu, azotu, argonu, amoniaku oraz HCN) (US Department... 2005).

Tablica 2. Typowy skład gazu syntezowego (US Department... 2005)

Składnik	%, obj.
Wodór	25–30
Tlenek węgla	30–60
Dwutlenek węgla	5–15
Para wodna	2–30
CH ₄	0–5
Siarkowodór	0,2–1
Siarczek karbonylu	0–0,1
Azot	0,5–4
Argon	0,2–1
Amoniak + HCN	0–0,3

2. REAKTYWNOŚĆ WĘGLA

Reaktywność węgla określa szybkość jego reakcji z substratem, takim jak na przykład tlen, dwutlenek węgla czy para wodna (Smoliński, Howaniec, Stańczyk 2006). Matematycznie reaktywność można przedstawić jako ubytek masy węgla w czasie

$$R = \frac{1}{m_0} \frac{dm}{dt} \quad (3)$$

gdzie:

m_0 – masa początkowa próbki węgla,

m – masa chwilowa próbki węgla,

$\frac{dm}{dt}$ – ubytek masy przy stopniu konwersji węgla równym 50%.

Wielkość $\frac{dm}{dt}$ pozwala na scharakteryzowanie węgla oraz dostarcza informacji na temat sprawności procesu spalania/zgazowania produktów ubocznych procesu oraz przydatności danego węgla do analizowanego procesu. Wielkość ta powinna być brana pod uwagę przy projektowaniu i eksploatacji przemysłowych układów spalania i zgazowania węgla.

3. PROJEKT STANOWISKA DO BADAŃ REAKTYWNOŚCI WĘGLI W PROCESIE ZGAZOWANIA W REAKTORZE ZE ZŁOŻEM STAŁYM

Instalację laboratoryjną do badań nad zgazowaniem węgla do gazu bogatego w wodór przedstawiono na fotografii 1. Czynnikiem zgazowującym w badanym

procesie jest para wodna, wytwarzana w wytwornicy pary, do której woda jest dostarczana za pomocą pompy (fot. 2), której maksymalna wydajność wynosi 2,64 l/h. Para wodna wraz z gazem nośnym jest doprowadzana do reaktora umieszczonego wewnątrz pieca oporowego sterowanego komputerowo. Centralną część instalacji stanowi ciśnieniowy reaktor ze złożem stałym (fot. 3). W reaktorze znajduje się termopara, służąca do kontroli temperatury. Ciśnienie panujące wewnątrz reaktora jest kontrolowane ciśnieniomierzem umieszczonym na wylocie z reaktora oraz regulatorem ciśnienia. Powstający w procesie gaz zostaje osuszony w tzw. pułapce wodnej. Ilość gazu powstającego podczas procesu jest mierzona za pomocą przepływomierza, natomiast skład gazów wylotowych jest analizowany w sposób ciągły przy użyciu przenośnego mikrochromatografu gazowego.



Fot. 1. Laboratoryjna instalacja do zgazowania węgla z reaktorem ze złożem stałym: 1 – wloty, zawory i regulatory przepływu gazu nośnego i /lub gazów reakcyjnych, 2 – wytwornica pary, 3 – pompa, 4 – piec oporowy, 5 – reaktor, 6 – termopara, 7 – ciśnieniomierz, 8 – regulator ciśnienia, 9 – tzw. pułapka wodna, 10 – przepływomierz, 11 – sterowanie komputerowe, 12 – przenośny mikrochromatograf gazowy

Fig. 1. The laboratory-scale fix bed reactor installation for coal gasification: 1 – gases inlets (valves, flow regulators), 2 – steam generator, 3 – pump, 4 – resistance furnace, 5 – fix bed reactor, 6 – thermocouple, 7 – manometer, 8 – pressure regulator, 9 – water trap, 10 – flow meter, 11 – furnace temperature control, 12 – gas chromatograph

Reaktor umożliwia badanie różnorodnych reakcji związanych z chemiczną przeróbką węgla, w obecności wodoru, pary wodnej, tlenku węgla, tlenu, azotu i powstających produktów reakcji. Reaktor został przystosowany do pracy w następujących warunkach:

- ciśnienie maksymalne – 5 MPa,
- temperatura maksymalna – 900°C.

Jako materiał konstrukcyjny zastosowano stop żarowytrzymały, odporny na korozyjne działanie substancji znajdujących się w reaktorze. Do reaktora próbki węgla są wprowadzane przez odkręcaną pokrywę górną, a reagenty gazowe przez króciec wkręcony w pokrywę dolną. W przypadku badania reaktywności węgla w procesie zgazowania parą wodną, para jest dostarczana do reaktora wraz z gazem nośnym (azotem).



Fot. 2. Pompa wodna (a) wytwornica pary (b)

Fig. 2. Water pump (a) and steam generator (b)



Fot. 3. Ciśnieniowy reaktor ze złożem stałym

Fig. 3. Pressure fixed bed reactor

Reaktor jest zamocowany na specjalnie zaprojektowanym statywie i ogrzewany za pomocą dwustrefowego pieca oporowego (fot. 4).



Fot. 4. Reaktor i piec oporowy zamontowany na statywie

Fig. 4. Fixed bed reactor and resistance furnace

4. BADANIE REAKTYWNOŚCI WĘGLI ENERGETYCZNYCH

Do badań wytypowano węgle energetyczne z kopalni „Ziemowit”, które ze względu na zasoby i cenę, mogą stanowić surowiec do procesu przemysłowego zgazowania. Próbkę węgla z pokładu 206 (o symbolu SW80) i z pokładu 215 (o symbolu SW81) przebadano pod kątem reaktywności w procesie zgazowania tlenem oraz w procesie zgazowania parą wodną.

Z uwagi na brak znormalizowanej metodyki badania reaktywności, jako miarę tej wielkości przyjęto iloraz ilości głównego produktu gazowego (tj. CO_2 i H_2 odpowiednio w procesie zgazowania tlenem i parą wodną) powstającego w ustalonym czasie (15,8 i 25,5 min odpowiednio dla zgazowania tlenem i parą wodną) do całkowitej ilości tego gazu, powstającego w czasie trwania testu. Poniżej przedstawiono główne reakcje procesu zgazowania węgla tlenem:



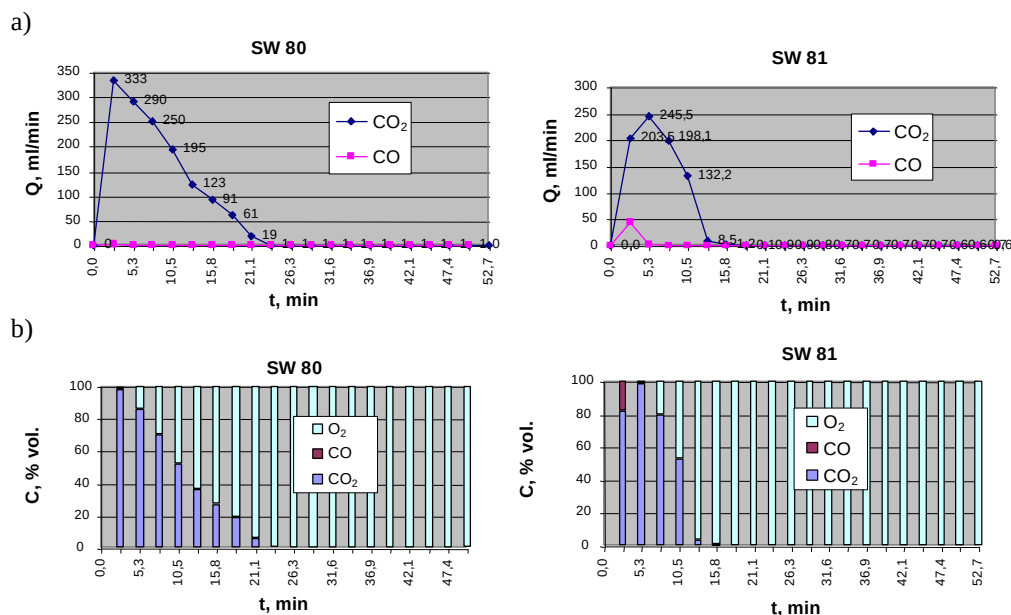
Główne etapy procesu zgazowania parą wodną przedstawiają równania (1) i (2).

Przyjęto następujące parametry badań reaktywności węgla w procesie zgazowania:

- masa próbki: 3,1 g węgla,
- temperatura: 700°C ,
- proces bezciśnieniowy,
- skład mieszaniny zgazowującej: 328 ml O_2 /min i 493 ml N_2 /min – w przypadku zgazowania tlenem oraz 3 ml $\text{H}_2\text{O}_{\text{para}}$ /min i 493 ml N_2 /min w przypadku zgazowania parą wodną,

- analiza składu gazowych produktów procesu zgazowania tlenem/parą wodną była prowadzona w sposób ciągły za pomocą chromatografu gazowego,
- czas prowadzenia testu: 1 godzina.

Zmiany natężenia przepływu głównych produktów zgazowania badanych prób węgla oraz skład procentowy mieszaniny gazowej powstającej w procesie ich zgazowania tlenem przedstawiono na rysunku 1. Odczyt natężenia przepływu oraz pomiar składu procentowego mieszaniny następował co 2,6 min. W tabelicy 3 podano ilości produktów powstających w kolejnych przedziałach czasu, w pierwszych 15,8 min testu oraz całkowitą ilość gazowych produktów reakcji powstających w czasie 1 godziny. Z danych przedstawionych na rysunku 1 wynika, że czas 15,8 min jest średnim czasem intensywnego tworzenia się produktów gazowych.



Rys. 1. Natężenia przepływu głównych produktów reakcji (a) oraz skład procentowy mieszaniny gazowej powstającej w procesie zgazowania tlenem badanych próbek węgla SW80 i SW81 (b)

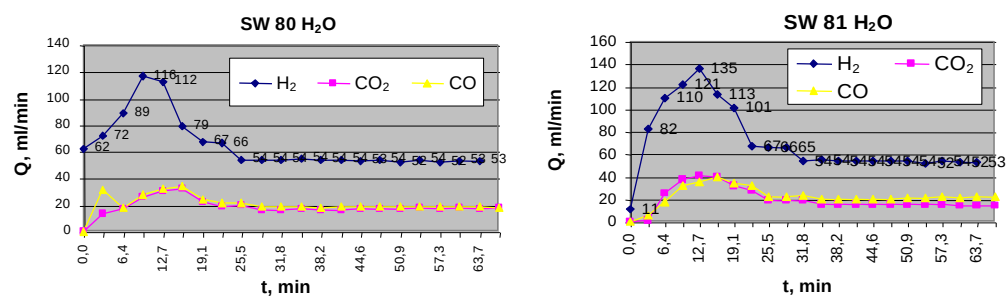
Fig. 1. Main reaction products flows and (a) percentage composition of the gaseous mixture – product of oxygen gasification of coal samples SW80 and SW81(b)

Proces zgazowania węgla parą wodną wykonano w ściśle określonych warunkach, dobranych na podstawie analizy literatury (Smoliński, Howaniec, Stańczyk 2006). Odczyt natężenia przepływu oraz pomiar składu procentowego mieszaniny następował co 3,2 min. Zmiany natężenia przepływu głównych produktów zgazowania parą wodną oraz skład procentowy mieszaniny gazowej, powstającej w procesie zgazowania, przedstawiono na rysunku 2. W tabelicy 4 podano ilości powstających produktów w kolejnych przedziałach czasu, podczas pierwszych 25,5 min trwania testu (średni czas intensywnego tworzenia się produktów gazowych) oraz całkowitą ilość powstającego CO_2 , CO i H_2 w czasie 1 godziny prowadzenia testu.

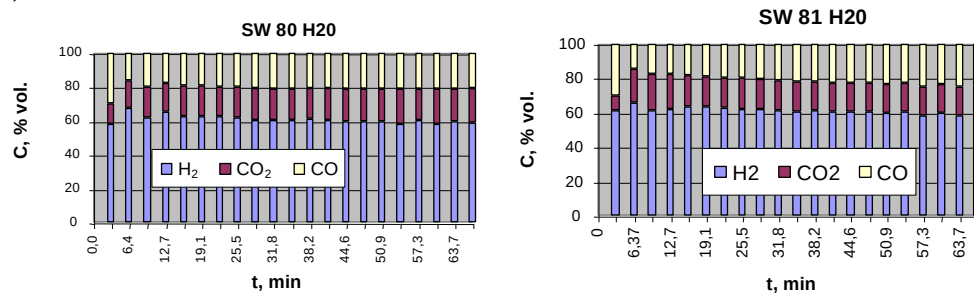
Tablica 3. Produkty gazowe powstające w procesie zgazowania węgla tlenem

Czas zgazowania t, min	Próbki węgla			
	SW80		SW81	
	CO ₂ , ml	CO, ml	CO ₂ , ml	CO, ml
0–2,6	865	7	529	115
2,6–5,3	754	0	638	7
5,3–7,9	650	0	515	0
7,9–10,5	507	0	344	0
10,5–13,2	319	0	22	0
13,2–15,8	238	2	3	0
15,8–18,4	158	0	0	0
18,4–21,1	50	0	2	0
21,1–23,7	2	2	2	0
23,7–26,3	2	0	2	0
26,3–29,0	2	0	2	0
29,0–31,6	2	0	2	0
31,6–34,2	2	0	2	0
34,2–36,9	2	0	2	0
36,9–39,5	2	0	2	0
39,5–42,1	2	0	2	0
42,1–44,8	2	0	2	0
44,8–47,4	2	0	2	0
47,4–50,0	2	2	2	0
50,0–52,7	2	0	2	0
A = razem, ml	3562	12	2076	121
B = razem, ml t = 15,8 min	3332	9	2051	121
B/A · 100%	94	72	99	100

a)



b)



Rys. 2. Natężenia przepływu głównych produktów reakcji (a) oraz skład procentowy mieszaniny gazowej powstającej w procesie zgazowania parą wodną badanych próbek węgla SW80 i SW81(b)

Fig. 2. Main reaction products flows and (a) percentage composition of the gaseous mixture – product of steam gasification of coal samples SW80 and SW81(b)

Tablica 4. Produkty gazowe powstające w procesie zgazowania węgla parą wodną

Czas zgazowania t, min	Próbki węgla					
	SW80			SW81		
	CO ₂ , ml	CO, ml	H ₂ , ml	CO ₂ , ml	CO, ml	H ₂ , ml
0–2,6	43	100	199	5	17	35
2,6–5,3	55	57	231	79	57	264
5,3–7,9	83	90	284	119	100	352
7,9–10,5	96	102	373	129	112	388
10,5–13,2	103	109	359	125	127	433
13,2–15,8	71	77	251	102	107	362
15,8–18,4	60	68	215	89	102	324
18,4–21,1	62	69	212	61	68	213
21,1–23,7	53	59	174	61	70	212
23,7–26,3	53	60	173	61	73	209
26,3–29,0	53	59	173	50	63	173
29,0–31,6	53	59	174	50	62	174
31,6–34,2	53	59	173	49	64	173
34,2–36,9	54	60	172	49	64	172
36,9–39,5	54	61	171	48	64	173
39,5–42,1	54	60	172	48	66	172
42,1–44,8	57	61	168	48	65	173
44,8–47,4	54	60	172	49	70	166
47,4–50,0	58	61	167	46	67	172
50,0–52,7	54	61	170	47	71	168
A = razem, ml	1223	1392	4182	1315	1490	4507
B = razem, ml t = 25,5 min	574	672	2124	709	690	2371
B/A · 100%	47	48	51	54	46	53

PODSUMOWANIE

W artykule zaprezentowano kompletne stanowisko do badań reaktywności węgla w procesie zgazowania w reaktorze ze złożem stałym. Przedstawiono również wyniki badań reaktywności węgla energetycznych z pokładów 206 i 215 kopalni „Ziemowit” w procesie zgazowania tlenem oraz parą wodną. Jako miarę reaktywności węgla w badanych procesach przyjęto iloraz ilości głównego produktu gazowego, powstającego w założonym przedziale czasu do całkowitej ilości tego gazu, powstającego w całym czasie trwania testu. Wartości te dla badanych próbek węgla SW81 i SW80 wynosiły: 99 i 94% oraz 53 i 51%, odpowiednio: w procesie zgazowania tlenem oraz parą wodną.

Literatura

1. Ageeva T.V., Chernenkov I.I. (1993): *Industrial hydrogen production by means of coal gasification*. Khim. Tverd. Topl. nr 6.
2. Chiesa P., Consonni S., Kreutz T., Williams R. (2005): *Co-production of hydrogen, electricity and CO₂ from coal with commercially ready technology*. Part A: *Performance and emissions*. International Journal of Hydrogen Energy Vol. 30.
3. Cox A.W. (2004): *Hydrogen from coals. Prospects and challenges*. Energy World Vol. 321.
4. DeBiase V. (2003): *FutureGen IGCC to convert coal into hydrogen and electric power*. Gas Turbine World Vol. 33(4).

5. Gambini M., Vellini M. (2005): *Comparative analysis of H₂/O₂ cycle power plants based on different hydrogen production systems from fossil fuels*. International Journal of Hydrogen Energy Vol. 30.
6. Gray D., Tomlinson G. (2002): *Hydrogen from Coal*. Mitretek Technical Paper, MTR 31.
7. Hauserman W.B. (1994): *High Yield Hydrogen Production by Catalytic Gasification of Coal or Biomass*. Int. J. Hydrogen Energy Vol. 19(5).
8. Kreutz T., Williams R., Consonni S., Chiesa P. (2005): *Co-production of hydrogen, electricity and CO₂ from coal with commercially ready technology*. Part B: *Economic analysis*, International Journal of Hydrogen Energy Vol. 30, Issue 7, s. 769–784.
9. Lin S.Y., Harada M., Suzuki Y., Hatano H. (2005): *Process analysis for hydrogen production by reaction integrated novel gasification (HyPr-RING)*. Energy Conversion and Management Vol. 46.
10. Mondal K., Piotrowski K., Dasgupta D., Hippo E., Wiltowski T. (2005): *Hydrogen from coal in a single step*. Ind. Eng. Chem. Res. Vol. 44.
11. Państwowy Instytut Geologiczny <http://www.pgi.gov.pl/>
12. Pierce J. (2003): *Gasification of coal could provide clean energy*. Engineer Vol. 292.
13. Ruby J., Johnson A.A., Ziock H. (2004): *Gasification for carbon capture and zero emission*. SME Annu. Meet. Prepr. Vol. 961.
14. Smoliński A., Howaniec N., Stańczyk K. (2006): *Metody badania reaktywności węgla w procesach spalania i zgazowania*. Prace Naukowe GIG. Górnictwo i Środowisko nr 4.
15. Stańczyk K. (1989): *Wpływ warunków hydropirolizy węgla na reaktywność karbonizatu w procesach spalania i zgazowania*. Wrocław, Instytut Chemii i Technologii Nafty i Węgla Politechniki Wrocławskiej (Praca doktorska).
16. Stiegel G.J., Ramezan M. (2006): *Hydrogen from coal gasification: An economical pathway to a sustainable energy future*. International Journal of Coal Geology Vol. 65.
17. Szuba J., Michalik L. (1983): *Karbochemia – Zarys rozwoju*. Katowice, Wydaw. „Śląsk”.
18. US Department of Energy (2005): *Office of Fossil Energy, Hydrogen from Coal Program, Research, Development and Demonstration Plan for the Period 2004 through 2015, External draft for Review*.
19. Vamvuka D. (1999): *Gasification of Coal, Energy Explor. Exploit.* Vol. 17(6).
20. Watanabe H. (1999): *CO₂ removal from synthetic natural gas for city gas use*. Journal of Membrane Science Vol. 154.
21. Zielona Księga (2006): *Europejska strategia na rzecz zrównoważonej, konkurencyjnej i bezpiecznej energii*. Komisja Wspólnot Europejskich, KOM.

