

*Borys Borówka**

PRÓBA OCENY TECHNICZNYCH MOŻLIWOŚCI EKSPLOATACJI ZASOBÓW POZABILANSOWYCH W KOPALNI WĘGLA KAMIENNEGO

1. Wstęp

Transformacja ustrojowa i zmiana zasad funkcjonowania górnictwa węgla kamiennego w gospodarce rynkowej, spowodowała obok niewątpliwego wzrostu efektywności gospodarowania i wydajności pracy, wiele negatywnych i niepożądanych skutków ubocznych, do których należy przede wszystkim zaliczyć systematyczny i znaczny ubytek zasobów węgla [1, 2, 9, 13, 14, 15, 17, 18, 22].

Decyzje o przeklasyfikowaniu zasobów do pozabilansowych i wykluczaniu ich z ewidencji, szczególnie w latach 90-tych XX w., były podejmowane w oparciu o niejasne i niejednoznacznie sprecyzowane kryteria. Powody tych przeklasyfikowań nie były także weryfikowane stosownymi analizami techniczno-ekonomicznymi, umożliwiającymi w sposób naukowy i jednoznaczny określenie ich zasadności [14, 16, 18].

Istotne znaczenie przypisywano restrukturyzacji technicznej, której strategię oparte były na ścianowym systemie eksploatacji (w dalszym ciągu dominującym), wyposażonym w kompleks kombajnowy. Strategie te przewidywały m.in. wzrost koncentracji wydobycia poprzez zmniejszenie liczby eksploatowanych ścian, uruchamianie ścian o wydajnościach co najmniej 1000 Mg/dobę, rezygnację z eksploatacji pokładów silnie zanieczyszczonych oraz pokładów o grubości poniżej 1,5 m, a także udostępnienie jedynie pokładów o najwyższej rentowności (m.in. o regularnej budowie, dużej miąższości i dużym wybiegu ściany).

Działania te spowodowały w efekcie „utrata” przez kopalnie części zasobów, które mogłyby być technicznie możliwe do eksploatacji w danych warunkach geologiczno-górnicznych, a być może nawet ich eksploatacja byłaby uzasadniona ekonomicznie.

* Politechnika Śląska, Gliwice

Na tej podstawie podjęto próbę oceny warunków geologiczno-górnich oraz określenia możliwości udostępnienia i doboru technologii eksploatacji zasobów w parcelach pozabilansowych.

Badania przeprowadzono w kopalni „X”, zlokalizowanej w północnej części Górnośląskiego Zagłębia Węglowego. Przyjęta w pracy metodyka obejmowała następujące etapy:

- weryfikację formalnych przyczyn przeklasyfikowania do zasobów pozabilansowych wytypowanych parcel pozabilansowych oraz określenie technicznych możliwości ich udostępnienia,
- charakterystykę i ocenę warunków geologiczno-górnich w tych parcelach (przyjęcie cech korzystnych i niekorzystnych),
- charakterystykę uwarunkowań geologiczno-górnich dla doboru technologii eksploatacji.

2. Weryfikacja przyczyn przeklasyfikowania parcel do zasobów pozabilansowych oraz wstępna ocena możliwości ich udostępnienia

Do weryfikacji przeznaczono wszystkie zasoby pozabilansowe objęte koncesją, tj. 84 parcele w 13. pokładach, czyli ponad $24 \cdot 10^6$ Mg. Wśród zasobów pozabilansowych jedynie 10%, to zasoby rozpoznane w kategorii A+B, reszta zaś, to zasoby rozpoznane w kategorii C₁ (53%) i C₂ (37%).

Weryfikację przyczyn przeklasyfikowywania parcel do zasobów pozabilansowych przeprowadzono na podstawie metody ich oceny szczegółowo opisanej w pracach [16, 18]. Ogólnie weryfikacja ta polegała w pierwszej kolejności na usystematyzowaniu przyczyn, rozdzielając je na naturalne i techniczne, a w dalszym etapie na ocenie możliwości ich eliminacji. Przykładowo do przyczyn wykluczania zasobów spośród bilansowych zalicza się często w kopalniach przyczyny powodujące brak lub utrudnienie udostępnienia od istniejących wyrobisk, fragmentaryczne występowanie, a także nieregularne kształty parcel. Przyczyny te, po analizie technicznych możliwości ich udostępnienia innym sposobem (zaleca się także ogólną ocenę kosztów udostępnienia), uwzględniającej dodatkowo alternatywną technologię eksploatacji mogłyby zostać wyeliminowane. Ocenę możliwości udostępnienia parcel przeprowadzono na podstawie analizy map pokładowych w skali 1:5000.

Analizowane parcele należały do zasobów pozabilansowych dawnej gr. „a”, a więc zasobów wykluczonych z bilansu w wyniku niespełnienia obowiązujących w danym okresie kryteriów bilansowości (wiadomo, iż zmieniały się one wielokrotnie). Główną przyczyną przeklasyfikowania tych parcel była zatem głównie zmienna miąższość na granicy bilansowości, a ponadto zaburzenia tektoniczne, i występowanie w filarach.

W wyniku weryfikacji przyczyn wykluczenia parcel spośród zasobów bilansowych oraz oceny możliwości ich udostępnienia do dalszej analizy przyjęto 32. parcele, łącznie w 6. pokładach ($6,930 \cdot 10^6$ Mg). Były to parcele pozafilarowe (w założeniu możliwości eksploatacji systemem ścianowym na zawał), udostępnione lub możliwe do udostępnienia z jednego czynnego poziomu kopalni.

Zwraca uwagę fakt, że parcele rozpoznane w kategorii A+B stanowiły zaledwie 8% tonażu zasobów, pozostałe 92% rozpoznano w kategorii C₁. Zasoby z kategorii C₂ pominięto ze względu na małą dokładność rozpoznania, a więc wiarygodność oceny ich warunków geologiczno-górnictwowych.

3. Charakterystyka i ocena warunków geologiczno-górnictwowych

Charakterystyki geologiczno-górnictwowych warunków występowania zasobów w parcelach dokonano na podstawie parametrów określających wielkość zasobów (parametry 1 – 4), naturalne warunki ich występowania (4 – 8), warunki geotechniczne (9 – 11) oraz zagrożenia naturalne (12 – 15):

- 1) Powierzchnia
- 2) Kształt powierzchni
- 3) Gęstość właściwa węgla
- 4) Miąższość
- 5) Nachylenie
- 6) Rodzaj kontaktu węgla ze skałami otaczającymi
- 7) Zaburzenia tektoniczne
- 8) Zaburzenia miąższości
- 9) Urabialność węgla
- 10) Charakter skał stropowych
- 11) Charakter skał spągowych
- 12) Zagrożenia wodne
- 13) Zagrożenia tąpnięciami
- 14) Zagrożenia metanowe
- 15) Zagrożenia wybuchem pyłu węglowego

Parametry takie jak: powierzchnia, pośrednio też i jej kształt, a także miąższość i gęstość właściwa węgla są czynnikami geologiczno-górnictwowymi, charakteryzującymi wielkość zasobów [10]. Zasoby są obliczane, jak wiadomo, na podstawie iloczynu określonej przez dokumentatora powierzchni parceli, jak również przyjętej średniej miąższości i gęstości węgla. Należy pamiętać, że niektóre z tych parametrów, jak np. powierzchnia parceli i jej kształt zależą głównie od założeń wynikających z udokumentowania za-

sobów (geologicznych, górniczych), zaś miąższość i gęstość właściwa są czynnikami naturalnymi, które przy dokładnym rozpoznaniu złoża powinny być niezmiennie.

Powierzchnię i kształt parceli wyznacza się zazwyczaj tak, aby istniała możliwość zaprojektowania ściany umożliwiającej eksploatację stosowanym powszechnie w kopalniach systemem ścianowym, tzn. o wymiarach czoła ściany min. 200 m i możliwie największych wybiegach (przyjmuje się zazwyczaj, że powinny one wynosić nie mniej, niż 500 m).

W praktyce wielkość i kształt danej parceli, jest na ogół mocno zróżnicowany. Jak wynika z analiz map geologicznych, w danym pokładzie mogą występować parcele znacznych rozmiarów $> 800\,000\text{ m}^2$, jak i niewielkie $< 15\,000\text{ m}^2$. Ich kształt może być podobny do prostokątnego (optymalny w aspekcie eksploatacji i strat), jak również bardziej skomplikowany o nieregularnych kształtach¹ [19].

Wyznaczanie wielkości i kształtu parceli jest uwarunkowane czynnikami naturalnymi i „sztucznymi”. Granicami naturalnymi parcel są najczęściej zaburzenia tektoniczne – uskoki, jak również występujące rzadziej zaburzenia miąższości w postaci wycienień i wyklinowań pokładów. Granicami sztucznymi, możliwymi do modyfikacji są natomiast: miąższość (np. przyjmowana granica izolinii bilansowości 1 m, i granica występowania złoża 0,6 m), granice występowania filarów, a także granice poziomów eksploatacyjnych.

Miąższość pokładu, jak już wspomniano decyduje o wielkości zasobów, ale także warunkuje możliwość i sposób eksploatacji. Różni autorzy w odmienny sposób określają granice między poszczególnymi przedziałami miąższości, zagadnienia te szeroko opisano w pracach [3, 4, 5, 8]. Pod względem technicznym (dobór systemów mechanizacyjnych), a także wymogów bezpieczeństwa grubość pokładów scharakteryzowano na podstawie wysokości projektowanych ścian, które podzielono na:

- niskie $0,6 \div 1,5\text{ m}$,
- średnie $1,5 \div 2,5\text{ m}$,
- wysokie $\geq 2,5\text{ m}$.

Z technicznego punktu widzenia (kombajnowe systemy mechanizacyjne), uwzględniając także względy bezpieczeństwa, najbardziej „preferowane” są ściany średnie, dla których istnieje duży wybór maszyn i urządzeń górniczych produkowanych przez producentów. Jednakże należy pamiętać, iż w niektórych przypadkach eksploatuje się kombajnem pokłady o miąższości 1,2 m, zaś mało popularne strugi mogą pracować nawet w ścianach o grubości poniżej 1 m.

¹Parcele o nieregularnym kształcie w wielu przypadkach były powodem przeklasyfikowywania zasobów do gr. „b” i skreślenia ich z ewidencji (nie podawano przy tej okazji, co dokładnie oznaczałoby to stwierdzenie). Z analiz map pokładowych nie tylko w kopalni „X” wynika, że parcele o nieregularnym kształcie można by zdefiniować z dużym błędem, jako parcele na ogół o zróżnicowanym kształcie (nie podobnym do prostokątnego, także o granicach nieliniowych) i na tyle nieznacznej wielkości, które uniemożliwiają zaprojektowanie wyrobiska ścianowego, a więc co najmniej o wymiarach 200 x 500 m.

Ważnym parametrem, wpływającym na system eksploatacji jest również kąt upadu (nachylenia) pokładu. Podobnie jak w przypadku miąższości, podział pokładów w zależności od nachylenia jest także umowny. Ustalenie ścisłych granic między poszczególnymi przedziałami nachyleń są dla potrzeb systemu eksploatacji mało praktyczne. Najczęściej spotykany podział pokładów wg ich nachylenia jest następujący [3, 4, 5, 8]:

- ułożone poziomo $< 5^\circ$,
- ułożone prawie poziomo $5 \div 15^\circ$,
- słabo nachylone $15 \div 30^\circ$,
- silnie nachylone $30 \div 45^\circ$,
- strome $> 45^\circ$.

W praktyce górniczej, ze względu na nachylenie, wyrobiska ścianowe dzielą się na [5]:

- poziome i słabo nachylone $0 \div 35^\circ$,
- silnie nachylone $36 \div 60^\circ$,
- strome $> 60^\circ$.

Duży wpływ na proces eksploatacji (konieczność urabiania skał otaczających o większych parametrach wytrzymałościowych, głównie piaskowców, może powodować destabilizację maszyn i urządzeń), jak również na zanieczyszczenie urobku wywiera sposób kontaktu węgla ze skałami otaczającymi. Wyróżniamy trzy podstawowe formy kontaktu [3, 18]:

- bezpośredni; w formie ostrego rozgraniczenia od skały płonnej,
- stopniowy; w formie łagodnego przejścia węgla w skały otaczające, z występowaniem skały o cechach pośrednich (np. ilowca węglistego),
- z wzajemnymi przerostami węgla ze skałą płoną, np. łupku węglowego.

Znaczący wpływ na wielkość zasobów w parceli, a także na techniczne możliwości eksploatacji odgrywają zaburzenia tektoniczne tj. uskoki, fałdy i nasunięcia, a także zaburzenia miąższości (sedymentacyjne) pokładu, do których zalicza się najczęściej występujące wycienienia, wyklinowania, rozszczenia, itp. Zaburzenia tektoniczne i miąższości występujące w pokładach węgla kamiennego zostały szeroko opisane m.in. w pracach [3, 4, 7, 11].

Uskoki, to najczęściej występujące zaburzenia tektoniczne w pokładzie, a więc i w parceli. Są one bardzo zróżnicowane, mogą występować pojedynczo, na niewielkim obszarze o zrzutach nie przekraczających 1 m (tzw. uskoki pokładowe), mogą być także o rozmiarach przekraczających obszar górniczy kopalni tzw. uskoki regionalne, których zrzuty wynoszą nierzadko kilkaset metrów, np. występujący w obszarze górniczym kopalni „X” uskok kłodnicki.