Recenzent: doc. dr hab. inż. Jan Wachowicz

Józef Knechtel

PRZEWIDYWANE ZAGROŻENIE KLIMATYCZNE W KOPALNIACH I ZWIĄZANE Z TYM ZAPOTRZEBOWANIE NA MOC CHŁODNICZĄ

Streszczenie

W artykule przedstawiono wyniki oszacowania przewidywanego zagrożenia klimatycznego w jedenastu najbardziej zagrożonych kopalniach węgla kamiennego. W kopalniach tych temperatura pierwotna skał jest wyższa od 40°C lub będzie wyższa od 40°C w najbliższych latach. W celu wykonania alternatywnych prognoz klimatycznych dla tych kopalń, na podstawie informacji uzyskanych od kierowników Działów Wentylacji, określono średnie wydobywanie ze ścian dla danego przedziału temperatury pierwotnej skał, jak również najbardziej typowe dane górniczo-techniczne dla oddziału wydobywczego. Dane te wykorzystano do obliczenia potrzebnych mocy chłodniczych zapewniających prawidłowe warunki klimatyczne w rejonie wydobywczym o określonym wydobywaniu i temperaturze pierwotnej skał. Analogiczne prognozy klimatyczne oraz obliczenia potrzebnej mocy chłodniczej wykonano dla drążonych chodników podścianowych. Sumując obliczone moce chłodnicze uzyskano potrzebną moc chłodniczą dla całej kopalni, a następnie dla wszystkich jedenastu kopalń o największym zagrożeniu klimatycznym. Uzyskane wyniki są podstawą do określenia zapotrzebowania na urządzenia chłodnicze.

Foreseen climatic hazard in mines and associated cooling power demand

Abstract

In his work an assessment was carried out for future climatic hazard level in the 11 hard coal mines with the gravest climatic hazard. In these mines virgin rock temperature is above 40°C or it will exceed that threshold in the coming years. Basing on the information obtained from mine ventilation officers in these mines the production output level was assumed for a given range of virgin rock temperature conditions. Also, the typical conditions and mining parameters values were assumed for every mining panels in these mines. On this basis a set of variant prognoses of climatic conditions was prepared for each of the panel. Basing on the calculated results the cooling power values were estimated for desired climatic conditions in given panel at a given output level and virgin rock temperature. Similarly, climatic prognoses and calculations of the needed cooling power were performed for driven longwall galleries. Aggregated power values gave the total value of cooling power needed for the 11 mines having the highest climatic hazard.

WPROWADZENIE

W związku z wyczerpywaniem się złóż węgla, coraz częściej prowadzi się eksploatację poniżej 1000 m, gdzie temperatura pierwotna skał jest dużo wyższa od 40°C i niejednokrotnie dochodzi do 50°C (Knechtel 2005; Knechtel, Gapiński 2005). Równocześnie z uwagi na potrzeby ekonomiczne, konieczna jest jak największa koncentracja wydobywania, co powoduje zwiększanie strumienia ciepła wnikałego do powietrza kopalnianego w oddziale wydobywczym (rzędu 5 MW i więcej). Problem ten w najbliższym czasie będzie dotyczył kopalń Jastrzębskiej Spółki Węglowej

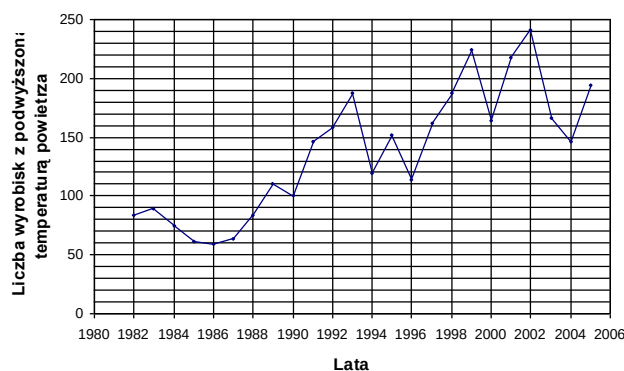
(Szlązak, Tor, Jakubów 2004, 2005), a dotyczy już kopalń „Darkov” i Česko-Slovenska Armada na Morawach (Knechtel 2005). Ponadto, z przyczyn ekonomicznych wzrasta liczba wyrobisk ścianowych, w których prowadzi się eksploatację podziemną. Wydobywanie ze ścian prowadzonych poniżej poziomu udostępnienia stanowi około 50% całego wydobywania i ma tendencję wzrostową (Bezpieczne prowadzenie... 2006). Powoduje to wzrost zagrożenia klimatycznego, ponieważ na podziemiu temperatura pierwotna skał jest wyższa, dłuższe są drogi dopływu powietrza świeżego, jak również jest utrudnione zapewnienie odpowiedniej intensywności przewietrzania wyrobisk, w których są prowadzone roboty podziemne, zwłaszcza drażnione wyrobiska ślepe (Bezpieczne prowadzenie... 2006). W takiej sytuacji problem stanowi nie tylko zapewnienie temperatury powietrza nie wyższej od 28°C, ale również temperatury nie wyższej od 33°C, ponieważ klasyczne sposoby klimatyzacji wyrobisk są niewystarczające.

1. PRZEWIDYWANE ZAGROŻENIE KLIMATYCZNE W KOPALNIACH O NAJWYŻSZEJ TEMPERATURZE PIERWOTNEJ SKAŁ

1.1. Wprowadzenie

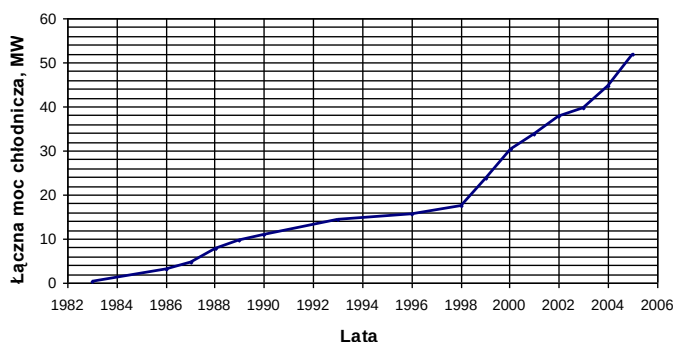
W Zakładzie Aerologii Górniczej GIG od 1982 roku są wykonywane analizy stanu zagrożenia klimatycznego w polskich kopalniach węgla kamiennego. Wyniki tych analiz są publikowane w raportach rocznych o stanie podstawowych zagrożeń naturalnych i technicznych w górnictwie węgla kamiennego (Raporty roczne 1993–2005). Na ich podstawie stwierdzono, że liczba wyrobisk z podwyższoną temperaturą powietrza ($t > 28^{\circ}\text{C}$) wyraźnie wzrasta (Raporty roczne 1993–2005). Zmiany te przedstawiono na rysunku 1. Można zauważyć, że były lata, w których liczba wyrobisk z podwyższoną temperaturą powietrza była mniejsza w porównaniu z rokiem poprzedzającym. Ogólnie jednak, pomimo znacznego wzrostu potencjału chłodniczego w kopalniach węgla kamiennego, zarysowuje się wyraźna tendencja wzrostowa. Na rysunku 2 przedstawiono zmiany potencjału chłodniczego w polskich kopalniach węgla kamiennego w latach 1983–2005. Z rysunku tego wynika, że w latach 1983–1998 obserwowano umiarkowany wzrost potencjału chłodniczego. Od 1998 roku wzrost ten jest bardziej dynamiczny.

Zmiany stanu zagrożenia klimatycznego w jedenastu kopalniach węgla kamiennego, w których temperatura pierwotna skał otaczających wyrobiska eksploatacyjne lub przygotowawcze aktualnie wynosi 40°C i więcej (lub w najbliższym czasie osiągnie wartość 40°C) będą szczegółowo analizowane (Knechtel 2006d). Do grupy tej zaliczono kopalnie: „Halemba”, „Wujek-Śląsk”, „Borynia”, „Bielszowice”, „Zofiówka”, „Budryk”, „Pniówek”, „Rydułtowy-Anna”, „Sośnica-Makoszowy”, „Jas-Mos” i „Staszic”. W wymienionych kopalniach jest najwięcej wyrobisk z podwyższoną temperaturą powietrza. W 1996 roku było łącznie 59,6% takich wyrobisk, a w 2005 roku – 84%. W kopalniach tych też są zainstalowane urządzenia o największym potencjale chłodniczym.



Rys. 1. Liczba wyrobisk z podwyższoną temperaturą powietrza w latach 1982–2005

Fig. 1. Number of working with air temperature above the legal threshold in the period 1982–2005



Rys. 2. Wzrost potencjału chłodniczego w polskich kopalniach węgla kamiennego

Fig. 2. The increase of cooling power potential in Polish mining

1.2. Zagrożenie klimatyczne w rejonach wydobywczych

Przewidywane zagrożenie klimatyczne postanowiono oszacować na podstawie wyników prognoz klimatycznych. Wykorzystano informacje uzyskane w Działach Wentylacji najbardziej zagrożonych klimatycznie kopalń węgla (w których $t_{pg} \geq 40^\circ\text{C}$), a dotyczące liczby ścian prowadzonych jednocześnie, średniego wydobywania ze ściany (m_w) i przewidywanego czasu istnienia kopalni. Z informacji tych wynika, że czas istnienia wymienionych kopalń wynosi od 12 do 50 lat, przy czym w dziewięciu z nich będzie prowadzona eksploatacja dłużej niż 20 lat. Przewiduje się, że wydobywanie z jednej ściany w kopalni o temperaturze pierwotnej skał równej 46°C i wyższej, będzie wahało się od 2000 do 2500 t/d, wydobywanie ze ściany o temperaturze pierwotnej około 44°C wyniesie od 2500 do 6000 t/d, ze ściany prowadzonej w górotworze o temperaturze 42°C będzie wynosić od 3000 do 6000 t/d, a wydobywanie ze ściany prowadzonej w skałach o temperaturze pierwotnej równej 40°C – od 2500 do 4000 t/d. Postanowiono więc wykonać prognozy klimatyczne dla następujących wariantów:

- dla temperatury pierwotnej skał $t_{pg} = 46^\circ\text{C}$, $m_w = 2000$ oraz 2500 t/d,
- dla temperatury pierwotnej skał $t_{pg} = 44^\circ\text{C}$, $m_w = 2500$, 3000, oraz 6000 t/d,

- dla temperatury pierwotnej skał $t_{pg} = 42^{\circ}\text{C}$, $m_w = 3000, 3500$, oraz 6000 t/d ,
- dla temperatury pierwotnej skał $t_{pg} = 40^{\circ}\text{C}$, $m_w = 2500$ oraz 4000 t/d .

Rozpatrywano rejon eksploatacyjny składający się z następujących wyrobisk: pochylnia, chodnik podścianowy, ściana eksploatacyjna, chodnik nadścianowy. Przyjęto również, że wysokości geodezyjne przekrojów wlotu powietrza do chodnika podścianowego i do ściany różnią się o 75 m. Stąd temperatura pierwotna skał w przekroju wlotu powietrza do ściany była o 2°C wyższa od temperatury pierwotnej skał w przekroju wlotu powietrza do rejonu. W celu uzyskania większej dokładności wyników obliczeń chodnik podścianowy podzielono na cztery odcinki, a ścianę eksploatacyjną na sześć odcinków. Przyjęto system przewietrzania typu „U”. W tym przypadku na pierwszych metrach frontu ściany powietrze przedostawało się do zrobów, a od połowy długości frontu ściany, ogrzane w zrobach powietrze wracało do prądu głównego w ścianie. Doświadczenia uzyskane w kopalniach wykazały, że wspomniane ucieczki powietrza wzdłuż frontu ściany wynoszą około 20%. Moce zainstalowanych urządzeń energomechanicznych w chodniku podścianowym i w ścianie eksploatacyjnej przyjęto proporcjonalnie do wydobywania i masy transportowanego urobku. Założono, że do ściany dopływa $20 \text{ m}^3/\text{s} = 1200 \text{ m}^3/\text{min}$ powietrza. Temperaturę powietrza świeżego wpływającego do rejonu, przyjęto 27°C dla okresu letniego oraz 24°C dla okresu zimowego. Przykładowe dane początkowe do prognozy klimatycznej dla rejonu wydobywczego, prowadzonego w skałach o temperaturze pierwotnej równej 46°C i wydobywaniu ze ściany równym 2000 t/d , zestawiono w tablicy 1. Podobne tablice sporządzono dla temperatury pierwotnej skał wynoszącej: $44, 42$ i 40°C oraz wydobywania ze ściany: $2500, 3000, 3500, 4000$ i 6000 t/d . Obliczenia wykonano według metody prognozowania warunków klimatycznych dla wyrobisk z opływowym prądem powietrza, opracowanej w Zakładzie Aerologii Górniczej GIG, a opisanej w pracy (Holek 1990). Szczegółowe wyniki obliczeń podano w dokumentacji statutowej GIG (Knechtel 2006d). W niniejszym artykule wyniki obliczeń temperatury i stopnia zanieczyszczenia powietrza w przekroju wypływu powietrza ze ściany podano w tablicach 2 i 3. Przebiegi prognozowanej temperatury powietrza w oddziale wydobywczym dla różnych wariantów temperatury pierwotnej skał i wydobywania ze ściany (dla okresu letniego) przedstawiono na rysunku 3. Z rysunku wynika, że w okresie letnim temperatura powietrza wyższa od 28°C wystąpi już w pochylni. Temperatura powietrza wyższa od 33°C wystąpi w chodniku podścianowym i to niezależnie od pory roku. Dla chodnika podścianowego i dla ściany eksploatacyjnej badano przyrost strumienia entalpii powietrza ΔE . W chodniku podścianowym będzie wynosił on od 759 do 1383 kW; w okresie letnim średnio 864 kW, a w okresie zimowym średnio 1043 kW. W ścianie eksploatacyjnej wspomniany przyrost będzie wynosić od 857 do 1121 kW; w okresie letnim średnio 990 kW, a w okresie zimowym średnio 996 kW. Według klasyfikacji przyrostu zagrożenia klimatycznego podanej w pracy (Knechtel 2006e) w wyrobisku, w którym przyrost strumienia entalpii ΔE wynosi od 500 do 1000 kW, przyrost zagrożenia klimatycznego jest bardzo duży; przy przyroście większym od 1000 kW, przyrost zagrożenia jest niebezpiecznie duży. Przyrosty zagrożenia klimatycznego w chodniku podścianowym i w ścianie eksploatacyjnej są zatem na granicy przyrostu bardzo dużego i niebezpiecznie dużego.

Tablica 1. Dane początkowe do prognoz klimatycznych dla rejonów wydobywczych prowadzonych w skałach o temperaturze pierwotnej około 46°C i średnim wydobywaniu 2000 t/d

Lp.	Nazwa wyrobiska	A m ²	L m	V m ³ /min	k	Z _d m	Z _w m	τ dni	t _{pg} °C	N _m kW	m _w t/d
1	Pochylnia	13,0	400	1500	0,41	-900,0	-875,0	600	46,0	220	2000
2	Chodnik podścianowy	12,0	300	1200	0,39	-875,0	-893,8	300	45,0	400	2000
3	Chodnik podścianowy (cd.)	12,0	300	1200	0,39	-893,8	-912,5	300	45,8	400	2000
4	Chodnik podścianowy (cd.)	12,0	300	1200	0,39	-912,5	-931,3	300	46,5	400	2000
5	Chodnik podścianowy (cd.)	12,0	300	1200	0,39	-931,3	-950,0	300	47,3	400	2000
6	Ściana	10,0	40	1200	0,50	-950,0	-947,5	0,25	48,0	167	2000
7	Ściana (cd.)	10,0	40	1080	0,50	-947,5	-945,0	0,25	47,9	167	1667
8	Ściana (cd.)	10,0	40	960	0,50	-945,0	-942,5	0,25	47,8	166	1334
9	Ściana (cd.)	10,0	40	960	0,50	-942,5	-940,0	0,25	47,7	167	1001
10	Ściana (cd.)	10,0	40	1080	0,50	-940,0	-937,5	0,25	47,6	167	667
11	Ściana (cd.)	10,0	40	1200	0,50	-937,5	-935,0	0,25	47,5	166	333
12	Chodnik nadścianowy	11,5	1000	1200	0,38	-935,0	-850,0	300	47,4	–	–

Objaśnienia: A – pole powierzchni przekroju poprzecznego wyrobiska, L – długość wyrobiska, V – strumień objętości powietrza płynący wyrobiskiem, k – współczynnik określający, jaka część obwodu wyrobiska jest odsłonięta przez węgiel, Z_d, Z_w – wysokości geodezyjne przekrojów wlotu i wylotu powietrza, τ – czas przewietrzania wyrobiska, t_{pg} – temperatura pierwotna skał, N_m – łączna moc zainstalowanych urządzeń energomechanicznych, m_w – masa transportowanego urobku.