W praktyce górniczej, ze względu na techniczne możliwości eksploatacji kombajnowym kompleksem ścianowym, za dopuszczalne przyjmuje się uskoki, których zrzut

nie przekracza wysokości eksploatowanej ściany lub grubości pokładu (w przypadku pokładów grubych eksploatowanych warstwami). Uskoki o zrzutach znacznie przekraczających grubość pokładu uniemożliwiają eksploatację. Zdarza się, że uskok tego typu stwierdza się dopiero robotami przygotowawczymi w takim wypadku eksploatacja w danej parceli, lub jej części okazuje się niemożliwa, a daną partię zasobów wyklucza się spośród zasobów przemysłowych.

Scharakteryzowanie występowania uskoków na danym obszarze pokładu (parceli) w sposób opisowy z natury rzeczy wydaje się niezmiernie trudne. Najistotniejsza w opisie, jak się wydaje, jest ich ocena dokonana z punktu widzenia technicznych możliwości ewentualnej eksploatacji. Obejmuje to w szczególności podanie sposobu ich występowania, a także ich zrzutów. W literaturze znanych jest przynajmniej kilka metod opisu występowania uskoków, do których zaliczyć należy np. ocena częstości zuskokowania lub jego gęstości [3, 7, 8, 11]. Nie są one jednakże, z natury problemu zadowalające. W niniejszej pracy do scharakteryzowania występowania uskoków przebiegających w obszarze rozpatrywanych parcel zaproponowano wskaźnik oznaczony symbolem $U_{i/j}$, informujący o liczbie uskoków o zrzutach nie przekraczających grubości pokładu (i) oraz uskoków o większych zrzutach (j), np. jeśli w obszarze danej parceli o miąższości węgla 1,2 m przebiegają 2 uskoki o zrzutach 1 m i 3 uskoki o zrzutach powyżej 5 m, ocena zuskokowania przedstawiona jest zapisem $U_{2/3}$. Taka ocena zjawiska dostarcza informacji przede wszystkim, o utrudnieniu i/lub wykluczeniu eksploatacji. Dodatkowo podana jest także liczba uskoków, która informuje z pewnym przybliżeniem o stopniu skomplikowania zaburzeń tektonicznych. Mankamentem takiego sposobu opisu występowania zaburzeń tektonicznych jest uwzględnienie uskoków przebiegających zarówno na znacznym obszarze parceli, jak również uskoków przebiegających na niewielkim obszarze „epizodycznie”, które mogą nie wpływać na eksploatację. Może to doprowadzić w niektórych przypadkach do błędnej interpretacji, jednakże w takich przypadkach należy podać dodatkowo informację o takim uskoku lub go pominąć (wymaga to jednak oprócz wiedzy geologicznej, także znajomości sztuki górniczej).

Występowanie w pokładzie zaburzeń w postaci fałdów i nasunięć² również jest, jak wiadomo, zjawiskiem niepożądanym. W przypadku występowania wielu fałdów w postaci np. antyklinoriów i synklinoriów, a także dużych nachyleń skrzydeł ($> 30^\circ$) eksploatacja (systemem ścianowym) staje się wykluczona. W przypadku nieznacznych nachyleń skrzydeł fałdu do ok. 30° występują znaczące utrudnienia techniczne i pogarszają się warunki bezpieczeństwa pracy załogi, co, jak wiadomo wpływa także na zwiększenie kosztów eksploatacji [3, 5, 19]. W aspekcie oceny występowania fałdów w obszarze parceli przyjęto oznaczenie symbolem F_i , gdzie F , to symbol fałdu, zaś i oznacza liczbę osi fałdów występujących w obrębie parceli, np. F_2 oznacza występowanie dwóch osi fałdów (osi antykliny i synkliny). W opisie pominięto wartość nachylenia, gdyż parametr ten

² Nasunięć nie opisano, gdyż nie występowały one w obrębie parcel. Granice stref ich występowania pokrywały się w niektórych przypadkach jedynie z granicami parcel.

opisano odrębnie. Należy jednakże pamiętać, że przyjęty sposób opisywania fałdów jest dość zawężony (nie uwzględnia występowania kopuł i niecek) i należy go traktować w aspekcie zjawisk geologicznych charakterystycznych dla rozpatrywanych parcel pokładów kopalni „X”.

Zaburzenia miąższości (wycienienia, wyklinowania, rozszczepienia) pokładu występują rzadziej od zaburzeń tektonicznych, jednakże ich występowanie może doprowadzić nawet do zaniku pokładu. W takich przypadkach, jeśli obszar występowania tego zaburzenia jest znaczący w stosunku do eksploatowanej ściany, dalsza jej eksploatacja staje się niemożliwa, zaś daną parcelę wyklucza się spośród zasobów przemysłowych. W efekcie tego powstają znaczące straty ekonomiczne związane z poniesionymi nakładami głównie na roboty udostępniające i przygotowawcze, a także obniżenie stanu zasobów. Najczęściej jednak występujące zaburzenia miąższości pokładu są na tyle nieznaczne, że nie powodują one przerwania eksploatacji, a jedynie ją utrudniają poprzez np. konieczność przybierki stropu lub rzadziej spągu pokładu. Wymusza to zwiększenie mocy pracy kombajnów (większe koszty i ryzyko awarii) i powoduje wydobycie znacznie zanieczyszczonego urobku (koszty przeróbcze).

Urabialność skały oznacza jej podatność na oddzielenie (odspojenie) jej fragmentu od calizny. Określenie tego parametru jest ważne w zakresie odpowiedniego doboru środków technicznych dla optymalnego wykorzystania mocy zainstalowanych maszyn oraz minimalizacji zużycia narzędzi i zespołów urabiających w procesie eksploatacji. Urabialność węgla określono na podstawie przejętych powszechnie klas urabialności (klas I – VI), [5, 8, 19].

Skały stropowe i spągowe mają zasadnicze znaczenie w doborze systemu eksploatacji. Mogą one destabilizować proces eksploatacji poprzez uleganie różnego rodzaju deformacjom, spękanom, rozluźnieniom i przemieszczeniom, dlatego ich własności wytrzymałościowe wywierają znaczny wpływ na utrzymanie przestrzeni wyrobiska. Jednak zachowanie się górotworu w jego otoczeniu jest zjawiskiem złożonym i niemożliwym do dokładnego określenia na podstawie samych tylko parametrów wytrzymałościowych [8, 19].

Charakter skał stropowych określono w oparciu o stosowaną na kopalniach klasyfikację stropów na podstawie wytrzymałości na rozciąganie (R_t) według GIG (klasy I – VI), zaś rodzaj skał spągowych w oparciu o wytrzymałość na ściskanie (R_c) według GIG (klasy I – VI). Istotnym utrudnieniem w procesie eksploatacji jest skłonność skał spągowych do wypiętrzania (wyciskanie, pęcznienie, rozmakanie). W związku z tym ewentualne występowanie tego typu zjawiska w obszarze opisywanej parceli oznaczono dodatkowo symbolem W (wypiętrzanie).

Występowanie zagrożeń naturalnych (wodnych, tąpniętami, metanowych, samozapalności węgla, wybuchów pyłu węglowego) stanowi przede wszystkim duże niebezpieczeństwo dla zdrowia i życia załogi kopalni, a także na funkcjonowanie maszyn i urządzeń górniczych, utrzymanie wyrobisk, a zatem na proces eksploatacji. Dlatego też dużą

wagę przywiązuje się do właściwego rozpoznania zagrożeń i zabezpieczenia wyrobisk przed ich występowaniem.

Do oceny stopnia występowania zagrożeń przyjęto stosowane powszechnie w kopalniach ich klasyfikacje: zagrożenia metanowe (kategorie I – IV), zagrożenia wodne (klasy I – III), zagrożenia tąpniętami (stopnie I – III), wybuchy pyłu węglowego (klasy A i B) [19, 21, 22].

W tabeli 1 przedstawiono cechy korzystne i niekorzystne parametrów charakteryzujących geologiczno – górnicze warunki występowania parcel w aspekcie bezpieczeństwa pracy i warunków eksploatacji. Metodę tą szczegółowo opisano w pracach [16, 19]. Ogólnie polega ona na przypisaniu każdemu z wyróżnionych parametrów jednej z dwóch cech: „korzystnej” – określającej parametry geologiczno-górnicze nie powodujące zagrożenia bezpieczeństwa pracy lub pogorszenia warunków eksploatacji (zakładając nie tylko system ścianowy) oraz „niekorzystnej” – powodującą zagrożenie bezpieczeństwa pracy lub pogorszenie warunków eksploatacji.

Jak wynika z tabeli 1 parametrom 1 – 3, tj. powierzchni, kształtowi parceli i gęstości właściwej, charakteryzującym wielkość zasobów nie przypisano cech, gdyż bezzasadna jest ich ocena w aspekcie bezpieczeństwa i warunków pracy (eksploatacji).

TABELA 1

Cechy korzystne i niekorzystne parametrów charakteryzujących warunki geologiczno-górnicze w aspekcie bezpieczeństwa pracy i warunków eksploatacji, zmodyfikowana wg [16, 19]

Parametr	Cecha korzystna	Cecha niekorzystna
Mięszość (4)	>1m	<1m
Nachylenie (5)	< 30°	> 30°
Rodzaj kontaktu węgla ze skałami otaczającymi (6)	bezpośredni	stopniowy lub z wzajemnymi przerostami
Zaburzenia tektoniczne (7)	brak	występują
Zaburzenia mięszości (8)	brak	występują
Urabialność węgla (9)	I – IV klasa	V i VI klasa
Charakter skał stropowych (10)	II – V klasa	I i VI klasa
Charakter skał spągowych (11)	spągi nie skłonne do wypiętrzania, klasa II-VI	spągi skłonne do wypiętrzania, klasa I
Zagrożenia wodne (12)	I stopień	II i III stopień
Zagrożenia tąpniętami (13)	brak skłonności do tępnięć	stopnie I –III
Zagrożenia metanowe (14)	pokłady niemetanowe	kategorie I – IV
Zagrożenie wybuchem pyłu węglowego (15)	pokłady niewybuchowe, klasa A	klasa B

W tabeli 2 zestawiono warunki geologiczno-górnicze oraz wielkość zasobów dla wszystkich 32 rozpatrywanych parcel pozabilansowych. Dokonano także ich oceny pod względem bezpieczeństwa pracy i warunków eksploatacji według kryteriów zawartych w tabeli 1.

TABELA 2

Zestawienie oraz ocena parametrów charakteryzujących warunki geologiczno-górnice w parcelach pozabilansowych (tło jasne cecha korzystna, tło szare cecha niekorzystna wg tab. 1)

Lp.	Parametr	Kategoria rozpoznania		C _i																		
		A+B		401					404/2					407/1								
		407/2	408/1	502	801	802	803	804	805	806	807	808	809	810	811	812	813	814	815	816	817	
1	Zasoby [10 ³ Mg]	834	801	829	801	829	830	834	811	819	820	827	834	835	836	837						
2	Powierzchnia [m ²] (1)	18720	32130	23293	113450	59863	48240	258780	43522	62840	119560	34710	50680	218210	26610							
3	Kształt powierzchni* (2)	n	n	r	r	r	n	r	r	r	n	r	n	n	r	n	n	n	n	r	n	n
4	Gęstość właściwa [Mg/m ³] (3)	1,39	1,44	1,41	1,39	1,41	1,38	1,40	1,32	1,37	1,39	1,40	1,40	1,39	1,39	1,39	1,40	1,40	1,39	1,39	1,39	1,39
5	Miąższość [m] (4)	0,90	0,90	0,95	0,85	0,90	0,90	0,90	0,80	0,85	0,95	0,95	0,95	0,90	0,90	0,90	0,90	0,90	0,90	0,90	0,90	0,90
6	Nachylenie [°] (5)	10	10	10	30	5	5	5	20	15	15	15	10	10	5	10	10	10	5	10	5	10
7	Rodzaj kontaktu węgla ze skałami otaczającymi (6)	bezp-średni	bezp-średni	bezp-średni	bezp-średni	bezp-średni	bezp-średni	bezp-średni	bezp-średni	bezp-średni	bezp-średni	bezp-średni	bezp-średni	bezp-średni	bezp-średni	bezp-średni	bezp-średni	bezp-średni	bezp-średni	bezp-średni	bezp-średni	bezp-średni
8	Zaburzenia tektoniczne (7)	U1/0F0	U0/0F0	U0/0F1	U5/1F0	U0/2F0	U0/1F0	U0/4F0	U0/0F1	U0/0F1	U0/0F1	U0/0F1	U0/0F0	U0/0F0	U0/0F0	U0/0F0	U0/0F0	U0/0F0	U0/0F0	U0/0F0	U0/0F0	U0/0F0
9	Zaburzenia miąższości (8)	brak	brak	brak	brak	brak	brak	brak	brak	brak	brak	brak	brak	brak	brak	brak	brak	brak	brak	brak	brak	brak
10	Urabialność węgla (9)	II-VI	II-VI	II-VI	VI	II-III	II-III	II-III	II-III	II-III	II-III	II-III	II-III	II-III	II-III	II-III	II-III	II-III	II-III	II-III	II-III	II-III
11	Charakter skał strop. (10)	IV-V	IV-V	IV-V	IV-V	II-IV	II-IV	II-IV	II-IV	II-IV	II-IV	IV-V	IV-V	IV-V	IV-V	IV-V	IV-V	IV-V	IV-V	IV-V	IV-V	IV-V
12	Charakter skał spąg. (11)	I-II	I-II	I-II	I-II	I-II	I-II	I-II	I-II	I-II	I-II	I-II	I-II	I-II	I-II	I-II	I-II	I-II	I-II	I-II	I-II	I-II
13	Zagrożenia wodne (12)	I-II	I-II	I-II	I-II	I-II	I-II	I-II	I-II	I-II	I-II	I-II	I-II	I-II	I-II	I-II	I-II	I-II	I-II	I-II	I-II	I-II
14	Zagrożenia tapaniami (13)	brak	brak	brak	I	I	I	I	I	brak	brak	brak	brak	brak	brak	brak	brak	brak	brak	brak	brak	brak
15	Zagrożenia metanowe (14)	I-III	II	II	brak	brak	brak	brak	brak	brak	brak	brak	brak	brak	brak	brak	brak	brak	brak	brak	brak	brak
16	Zagrożenie wybuchem pyłu węglowego (15)	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B