Tablica 2. Temperatura powietrza wpływającego ze ściany eksploatacyjnej**Wariant a – okres letni**

Temperatura pierwotna skał, °C	Wydobycie ze ściany, t/d					
	2000	2500	3000	3500	4000	6000
40	–	39,99	–	–	41,41	–
42	–	–	42,47	43,08	–	44,80
44	–	43,28	44,05	–	–	47,51
46	44,16	45,05	–	–	–	–

Wariant b – okres zimowy

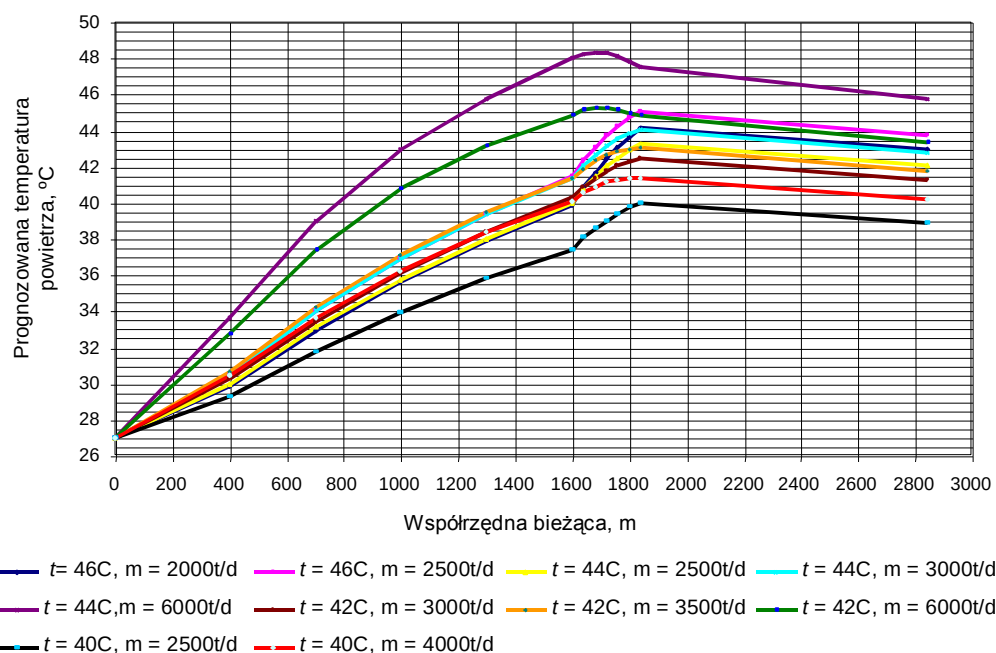
Temperatura pierwotna skał, °C	Wydobycie ze ściany, t/d					
	2000	2500	3000	3500	4000	6000
40	–	38,17	–	–	40,80	–
42	–	–	40,34	41,25	–	43,86
44	–	43,03	43,74	–	–	45,74
46	43,77	44,70	–	–	–	–

Tablica 3. Stopień zawilżenia powietrza wpływającego ze ściany eksploatacyjnej**Wariant a – okres letni**

Temperatura pierwotna skał, °C	Wydobycie ze ściany, t/d					
	2000	2500	3000	3500	4000	6000
40	–	0,03647	–	–	0,04010	–
42	–	–	0,03986	0,04134	–	0,04717
44	–	0,03880	0,04087	–	–	0,04843
46	0,03867	0,04088	–	–	–	–

Wariant b – okres zimowy

Temperatura pierwotna skał, °C	Wydobycie ze ściany, t/d					
	2000	2500	3000	3500	4000	6000
40	–	0,03480	–	–	0,03856	–
42	–	–	0,03618	0,03933	–	0,04221
44	–	0,03874	0,04033	–	–	0,04607
46	0,03868	0,04021	–	–	–	–



Rys. 3. Przewidywana temperatura powietrza w oddziałach eksploatacyjnych o wysokiej temperaturze pierwotnej skał i dużym wydobywaniu

Fig. 3. The predicted temperature of air in exploitation panels with high virgin temperature of rocks and high output, °C

Prognozowana temperatura powietrza jest bardzo wysoka (na ogół wyższa od 40°C). Przy wydobywaniu ze ścian 4000 t/d i większym temperatura ta jest nawet wyższa od temperatury pierwotnej. Szczególnie wyraźnie wyższa temperatura powietrza od temperatury pierwotnej skał jest widoczna w przypadku wydobywania ze ścian 6000 t/d. Przy tak dużym wydobywaniu łączna moc urządzeń elektrycznych zainstalowanych w ścianie wynosi 1,2 MW, a w chodniku podścianowym 2,8 MW (razem 4 MW). Z rysunku 3 wynika, że na ostatnich metrach frontu ściany ciepło jest przekazywane od powietrza do górotworu. Aby była możliwa praca w oddziałach wydobywczych o tak dużym zagrożeniu klimatycznym, należy w wyrobiskach tych oddziałów zabudować urządzenia chłodnicze o odpowiednio dużej mocy. Dla określenia wielkości mocy chłodniczej potrzebnej do zapewnienia prawidłowych warunków klimatycznych w tych oddziałach przyjęto, że temperatura powietrza mierzona termometrem suchym w przekroju wypływu powietrza ze ściany nie może być wyższa od 28°C, a wilgotność względna tego powietrza nie powinna przekraczać 90%. Skorzystano z następującego równania bilansu ciepła (Ochęduszek 1974)

$$Q_0 = V\rho \left[(t_p - t_d) + a' (X - X_d) + c_{pp} (tX - t_d X_d) \right] \quad (1)$$

gdzie:

Q_0 – moc chłodnicza, W;

V – strumień objętości chłodzonego powietrza, m³/s;

ρ – gęstość powietrza, kg/m^3 ;

$c_p = 1006 \text{ J/(kg}\cdot\text{K)}$ (Ochęduszek 1974) – właściwa pojemność cieplna powietrza mierzona przy stałym ciśnieniu;

t – temperatura powietrza przed ochłodzeniem, $^{\circ}\text{C}$;

t_d – dopuszczalna temperatura powietrza (przyjęto wariantowo 28°C dla pełnego czasu pracy oraz 33°C dla skróconej dniówki roboczej);

$a' = 2\,500\,000 \text{ J/kg}$ ciepło parowania (Ochęduszek 1974);

X – stopień zawilżenia powietrza przed ochłodzeniem, $\text{kg pary/kg powietrza suchego}$;

X_d – stopień zawilżenia powietrza odpowiadający temperaturze t_d i wilgotności względnej powietrza $\varphi = 90\%$;

$c_{pp} = 1860 \text{ J/(kg}\cdot\text{K)}$ (Ochęduszek 1974) – właściwa pojemność cieplna pary wodnej mierzona przy stałym ciśnieniu.

Stopień zawilżenia powietrza i jego gęstość obliczono, korzystając z następujących wzorów (Bystroń 1990):

$$\rho = \frac{p(1 + X)}{461,5(t + 273,15)(X + 0,622)} \quad (2)$$

$$X = 0,622 \frac{p_p}{p - p_p} \quad (3)$$

Ciśnienie cząstkowe pary p_p oraz ciśnienie barometryczne p wyznaczono, korzystając ze wzorów:

$$p_p = 610,5 \exp\left(\frac{17,27t_{\varphi}}{237,3 + t_{\varphi}}\right) - 0,000644p(t - t_{\varphi}) \quad (4)$$

$$p = 101325 + 12z \quad (5)$$

w którym z oznacza wysokość geodezyjną, m.

Obliczone za pomocą wzoru (3) wartości stopnia zawilżenia X wynoszą odpowiednio:

a) dla temperatury dopuszczalnej powietrza $t_d = 28^{\circ}\text{C}$:

0,019445 $\text{kg pary/kg powietrza suchego}$, jeśli $t_{pg} = 46^{\circ}\text{C}$;

0,019552 $\text{kg pary/kg powietrza suchego}$, jeśli $t_{pg} = 44^{\circ}\text{C}$;

0,019662 $\text{kg pary/kg powietrza suchego}$, jeśli $t_{pg} = 42^{\circ}\text{C}$;

0,019772 $\text{kg pary/kg powietrza suchego}$, jeśli $t_{pg} = 40^{\circ}\text{C}$;

b) dla temperatury dopuszczalnej powietrza $t_d = 33^{\circ}\text{C}$:

0,026178 $\text{kg pary/kg powietrza suchego}$, jeśli $t_{pg} = 46^{\circ}\text{C}$;

0,026324 $\text{kg pary/kg powietrza suchego}$, jeśli $t_{pg} = 44^{\circ}\text{C}$;

0,026496 $\text{kg pary/kg powietrza suchego}$, jeśli $t_{pg} = 42^{\circ}\text{C}$;

0,026623 $\text{kg pary/kg powietrza suchego}$, jeśli $t_{pg} = 40^{\circ}\text{C}$.

Korzystając ze wzoru (1) obliczono potrzebne moce chłodnicze do zapewnienia prawidłowych warunków klimatycznych w badanych rejonach wydobywczych. Wymienione moce zależą od temperatury pierwotnej skał otaczających oraz od wielkości wydobywania. Wartości tych mocy zestawiono w tablicy 4. Z jej analizy wynika, że im wyższa temperatura pierwotna skał oraz im wyższe wydobywanie ze ściany, tym mniejsza różnica zapotrzebowania na moc chłodniczą między okresem letnim i zimowym. Podane w tablicy 4 wartości potrzebnej mocy chłodniczej są wartościami minimalnymi, obliczonymi przy założeniu, że wyznaczona moc chłodnicza będzie równomiernie rozłożona wzdłuż trasy powietrza świeżego. Jeśli natomiast zastosuje się wariant chłodzenia ze skupioną mocą chłodniczą, wówczas potrzebna moc chłodnicza będzie odpowiednio większa.

Tablica 4. Potrzebna moc chłodnicza w oddziałach wydobywczych

Lp.	Temperatura pierwotna skał t_{pg} , °C	Wydobywanie ze ściany m_w , t/d	Potrzebna moc chłodnicza (kW) dla zapewnienia temperatury powietrza			
			nie wyższej od 28°C		nie wyższej od 33°C	
			w okresie letnim	w okresie zimowym	w okresie letnim	w okresie zimowym
1	46	2000	1607	1599	1064	1056
2	46	2500	1761	1712	1220	1171
3	44	2500	1581	1572	1038	1028
4	44	3000	1724	1684	1182	1142
5	44	6000	2250	2074	1716	1536
6	42	3000	1614	1343	1068	792
7	42	3500	1717	1556	1172	1007
8	42	6000	2104	1785	1564	1242
9	40	2500	1339	1196	790	643
10	40	4000	1591	1484	1045	937

1.3. Zagrożenie klimatyczne w drażonych chodnikach przyścianowych

Przy wybieraniu złoża systemem ścianowym, podczas eksploatacji jednej ściany, są prowadzone prace w celu uruchomienia kolejnej ściany. Wówczas, oprócz wyrobisk z opływowym prądem powietrza, zagrożenie klimatyczne występuje w drażonych wyrobiskach z wentylacją lutniową. Aby można było uruchomić kolejną ścianę, przy eksploatacji ściany już istniejącej w danej partii, musi być drażone co najmniej jedno wyrobisko ślepe (zakłada się, że chodnik nadścianowy ściany istniejącej będzie chodnikiem podścianowym ściany kolejnej lub odwrotnie: chodnik podścianowy ściany istniejącej będzie chodnikiem nadścianowym kolejnej ściany). Aby ocenić poziom zagrożenia klimatycznego w drażonych wyrobiskach z wentylacją odrębną wykonano prognozy klimatyczne. Przyjęto długość wyrobiska równą 1200 m. Do przewietrzania wyrobiska zastosowano elastyczny lutniociąg tłoczący zbudowany z lutni o średnicy 1 m. Z badań wykonanych w GIG wynika, że jednostkowy opór aerodynamiczny takiego lutniociągu jest równy $r_0 = 0,014 \text{ kg/m}^8$ (Knechtel 2006a; 2006b; 2006c). Założono, że do strefy przodkowej będzie dopływać $7 \text{ m}^3/\text{s}$ powietrza. Przy współczynniku nieszczelności $k = 0,00004 \text{ m}^{2,5}/\text{kg}^{0,5}$ (Bystroń 1990) i przyjętym

oporze jednostkowym, wydajność wentylatora lutniowego wynosi $9,1 \text{ m}^3/\text{s}$. Pole powierzchni przekroju poprzecznego wyrobiska wynosi $A = 12 \text{ m}^2$. Wzdłuż trasy wyrobiska są rozmieszczone napędy przenośników taśmowych (po 110 kW co 200 m) i transformatory, a łączna moc urządzeń zainstalowanych w strefie przodkowej wynosi 230 kW. Sumaryczna moc urządzeń energomechanicznych w drażonym wyrobisku jest równa 1210 kW. Postęp wyrobiska wynosi 15 m/d. Obliczenia wykonano dla czterech wartości temperatury pierwotnej skał: 46, 44, 42 i 40°C , według metody opracowanej w Zakładzie Aerologii Górniczej GIG i opisanej w pracy (Knechtel 1993).

Prowadząc analogiczne rozważania, jak w przypadku wyrobisk z opływowym prądem powietrza, obliczono potrzebne moce chłodnicze w strefie przodkowej drażonego chodnika. Wynoszą one odpowiednio:

- a) dla zapewnienia w strefie przodkowej temperatury powietrza nie wyższej od 28°C :
 $116,5 \text{ kW}$ (latem) lub $98,4 \text{ kW}$ (zimą), jeśli temperatura pierwotna skał $t_{pg} = 46^\circ\text{C}$;
 $109,0 \text{ kW}$ (latem) lub $92,5 \text{ kW}$ (zimą), jeśli temperatura pierwotna skał $t_{pg} = 44^\circ\text{C}$;
 $101,4 \text{ kW}$ (latem) lub $84,2 \text{ kW}$ (zimą), jeśli temperatura pierwotna skał $t_{pg} = 42^\circ\text{C}$;
 $94,3 \text{ kW}$ (latem) lub $74,4 \text{ kW}$ (zimą), jeśli temperatura pierwotna skał $t_{pg} = 40^\circ\text{C}$;
- b) dla zapewnienia w strefie przodkowej temperatury powietrza nie wyższej od 33°C :
 $72,1 \text{ kW}$ (latem) lub $54,0 \text{ kW}$ (zimą), jeśli temperatura pierwotna skał $t_{pg} = 46^\circ\text{C}$;
 $64,6 \text{ kW}$ (latem) lub $48,1 \text{ kW}$ (zimą), jeśli temperatura pierwotna skał $t_{pg} = 44^\circ\text{C}$;
 $57,0 \text{ kW}$ (latem) lub $39,8 \text{ kW}$ (zimą), jeśli temperatura pierwotna skał $t_{pg} = 42^\circ\text{C}$;
 $49,9 \text{ kW}$ (latem) lub $34,5 \text{ kW}$ (zimą), jeśli temperatura pierwotna skał $t_{pg} = 40^\circ\text{C}$.

1.4. Zapotrzebowanie na moc chłodniczą w celu zapewnienia prawidłowych warunków klimatycznych w wyrobiskach przygotowawczych i eksploatacyjnych

Z rozważań wynika, że praktycznie wszystkie wyrobiska w rejonie wzdłuż trasy powietrza świeżego (pochylnia, chodnik podścianowy, ściana) należy uznać za zagrożone pod względem klimatycznym. Do tego dochodzi jeszcze drażony chodnik z wentylacją lutniową. Jeśli zatem kopalnia ma pięć rejonów wydobywczych, prowadzonych w skałach o temperaturze pierwotnej równej 40°C lub wyższej, wówczas wyrobisk z zagrożeniem klimatycznym jest 20. Z informacji uzyskanych z Działów Wentylacji kopalń wynika, że jednocześnie w jedenastu kopalniach o największym zagrożeniu klimatycznym może być prowadzonych łącznie 47 ścian eksploatacyjnych. W takim przypadku liczba wyrobisk zagrożonych klimatycznie może wynieść około 200. Z rocznych raportów klimatycznych wynika, że obecnie taka liczba wyrobisk z podwyższoną temperaturą powietrza występuje w całym górnictwie węgla kamiennego (łącznie z kopalniami o małym zagrożeniu klimatycznym i kopalniami niezagrożonymi klimatycznie).

Kojarząc ze sobą informacje uzyskane z Działów Wentylacji kopalń o najwyższej temperaturze z wynikami obliczeń zestawionymi w tabelicy 4, oszacowano przewidywane w najbliższych latach zapotrzebowanie na moc chłodniczą dla tych kopalń. Z oszacowania tego wynika, że w okresie letnim, do zapewnienia temperatury powietrza nie wyższej od 28°C potrzebna łączna moc chłodnicza dla jedenastu

najbardziej zagrożonych klimatycznie kopalń wyniesie około 84 MW. Nadmienić należy, że w 2006 roku wspomniana moc chłodnicza dla wszystkich kopalń węgla kamiennego wynosiła około 58 MW, a w jedenastu wymienionych kopalniach około 44 MW. Tak duży wzrost potrzebnej mocy chłodniczej jest następstwem głównie wzrostu głębokości wydobywania i prowadzenia eksploatacji podziemnej (Bezpieczne prowadzenie... 2006). Należy liczyć się z faktem, że w wielu przypadkach utrzymanie temperatury powietrza poniżej 28°C będzie prawie niemożliwe i ekonomicznie nieuzasadnione. W związku z tym rozpatrzono również wariant ze skróconym czasem pracy, w którym najwyższa dopuszczalna temperatura powietrza wynosi 33°C. W tym przypadku potrzebna moc chłodnicza wyniesie 56,7 MW.

2. ZAKOŃCZENIE

W artykule dokonano oszacowania przewidywanego zagrożenia klimatycznego w jedenastu kopalniach węgla kamiennego, w których temperatura pierwotna skał jest wyższa od 40°C lub w najbliższych latach będzie wyższa od 40°C. Do oszacowania, na podstawie informacji uzyskanych od kierowników Działów Wentylacji tych kopalń, przyjęto średnie wydobywanie ze ściany dla danego przedziału temperatury pierwotnej skał. Przyjęto również najbardziej typowe dane górniczo-techniczne dla oddziału wydobywczego i wykonano alternatywne prognozy klimatyczne. Na podstawie wyników wymienionych prognoz obliczono potrzebne moce chłodnicze do zapewnienia prawidłowych warunków klimatycznych w rejonie wydobywczym o określonym wydobywaniu i temperaturze pierwotnej skał. Sumując wymienione moce chłodnicze uzyskano potrzebną moc chłodniczą dla całej kopalni oraz dla wszystkich jedenastu kopalń o największym zagrożeniu klimatycznym. Uzyskane wyniki dają informację odnośnie do zapotrzebowania na urządzenia chłodnicze. Należy przy tym zwrócić uwagę, że przy tak wysokich temperaturach pierwotnych skał i zainstalowanej mocy urządzeń w ścianie (około 1 MW) konieczne jest chłodzenie powietrza wzdłuż frontu ściany. W celu zapewnienia prawidłowych warunków klimatycznych w rejonie wydobywczym potrzebne są więc ziębiarki o średniej mocy (około 300 kW), jak również małogabarytowe chłodnice ścianowe o małej mocy chłodniczej (20–40 kW). Ponadto, w celu zapewnienia dla całego rejonu wydobywczego łącznej mocy chłodniczej rzędu 1–2 MW potrzebne są agregaty chłodzące wodę o dużej mocy. Urządzenia chłodnicze, o których mowa, produkuje dwie firmy, które sprawdziły się w praktyce kopalnianej: „TERMOSPEC” (Informacja ofertowa) i WAT-GfW (Henting, Czapliński 1995; Informacja ofertowa).

Zachodzi jeszcze pytanie, na ile wiarygodne są wyniki obliczeń zapotrzebowania na moc chłodniczą. Spośród wymienionych jedenastu kopalń jedynie dla kopalni „Jas-Mos” została wykonana, przez kierownictwo spółki, analiza zapotrzebowania na moc chłodniczą do 2015 roku (Szlązak, Tor, Jakubów 2005). Z analizy tej wynika, że w 2015 roku potrzebna moc chłodnicza dla kopalni „Jas-Mos” wyniesie 6,5 MW. Z obliczeń wykonanych w ramach niniejszej pracy wynika, że wspomniana moc wyniesie 7,2 MW. Jest to o 10% więcej. Przy dużej niepewności, wielu czynników

wpływających na przyszłe funkcjonowanie kopalń, należy uznać, że jest to wystarczająca dokładność w oszacowaniu potrzebnej mocy chłodniczej.

Przewidywane zagrożenie klimatyczne w kopalniach o najwyższej temperaturze pierwotnej skał zostało oszacowane dla znacznego przedziału czasu. W związku z tym ocena ta nie jest szczegółowa. W przypadku analizy stanu zagrożenia klimatycznego dla określonej partii, ocena ta musi być bardziej szczegółowa. Dla poszczególnych rejonów wydobywczych należy między innymi sporządzić wariantowe schematy temperaturowe i dla każdej bocznicy określić przyrost zagrożenia klimatycznego (duży, bardzo duży, niebezpiecznie duży – Knechtel 2006e).

3. WNIOSKI

Uzyskane wyniki stanowiły podstawę do sformułowania następujących wniosków:

1. W najbliższych latach w jedenastu najbardziej zagrożonych klimatycznie kopalniach węgla potrzebna moc chłodnicza ziębiarek wyniesie około 84 MW, tj. około 56% więcej niż obecnie w całym przemyśle węglowym, a o 90% więcej niż obecnie w jedenastu wymienionych kopalniach.
2. W przypadku decyzji o dopuszczeniu górników do pracy w temperaturze nie wyższej od 33°C, wspomniana moc chłodnicza wyniesie 56,7 MW.
3. Potrzebna moc chłodnicza dla kopalni o bardzo dużym zagrożeniu klimatycznym, w zależności od wielkości wydobywania i temperatury pierwotnej skał otaczających, wynosi od 3 do 13 MW. Do zapewnienia takiej mocy chłodniczej, w kopalni powinna być klimatyzacja centralna lub grupowa, między innymi agregaty chłodzące wodę o mocy chłodniczej 1–2 MW, chodnikowe chłodnice powietrza o mocy 200–350 kW oraz ścianowe chłodnice powietrza o mocy 20–40 kW.

Literatura

1. *Bezpieczne prowadzenie robót górniczych poniżej poziomu udostępnienia złożeń w kopalniach węgla kamiennego* (2006): Praca zbiorowa pod redakcją Władysława Konopko. Katowice, GIG.
2. Bystron H. (1990): *Kryteria jakości nierozgałęzionych lutniociągów kopalnianych*. Wiadomości Górnicze nr 1.
3. Henting H., Czapliński A. (1995): *Urządzenia do klimatyzacji kopalń*. Wiadomości Górnicze nr 9.
4. Holec S. (1990): *Opracowanie potencjału ruchu wilgoci i opartych na nim metod prognozowania mikroklimatu wyrobisk*. Prace GIG. Seria dodatkowa.
5. Knechtel J. (1993): *Metoda prognozowania parametrów mikroklimatu wyrobisk z tłoczącą wentylacją lutniową, uwzględniająca potencjał ruchu wilgoci*. Prace Naukowe Głównego Instytutu Górnictwa nr 780.
6. Knechtel J., Gapiński D. (2005): *Zaktualizowane mapy izolinii temperatury pierwotnej skał kopalń Górnośląskiego Zagłębia Węglowego (GZW)*. Katowice, Główny Instytut Górnictwa.
7. Knechtel J. (2006a): *Badanie jednostkowego oporu aerodynamicznego lutni elastycznych do wentylacji tłoczącej typu TS-03 o średnicy 1,0 m oraz o średnicy 1,2 m*. Dokumentacja prac GIG o symbolu: 58204666-112, wykonana na zlecenie firmy „TESECO”. Katowice, GIG.

8. Knechtel J. (2006b): *Wyznaczenie współczynnika jednostkowego oporu aerodynamicznego lutni elastycznych o średnicy 1,0 m i o średnicy 1,2 m*. Dokumentacja prac GIG o symbolu: 58202216-112, wykonana na zlecenie firmy „DID”. Katowice, GIG.
9. Knechtel J. (2006c): *Badania jednostkowego oporu aerodynamicznego lutni elastycznych do wentylacji tłoczącej o średnicy 1,0 m oraz o średnicy 1,2 m*. Dokumentacja prac GIG o symbolu: 51217516-112, wykonana na zlecenie firmy „Dubik”. Katowice, GIG.
10. Knechtel J. (2006d): *Opracowanie nowej metody zapewnienia prawidłowych parametrów mikroklimatu środowiska górnikom pracującym w skrajnie trudnych warunkach geotermicznych. Etap 1: Prognozowanie zagrożenia klimatycznego w kopalniach eksploatujących węgiel z poziomów o temperaturze pierwotnej skał powyżej 40°C w latach 2006–2015*. Dokumentacja prac GIG o symbolu planistycznym II.1.3 i symbolu komputerowym 12010366-112. Katowice, GIG.
11. Knechtel J. (2006e): *Badanie zagrożenia klimatycznego w wyrobiskach „wirtualnego” oddziału wydobywczego, w którym prowadzona jest eksploatacja podziemowa*. Mechanizacja i Automatyzacja Górnictwa nr 10(429).
12. Knechtel J. (2005): *Wykonanie prognoz klimatycznych i obliczeń zapotrzebowania mocy chłodniczej dla przodków ścianowych i chodnikowych kopalni ČSA (Czechy) wg przekazanej dokumentacji*. Dokumentacja prac GIG o symbolu 58240505-112. Katowice, GIG.
13. Ochęduszek S. (1974): *Termodynamika stosowana*. Warszawa, WNT.
14. Raporty roczne (1993–2005) o stanie podstawowych zagrożeń naturalnych i technicznych w górnictwie węgla kamiennego. Prace zbiorowe pod redakcją Władysława Konopko. Katowice, GIG.
15. Szlązak N., Tor A., Jakubów A. (2004): *Grupowy system klimatyzacji wyrobisk dołowych w kopalni „Zofiówka”*. Materiały 3. Szkoły Aerologii Górniczej. Kraków, Komitet Górnictwa PAN.
16. Szlązak N., Tor A., Jakubów A. (2005): *Metody zwalczania zagrożenia temperaturowego w kopalniach Jastrzębskiej Spółki Węglowej*. Materiały konferencyjne XXII Seminarium: Zwalczanie zagrożenia cieplnego w kopalniach – teoria i praktyka. Gliwice, Wydział Górnictwa i Geologii Politechniki Śląskiej.
17. TERMOSPEC – Chłodnictwo, klimatyzacja i wentylacja. Informacja ofertowa dotycząca chłodziarek powietrza bezpośredniego działania i pośredniego działania. Zakład Usługowo-Handlowy, 44–240 Żory, ul. Gwarków 1.
18. WAT – GFW. Informacja ofertowa dotycząca chłodnic powietrza chodnikowych i ścianowych oraz agregatów chłodzących wodę, Gesellschaft für Wärmetechnik GmbH, Schultenhofstraße 18, 45475 Mülheim/Ruhr.

Recenzent: dr inż. Piotr Rosmus

Ewa Owczarek-Nowak^{)}*

**ZRÓWNOWAŻONE SYSTEMY GOSPODAROWANIA
ODPADAMI KOMUNALNYMI NA TERENIE GMINY
– MODELE INFORMATYCZNE**

Streszczenie

Jednym z obowiązków samorządu gminnego jest opracowanie i wdrożenie gminnego systemu gospodarowania odpadami komunalnymi. Z uwagi na dużą liczbę zagadnień, które trzeba uwzględnić podczas planowania i nadzorowania działania takiego systemu, jest to zadanie bardzo skomplikowane. Szczególnie istotne jest zapewnienie, aby gospodarowanie odpadami komunalnymi w gminie odbywało się z poszanowaniem podstawowych zasad zrównoważonego rozwoju. Osoby odpowiedzialne za podejmowanie decyzji w tym zakresie w wielu przypadkach nie posiadają wystarczającej wiedzy merytorycznej i wtedy możliwość posłużenia się specjalnie opracowanym narzędziem informatycznym jest bardzo interesująca. Obecnie istnieje wiele modeli komputerowych ułatwiających projektowanie takich systemów, a ich autorzy prezentują bardzo różnorodne podejście do zagadnienia. Część analizowanych modeli dotyczyła jedynie fragmentów systemu gospodarowania odpadami komunalnymi, inne miały służyć do opracowywania ogólnych założeń na wczesnych etapach projektowania. Różnorodne były stosowane technologie informatyczne i metody modelowania. Wielu autorów podkreślało, że prawidłowy system gospodarowania odpadami komunalnymi powinien uwzględniać trzy podstawowe zasady zrównoważonego rozwoju: akceptację społeczną, efektywność ekonomiczną oraz ekologicznie dopuszczalne oddziaływanie na środowisko. Żadne z analizowanych narzędzi informatycznych nie spełniało jednak tego warunku, gdyż nawet jeśli umożliwiało tworzenie systemu efektywnego ekonomicznie i dopuszczalnego ekologicznie, to nie uwzględniało kwestii społecznych. Pominięcie tego ostatniego aspektu zrównoważonego rozwoju podczas tworzenia gminnego systemu gospodarowania odpadami komunalnymi w wielu przypadkach jest przyczyną jego niepoprawnego funkcjonowania. W ostatnich latach przeprowadzono wiele badań dotyczących czynników wpływających na zachowania prowadzące do zmniejszania ilości wytwarzanych odpadów komunalnych i odpowiedzialnego postępowania z nimi. Interesującą możliwością byłoby wykorzystanie wyników tych badań podczas modelowania systemu gospodarowania odpadami komunalnymi w gminie.

**Sustainable systems of municipal wastes management on a commune terrain
– numerical models**

Abstract

One of the duties of communal council is developing and implementation of municipal wastes management system. Due to a large number of questions, which should be considered during planning and supervising such system functioning, this task is very complicated. Particularly essential is to secure the municipal wastes management in a way respecting basic rules of sustainable development. In many cases, persons responsible for taking a decision in this area do not possess sufficient essential knowledge, and in such cases the possibility of using dedicated computer tool is especially interesting. Presently, there exist many computer models facilitating projecting of such systems, and authors of them present very differentiated approaches to this question. Part of analysed models concerned fragments of the system of municipal wastes' management only, while others were intended to serve to general

^{*)} Śląskie Środowiskowe Studium Doktoranckie w Głównym Instytucie Górnictwa.

assumptions' development on early stages of projecting. Various computer technologies and modelling methods were applied there. Many authors emphasised that proper system of municipal wastes management should take into account three basic rules of sustainable development: social acceptance, economic efficiency as well as ecologically admissible environmental impact. However, no analysed computer tool did fulfil this condition, because even if it made possible to create economically effective and ecologically admissible system, it did not make social allowances. An omission of this last aspect of sustainable development during creation of communal system of municipal wastes' management, in many cases is the reason of its incorrect functioning. In last years, many tests were performed concerning factors influencing demeanours leading to diminishing the quantity of municipal wastes produced and responsible further proceeding. Using the results of these tests would constitute an interesting possibility during modelling the system of municipal wastes' management in the community.

WPROWADZENIE

Zorganizowanie sprawnego systemu gospodarowania odpadami komunalnymi należy do zadań własnych gminy. Obowiązek ten wynika z kilku aktów prawnych, z których do najważniejszych należą: ustawa z dnia 13 września 1996 r. o utrzymaniu czystości i porządku w gminach, ustawa z dnia 27 kwietnia 2001 r. o odpadach oraz ustawa z dnia 8 marca 1990 r. o samorządzie gminnym.

Pod pojęciem „zorganizowanie sprawnego systemu gospodarowania odpadami komunalnymi” należy rozumieć przede wszystkim zapewnienie:

- wszystkim mieszkańcom gminy możliwości korzystania ze zorganizowanego systemu odbierania wszystkich rodzajów odpadów komunalnych,
- warunków do funkcjonowania systemu selektywnego zbierania i odbierania odpadów komunalnych,
- budowy, utrzymania i eksploatacji lub warunków do budowy, utrzymania i eksploatacji instalacji oraz urządzeń do odzysku i unieszkodliwiania odpadów komunalnych.

Powyższe działania mogą być wykonywane przez samorząd gminny samodzielnie (np. przez gminne zakłady budżetowe), wspólnie z innymi gminami lub przez przedsiębiorców. Innymi słowy, koncepcja tego systemu polega na tym, że „gmina organizuje, inni wykonują” (Górski 2005).

Szczególnym wyrazem tej odpowiedzialności samorządu gminnego jest, zawarty w art. 14 ustawy o odpadach, obowiązek opracowywania gminnych planów gospodarki odpadami, które stanowią część gminnych programów ochrony środowiska, i które obejmują kwestie dotyczące odpadów komunalnych.

Zorganizowanie systemu gospodarowania odpadami komunalnymi jest bardzo złożone i nie można podać jednego sposobu postępowania, który okazałby się odpowiedni w warunkach każdej gminy. Należy bowiem uwzględnić wiele czynników, poczynając od uwarunkowań prawnych i środowiskowych, przez zagadnienia technologiczne i ekonomiczne, aż po specyficzne cechy danej gminy. Szczegółą uwagę należy zwrócić na charakterystykę lokalnych społeczności, zagospodarowanie przestrzenne, priorytety rozwoju. Złożoność zagadnienia i wielość czynników o różnorodnym znaczeniu, które należy brać pod uwagę przy podejmowaniu decyzji o zastosowaniu konkretnych rozwiązań powoduje, że informatyczne narzędzia wspomagania decyzji należy traktować jako szczególnie interesującą możliwość.

1. MODELOWANIE I NARZĘDZIA INFORMATYCZNE SŁUŻĄCE DO MODELOWANIA

W słowniku języka polskiego PWN¹⁾ model został zdefiniowany jako konstrukcja, schemat lub opis ukazujący działanie, budowę, cechy, zależności jakiegoś zjawiska lub obiektu. Nieco filozoficzną definicję modelu przedstawił Roy, określając model jako schemat, który dla danego zakresu problemowego jest reprezentacją pewnej klasy zjawisk (...) wyodrębnionych z kontekstu przez obserwatora w celu stworzenia podstawy do badań i (lub) komunikacji (Roy 1990). Jeśli model ma służyć do badań lub komunikacji, powinien być konstruowany w sposób jak najbardziej sformalizowany, chociaż niekoniecznie w języku matematycznym. Oczywiście istnieje tendencja do wyrażania modeli w kategoriach matematycznych, gdyż to umożliwia sformalizowane przedstawianie danego aspektu rzeczywistości oraz doświadczalne sprawdzenie zbudowanego w ten sposób modelu.

Jeśli model będzie odwzorowaniem pewnego fragmentu rzeczywistości, trzeba odpowiedzieć na pytanie: w jaki sposób wskazać, które obiekty i zjawiska są istotne dla funkcjonowania tego fragmentu rzeczywistości, innymi słowy, jakie informacje i dane trzeba uwzględnić podczas modelowania. Nie zawsze odpowiedź na to pytanie jest oczywista, zwłaszcza gdy są modelowane zjawiska złożone lub niecałkowicie poznane. Bardzo wiele zależy od osoby tworzącej model, od jej wiedzy, doświadczenia i umiejętności wyszukiwania związków między obiektami i zjawiskami.

Jakie znaczenie ma prawidłowo opracowany model w systemie wspomagania decyzji?

Roy definiuje wspomaganie decyzji jako odnajdywanie na podstawie jasno wyrażonych, choć niekoniecznie w pełni sformalizowanych modeli, elementów poszukiwanej odpowiedzi, elementów wyjaśniających decyzję i – najczęściej – elementów stanowiących zalecenia (Roy 1990). Należy jednak podkreślić, że wspomaganie decyzji w żadnym przypadku nie jest równoznaczne z jej podjęciem, gdyż to jest zadanie i odpowiedzialność osoby podejmującej decyzję.

Narzędzia wspomagania decyzji stosuje się w przypadku systemów złożonych, gdy podejmując decyzję, trzeba poza wiedzą z określonej dziedziny, będącą domeną ekspertów, uwzględniać inne czynniki, z których wiele nie daje się w jednoznaczny sposób kwantyfikować (np. zmierzyć czy wycenić). Należy się więc zastanowić, czy model stanowiący podstawę systemu wspomagania decyzji jest ścisły i obiektywny. Ścisłość modelu jest uzależniona przede wszystkim od wiedzy i doświadczenia osoby opracowującej model oraz od poprawnego wskazania elementów wpływających na przebieg modelowanych zjawisk. Model obiektywny natomiast, to taki, który zdaniem ogółu stanowi bezstronną reprezentację klasy odzwierciedlanych zjawisk i który stanowi bezstronną podstawę badań i komunikacji (Roy 1990). To zdanie ogółu może się oczywiście zmieniać w zależności od miejsca i czasu, więc bezstronność modelu (i słuszność podejmowanej decyzji) zawsze pozostanie w pewnym stopniu nieustalona.

¹⁾ <http://sjp.pwn.pl>

Obecnie istnieje wiele narzędzi informatycznych służących do wspomagania decyzji, z których najlepiej są znane systemy bazodanowe, systemy ekspertowe i sieci neuronowe, a także narzędzia GIS (czyli tzw. systemy informacji przestrzennej).

2. ZASTOSOWANIE ZRÓWNOWAŻONEGO ROZWOJU W GOSPODAROWANIU ODPADAMI KOMUNALNYMI

Pojęcie zrównoważonego rozwoju po raz pierwszy zostało oficjalnie użyte na Konferencji ONZ w Sztokholmie w 1972 roku, jednak bez podania dokładnej definicji. Definicję sformułowano i szerzej rozwinięto w 1987 roku w raporcie Komisji ONZ do Spraw Środowiska i Rozwoju zatytułowanym „Środowisko i rozwój”, przygotowanym pod kierunkiem Gro Harlem Brundtland. W raporcie tym stwierdzono, że: *...na obecnym poziomie cywilizacyjnym możliwy jest rozwój zrównoważony, to jest taki rozwój, w którym potrzeby obecnego pokolenia mogą być zaspokojone bez umniejszania szans przyszłych pokoleń na ich zaspokojenie*²⁾. W tej postaci jest to doktryna bardzo idealistyczna, właściwie utopijna – podstawą jej jest bowiem założenie, że najpierw należy skupić się na właściwym określeniu rzeczywistych potrzeb ludzi, szczególnie na zaspokojeniu podstawowych potrzeb najbardziej potrzebujących mieszkańców Ziemi z uwzględnieniem ograniczonych możliwości naszej planety. Oznacza to, że bogatsze społeczeństwa powinny limitować zaspokajanie swoich potrzeb (aby zmniejszyć zużywanie zasobów środowiska) na rzecz uboższych społeczeństw.

Tak zdefiniowane pojęcie zrównoważonego rozwoju niezbyt dobrze nadaje się do określania zasad gospodarowania odpadami komunalnymi na terenie gminy. Bardziej przydatne są koncepcje, zgodnie z którymi w zrównoważonym rozwoju muszą być uwzględnione zarówno czynniki ekologiczne, jak i ekonomiczne oraz społeczne. Związała definicję zrównoważonego rozwoju podała Dubel: jest to rozwój gospodarczy pożądaný społecznie, uzasadniony ekonomicznie i dopuszczalny ekologicznie (Dubel 1998).

W definicji tej w wyraźny sposób zostały wykazane podstawowe zasady, jakimi należy kierować się, projektując gminny system gospodarowania odpadami komunalnymi.

Należy zauważyć, że przepisy polskiego prawa wyraźnie wskazują na konieczność przestrzegania zasad zrównoważonego rozwoju. Art. 8 ustawy z dnia 27 kwietnia 2001 r. – Prawo ochrony środowiska stanowi, że: *Polityki, strategie, plany lub programy dotyczące w szczególności (...) gospodarki odpadami (...) powinny uwzględniać zasady ochrony środowiska i zrównoważonego rozwoju*. Uwzględnianie zasad zrównoważonego rozwoju w projektowaniu gminnego systemu gospodarowania odpadami komunalnymi jest zatem obowiązkiem wynikającym z przepisów prawa, a odpowiedzialny za jego spełnienie jest samorząd gminy.

Warto zauważyć, że jeśli dokładniej przeanalizuje się wspomniane wcześniej zasady zrównoważonego rozwoju (zgoda społeczna, efektywność ekonomiczna oraz

²⁾ źródło: <http://pl.wikipedia.org>

ekologicznie dopuszczalne oddziaływanie na środowisko), okaże się, że skuteczne i poprawne funkcjonowanie systemu gospodarowania odpadami komunalnymi, który stałby w sprzeczności z tymi zasadami, byłoby poważnie utrudnione w dłuższym czasie, albo po prostu niemożliwe.

Obowiązujące przepisy prawa narzucają konieczność pozostawania w zgodzie z zasadami ochrony środowiska, rozumianej jako zarówno racjonalne kształtowanie środowiska i korzystanie z jego zasobów, przeciwdziałanie zanieczyszczeniom, jak i przywracanie elementów przyrodniczych do właściwego stanu³⁾. Istnieje wiele instrumentów prawnych umożliwiających egzekwowanie tego obowiązku, na przykład system zezwoleń wymaganych na różnych etapach postępowania z odpadami, wydawanych na podstawie przepisów o odpadach oraz o utrzymaniu czystości i porządku w gminach, jak również sankcyjne decyzje wstrzymujące działalność, która powoduje znaczne pogorszenie stanu środowiska (Górski 2005), takie jak decyzje wydawane przez wojewódzkiego inspektora ochrony środowiska na podstawie art. 365 ustawy – Prawo ochrony środowiska. Decyzjom tym nadaje się rygor natychmiastowej wykonalności i uwzględnia konieczność bezpiecznego dla środowiska zakończenia działalności.