*r – parcela o kształcie regularnym, n – parcela o kształcie nieregularnym

TABELA 2

Cd.

Lp.	C _i																
	407/2				407/3				408/1				408/4				
	839	840	801	802	819	821	826	831	835	836	838	839	840	819	820	825	826
1.	367	136	175	128	68	40	17	540	250	785	1014	58	125	19	154	14	31
2.	286670	106350	140540	97100	63560	36590	14190	402510	190260	638790	803840	47490	102030	16290	149230	12870	23730
3.	r	r	r	n	n	n	n	r	r	r	r	n	r	n	r	n	n
4.	1,40	1,40	1,41	1,41	1,32	1,34	1,25	1,39	1,38	1,36	1,38	1,33	1,34	1,46	1,45	1,44	1,38
5.	0,90	0,90	0,80	0,90	0,80	0,80	0,95	0,95	0,95	0,90	0,90	0,90	0,90	0,80	0,70	0,70	0,90
6.	10	10	25	15	10	10	10	10	5	5	10	10	10	10	10	20	15
7.	bezpo- sredni	bezpo- sredni	bezpo- sredni	bezpo- sredni	bezpo- sredni	bezpo- sredni	bezpo- sredni	bezpo- sredni	bezpo- sredni	bezpo- sredni	bezpo- sredni	bezpo- sredni	bezpo- sredni	bezpo- sredni	bezpo- sredni	bezpo- sredni	bezpo- sredni
8.	U0/2F0	U0/1F0	U1/0F1	U0/0F1	U0/0F0	U0/0F0	U0/0F0	U0/0F0	U0/1F0	U0/4F0	U0/5F1	U0/0F0	U0/0F0	U0/0F0	U0/1F0	U0/0F0	U0/0F0
9.	brak	brak	brak	brak	brak	brak	brak	brak	brak	brak	brak	brak	brak	brak	brak	brak	brak
10.	II-V	II-V	II-V	II-V	II-V	II-V	II-VI	II-VI	II-VI	II-VI	II-VI	II-VI	VI	II-V	II-V	II-V	II-V
11.	IV-V	IV-V	IV-V	IV-V	IV-V	IV-V	IV-V	IV-V	IV-V	IV-V	IV-V	IV-V	IV-V	IV-V	IV-V	IV-V	IV-V
12.	I-II	I-II	I-II	I-II	I-II	I-II	I-II	I-II	I-II	I-II	I-II	I-II	I-II	I-II	I-II	I-II	I-II
13.	I-II	I-II	I-II	I-II	I-II	I-II	I-II	I-II	I-II	I-II	I-II	I-II	I-II	I-II	I-II	I-II	I-II
14.	brak	brak	brak	brak	brak	brak	brak	brak	brak	brak	brak	brak	brak	brak	brak	brak	brak
15.	I-III	I-III	brak	brak	brak	brak	II	II	II	II	II	II	II	III-IV	III-IV	III-IV	III-IV
16.	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B

Z tabeli 2 wynika, iż rozpatrywane parcele charakteryzowały się dużym zróżnicowaniem wielkości zasobów. Występowały zarówno parcele o zasobach poniżej $20 \cdot 10^3$ Mg, jak również znacznie przewyższające $700 \cdot 10^3$ Mg, a nawet $1 \cdot 10^6$ Mg. Ponad połowa z nich posiadała zasoby powyżej $100 \cdot 10^3$ Mg i były to na ogół parcele o kształcie regularnym. Zróżnicowanie wielkości zasobów wynikało przede wszystkim ze zmiennej wielkości powierzchni parceli ($12\,870 \div 803\,840$ m²), miąższość natomiast, ze względu na swoją niewielką zmienność wynoszącą $0,70 \div 0,95$ m (pokłady cienkie < 1 m – cecha niekorzystna) oraz gęstość właściwa ($1,32 \div 1,46$ Mg/m³) posiadały w tym względzie niewielkie znaczenie. Należy przy tym pamiętać, że parcele o niewielkich zasobach i miąższości nie spełniają kryteriów przemysłowości przewidzianych dla eksploatacji systemem ścianowym, ustanawianych i zatwierdzanych indywidualnie dla każdego użytkownika (przedstawiono je w rozdziale 4). Nachylenie pokładu w obszarze parcel zawierało się w większości przypadków (29 parcel) w przedziale $5 \div 15^\circ$, były to zatem pokłady ułożone prawie poziomo, a więc o cechach korzystnych. Rodzaj kontaktu węgla ze skałami otaczającymi był we wszystkich parcelach korzystny – bezpośredni. Spośród zaburzeń w budowie pokładu (cecha niekorzystna) występowały jedynie zaburzenia tektoniczne w postaci zarówno uskoków i fałdów. Uskoki występowały samodzielnie lub współwystępowały z fałdami w ponad połowie parcel (18 parcel). Były to pojedyncze uskoki, jak również ich zespoły o wielkości zrzutów najczęściej powyżej miąższości pokładu, a więc dyskwalifikujących w tych obszarach eksploatację (11 parcel).