Stosowanie zasady efektywności ekonomicznej w gospodarowaniu odpadami komunalnymi nie wymaga szerszego komentarza. Konieczność uwzględniania nie tylko zasad ochrony środowiska, ale i zasad ekonomicznych, wynika z zasad ogólnych wymienionych w ustawie o odpadach (np. art. 7 ust. 2 i 3, art. 11 ust. 3 pkt 2). Również zawarty w art. 9 tej ustawy wymóg stosowania najlepszych dostępnych technik do unieszkodliwiania odpadów komunalnych, których nie udało się poddać odzyskowi, powoduje konieczność uwzględniania zasadności ekonomicznej (co wynika z definicji najlepszej dostępnej techniki, zawartej w art. 3 pkt 10 ustawy – Prawo ochrony środowiska).

Zgodnie z powyższymi przepisami w planowaniu gminnego systemu gospodarowania odpadami komunalnymi należy uwzględnić jego samofinansowanie się. Zadanie samorządu gminnego polega raczej na stwarzaniu warunków do jego funkcjonowania, natomiast poszczególne zadania związane ze zbiórką, transportem i zagospodarowywaniem odpadów komunalnych są wykonywane przez przedsiębiorstwa. Oczywiście, możliwe jest również wykonywanie części lub całości tych zadań przez gminne zakłady budżetowe, jednak gospodarowanie odpadami komunalnymi zawsze powinno pozostawać w zgodzie z prawidłami ekonomii.

Niezwykle istotnym czynnikiem, który musi koniecznie zostać uwzględniony w planowaniu gminnego systemu gospodarowania odpadami komunalnymi, jest akceptacja lokalnych społeczności. Dotyczy to nie tylko pomyślnego przebiegu postępowania administracyjnego w sprawie ochrony środowiska, prowadzonej z udziałem społeczeństwa na podstawie przepisów o jego ochronie⁴⁾, ale także zapewnienia, że mieszkańcy będą postępowali w sposób zgodny z przyjętymi zasadami gospodarowania odpadami. Nilsson-Djerf i Mc Dougall (2000) stwierdzili, że *jeśli system zarządzania odpadami ma być efektywny, musi być akceptowany przez*

³⁾ Art. 3 pkt 13 ustawy – Prawo ochrony środowiska.

⁴⁾ Dział V tytułu I ustawy – Prawo ochrony środowiska.

społeczeństwo. Joos i inni (1997) sprecyzowali następujące problemy związane z uzyskaniem społecznej akceptacji systemu gospodarowania odpadami komunalnymi:

- lokalizacja instalacji służących do unieszkodliwiania bądź odzysku odpadów w najbliższym sąsiedztwie miejsca zamieszkania,
- wzrastające koszty i opłaty za zagospodarowywanie odpadów,
- obawy o powstanie ryzyka zdrowotnego i ryzyka zniszczenia środowiska w związku z budową instalacji,
- konieczność poświęcenia czasu i wysiłku do selektywnego gromadzenia odpadów.

Wang i Richardson zwrócili uwagę, że system zarządzania odpadami komunalnymi powinien być „społecznie słuszny”. Pojęcie „słuszności społecznej” oznacza możliwie równe rozłożenie korzyści i kosztów zarządzania odpadami między poszczególnymi grupami społecznymi (Wang, Richardson, Roddick 1996).

Trzeba podkreślić, że opisywane trzy aspekty zrównoważonego rozwoju – zasadność ekonomiczna, dopuszczalność ekologiczna i akceptowalność społeczna – nie są wzajemnie zgodne. Innymi słowy, strategia najlepsza dla środowiska nie musi być najtańsza, a ta najbardziej akceptowana społecznie nie musi być odpowiednia pod względem środowiskowym i ekonomicznym. Wydaje się, że w polskich warunkach konieczne jest przede wszystkim zastosowanie wszelkich zachęt (w tym ekonomicznych) i konsekwentne prowadzenie działań w celu pogłębienia świadomości ekologicznej. Tylko w ten sposób można skutecznie skłonić mieszkańców do zachowań odpowiedzialnych, nawet jeśli wymaga to od nich pewnego wysiłku czy poniesienia wyższych kosztów.

Z powyższego wynika, że spełnienie wszystkich podstawowych zasad zrównoważonego rozwoju w gminnych systemach gospodarowania odpadami komunalnymi nie jest łatwym zadaniem. Dodatkowo należy uwzględnić liczne wymogi wynikające z litery prawa oraz zapewnić zgodność z planami gospodarki odpadami wyższego szczebla. Poza tym trudności powoduje znaczne zróżnicowanie składu jakościowego i ilościowego odpadów komunalnych oraz obecność odpadów niebezpiecznych w strumieniu odpadów komunalnych (w przypadku odpadów pochodzących od osób fizycznych).

Wdrażanie systemów gospodarowania odpadami w wielu gminach przychodzi z trudnością. Z badań ankietowych, przeprowadzonych w 2006 roku wśród gmin na terenie województwa śląskiego, można było wyciągnąć wniosek, że o ile same gminne plany gospodarowania odpadami są przygotowywane w sposób poprawny i jest w nich przewidziana realizacja niezbędnych przedsięwzięć, to samo wykonywanie zadań często jest problematyczne. Nie udało się wskazać zadania, które we *wszystkich* ankietowanych gminach byłoby realizowane (Owczarek-Nowak 2006).

Od maja do października 2005 roku Najwyższa Izba Kontroli przeprowadziła kontrolę pn. *Segregacja, odzysk i unieszkodliwianie odpadów komunalnych w gminach ze szczególnym uwzględnieniem odpadów biodegradowalnych*. Kontrola ta, koordynowana przez Delegaturę NIK w Katowicach, dotyczyła dwunastu gmin na terenie siedmiu województw.

W podsumowaniu wyników kontroli stwierdzono, że: Najwyższa Izba Kontroli pozytywnie ocenia, pomimo stwierdzonych nieprawidłowości (...) działania w zakresie ograniczania ilości odpadów składowanych na składowiskach. Należy jednak wziąć pod uwagę, że kontrolę przeprowadzono wyłącznie w gminach, które należały do grupy gmin, w których w poprzednich latach podjęto działania mające na celu ograniczenie ilości odpadów komunalnych składowanych na składowiskach.

NIK zwróciła również uwagę, że w 2004 roku w całym kraju średni udział odpadów komunalnych zagospodarowanych w sposób inny niż składowanie na składowiskach wynosił 5,8%, co znacząco odbiegało od wymagań Unii Europejskiej.

Stwierdzone nieprawidłowości polegały przede wszystkim na małym zaangażowaniu części gmin w organizację selektywnej zbiórki, nieterminowym uchwalaniu gminnych planów gospodarki odpadami i zakłóceniach w realizacji ustalonych w nich zadań, a także na nieeksploatowaniu niektórych instalacji służących do segregacji, odzysku i unieszkodliwiania odpadów komunalnych oraz nieprzestrzeganiu w pełni zasad przetwarzania tych odpadów.

Niepokój musi budzić stwierdzenie sformułowane na podstawie wyników omawianej kontroli: zbyt wolne tempo zmian w gospodarowaniu odpadami komunalnymi w kraju – w zakresie ich selektywnej zbiórki oraz ograniczania składowania odpadów biodegradowalnych – może uniemożliwić realizację wymagań Unii Europejskiej, dotyczących ograniczenia składowania na składowiskach odpadów biodegradowalnych (NIK 2006).

3. PRZEGLĄD OPRACOWANYCH MODELI INFORMATYCZNYCH LOKALNYCH I REGIONALNYCH SYSTEMÓW GOSPODAROWANIA ODPADAMI KOMUNALNYMI

Podczas planowania poszczególnych elementów tego systemu trzeba uwzględniać różne aspekty – prawne, techniczne, ekonomiczne czy społeczne – i przyjmować rozwiązania najkorzystniejsze dla danej gminy. W oczywisty sposób wymaga to zaangażowania osób o zróżnicowanej wiedzy, co w warunkach urzędu gminy nie zawsze jest możliwe.

Warto zaznaczyć, że nawet jeśli w gminie zostanie przyjęta zasada zlecania firmom zewnętrznym maksymalnej liczby zadań związanych z gospodarką odpadami komunalnymi, jest konieczne prowadzenie ciągłego nadzoru i kontroli nad jakością świadczonych usług i wykonywanych zadań, co wymaga od pracowników urzędu gminy odpowiedniej wiedzy merytorycznej (Storm 2005).

Wykorzystywanie narzędzi informatycznych do wspomagania decyzji podejmowanych podczas tworzenia systemu gospodarki odpadami na szczeblu lokalnym nie jest nowym pomysłem. Pierwsze próby zastosowania komputerów do optymalizacji gospodarowania odpadami pojawiły się w latach siedemdziesiątych zeszłego stulecia. Na początku były to stosunkowo proste narzędzia, służące na przykład do optymalizacji tras transportu odpadów bądź wspomagania decyzji o lokalizacji instalacji do unieszkodliwiania odpadów. W tym samym czasie zaczęto tworzyć oprogramowanie ułatwiające minimalizację kosztów zagospodarowywania odpadów. W 1973 roku, na

przykład Clark przedstawił model informatyczny służący do planowania regionalnych systemów gospodarowania odpadami, który umożliwiał optymalizację kosztów takiego systemu. Koszty stałe (ponoszone niezależnie od stopnia wykorzystania instalacji) modelował techniką dyskretnego (całkowitoliczbowego) programowania liniowego, natomiast koszty zmienne opisał jako liniowo zależne od przepustowości instalacji (Clark 1973).

Podobna technika MILP (z ang. *mixed-integer linear programming*, czyli ciągłe i dyskretne programowanie liniowe) została wykorzystana w systemie Kuhnera i Harringtona, który zaprezentowano w 1975 roku. Umożliwiał on dynamiczne, wieloetapowe modelowanie inwestowania i został zaprojektowany do zarządzania regionalnym systemem gospodarowania odpadami (Kuhner, Harrington 1975).

Wkrótce liczba narzędzi informatycznych – w tym modułów specjalistycznego oprogramowania – zaczęła wzrastać. Morrissey i Browne dokonali ogólnego przeglądu opracowanych modeli systemów gospodarowania odpadami komunalnymi i zaproponowali ich podział na trzy grupy:

- modele oparte na analizie kosztów i korzyści,
- modele oparte na analizie cyklu życia produktu,
- modele oparte na wielokryterialnej analizie decyzji.

Morrissey i Browne zauważyli, że w żadnym z opisywanych modeli nie uwzględniono kompletnego cyklu zarządzania odpadami, począwszy od zapobiegania powstawaniu odpadów, na unieszkodliwieniu skończywszy. Większość z nich jest stosowana do doskonalenia dotychczasowych technik optymalizacji wielokryterialnej lub do porównywania aspektów środowiskowych poszczególnych opcji zagospodarowywania odpadów. W żadnym z analizowanych modeli nie uwzględniono jednak wszystkich trzech podstaw zrównoważonego gospodarowania odpadami: dopuszczalności ekologicznej, zasadności ekonomicznej i akceptacji społecznej, mimo że twórcy wielu z nich zauważają, że model lub strategia jest wtedy zrównoważona, gdy są uwzględnione aspekty ekonomiczne, ekologiczne i społeczne. Stwierdzoną niedoskonałością tych modeli było nieuwzględnienie udziału stron zainteresowanych (ang. *stakeholder*), na przykład przedstawicieli rządu, władz lokalnych, ekspertów i lokalnej społeczności (Morrissey, Browne 2004).

Interesujące podejście do zagadnienia informatycznego modelowania systemu gospodarowania odpadami zaprezentowali w 2002 roku Salvia i inni. Do badań wykorzystali generator modeli o nazwie MARKAL (MARKet ALlocation). Jest to generator modeli oparty na programowaniu liniowym, rozwijany w późnych latach siedemdziesiątych przez konsorcjum 14 państw (komitet IEA). Obecnie MARKAL jest używany w większości państw członkowskich OECD w celu wspomagania planowania energetyki i ochrony środowiska na szczeblu narodowym i lokalnym (Salvia i inni 2002).

Salvia wraz z współpracownikami wykorzystał generator modeli MARKAL do budowy modelu porównawczego, który miał wskazywać związki między procesami produkcji i technologiami zagospodarowania odpadów, co miało na celu wypracowanie strategii gospodarowania odpadami zgodnymi z zasadami zrównoważonego rozwoju. Nieco inne podejście do omawianego zagadnienia zaproponowali Barlishen

i Baetz (1996). Opracowany przez nich model miał być stosowany podczas wstępnego etapu długoterminowego planowania systemów gospodarowania odpadami komunalnymi na szczeblu lokalnym lub regionalnym. Oprogramowanie to utworzono z wykorzystaniem optymalizacji, symulacji i modelowania. W badaniach zastosowano arkusz kalkulacyjny z bazami danych. Dokonano próby zebrania, zorganizowania i zakodowania pojęć z zakresu zarządzania odpadami, modelowania matematycznego rozwiązań dotyczących przewidywania ilości i składu odpadów, wyboru technologii, projektowania systemów recyklingu i kompostowania odpadów. Miało to na celu zaprojektowanie i przeprowadzenie analizy systemu gospodarowania odpadami.

Barlিশen i Baetz zaproponowali podzielenie procedury projektowania systemu gospodarki odpadami na kilka etapów:

- szacowanie ilości i składu odpadów,
- ocena technologii,
- projektowanie systemów segregacji u źródła, kompostowania i recyklingu,
- ocena kosztów instalacji i kosztów operacyjnych,
- lokalizacja instalacji, wymiarowanie, tworzenie harmonogramów i badanie alokacji odpadów,
- symulacja istniejącego lub proponowanego systemu gospodarowania odpadami komunalnymi.

Według Autorów kryterium przyjętym do optymalizacji jest minimalizacja kosztów, a decyzja co do konkretnej technologii jest podejmowana przez użytkownika na podstawie jego własnego doświadczenia i oceny. Zdaniem Barlিশena i Baetza czynnikiem, który najbardziej utrudniał implementowanie projektów systemów gospodarowania odpadami komunalnymi była znacząca złożoność procesu planowania takiego systemu.

Wielu autorów próbowało opracowywać informatyczne modele systemu gospodarowania odpadami komunalnymi, wykorzystując technikę oceny cyklu życia produktu.

Ocena cyklu życia produktu (LCA) jest stosowana do badania potencjalnych wpływów (w tym aspektów środowiskowych), wywieranych przez dany produkt podczas całego jego okresu istnienia, począwszy od surowców i energii wykorzystywanych do produkcji, przez użytkowanie aż po unieszkodliwienie odpadów (podejście to jest nazywane „od kołyski po grób”). W przeszłości badania cykli życia produktów polegały na szacowaniu porównawczym produktów, które pełniły podobne funkcje i które mogły się nawzajem zastępować. Obecnie obserwuje się skłonność do stosowania tej techniki do porównywania alternatywnych procesów produkcji czy do porównywania strategii gospodarowania odpadami. LCA jest postrzegana jako metoda właściwa do oceny praktyk związanych ze zrównoważonym zarządzaniem odpadami. Korzystając z tej metody, można zdefiniować działania związane z gospodarowaniem odpadami jako ogólne operacje, które są niezależne od szczególnych cech przetwarzanych odpadów. Operacje te służą do określania badanego systemu i wskazują, które stwierdzone negatywne oddziaływania na środowisko są niezależne od rodzaju odpadu. Rodzaje tego oddziaływania zostały zdefiniowane stosunkowo słabo, choć wymieniono takie zjawiska, jak kwaśne deszcze, ubytki warstwy ozonowej, eutrofiza-

cję, globalne ocieplenie (Barton, Dalley, Patel 1996). Odrębnym sposobem szacowania wpływu na środowisko jest zastosowanie pewnych technik wykorzystywanych przez ekonomistów do „wyceny” wpływu na środowisko. Niedoskonałością modelu opisywanego przez Bartona wydaje się nieuwzględnienie jakichkolwiek wpływów społecznych.

McDougall i inni połączyli pomysł zintegrowanego gospodarowania odpadami z analizą cyklu życia (IWM i LCA), tworząc model nazywany IWM-2 (McDougall i inni 2001). Model ten pozwalał na przeprowadzanie IWM porównań scenariuszy gospodarowania odpadami przez wykorzystanie wyników analizy cyklu życia⁵⁾.

Podobne prace wykonali Beigl i Salhofer (2004), którzy porównali różne systemy gospodarowania odpadami na podstawie oceny cyklu życia oraz wielkości kosztów, badając dane dotyczące ilości odpadów komunalnych wytworzonych, zebranych i przetworzonych na wybranym obszarze w Austrii. Następnie opracowali modele systemów gospodarowania odpadami z uwzględnieniem prowadzenia recyklingu i selektywnego zbierania odpadów oraz modele systemów bez takich działań. Podczas badań cyklu życia szacowano trzy grupy oddziaływań na środowisko: potencjał globalnego ocieplenia, zakwaszanie środowiska i zużycie energii.

Na podstawie otrzymanych wyników wysnuto wniosek, że koszty badanych systemów gospodarowania odpadami nie różnią się znacząco od siebie, natomiast korzyści środowiskowe z zastosowania technik recyklingu i selektywnej zbiórki są znaczne (Beigl, Salhofer 2004).

Łatwo zauważyć, że w modelu Beigla i Salhofera została odzwierciedlona potrzeba ograniczenia negatywnego oddziaływania na środowisko oraz konieczność minimalizacji kosztów zagospodarowania odpadów, jednak nie uwzględniono mechanizmów ułatwiających ocenę akceptacji społecznej zastosowanych rozwiązań technicznych i organizacyjnych. Podobne cechy ma model zaproponowany przez Bovea i Powella (2006), którzy przeanalizowali różne sposoby gospodarowania odpadami komunalnymi na terenie Walencji (wschodnie wybrzeże Hiszpanii). Zidentyfikowane sposoby zostały przeanalizowane z zastosowaniem metody oceny cyklu życia (LCA). Analiza ta polegała na określeniu emisji na poszczególnych etapach gospodarowania odpadami. Emisje te łączono w kategorie wyodrębnione na podstawie oddziaływania na środowisko, a następnie przypisano wagi do poszczególnych danych środowiskowych.

Model Bovea i Powella dotyczył przede wszystkim metod selektywnej zbiórki i segregacji odpadów oraz ich zagospodarowywania – oceniano koszty, odsetek odpadów, które trzeba było składować na składowiskach oraz wpływ tego gospodarowania na środowisko. Także w tym przypadku, mimo nazwania modelu „zrównoważonym”, nie uwzględniono udziału zainteresowanych grup społecznych w procesie oceny poszczególnych sposobów gospodarowania odpadami.

Ciekawym narzędziem informatycznym, zaproponowanym przez Wanga, Richardsona i Roddicka jest SWIM – model komputerowy, który został rozwinięty na podstawie programu MS Excel. Autorzy podkreślili, że SWIM ma interaktywny, przyjazny interfejs użytkownika, niezbędny dla takich narzędzi wspomagania decyzji.