Parametry geotechniczne (9 – 11) i zagrożenia naturalne (12 – 14) scharakteryzowano podając jedynie możliwy zakres ich występowania (w poszczególnych klasach, kategoriach, stopniach). Wynikało to z braku dostatecznego rozpoznania i opróbowania wyrobiskami przygotowawczymi i eksploatacyjnymi (w parcelach pozabilansowych nie prowadzono eksploatacji). Parametry geotechniczne były zróżnicowane. Urabialność na ogół (21 parcel) zawierała się w klasach II – V, a więc o cechach niekorzystnych. Stropy w większości parcel (25 parcel) były korzystne, w przedziale klas IV – V, jedynie w 7. parcelach stwierdzono możliwość wystąpienia niekorzystnej VI klasy. Klasy spągów we wszystkich parcelach zakwalifikowano do przedziału klas I – II, a więc o cechach korzystnych.

Możliwość wystąpienia zagrożeń naturalnych w obszarze rozpatrywanych parcel była zróżnicowana. Zagrożenia wodne i wybuchem pyłu węglowego były jednakowe we wszystkich przypadkach. Parcele zakwalifikowano do I lub II stopnia zagrożenia wodnego oraz do klasy B zagrożenia wybuchem pyłu węglowego. Obu tym zagrożeniom przypisano cechy niekorzystne. Zagrożenia tapaniami prawie nie występowały, jedynie w czterech przypadkach zaliczono je do I stopnia. Zagrożenia metanowe cechowały się największą zmiennością. W 16 parcelach (połowa) nie występowały w ogóle, w pozostałych ich występowanie zakwalifikowano do wszystkich możliwych kategorii I – IV (cechy niekorzystne).

4. Charakterystyka uwarunkowań geologiczno-górnich dla doboru technologii eksploatacji

W tabeli 3 zestawiono charakterystykę parametrów geologiczno-górnich dla stosowanego w kopalniach ścianowego systemu z zawałem stropu, z wykorzystywaną powszechnie kombajnową technologią eksploatacji, a także (w dalszym ciągu mało popularną) technologią strugową, która umożliwia, jak wiadomo eksploatację pokładów cienkich [5, 6, 12, 22].

TABELA 3

Charakterystyka parametrów geologiczno-górnich w aspekcie doboru technologii eksploatacji

Parametr*	System ścianowy z zawałem stropu	
	kombajnowy system mechanizacyjny (KSM)	strugowy system mechanizacyjny (SSM)
Zasoby	kryterium przemysłowości min. 200 000 Mg (150 000**)	120 000 Mg***
Długość przodka eksploatacyjnego	60 ÷ 400 m (w pokładach o miąższości < 1,5 m do 250 m)	
Powierzchnia (1)	kryterium przemysłowości min. 100 000 m ² (10 ha)	
Kształt powierzchni (2)	regularny	
Miąższość (4)	≥1,4 m (dopuszczalnie 1,1 ÷ 1,3 m z przybierką)	0,6 ÷ 2,5 m
Nachylenie (5)	do 60°	w pokładach <1,5 m do 60° w pokładach 1,5 ÷ 2,5 m do 35°
Rodzaj kontaktu węgla ze skałami otaczającymi (6)	dowolny (bezpośredni, stopniowy, z wzajemnymi przerostami)	preferowany bezpośredni
Zaburzenia tektoniczne (7)	mogą występować; maksymalny zrzut do ok. wyrkości ściany	
Zaburzenia miąższości (8)	mogą występować	brak
Urabialność węgla (9)	I – VI klasa	I – IV klasa
Charakter skał stropowych (10)	I – VI klasa	
Charakter skał spągowych (11)	klasy I – VI	spągi nie skłonne do wypiętrzania, klasy I – VI (dla głowic z prowadzeniem mieczowym min. III kasa)
Zagrożenia wodne (12)	I – III stopień	
Zagrożenia tapaniami (13)	brak skłonności do tapani, I i II stopień	
Zagrożenia metanowe (14)	pokłady niemetalowe, I – IV kategoria	
Zagrożenie wybuchem pyłu węglowego (15)	pokłady niewybuchowe, klasa A i B	

- * do oceny parceli dodatkowo przyjęto wielkość zasobów oraz długość przodka eksploatacyjnego, które także warunkują dobór odpowiedniego systemu mechanizacyjnego, pominięto natomiast gęstość węgla, która nie wpływa na technologię eksploatacji.
- ** ze względu na dopuszczaną niekiedy mniejszą miąższość projektowanej ściany (np. 1,2 m) zasoby te, przy spełnionej powierzchni 10 ha mogą wynosić < 200000 Mg.
- *** przy założeniach autora: min. miąższość 0,9 m, min. powierzchnia 100 000 m², min. gęstość 1,3 Mg/m³ (wymaga analiz ekonomicznych).

Jak wynika z tabeli 3 do charakterystyki przyjęto te same parametry, które analizowano w rozdziale 3 oraz dodatkowo długość przodka eksploatacyjnego, który decyduje jak wiadomo również o dobrze odpowiedniego systemu eksploatacji (m.in. nie opisane w niniejszej pracy systemy ubierkowe i zabierkowe).

Uwarunkowania dla doboru poszczególnych systemów mechanizacyjnych określono m.in. na podstawie: wytycznych przedsiębiorcy dot. kryteriów przemysłowości, stosownych aktów prawnych – rozporządzeń, specyfikacji maszyn i urządzeń górniczych, oraz stosowanych powszechnie zasad sztuki górniczej [5, 6, 10, 12, 18].

W tabeli 4 zestawiono parcele, których warunki geologiczno-górnice upoważniły do dobru odpowiedniej technologii eksploatacji (wg tabeli 3).

Z tabeli 4 wynika, że jedynie 8 parcel o łącznej wielkości zasobów $2,321 \cdot 10^6$ Mg posiadało odpowiednie warunki eksploatacji. Decydujące o możliwości eksploatacji zasobów systemem ścianowym z zawałem stropu były parametry określające wielkość zasobów w parceli (> 120 000 Mg), związane jak wiadomo z opłacalnością wydobycia (wiadomo bowiem, że zasoby w eksploatowanej parceli muszą być na tyle duże, aby przychody uzyskane ze sprzedaży węgla z tej parceli przewyższały koszty związane z nakładami poniesionymi na „uruchomienie” ściany w tej parceli), a także zaburzenia tektoniczne – uskoki, wykluczające eksploatację z przyczyn technicznych.

TABELA 4
Zestawienie parcel możliwych do eksploatacji

Parametr	Parcela							
	829	811	819	836	801	802	831	840
Zasoby [10 ³ Mg]	317	287	475	274	175	128	540	125
Powierzchnia [m ²] (1)	232930	258780	435220	218210	140540	97100	402510	102030
Kształt powierzchni* (2)	r	r	r	r	r	n	r	r
Gęstość właściwa [Mg/m ³] (3)	1,41	1,32	1,37	1,39	1,41	1,41	1,39	1,34
Miaższość [m] (4)	0,95	0,80	0,85	0,90	0,80	0,90	0,95	0,90
Nachylenie [°] (5)	10	20	15	5	25	15	10	10
Rodzaj kontaktu węgla ze skałami otaczającymi (6)	bezp- średni	bezp- średni	bezp- średni	bezp- średni	bezp- średni	bezp- średni	bezp- średni	bezp- średni
Zaburzenia tektoniczne (7)	U0/0F1	U0/0F1	U0/0F1	U0/0F0	U1/0F1	U0/0F1	U0/0F0	U0/0F0
Zaburzenia miąższości (8)	brak	brak	brak	brak	brak	brak	brak	brak
Urabialność węgla (9)	II-VI	II-III	II-III	II-III	II-V	II-V	II-VI	VI

TABELA 4
Cd.

Parametr	Parcela							
	829	811	819	836	801	802	831	840
Charakter skał strop. (10)	IV-V	II-IV	II-IV	IV-V	IV-V	IV-V	IV-V	IV-V
Charakter skał spąg. (11)	I-II	I-II	I-II	I-II	I-II	I-II	I-II	I-II
Zagrożenia wodne (12)	I-II	I-II	I-II	I-II	I-II	I-II	I-II	I-II
Zagrożenia tapaniami (13)	brak	brak	brak	brak	brak	brak	brak	brak
Zagrożenia metanowe (14)	II	brak	brak	brak	brak	brak	II	II
Zagrożenie wybuchem pyłu węglowego (15)	B	B	B	B	B	B	B	B

Parametrem warunkującym dobór kombajnowego lub strugowego systemu mechanicznego w rozpatrywanych przypadkach była miąższość pokładu i urabialność węgla. Miąższość we wszystkich rozpatrywanych przypadkach była mniejsza od 1 m, a zatem upoważniała do zastosowania wyłącznie systemu strugowego. Urabialność węgla w tych parcelach zaliczono m.in. do klas V i VI, które wykluczają eksploatację strugiem. Jednakże ze względu na brak pod tym względem jednoznacznych badań (w konkretnym wyrobisku) parcel tych nie wykluczono.

PODSUMOWANIE I WNIOSKI

Do oceny technicznych możliwości eksploatacji zasobów pozabilansowych przeznaczono wszystkie zasoby tej grupy kopalni „X”, tj. 84 parcele o łącznej wielkości ponad $24 \cdot 10^6$ Mg. Główną przyczyną przeklasyfikowania zasobów do pozabilansowych była zmienna miąższość na granicy bilansowości wynosząca 1 m, czyli przyczyna wynikająca z kryteriów bilansowości węgla kamiennego, ponadto także zaburzenia tektoniczne i występowanie w filarach.

Wstępna ocena możliwości ich udostępnienia pozwoliła na wyodrębnienie spośród nich 32 parcel o łącznej wielkości zasobów $6,930 \cdot 10^6$ Mg, co stanowiło 29% wielkości początkowej zasobów pozabilansowych. Zasoby te określono wstępnie, jako możliwe do udostępnienia z jedyne go obecnie czynnego poziomu eksploatacyjnego. Za ledwie 8% tych zasobów rozpoznano w kategorii A+B, pozostałe natomiast w C₁.

Wyodrębnione 32 parcele scharakteryzowano opisując 15 parametrów określających warunki geologiczno-górnictwa ich występowania. W dalszej kolejności dokonano także ich oceny pod względem zagrożenia bezpieczeństwa pracy i pogorszenia warunków eksploatacji.

Analizowane parcele charakteryzowały się zmiennością opisywanych parametrów. Dotyczyło to w szczególności wielkości powierzchni, a więc wielkości zasobów parceli, która w wielu przypadkach była mniejsza od $100\ 000\ m^2$, a także zaburzeń tektonicznych

– fałdów i uskoków o zrzutach często powyżej wielkości eksploatowanej ściany. Zwraca uwagę fakt, że oba te parametry decydują zazwyczaj w pierwszej kolejności o wykluczeniu zasobów pod względem możliwości ich eksploatacji w kopalni z przyczyn ekonomicznych i technicznych, a w następstwie o przeklasyfikowaniu ich do zasobów nieprzemysłowych, a nawet ich skreśleniu z ewidencji.

Ocena pod względem zagrożenia bezpieczeństwa pracy i pogorszenia warunków eksploatacji wykazała, że niekorzystnymi cechami charakteryzowały się w każdym rozpatrywanym przypadku miąższość, zagrożenia wodne, wybuchem pyłu węglowego oraz charakter skał spągowych, nieco rzadziej natomiast pozostałe oceniane parametry.

Charakterystykę uwarunkowań geologiczno-górnicznych dla doboru technologii eksploatacji przeprowadzono, dla systemu ścianowego z zawałem stropu z kombajnową i strugową technologią eksploatacji. W kopalniach bowiem stosuje się nadal głównie kombajnowy system ścianowy, zaś podstawową alternatywą w przypadku pokładów cienkich w systemie ścianowym byłoby zastosowanie technologii strugowej. Należy jednakże podkreślić fakt, iż ze względu na występowanie wyłącznie pokładów pozabilansowych poniżej 1 m miąższości, uwzględnienie możliwości doboru technologii kombajnowej ma jedynie wymiar porównawczy. Dla obu technologii określono zatem geologiczne i górnicze warunki eksploatacji oraz na tej podstawie zweryfikowano badane parcele.

W wyniku tej weryfikacji do ewentualnej eksploatacji systemem ścianowym technologią strugową mogłyby zostać przeznaczonych 8 z 32. rozpatrywanych parcel o łącznej wielkości zasobów $2,321 \cdot 10^6$ Mg, tj. 10% tonażu wszystkich zasobów pozabilansowych kopalni. Spośród tych parcel tylko jedna o zasobach $0,317 \cdot 10^6$ Mg, rozpoznana została w kat. A+B, pozostałe rozpoznano w kategorii C₂. Przyczynami wykluczającymi pozostałe 24 parcele była mała wielkość zasobów, a zatem i ich powierzchnia oraz uskoki o znacznych zrzutach. Uwzględniając, iż granice parcel wyznaczane są często umownie (zostało w pracy wcześniej opisane) należałoby dokonać dodatkowej analizy powierzchni parcel w celu określenia odpowiedniego obszaru eksploatacyjnego, np. poprzez łączenie parcel.

Próba oceny technicznych możliwości eksploatacji zasobów pozabilansowych w kopalni węgla kamiennego „X” pozwoliła wykazać zatem, że część spośród tych zasobów (aż, lub tylko 10%!) mogłaby zostać wyeksploatowana. Ze względu jednak na niewielką miąższość projekt eksploatacji w tych parcelach musiałby uwzględniać wyłącznie technologię strugową. Należałoby dodatkowo także przeprowadzić ekonomiczne oceny takich projektów inwestycyjnych.