⁵⁾ http://scienceinthebox.com/en_UK/sustainability/solid_waste_management_en.html#five

Model SWIM umożliwia przeprowadzanie podstawowej analizy problemów zarządzania odpadami komunalnymi na szczeblu gminy, w szczególności interakcji zachodzących między czynnikami zawartymi w systemie gospodarowania odpadami. Pozwala także na analizę systemową oddziaływań ekonomicznych i ekologicznych na szczeblu gminy, a przez zawarty w nim moduł mapowy, pozwala na uwzględnianie danych przestrzennych, na przykład w ocenie kosztów zbiórki i transportu odpadów (Wang, Richardson, Roddick 1996).

W tym modelu nie uwzględniono także wpływu zainteresowanych społeczności lokalnych w procesie tworzenia systemu gospodarowania odpadami. Tak jest również w przypadku modelu komputerowego zaproponowanego przez Tanskanena, który miał ułatwić opracowanie strategii pozwalającej na zwiększenie odzysku odpadów komunalnych. Model ten umożliwił zbadanie skuteczności różnych systemów gospodarowania odpadami. W ten sposób Tanskanen stwierdził, że strategia polegająca tylko na segregacji u źródła pozwoliła na osiągnięcie największego (o 66%) wzrostu poziomu odzysku przy wzroście kosztów o 41%. Strategia segregacji u źródła, połączona z wtórnym sortowaniem odpadów, pozwoliła na zwiększenie poziomu odzysku do 74%, przy wzroście kosztów o 30%. W obydwóch przypadkach ogólnie pojęte negatywne oddziaływanie na środowisko zostało ograniczone (Tanskanen 2000).

Z dokonanego przeglądu wynika, że projektanci modeli gospodarowania odpadami, choć zdają sobie sprawę z istotności aspektów społecznych we wdrażanym systemie, to jednak nie uwzględniają ich w opracowywanych przez siebie modelach – nawet jeśli określają je słowem *sustainable* (zrównoważony).

Wydaje się, że w przypadku systemów gospodarowania odpadami komunalnymi jest to bardzo poważna wada. Jak już wcześniej podkreślono, w przypadku gospodarowania odpadami komunalnymi osiągnięcie zgodności z obowiązującymi przepisami prawa (na przykład uzyskanie wymaganego ograniczenia składowania odpadów biodegradowalnych na składowisku) jest w szczególności sposób uwarunkowane nie tylko bierną akceptacją, ale wręcz współpracą mieszkańców danej gminy. Joos i inni stwierdzili, że: *programy gospodarowania odpadami, w szczególności techniki zagospodarowania odpadów, które ignorują aspekty społeczne, muszą ponieść klęskę*. Innymi słowy, podczas podejmowania decyzji związanych z gospodarowaniem odpadami komunalnymi konieczne jest uwzględnianie akceptacji społecznej, udziału społeczeństwa w planowaniu i implementacji, zachowań konsumentów i zmian ich systemu wartości. Są one nie mniej ważne niż aspekty techniczne czy ekonomiczne (Joos i inni 1997).

Uwzględnianie aspektów społecznych wiąże się jednak z koniecznością rozwiązywania konfliktów i osiąganiem kompromisów. Obecnie najczęściej jest to uzyskiwane przez arbitralne decyzje urzędnika odpowiedzialnego za postępowanie w danej sprawie. Nowatorskie podejście do osiągania kompromisów zaprezentowali Mig-Lung Hung i inni, proponując wykorzystanie technik informatycznych do określania optymalnego rozwiązania w warunkach sprzecznych interesów stron biorących udział w postępowaniu. W 2007 roku zaprezentowali oni zrównoważony model podejmowania decyzji, integrujący wielokryterialne podejmowanie decyzji (MCDM) i model analizy konsensusu (CAM).

Model analizy konsensusu służy do wspomagania podejmowania decyzji. Wspomaganie to polega na wielokryterialnym podejmowaniu decyzji za pomocą zwykłych metod. Prezentowane narzędzie ma na celu umożliwienie oceny konsensusu między uczestnikami procesu dla określonych alternatyw.

Autorzy stwierdzili, że zaproponowany model może ułatwić administracji analizę aspektów społecznych, a także rozwiązywanie potencjalnych konfliktów, które mogą powstawać na skutek podjętej decyzji (Mig-Lung, Hwong-wen, Wan-Fa 2007).

Całkowicie odmienne podejście do partycypacji społeczeństwa w rozwiązywaniu problemów gospodarowania odpadami komunalnymi zaprezentowali Tonglet i inni. Zauważyli oni, że skoro najefektywniejszą drogą zmniejszenia ilości odpadów jest minimalizacja ich wytwarzania, to zrozumienie zachowań prowadzących do minimalizacji ilości wytwarzanych odpadów ma podstawowe znaczenie w tworzeniu zrównoważonych systemów gospodarowania odpadami. Ilość wytwarzanych odpadów komunalnych może ulec zmniejszeniu przez konsekwentne, trwające dłuższy czas, badanie zachowań osób w gospodarstwach domowych, wykorzystanie psychologii kognitywnej oraz wykorzystanie starannie zaprojektowanych działań marketingowych. Techniki psychologii kognitywnej pozwalają na zwiększenie skuteczności tych działań przez zidentyfikowanie najważniejszych czynników prowadzących do pożądanych zachowań oraz na wskazanie najbardziej prawdopodobnych czynników powodzenia. Po ustaleniu tych czynników można zaprojektować skuteczne kampanie społeczne (Tonglet, Philips, Bates 2004).

Tonglet podał, że w celu stymulowania zachowań minimalizujących ilości powstających odpadów, warto próbować oddziaływać na ludzi młodszych – przekonywać ich, że zachowania takie nie są czasochłonne ani kłopotliwe, informować co do sposobów takich zachowań (kupowanie przedmiotów trwałych, naprawa, a nie wymiana na nowe, unikanie jednorazówek, wykorzystywanie pewnych przedmiotów wspólnie z innymi) oraz celów takiego postępowania (dążenie do większej świadomości społecznej).

WNIOSKI

Dokonany krótki przegląd zagadnień dotyczących budowania informatycznych modeli systemów gospodarki odpadami pozwala na stwierdzenie, że dotychczas nie opracowano modelu gospodarowania odpadami komunalnymi w gminie, który by w pełni odpowiadał założeniom zrównoważonego rozwoju. Wielu autorów jako jeden z najważniejszych warunków funkcjonowania systemu zagospodarowywania odpadów komunalnych wymienia należyte potraktowanie kwestii społecznych. W publikacjach zostały wyszczególnione także najważniejsze przyczyny, dla których osiągnięcie akceptacji i współudziału społeczności lokalnych w tworzeniu systemu gospodarowania odpadami komunalnymi jest problematyczne.

W wielu przypadkach udało się utworzyć interesujące narzędzia wspomaganie decyzji, w których uwzględniono zarówno kwestie oddziaływania na środowisko, jak i kwestie ponoszonych kosztów. Część z tych narzędzi dotyczyła pewnego wycinka zagadnień technicznych, inne służyły do ogólnego, wieloletniego planowania inwestycji w regionie.

Z kolei narzędzia informatyczne, w których zostały uwzględnione kwestie społeczne, nie pozwalały na dopracowanie pozostałych aspektów systemu gospodarowania odpadami. Przedstawiony model analizy konsensusu CAM (Mig-Lung, Hwong-wen, Wan-Fa 2007) jest interesującą propozycją rozwiązywania wszelkich problemów środowiskowych, w przypadku których jest wymagane osiągnięcie kompromisu między sprzecznymi interesami poszczególnych uczestników procesu. Nie pozwala on jednak na ocenę wypracowanego rozwiązania pod kątem oddziaływania na środowisko czy efektywności ekonomicznej.

Równoczesne ujmowanie trzech aspektów jest warunkiem uzyskania zrównoważonego systemu gospodarowania odpadami, a tylko taki system ma szansę funkcjonowania i uzyskania możliwie pełnej zgodności z obowiązującymi przepisami prawa. Ze względu na złożoność tego zagadnienia, dużym ułatwieniem dla pracowników urzędów gmin, do których obowiązków należy nadzór nad gminnym systemem gospodarki odpadami, byłby model komputerowy – narzędzie informatyczne, charakteryzujący się przyjaznym interfejsem użytkownika i możliwie łatwym sposobem użytkowania. Najważniejszą funkcją takiego narzędzia byłoby jednakże uwzględnienie wszystkich trzech czynników – ekologicznego, ekonomicznego i społecznego – podczas budowy systemu gospodarowania odpadami komunalnymi.

Literatura

1. Barlishen K.D., Baetz B.W. (1996): *Development of a decision support system for municipal solid waste management systems planning*. Waste Management & Research 14, s. 71–86.
2. Barton J.R., Dalley D., Patel V.S. (1996): *Life Cycle Assessment for waste management*. Waste Management. Vol. 16, No. 1–3, s. 35–50.
3. Beigl P., Salhofer S. (2004): *Comparison of ecological effects and costs of communal waste management systems*. Resources, Conservation and Recycling 41, s. 83–102.
4. Bovea M.D., Powell J.C. (2006): *Alternative scenarios to meet the demands of sustainable waste management*. Journal of Environmental Management 79, s. 115–132.
5. Clark R.M. (1973): *Solid waste: management and models*. W: Models for Environmental Pollution Control (R.A. Deininger, ed.). Michigan, U.S.A., Ann Arbor Science Publishers Inc., s. 269–305.
6. Dubel K. (1998): *Uwarunkowania przyrodnicze w planowaniu przestrzennym*. Białystok, Wydaw. Ekonomia i Środowisko.
7. Górski M. (2005): *Gospodarowanie odpadami w świetle wymagań prawa wspólnotowego i polskiego prawa wewnętrznego*. Poznań, Wydaw. FUTURA.
8. Joos W., Carabias V., Winistoerfer H., Stuechili A. (1999): *Social aspects of public waste management in Switzerland*. Waste Management 19, s. 417–425.
9. Kuhner J., Harrington J.J. (1975): *Mathematical models for developing regional solid waste management policies*. Engineering Optimization 1, s. 237–256.
10. McDougall F., White P., Franke M., Hindle P. (2001): *Integrated Solid Waste Management: A Life Cycle Inventory*. London, Blackwell Science.
11. Mig-Lung Hung, Hwong-wen Ma, Wan-Fa Yang (2007): *A novel sustainable decision making model for municipal solid waste management*. Waste Management 27, s. 207–219.
12. Morrissey A.J., Browne J. (2004): *Waste management models and their application to sustainable waste management*. Waste Management 24, s. 297–308.

13. Najwyższa Izba Kontroli – Delegatura w Katowicach (2006): *Informacja o wynikach kontroli „Segregacja, odzysk i unieszkodliwianie odpadów komunalnych w gminach ze szczególnym uwzględnieniem odpadów biodegradowalnych”*. Katowice, NIK.
14. Nilsson-Djerf J., McDougall F. (2000): *Social factors in sustainable waste management*. Warmer Bulletin 73, s. 18–20.
15. Owczarek-Nowak E. (2006): *Analiza funkcjonowania gminnych systemów gospodarowania odpadami komunalnymi w województwie śląskim – teoria a praktyka*. Prace Naukowe GIG, Górnictwo i Środowisko nr 3, s. 67–78.
16. Roy B. (1990): *Wielokryterialne wspomaganie decyzji*. Warszawa, WNT.
17. Salvia M., Cosmi C., Macchiato M., Mangiamela L. (2002): *Waste management system optimisation for Southern Italy with MARKAL model*. Resources, Conservation and Recycling 34, s. 91–106.
18. Storm J. (2005): *Polityka gospodarki odpadami w gminach – praktyczne aspekty zarządzania*. Materiały z seminarium „Optymalizacja instrumentów zarządzania gospodarką odpadami komunalnymi w Polsce”. Warszawa, Ministerstwo Środowiska.
19. Tanskanen J.-H. (2000): *Strategic planning of municipal solid waste management*. Resources, Conservation and Recycling 30, s. 111–133.
20. Tonglet M., Philips P.S., Bates M.P. (2004): *Determining the drivers for householder pro-environmental behaviour: waste minimisation compared to recycling*. Resources, Conservation and Recycling 42, s. 27–48.
21. Ustawa z dnia 13 września 1996 r. o utrzymaniu czystości i porządku w gminach (tekst jednolity – Dz.U. z 2005 r. Nr 236, poz. 2008 z późniejszymi zmianami).
22. Ustawa z dnia 27 kwietnia 2001 r. – Prawo ochrony środowiska (tekst jednolity – Dz.U. z 2006 r. Nr 129, poz. 902 z późniejszymi zmianami).
23. Ustawa z dnia 27 kwietnia 2001 r. o odpadach (tekst jednolity – Dz.U. z 2007 r. Nr 39, poz. 251).
24. Ustawa z dnia 8 marca 1990 r. o samorządzie gminnym (tekst jednolity – Dz.U. z 2001 r. Nr 142, poz. 1591 z późniejszymi zmianami).
25. Wang F.S., Richardson A.J., Roddick F.A. (1996): *Swim – a computer model for solid waste integrated management*. Computers, Environment and Urban Systems Vol. 20 No. 4/5, s. 233–246.

Recenzent: doc. dr hab. inż. Barbara Białecka

Paweł Santorius, Barbara Bialecka, Jacek Grabowski*

ŚRODOWISKOWE I GOSPODARCZE PROBLEMY SPOWODOWANE DEGRADACJĄ TERENÓW W GÓRNOŚLĄSKIM ZAGŁĘBIU WĘGLOWYM

Streszczenie

Efektom prowadzenia eksploatacji górniczej jest degradacja powierzchni ziemi w jej zasięgu. Degradacja powierzchni ziemi na terenach górniczych kopalń węgla kamiennego przejawia się głównie jako degradacja fizyczna, a jej uciążliwość spowodowana jest zasadniczo do ograniczeń w zagospodarowywaniu powierzchni ziemi, a szczególnie do ograniczeń w zabudowie. Jest to szczególnie niekorzystne z uwagi na gospodarkę, ponieważ w istotny sposób ogranicza ponowne wprowadzenie terenu do obrotu gospodarczego.

Górnośląskie Zagłębie Węglowe (GZW) jest położone na terenie dwóch państw – Polski i Czech, interesujące zatem jest porównanie problemów środowiskowych generowanych przez górnictwo w obu krajach, w tym szczególnie dotyczących terenów zdegradowanych.

Tereny zdegradowane przez przemysł wydobywczy zajmują w GZW dużą powierzchnię, w małym tylko stopniu wykorzystywaną, stąd ważna dla ratowania ekosystemu, zgodnie z zasadą zrównoważonego rozwoju, jest rekultywacja i rewitalizacja tych obszarów. Rekultywacja i rewitalizacja terenów górniczych po zaprzestaniu działalności górniczej zarówno w Polsce, jak i w Czechach, stanowi poważny problem ekonomiczny, techniczny i społeczny, rozwiązanie którego powinno stanowić jedno z głównych zadań polityki ekologicznej.

W artykule przedstawiono różny sposób podejścia do zagospodarowania terenów przemysłowych, zależny od uwarunkowań lokalnych, krajowego prawodawstwa oraz warunków społeczno-ekonomicznych. Podano także przykłady rozwiązań technicznych z zakresu rekultywacji i rewitalizacji terenów zdegradowanych, mogące stanowić rozwiązania modelowe do rozpowszechnienia w krajach sąsiednich.

Environmental and economic problems caused by degradation of terrains in Upper Silesia Coal Basin

Abstract

An effect of conducting mining works is a degradation of ground surface in their range. Degradation of ground surface on mining terrains of hard coal mines manifests mainly as physical degradation, and its arduousness reduces mainly to limitations of the ground surface management, and particularly to limitations in building engineering. It is particularly unfavourable for economy reasons, because it restricts in an essential way a re-introduction of such terrain to economic turnover.

Upper Silesia Coal Basin (GZW) lies on terrain of two states: Poland and Czech Republic. Therefore, it is of interest to compare environmental problems generated by mining in both the countries and in particular the ones related to the degraded terrains.

Terrains degraded by mining industry occupy large areas of GZW, being used in small only degree. Therefore, the most important thing for saving the ecosystem, in accordance with rule of sustainable development, is the reclamation and revitalisation of these areas. The reclamation and revitalisation of mining terrains after ceasing of mining activity both in Poland and Czech Republic constitutes a serious economic, technical and social problem, solution of which should become one of main targets of ecological policy.

* Sdružení pro Rozvoj Moravskoslezského Kraje, Ostrava.

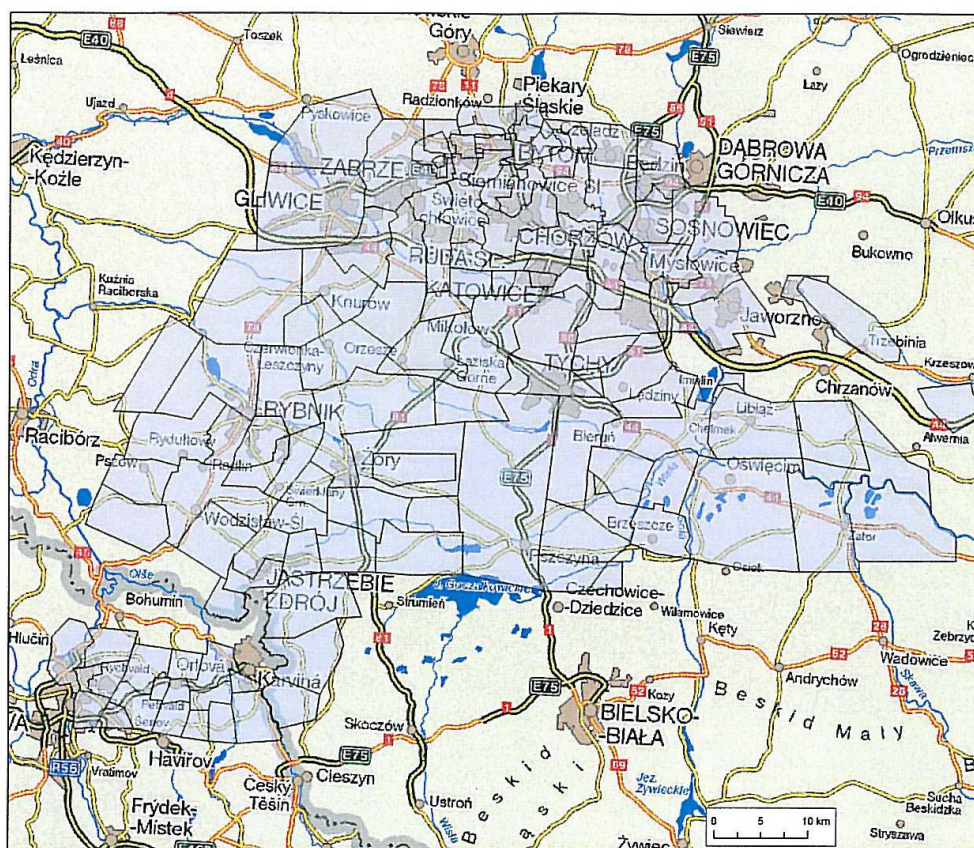
In the paper, different approach was presented to the industrial terrains management, dependent on local conditions, national legislations as well as social-economic conditions. Examples of technical solutions were also presented in the area of reclamation and revitalisation of degraded terrains. They may constitute model solutions for dissemination in neighbouring countries.

WPROWADZENIE

Górnśląskie Zagłębie Węglowe (GZW) jest położone na terenie dwóch państw – Polski i Czech (rys. 1) (Słowikowski 1999). Na terenie Polski znajdują się trzy rejonory wydobywcze:

- północno-wschodni – Zagłębie Dąbrowskie,
- południowo-zachodni – Rybnicki Okręg Węglowy,
- nadwiślański (Bieruń, Libiąż, Brzeszcze),

a w Republice Czeskiej jeden – Ostrawsko-Karwińskie Zagłębie Węglowe (ZOK).