Można na tej podstawie przypuszczać, że także część pozostałych zasobów wykluczonych z przemysłowych nadawałyby pod względem technicznym do eksploatacji, należałoby jednak w tych przypadkach uwzględnić dodatkowo i inne systemy eksploatacji (komorowy, ubierkowy, zabierkowy, itp.).

Przedstawiona metoda oceny zasobów mogłaby może posłużyć także do oceny technicznych możliwości eksploatacji pozostałych zasobów tj. nieprzemysłowych, a nawet skreślonych z ewidencji, w tym także i innych kopalniach węgla kamiennego.

Kompleksowa ocena zasobów pod względem ich przemysłowego wykorzystania powinna zawierać oprócz oceny technicznych możliwości eksploatacji także analizę ekonomiczną, gdyż tylko w ten sposób można by wiarygodnie, z większym lub mniejszym błędem, określić ich przydatność przemysłową.

LITERATURA

- [1] *Borówka B.*: Weryfikacja ilościowa bazy zasobowej pokładu 510/1 w KWK „Pokój” w latach 1989 – 2003. Zeszyty Naukowe Politechniki Śląskiej. Wydawnictwo Politechniki Śląskiej, Gliwice 2004, s. 47 – 56, seria Górnictwo, z. 260.
- [2] *Borówka B.*: Baza zasobowa węgla kamiennego w pokładzie 510/1 KWK „Polska – Wirek”. Materiały XVIII Sympozjum pt. „Geologia Formacji Węglonośnych Polski”, Kraków 2005, s. 9 – 14.
- [3] *Gabzdyl W.*: Geologia złóż. Wydawnictwo Politechniki Śląskiej, Gliwice 1999.
- [4] *Grzybek I.*: Geneza prognozowania i wpływ zaburzeń miąższości pokładów węgla na eksploatację na przykładzie KWK Zabrze – Bielszowice. Praca doktorska, Politechnika Śląska, Wydział Górnictwa i Geologii, Gliwice 1994.
- [5] *Jaszczuk M.*: Ścianowe systemy mechanizacyjne. „Śląsk” Wydawnictwo Naukowe, Katowice 2007.
- [6] *Jaszczuk M. i inni*: Możliwości techniczne wybierania kombajnami ścianowymi pokładów węgla w zakresie wysokości 1,0 do 1,5 [m]. Materiały Szkoły Eksploatacji Podziemnej 2009, Kraków 2009.
- [7] *Kempa S., Makowski A., Probiez K.*: Próba określenia wskaźnika częstości występowania uskoków w kopalniach południowej części ROW. Przegląd Górnictwa, nr 4, Katowice 1979. s. 148 – 153,
- [8] *Kidybiński A.*: Podstawy geotechniki kopalnianej. Wydawnictwo „Śląsk”, Katowice 1982.
- [9] *Lisowski A., Stosiek F., Kondrątek S.*: Górnictwo węgla kamiennego w Polsce. Ku następnej generacji kopalń i sektora (1996 – 2005). Wydawnictwo GIG, Katowice 2006.
- [10] *Nieć M.*: Geologia kopalniana. Wydawnictwa Geologiczne, Warszawa 1990.
- [11] *Nizicki R., Paszek D., Borówka B.*: Przebieg i wykształcenie strefy uskokowej uskoku kłodnickiego w obszarze górniczym KWK „Makoszowy”. Materiały XXVII sympozjum pt. „Geologia formacji węglonośnych Polski”, Kraków 2004, s. 121 – 126.
- [12] *Ostrowski R.*: Eksploatacja podziemna złóż węgla kamiennego. Wydawnictwo „Śląsk” Spółka z o.o., Katowice 1996.
- [13] *Probiez K.*: Wydobywanie węgla kamiennego i brunatnego w Polsce na tle trendów światowych. Prace Naukowe GIG; Górnictwo i Środowisko, Wyd. spec. I, Katowice 2007, s.167 – 177.
- [14] *Probiez K., Borówka B.*: Ubytek zasobów węgla kamiennego Górnośląskiego Zagłębia Węglowego w latach 1989 – 2003; niepożądany skutek reform. Polityka Energetyczna, Kraków 2006, s. 171 – 191, t. 9 z. sp.
- [15] *Probiez K., Borówka B. (a)*: Wystarczalność zasobów węgla kamiennego w GZW wraz z analizą przyczyn ubytku zasobów w niektórych kopalniach. Przegląd Górnictwa, nr 3, Katowice 2008, s.12 – 18.
- [16] *Probiez K., Borówka B. (b)*: Przyczyny przeklasyfikowywania zasobów przemysłowych węgla w kopalniach Górnośląskiego Zagłębia Węglowego (GZW). Biul. Państw. Inst. Geol. 429, Warszawa 2008, s.153 – 156.
- [17] *Probiez K., Gabzdyl W., Borówka B.*: Zasoby węgla kamiennego Górnośląskiego Zagłębia Węglowego w latach 1989 – 2003. Zeszyty Naukowe Politechniki Śląskiej, Wydawnictwo Politechniki Śląskiej, Gliwice 2005, s. 13 – 29, s. Górnictwo, z. 269.
- [18] *Probiez K., Kowalik S., Borówka B.*: Prognoza stanu zasobów węgla kamiennego w Górnośląskim Zagłębiu Węglowym do roku 2020, na podstawie analizy trendu liniowego. Prace Naukowe GIG, Górnictwo i Środowisko, Wyd. spec. Kwart. nr III, Katowice 2007, s. 347 – 360.
- [19] *Probiez K., Borówka B.*: Weryfikacja ilościowa i jakościowa zasobów węgla kamiennego w wytypowanych kopalniach Górnośląskiego Zagłębia Węglowego. Wydawnictwo Politechniki Śląskiej, Gliwice 2009, monografia nr 221.

- [20] *Probiez K.*: Ochrona zasobów kopalin w Polsce doby gospodarki wolnorynkowej. Wydawnictwo Politechniki Śląskiej, Gliwice 2010, monografia nr 255.
- [21] Rozporządzenie Ministra Spraw Wewnętrznych i Administracji z dnia 14 czerwca 2002 r. w sprawie zagrożeń naturalnych w zakładach górniczych. Dz. U. Nr 94, Poz. 841.
- [22] Rozporządzenie Ministra Spraw Wewnętrznych i Administracji z dnia 20 września 2004 r. zmieniające rozporządzenie w sprawie zagrożeń naturalnych w zakładach górniczych. Dz. U. Nr 219, Poz. 2227.
- [23] Scenariusze rozwoju technologicznego przemysłu wydobywczego węgla kamiennego. Praca zbiorowa pod red. Mariana Turka. Wyd. GiG, Katowice 2008.