Rys. 1. Mapa obszarów górniczych położonych w polskiej i czeskiej części Górnśląskiego Zagłębia Węglowego

Fig. 1. Maps with mining fields in both Polish and Czech parts of Upper Silesia Coal Basin

GZW zajmuje w Polsce powierzchnię 4,5 tys. km², natomiast jego przedłużenie w Czechach – 0,3 tys. km².

W związku z tym, że Zagłębie znajduje się na terenie dwóch krajów, interesujące jest porównanie odmiennego podejścia do problemów wynikających z degradacji środowiska, powodowanej działalnością górnictwem.

W artykule przedstawiono sposób podejścia do zagospodarowania terenów przemysłowych, zależny od uwarunkowań lokalnych, krajowego prawodawstwa oraz warunków społeczno-ekonomicznych. Przedstawiono także przykłady rozwiązań technicznych z zakresu rekultywacji i rewitalizacji terenów zdegradowanych, mogące stanowić rozwiązania modelowe do rozpowszechnienia w krajach sąsiednich.

1. DEGRADACJA TERENÓW GÓRNICZYCH

Efektem prowadzenia eksploatacji górniczej jest degradacja powierzchni ziemi w jej zasięgu. Degradacja powierzchni ziemi na terenach górniczych kopalń węgla kamiennego przejawia się głównie jako degradacja fizyczna. Degradacja chemiczna ma jedynie znaczenie lokalne i jest związana z infrastrukturą powierzchniową kopalni. Degradacja powierzchni ziemi zależy przede wszystkim od warunków geologicznych zalegania złoża oraz intensyfikacji i wielkości wydobywania, a także stosowanych technik wydobywczych (Kwiatkiewicz 2002).

Zmiana ukształtowania powierzchni ziemi przejawia się głównie: pionowym osiadaniem, poziomymi przesunięciami, nachyleniami lub krzywizną powierzchni.

Uciążliwość spowodowana degradacją fizyczną sprowadza się głównie do ograniczeń w zagospodarowaniu terenu, szczególnie w zabudowie. Jest to niekorzystne z uwagi na gospodarkę, ponieważ uniemożliwia ponowne wprowadzenie terenu do obrotu gospodarczego (Knothe 1984).

Ważnym aspektem degradacji fizycznej jest także zmiana lokalnego obiegu wód. W wyniku zmian morfologicznych przekształceniu ulega przebieg granic subzlewni oraz sieć cieków powierzchniowych. Zmiany struktury górotworu natomiast mają wpływ na warunki przepływu wód podziemnych oraz warunki infiltracji wód powierzchniowych. Jest to szczególnie istotne na obszarach wysoko uprzemysłowionych, gdzie niejednokrotnie nastąpiła degradacja fizyczna i chemiczna. Taka koegzystencja terenów zdegradowanych stwarza ryzyko wzmożonej migracji zanieczyszczeń do gleby oraz wód powierzchniowych i podziemnych, co przekłada się na ryzyko zdrowotne ludności zamieszkującej w otoczeniu zdegradowanych obiektów.

Każda metoda eksploatacji złóż powoduje deformacje przypowierzchniowej warstwy górotworu, a tym samym szkody górnicze na powierzchni. Pożądany jest taki sposób eksploatacji, aby udało się maksymalnie jak najwięcej złoża wybrać, a jednocześnie zminimalizować wpływ tej eksploatacji na powierzchnię.

Pod pojęciem ochrony środowiska na terenach górniczych rozumie się działania w celu zachowania wartości użytkowych środowiska oraz jego zagospodarowanie zgodnie z przeznaczeniem. Uwzględnia się przy tym ewentualne, okresowe ograniczenia związane z wpływem eksploatacji. Istotne jest także zapewnienie bezpieczeństwa obiektów wraz z nieprzekraczaniem stopnia uciążliwości ich użytkowania, społecznie akceptowalnego w danych warunkach społeczno-gospodarczych.

W Czechach eksploatacja złóż węglowych jest prowadzona głównie systemem ścianowym z zawalem, czego skutkiem jest zapadanie się terenu i lokalne tapnięcia. W latach 60. XX wieku w Zagłębiu Ostrawsko-Karwińskim, z powodu wybrania węgla z filarów ochronnych, zniszczono miasto Poruba. Na jego miejscu wybudowano odpowiednio zabezpieczone miasto Havířov, do którego przesiedlono mieszkańców.

W Polsce, mając na uwadze szkody górnicze, w większym zakresie jest stosowana eksploatacja z ochroną powierzchni, na przykład z podsadzką hydrauliczną, szczególnie w filarach ochronnych miast.

2. ZAGŁĘBIE OSTRAWSKO-KARWIŃSKIE

Ostrawsko-Karwińskie Zagłębie Węglowe (ZOK) zajmuje około 6% południowej części niecki górnośląskiej w większości znajdującej się na terenie Polski, a sięgającej na tereny obecnej Republiki Czeskiej. Rozciąga się w okolicach Ostrawy i Karwiny, sięgając na południe aż po Frenštát. Całkowita jego powierzchnia to około 310 km². Na tym terenie skutki działalności górniczej, która przez wiele lat kształtowała krajobraz tego zagłębia, są bardzo duże. Widoczne są opuszczone szyby porośnięte zielenią, zawodnione zapadliska, osadniki, a także tereny już zrekultywowane, na których znajdują się lasy oraz tereny pogórnice w miejscach, gdzie przed dwudziestu, trzydziestu laty istniały gminy lub dzielnice miast. Znamienny przykład stanowią losy Darkowa – jednej z dzielnic Ostrawy, która w ciągu 10 lat zniknęła z mapy wskutek eksploatacji górniczej na zawał. Na terenie dawnego Darkowa powstało jezioro, a pierwotny teren znajduje się około 20 metrów poniżej jego lustra (rys. 2).



Rys. 2. Mapa dzielnicy Darków z 1988 roku oraz zdjęcie z lotu ptaka tego obszaru w 2000 roku

Fig. 2. Map of Darków district of 1988, and an aerial photograph of this area in year 2000

Z uwagi na krajobraz oraz jego przekształcenia spowodowane przez górnictwo, ZOK można podzielić na dwie części – zachodnią (ostrawską, starszą) i wschodnią (karwińską, młodszą).

W części ostrawskiej wydobywanie węgla zakończono w połowie lat 90. XX wieku. W okolicach starych szybów pozostały jednak tereny przemysłowe – przez

wiele lat niezagospodarowywane. Zakończone zostały też w większości przypadków projekty rekultywacyjne zwałowisk skały płonnej. Jest też kilka płonących hałd odpadów górniczych, stanowiących problem, którego dotychczas nie rozwiązano (Santorius 2006).

Część karwińską można scharakteryzować już jako pogórnice tereny bez hałd, z bieżąco realizowanymi projektami rekultywacyjnymi, z terenami w dużym stopniu już zalesionymi.

2.1. Aspekty prawne zarządzania terenami zdegradowanymi przez górnictwo

W styczniu 1964 roku Rząd Republiki Czechosłowackiej uchwalił Plan Rekultywacji Zagłębia Ostrawsko-Karwińskiego, który zawierał koncepcję prac rekultywacyjnych do 1970 roku wraz z wizją do 1980 roku. Planem tym objęto 2600 hektarów Okręgu Północnomorawskiego, a jego opracowanie stworzyło podstawy systematycznej i celowej ochrony środowiska obszaru przemysłowego. Do lat 80. XX wieku dominowało tworzenie terenów rolnych i leśnych, zgodnie z ustawą o ochronie gruntów rolnych (poszerzanie powierzchni terenów rolnych oraz ich intensywne wykorzystywanie). Ostatnią koncepcję rekultywacji, w warunkach gospodarki centralnej, opracowano w 1986 roku. Zawierała ona prognozę działalności górniczej i ocenę jej negatywnego wpływu na środowisko aż do 2050 roku.

Wraz ze zmianami społeczno-ekonomicznymi w 1989 roku pojawiło się, obowiązujące do dnia dzisiejszego, podejście do prac rekultywacyjnych. W latach 90. XX wieku weszły w życie nowe ustawy z zakresu ochrony środowiska, zawierające odmienne podejście, od wcześniej preferowanego, do prac rekultywacyjnych, w tym szczególnie nacisk położono na samoistną rewitalizację terenów pogórnich. W tym okresie było preferowane takie prowadzenie rekultywacji, aby minimalizować przemieszczanie materiału rekultywacyjnego (skała płonna, gleba) oraz wykorzystywać powstałe w wyniku osiadania terenu obszary wodne.

Dotychczas szkody górnicze były usuwane zgodnie z ustawą o górnictwie w ramach tzw. Kompleksowych Rozwiązań Obszaru (KRO). W opracowywanym KRO przedstawiano konkretne projekty prac rekultywacyjnych w celu poprawy stanu terenów zdegradowanych. KRO stanowiły propozycje, jak dane tereny kształtować, nie miały one jednak charakteru obligatoryjnego. Zaletą KRO było ich dostosowanie do nowych ustaw z dziedziny ochrony środowiska (Ustawa o środowisku, Ustawa o ochronie przyrody).

Aktualnie cele i kierunki rekultywacji są uwzględniane już na etapie opracowywania planów zagospodarowania przestrzennego. Zawierają one informacje dotyczące nie tylko przebiegu prac związanych z likwidacją szkód górniczych, ale także możliwości ich przyszłego użytkowania.

Po kilkuletniej dyskusji, czy działalność górnicza podlega ustawie o ocenie oddziaływania na środowisko czy nie, Najwyższy Sąd w Pradze w lutym 2000 roku orzekł, że kontynuacja dalszej eksploatacji pokładów węgla kamiennego w Zagłębiu Ostrawsko-Karwińskim jest uwarunkowana opracowaniem jej Oceny Oddziaływania na Środowisko (OoŚ), tzw. procesu E.I.A. (*Environmental Impact Assessment*).

Istotnym elementem OOS jest wieloaspektowa ocena wpływu eksploatacji górniczej na środowisko, a także obszerne porównanie możliwych wariantów rekultywacji terenów zdegradowanych. Ocena ta jest konieczna do uzyskania pozwoleń na realizację poszczególnych projektów rekultywacji.

Pierwsze oceny oddziaływania eksploatacji górniczej na środowisko zostały przeprowadzone w latach 2000–2001. Po ich analizie Ministerstwo Środowiska Republiki Czeskiej wyraziło zgodę na dalszą działalność kopalń pod warunkiem, że będzie opracowany Generalny Plan Rekultywacji w celu długookresowego rozwiązania problemów dotyczących terenów pogórnich. Warunkiem koniecznym było również przedstawienie i uzgodnienie tego Planu z organami samorządowym oraz państwowymi.

W związku z tym, że w Ocenie Oddziaływania na Środowisko jest zawarty kierunek napraw szkód górniczych zgodny ze wszystkimi przepisami prawa, jest ona podstawowym dokumentem do przygotowania prac rekultywacyjnych.

Wydawanie zezwoleń na realizację projektów rekultywacyjnych podlega prawu budowlanemu. Oznacza to, że inwestor, po opracowaniu projektu prac rekultywacyjnych, jest zobowiązany do złożenia wniosku o wydanie decyzji przez odpowiednie organa państwowe. Do takich przede wszystkim należą urzędy ochrony środowiska – czyli organa: ds. ochrony gruntów rolnych i wód, ds. leśnictwa, ds. ochrony przyrody i inne. Projekty rekultywacyjne podlegają weryfikacji w odniesieniu do poszczególnych przepisów prawnych.

2.2. Zarządzanie terenami zdegradowanymi działalnością górniczą

Aktualnie na obszarze ZOK działa prywatna spółka węglowa OKD a.s., która jest niemalże w 100% właścicielem gruntów z terenami pogórnymi oraz w pełni nimi dysponuje. Zajmuje się ona wydobywaniem węgla. Węgiel jest eksploatowany w pięciu kopalniach, a jego wydobycie wynosi około 13 mln ton. Spółka zajmuje się także rekultywacją terenów zdegradowanych w wyniku jej działalności. W tym celu w strukturze organizacyjnej spółki wyodrębniono samodzielny zakład IMGE, do opracowywania projektów prac rekultywacyjnych oraz przyszłego zagospodarowywania terenu.

Tereny pogórnice, które powstały przed prywatyzacją przemysłu węglowego, są zagospodarowywane od 2002 roku przez państwowe przedsiębiorstwo DIAMO s.p. Firma ta, po rekultywacji, przekazuje tereny zainteresowanym, na podstawie przetargu publicznego.

Podstawowa działalność DIAMO s.p., to: realizacja prac sanacyjnych i rekultywacyjnych, troska o majątek trwały (sprzedarz, wynajem), likwidacja obiektów nie nadających się do wykorzystania, opieka nad pamiątkami kultury, prowadzenie prac inwestycyjnych spowodowanych zakończeniem działalności górniczej, a także ochrona pozostałych czynnych pokładów wydobywczych, kontrola zlikwidowanych szybów, rozwiązywanie problemów spowodowanych wydobywaniem się metanu na powierzchnię.

2.3. Informacje o terenach zdegradowanych

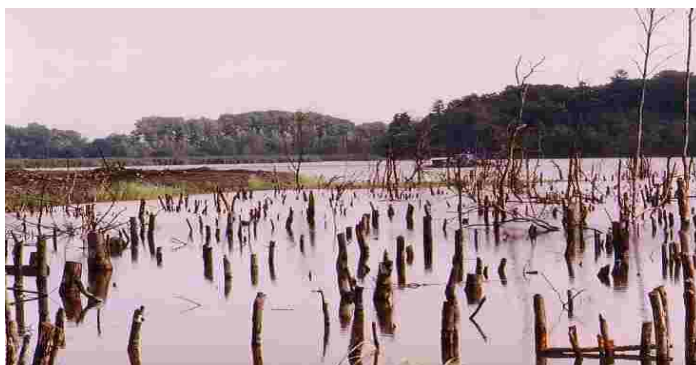
W 1999 roku w Okręgu Ostrawskim zaczęto tworzyć spis terenów zdegradowanych. Spis ten składa się z map cyfrowych i opisu terenu. Rejestr obejmuje około 100 terenów. Są to tereny, na które wpływ wywarł przemysł, głównie górnictwo (w tym hałdy górnicze, zbiorniki płuczkowe i inne). Nieruchomości objęte rejestrem to około 3,2 ha (15%) obszaru zabudowanego miasta. Spis zawiera również informacje, które mogą okazać się przydatne dla przyszłych inwestorów. Jednym z celów opracowania takiego rejestru było stworzenie bazy danych umożliwiającej optymalne zarządzanie terenami zdegradowanymi. W bazie danych zawarto również informacje o stopniu skażenia tych terenów. Skażenie środowiska dotyczy głównie gleb i wód gruntowych. Zanieczyszczenia utrzymują się na różnych poziomach (niskim, średnim, wysokim i alarmującym), zależnie od poprzedniego sposobu zagospodarowania.

Aktualnie ponad 90% wszystkich terenów poprzemysłowych Ostrawsko-Karwińskiego Okręgu jest zinwentaryzowanych i ujętych w bazie danych. Podkreślić należy, że urząd miasta Ostrawa wspiera finansowo projekty mające docelowo doprowadzić do ponownego wykorzystania terenów zdegradowanych. Środki finansowe są przeznaczone głównie na: badania i pomiary terenów, opracowanie planów rozwoju, zakup gruntów, infrastrukturę techniczną i inne cele.

2.4. Dobre praktyki rewitalizacji terenów zdegradowanych

RAK W ZBIORNIKU DO OCZYSZCZANIA WÓD

Zbiornik ten powstał w miejscu zapadliska pogórniczego i miał być wykorzystany do oczyszczania wód kopalnianych z kopalni „Darków”, a po jego całkowitym wypełnieniu miał być zalesiony (fot. 1). Przez zbiornik przepływa potok Solecki, w którego wodach niedawno pojawiły się raki bagienne (*Astacus leptodactylus*). W związku z tym została wydana decyzja o zachowaniu części zbiornika w celu utrzymania środowiska raka. Wydzielono więc pas zbiornika szerokości 100 m, przez który będzie przepływał potok Solecki, co zabezpieczy środowisko tego objętego ochroną gatunku.



Fot. 1. Biotop raka bagiennego w sąsiedztwie osadnika wód kopalnianych

Phot. 1. Biotope of swampy crayfish in neighbourhood of sedimentation basin of mine waters

BÓBR W RZECE STONAWKA

Rzeka Stonawka przepływa przez tereny zdegradowane działalnością górniczą. W wyniku osiadania terenu powstały tam liczne rozlewiska. W tym właśnie miejscu osiadła rodzina bobra europejskiego (*Castor fiber*). Prognozowano, że kontynuacja eksploatacji górniczej spowoduje dalsze osiadania terenu nawet o 3 m, w związku z tym planowano zasypianie tego obszaru skałą płoną. Ten zamiar z pewnością spowodowałby zniszczenie biotopu tego zagrożonego gatunku. Organ ochrony środowiska wydał decyzję o natychmiastowym zatrzymaniu wszystkich prac związanych z projektem, a spółka węglowa rozpoczęła eksploatację węgla w innym miejscu.

MOKRADŁA NA TERENACH LEŚNYCH

Mokradła te powstawały w wyniku niekorzystnych warunków odprowadzania wody gruntowej, która przedostała się na powierzchnię osiadających terenów. Zgodnie z obowiązującym do 1995 roku prawem leśnym zapadliska wodne nie zostały zakwalifikowane jako tereny leśne i tym samym nie zostały objęte ochroną. Po zmianie przepisów małe tereny wodne można już uważać za grunty leśne, a na podstawie ustawy o ochronie przyrody mokradła zostały objęte ochroną.

OŚRODEK REKREACYJNO-SPORTOWY KATARZYNA

Katarzyna – dzielnica gminy Stonawa, w wyniku szkód górniczych, w latach 60. XX wieku została wyburzona, a na jej obszarze powstały wielkie zapadliska (fot. 2). W latach 70. i 80. XX wieku zapadliska te zasypiano skałą płoną oraz zrehabilitowano w kierunku rolnym i leśnym. W 1993 roku przedstawiono projekt utworzenia ośrodka rekreacyjno-sportowego z wyciągiem narciarskim, który miał zostać wybudowany na powierzchni około 20 hektarów. W projekcie, którego realizację zaplanowano na 2005 rok, przewidziano usypanie kopca wysokości 40 metrów. W związku z tym, że mogło to spowodować zniszczenie 5 hektarów terenów pogórniczych już zalesionych, Ministerstwo Środowiska Republiki Czeskiej, w ramach procesu oceny oddziaływania na środowisko, wydało negatywną opinię o tej inwestycji, co spowodowało, że pionierski jak na owe czasy projekt, nie został zrealizowany.



Fot. 2. Stonawa – Katarzyna, w tym miejscu miał powstać ośrodek rekreacyjno-sportowy (zdjęcie z 1999 r.)

Phot. 2. Stonawa – Katarzyna, in this place the recreation-sport centre was planned to be established (photograph taken in 1999)

3. GÓRNOŚLĄSKIE ZAGŁĘBIE WĘGLOWE NA TERENIE POLSKI

W ponadstuletnim okresie eksploatacji węgla kamiennego w Górnosląskim Zagłębiu Węglowym na terenie Polski, przeobrażeniu uległy znaczne obszary. Obecnie szacuje się, że tereny górnicze czynnych kopalń w rejonie GZW zajmują powierzchnię około 73,5 tys. hektarów, z czego na około 30 tys. hektarach nastąpiła degradacja fizyczna. Zatem na terenach górniczych kopalń węgla kamiennego dominują obszary, na których nie ujawniła się dotąd degradacja fizyczna. Istnieje jednak duże prawdopodobieństwo, że w czasie dalszej eksploatacji kopalni, tereny te ulegną degradacji. Wśród terenów, na których zaobserwowano wpływ eksploatacji, największy udział mają tereny zaklasyfikowane jako niewymagające zabezpieczeń obiektów, a najmniejszy udział – tereny zakwalifikowane jako nienadające się do zabudowy.

W zasięgu degradacji znajdują się przede wszystkim tereny leśne, rolnicze oraz zabudowane, w tym tereny przemysłowe i poprzemysłowe. Ze względów gospodarczych, środowiskowych i społecznych, celowe jest przywrócenie tym terenom utraconej funkcji oraz ponowne wprowadzenie ich do obiegu gospodarczego.

Obowiązek rekultywacji zdegradowanego terenu spoczywa na sprawcy szkody. W praktyce, poza likwidacją szkód w obiektach budowlanych, najczęściej rekultywowanymi terenami są obszary leśne, rolnicze oraz miejsca składowania odpadów górniczych. Zakres działań rekultywacyjnych sprowadza się głównie do rekultywacji technicznej, w celu odtworzenia pierwotnego pokrycia glebą oraz przywrócenia szaty roślinnej na terenach zdegradowanych. W większości przypadków nie jest odtwarzane pierwotne ukształtowanie powierzchni ziemi, a jedynie na nowo są zagospodarowywane tereny zdeformowane. Sytuacja taka jest podyktowana przede wszystkim wysokimi kosztami rekultywacji oraz możliwościami finansowymi zakładów górniczych (Sektorowa ocena... 2000).

Z analizy danych, pochodzących z przełomu lat 1990/2000 wynika, że zakłady górnicze rekultywowały około 50 ha/rok terenów rolnych oraz około 110 ha/rok terenów leśnych. Wysokość poniesionych kosztów na rekultywację była uzależniona od wielkości poszczególnych obiektów oraz od stopnia degradacji powierzchni terenu. Należy jednak zauważyć, że znacznie mniej kosztowna jest rekultywacja terenów leśnych, dla których koszt jednostkowy wynosił średnio około 15 tys. zł/ha, a terenów rolnych około 220 tys. zł/ha.

Bardzo istotnym problemem jest degradacja powierzchni ziemi, wynikająca z działalności górniczej, jaką jest składowanie odpadów. W ostatnich latach zakłady górnicze rekultywowały rocznie około 350 hektarów obszarów składowisk odpadów górniczych, przy jednostkowym koszcie rekultywacji wynoszącym około 140 tys. zł/ha (Korcz i inni 2004).

3.1. Aspekty prawne zarządzania terenami zdegradowanymi przez górnictwo

W Polsce stosunkowo późno zajęto się problematyką ochrony użytków rolnych i leśnych oraz rekultywacją terenów zdegradowanych. Dopiero w 1966 roku, z uwagi na pilną potrzebę ochrony gruntów rolnych, ogłoszono uchwałę w sprawie rekultywacji i zagospodarowania gruntów przekształconych w związku z poszukiwaniem oraz eksploatacją kopalni (Siuta, Zielińska, Makowiecki 1995).

Pierwsze próby rekultywacji gruntów w województwie katowickim były prowadzone w latach 1953–1957 w ramach Komitetu PAN ds. GOP. Za pierwszy akt prawny w Polsce, zgodnie z którym istnieje obowiązek rekultywacji i ponownego zagospodarowywania zdewastowanych gruntów, uznaje się uchwałę Komitetu Ekonomicznego Rady Ministrów z dnia 12 lipca 1961 r. w sprawie terenów przeznaczonych pod eksploatację piasków podsadzkowych. W cytowanej już uchwale nr 301/1966 zostały określone zasady rekultywacji i sposoby zagospodarowywania nieużytków przemysłowych. Rekultywacja w świetle tej uchwały oznacza przywracanie gruntem, które uległy przekształceniu wskutek prowadzenia robót geologicznych oraz eksploatacji, zdolności produkcyjnej lub użytkowej.

Aktualne regulacje dotyczące rekultywacji i zagospodarowywania gruntów wprowadza obowiązująca ustawa o ochronie gruntów rolnych i leśnych z 1995 roku oraz ustawa Prawo ochrony środowiska z 2001 roku. Brak jest jednak w prawodawstwie polskim przepisów odnoszących się do terenów przemysłowych. Obowiązujące normy prawne odnoszą się wyłącznie do zanieczyszczenia gleb i gruntów, nie dotyczą starych składowisk odpadów przemysłowych i komunalnych oraz zdewastowanej infrastruktury technicznej i budynków przemysłowych.

Należy nadmienić, że zagrożenie powierzchni deformacjami jest prognozowane obligatoryjnie w ramach:

- Raportów o ocenie oddziaływania eksploatacji górniczej na środowisko (obejmują one najczęściej około 20 lat); są sporządzane w celu uzyskania koncesji na wydobywanie kopalin ze złóż, lub w celu wprowadzenia zmian w tych koncesjach; obecnie sposób i zakres ich sporządzania reguluje Prawo ochrony środowiska);
- Projektów Zagospodarowania Złoża (PZZ), które sporządza się zgodnie z Rozporządzeniem Ministra Środowiska z 2001 r.; w PZZ, zgodnie z miejscowym planem zagospodarowania przestrzennego, określa się prognozowane deformacje terenu i jego przydatność do zabudowy i zagospodarowania na okres obowiązywania koncesji (PZZ sporządzane przed 2002 r. obejmowały zazwyczaj krótsze okresy działalności kopalń, głównie z potrzeby ich aktualizacji, w praktyce były to okresy 5–10 lat);
- Planów ruchu kopalń (sporządzanych na okresy 3-letnie).

Tereny górnicze podlegają ochronie na wszystkich etapach działalności górniczej. Ochrona ta jest jednym ze składników ochrony środowiska i pod względem prawnym podlega przepisom Prawa ochrony środowiska. Zasady i warunki ochrony środowiska, w tym terenów górniczych i pogórnich, w związku z wykonywaniem prac geologicznych i wydobywaniem kopalin określa ustawa Prawo geologiczne i górnicze.

3.2. Zarządzanie terenami zdegradowanymi działalnością górniczą

Zgodnie z prawodawstwem polskim (Ustawa o ochronie gruntów rolnych i leśnych, 1995) obowiązek rekultywacji spoczywa na instytucji, której działalność stała się przyczyną utraty wartości użytkowej gruntów.

Należy podkreślić, że duża część terenów przemysłowych w Polsce, w tym górniczych, stanowi własność Skarbu Państwa. Jeżeli przedsiębiorstwo górnicze już

nie istnieje, a szkody w środowisku zostały wyrządzone w okresie, gdy włączyły tym terenem przedsiębiorstwa państwowe, to zgodnie z ustawą Prawo ochrony środowiska, na Skarbie Państwa spoczywa obowiązek przeprowadzenia rekultywacji.

Zakłady górnicze są zobowiązane do prowadzenia rekultywacji terenów zdegradowanych ich działalnością. Zgodnie z Prawem geologicznym i górniczym w przypadku likwidacji zakładu górniczego jest konieczne podjęcie działań w celu ochrony poszczególnych elementów środowiska na powierzchni i określenie trybu realizacji tego zobowiązania. Planując zagospodarowanie terenu pogórniczego, trzeba mieć na uwadze zagrożenia związane z następstwami prowadzonych eksploatacji górniczych. Wynikają one z:

- ujawniania się opóźnionych deformacji ciągłych przypowierzchniowej warstwy górotworu,
- możliwości wystąpienia deformacji nieciągłych typu powierzchniowego wskutek aktywizacji płytko zalegających pogórnich pustek w górotworze,
- możliwości wystąpienia zalewisk i podtopień,
- zagrożeń gazowych powierzchni.

3.3. Inwentaryzacja terenów zdegradowanych

Brak możliwości wprowadzenia terenów przemysłowych do ponownego obiegu gospodarczego stanowi jedną z barier rozwoju społeczno-gospodarczego regionów i społeczności lokalnych. W województwie śląskim w 2006 roku powstał Regionalny System Informacji Przestrzennej (RSIP) o terenach przemysłowych (RSIP w Województwie Śląskim). Jest to obecnie największa kompleksowa baza danych o zdegradowanych terenach w Polsce, która stwarza możliwości usprawnienia procesów administrowania tymi terenami. System RSIP umożliwia sporządzenie listy priorytetowej terenów. Lista ta może być wykorzystana do podejmowania decyzji w zakresie zarządzania terenami w mieście, gminie, powiecie i województwie. Założono, że system RSIP pozwoli na wykorzystanie do zarządzania terenami przemysłowymi informacji, które obecnie znajdują się w różnych działach administracji zespolonej oraz są w posiadaniu właścicieli terenów. System może być wykorzystany do dokonywania pogłębionych analiz dotyczących terenów, na przykład ocen oddziaływania na środowisko. System RSIP może być również wykorzystany do sporządzania raportów i rejestrów wymaganych przepisami, w szczególności rejestrów terenów zanieczyszczonych prowadzonych przez powiaty, w formie zgodnym z wytycznymi Główniej Inspekcji Środowiska.

Przeprowadzona w 2006 roku inwentaryzacja terenów przemysłowych w województwie śląskim przyniosła już pierwsze efekty. W bazie RSIP znajduje się obecnie 486 terenów przemysłowych, dla 456 terenów istnieje w bazie informacja geometryczna, natomiast 378 terenów ma komplet potwierdzonych informacji geometrycznych i opisowych (RSIP w Województwie Śląskim).

Należy jednak podkreślić brak rozpropagowania systemu i aktualnie słabe jego wykorzystanie.

3.4. Dobre praktyki rewitalizacji terenów zdegradowanych

WYROBISKO POPIASKOWE KUŹNICA WAREŻYŃSKA

Zbiornik przeciwpowodziowy Kuźnica Wareżyńska został utworzony w wyrobisku byłej kopalni piasku (fot. 3). Dokonana została w ten sposób rekultywacja terenu zdegradowanego ponadtrzydziestoletnią działalnością kopalni, a krajobraz został wzbogacony o dodatkowe walory przyrodnicze i rekreacyjno-turystyczne. Istniejące nieregularne strome stoki wyrobiska zostały wyprofilowane i zabezpieczone tak, aby mogły stanowić trwałą i bezpieczną linię brzegową nowego zbiornika wodnego. Strefy nadbrzeżne zagospodarowano z wykorzystaniem procesów naturalnej sukcesji.

Dobra jakość wód zasilających zbiornik zapewnia możliwość hodowli ryb, w tym również szlachetnych łososiowatych, stanowiących niemałą atrakcję dla wędkarzy. Południową stroną zbiornika Kuźnica Wareżyńska przebiega jeden z licznych w tym regionie szlaków turystycznych. W promieniu niespełna 20 km leży Pustynia Błędowska, Park Krajobrazowy Orlich Gniazd oraz Szlak Warowni Jurajskich. W bezpośrednim sąsiedztwie znajdują się liczne kompleksy leśne oraz użytki ekologiczne – zbiorniki Pogoria I i II – oazy życia licznych gatunków ptactwa i zwierząt.



Fot. 3. Zbiornik przeciwpowodziowy Kuźnica Wareżyńska

Phot. 3. Flood reservoir Kuźnica Wareżyńska

DOLINA DOLOMITOWA W BYTOMIU

Na terenie dawnego kamieniołomu dolomitu, zrehabilitowanego technicznie, utworzono Sportową Dolinę – Dolomity (fot. 4). Jest to przykład zaadaptowania istniejącego ukształtowania terenu do celów rekreacyjnych (trasy narciarskie i snowboardowe). Sportowa Dolina – Dolomity to ośrodek wyjątkowy pod wieloma względami – otoczony lasami – ma przy tym bardzo korzystną lokalizację. Korzyści zdrowotne są związane z zalegającą wokół, a w kilku miejscach wciąż odkrytą, skałą dolomitową. Sąsiedztwo rezerwatu leśnego Segiet i stanowiska geologicznego, tylko podnosi walory lokalizacyjne tego obiektu.



Fot. 4. Dolina Dolomitowa w Bytomiu

Phot. 4. Dolomitic valley in Bytom

ŻABIE DOŁY

Zespół przyrodniczo-krajobrazowy „Żabie Doły” został utworzony w 1997 roku (fot. 5). Powstałe w wyniku eksploatacji górniczej i działalności hutnictwa zbiorniki wodne, zapadliska, hałdy i nieużytki, zostały uznane jako jedne z cenniejszych przyrodniczo terenów Śląska pod względem ornitofauny. Ornitolodzy oznaczyli tutaj ponad 70 gatunków ptaków lęgowych, w tym 17 gatunków nielicznych w skali Górnego Śląska. Najbardziej interesujące jest duże zagęszczenie populacji lęgowej bączka – gatunku zagrożonego wyginięciem w regionie. Zespół przyrodniczo-krajobrazowy „Żabie Doły” leży na granicy Bytomia, Chorzowa i Piekar Śląskich. Obecnie „Żabie Doły” ubiegają się o miano rezerwatu.



Fot. 5. Żabie Doły (fot. T. Zakrzewski)

Phot. 5. Żabie Doły (phot. T. Zakrzewski)

PODSUMOWANIE

Długotrwała eksploatacja górnicza spowodowała znaczną degradację środowiska naturalnego. Tereny zdegradowane przez przemysł wydobywczy zajmują w Górnośląskim Okręgu Przemysłowym dużą powierzchnię, wykorzystywaną w małym tylko stopniu. Toteż niezmiernie ważne dla ratowania ekosystemu, zgodnie z zasadą zrównoważonego rozwoju, jest ich rekultywacja i rewitalizacja.

Rekultywacja i rewitalizacja terenów górniczych po zaprzestaniu działalności górniczej zarówno w Polsce, jak i w Czechach, stanowi poważny problem ekonomiczny, techniczny i społeczny, którego rozwiązanie powinno stanowić jedno z głównych zadań polityki ekologicznej.

Należy podkreślić, że bez zaangażowania finansów publicznych, prowadzenie jakiegokolwiek długofalowej polityki w zakresie rekultywacji terenów nie jest możliwe, ale już podejmując stosunkowo proste działania organizacyjne można uzyskać liczące się efekty w realizacji tych prac.

Znaczną przeszkodą, utrudniającą racjonalne zarządzanie terenami zdegradowanymi, jest brak wiarygodnej i pełnej wiedzy o stanie rzeczywistym terenów i przyczynach ich degradacji. Jak wykazała praktyka, lokalne władze mają tylko powierzchowne informacje, co między innymi znajduje swój wyraz w planach zagospodarowania przestrzennego, w których najczęściej tereny zdegradowane określa się mianem „tereny przemysłowe”.

W celu określenia możliwości i sposobów wykorzystania terenów zdegradowanych, niezbędna jest ich szczegółowa inwentaryzacja oraz zebranie o nich wszelkich dostępnych danych. Jeżeli zachodzi taka potrzeba, zebrane informacje należy uzupełnić dodatkowymi badaniami. Powstanie wówczas dokumentacja terenów zdegradowanych, która może stanowić podstawę do sporządzania realnych planów wykorzystania takich terenów.

Tereny poprzemysłowe GZW, położone na terenie dwóch państw Polski i Czech, są w różnym stopniu zinwentaryzowane. Zdecydowanie wcześniej prace takie rozpoczęto w ZOK i tam wiedza o terenach zdegradowanych i ich potencjale jest pełna. W województwie śląskim w 2006 roku rozpoczęto budowę Regionalnego Systemu Informacji Przestrzennej (RSIP) o terenach poprzemysłowych, który po zakończeniu procesu inwentaryzacji terenów zdegradowanych, usprawni proces administrowania tymi terenami.

Interesujące rozwiązanie problemu zarządzania terenami poprzemysłowymi zastosowano w Republice Czeskiej, gdzie powołano przedsiębiorstwo DIAMO administrujące terenami zdegradowanymi. Przedsiębiorstwo to dysponuje zdegradowanymi terenami i środkami budżetowymi, i jest odpowiedzialne za przeprowadzenie rekultywacji, a następnie sprzedaż terenów.

Podsumowując doświadczenia obu krajów (Sektorowa ocena... 2000; Goszcz 2002; Santorius 2006; Tereny zdegradowane... 2006) należy stwierdzić, że:

- Podstawę racjonalnego zarządzania terenami zdegradowanymi powinien stanowić program ich rekultywacji.

- Tereny zdegradowane nie są wyłącznie problemem górnictwa lub problemem, który może być rozwiązany przez pojedyncze ministerstwo. Dobre efekty mogą zostać osiągnięte jedynie w wyniku współpracy między instytucjami, jak również przez ustalenie odpowiednich i jednoznacznych priorytetów.
- Państwo powinno, oprócz odpowiedniej strategii dotyczącej terenów zdegradowanych, zapewnić również podstawy prawne oraz finansowe.
- Zagospodarowanie terenów zdegradowanych powinno zostać uznane za jeden z państwowych, regionalnych i lokalnych priorytetów w finansowaniu na najbliższe lata.
- Należy zabiegać o uzyskanie wsparcia technicznego i finansowego Unii Europejskiej dla wykorzystania i rewitalizacji terenów zdegradowanych w GZW.

Literatura

1. Goszcz A. (2002): *Problemy rekultywacji terenów zdegradowanych przez przemysł wydobywczy*. Sesja poświęcona rozwiązaniom inżynierskim dla potrzeb ochrony terenów górniczych. Warsztaty 2002. Kraków, IGSMiE PAN.
2. Knothe S. (1984): *Prognozowanie wpływów eksploatacji górniczej*. Katowice, Wydaw. „Śląsk”.
3. Korcz M. i inni (2004): *Opracowanie systemu funkcjonalnego wykorzystania terenów zdegradowanych – Zadanie 3: Opracowanie wskaźników kosztów*. Wieloletni Program Rządowy Środowisko a Zdrowie. Katowice, IETU (Praca niepublikowana).
4. Kwiatek J. (2002): *Obiekty budowlane na terenach górniczych*. Katowice, Wydaw. GIG.
5. Santorius P. (2006): *Sprawozdanie ze stażu w GIG odbytego w ramach Projektu Waternorm w 2006 roku*.
6. *Sektorowa ocena górnictwa węgla kamiennego* (2000). Katowice, GIG-IETU-CITEC.
7. Siuta J., Zielińska A., Makowiecki K. (1995): *Degradacja ziemi*. Warszawa, Instytut Kształtowania Środowiska.
8. Słowikowski D. (1999): *Opracowanie mapy numerycznej lokalizacji Zakładów Górniczych i prognozowanych zasięgów obszarów deformacji powierzchni terenu dla stanu sprzed restrukturyzacji górnictwa*. Katowice, IETU (Praca niepublikowana).
9. Tereny zdegradowane – podręcznik (2006): Lifelong Educational Project on Brownfields. Projekt Pilotażowy Leonardo da Vinci Cz /04/B/F/PP-168014, Maj 2006.
10. Ustawa o ochronie gruntów rolnych i leśnych z 1995 roku.
11. Wdrożenie Regionalnego Systemu Informacji Przestrzennej (RSIP) w województwie śląskim dla wsparcia planowania regionalnego i lokalnego, restrukturyzacji regionu oraz zarządzania w sytuacjach kryzysowych. Katowice, GIG.

Recenzent: prof. dr hab. inż. Marian Jacek Łączny