ZESZYTY NAUKOWE POLITECHNIKI ŚLĄSKIEJ 1990

Seria: GÓRNICTWO z. 187 Nr kol. 1066

Tadeusz GODULA

Politechnika Śląska

WARUNKI GEOLOGICZNO-INŻYNIERSKIE GÓROTWORU KARBOŃSKIEGO W REJONIE PERSPEKTYWICZNYCH PÓL GÓRNICZYCH BZIE-ZEBRZYDOWICE

Streszczenie. W artykule przedstawiono prognozę warunków geologiczno-inżynierskich dla rejonu perepektywicznych pól węgla kamiennego, o powierzchni około 100 km^2, położonych w południowo-zachodniej części GZW. Została ona opracowana na podstawie wyników szerokiego zakresu badań geologicznych, które wykonane zostały w ostatnim dziesięcioleciu dla rozpoznania i udokumentowania zasobów występujących tu złóż węgla kamiennego.
Analiza budowy litologicznej i podzielności warstwowej występującego tu karbonu oraz właściwości wytrzymałościowych skał, umożliwiła wydzielenie w jego obrębie trzech serii o odmiennych właściwościach geomechanicznych. Przedstawiono szczegółową charakterystykę tych serii oraz sposób ich wydzielania.
Przedstawiono także budowę tektoniczną omawianego karbonu, z wykorzystaniem pomiarów spękań przeprowadzonych na rdzeniach wiertniczych. Pozwoliło to na sklasyfikowanie badanego obszaru pod względem stopnia zaangażowania tektonicznego oraz na wydzielenie w jego obrębie rejonów o odmiennym charakterze zjawisk tektonicznych i sposobie ich oddziaływania na górotwór.
Analiza tych zjawisk umożliwiła wydzielenie stref geologiczno-inżynierskich, w których należy spodziewać się podobnego sposobu oddziaływania górotworu na roboty górnicze. Przedstawiono charakterystykę tych stref.

1. WSTĘP

Perspektywiczne pola górnicze Bzie-Dębina i Zebrzydowice położone są w południowo-zachodniej części Górnośląskiego Zagłębia Węglowego. Stanowią one dwa sąsiadujące ze sobą obszary znajdujące się pomiędzy czynnymi kopalniami: Moszczenica, Manifest Lipcowy i XXX-lecie PRL na północy, a kopalnią Morcinek na południu (rys. 5). Pola te pod względem administracyjnym położone są w obrębie miasta Jastrzębie oraz gmin Pawłowice i Zebrzydowice. Zajmują one powierzchnię około 100 km^2. Od strony zachodniej przylegają do granicy państwowej z CSRS, a od wschodu graniczą z rejonami przyszłych badań geologicznych. Pod względem geologicznym są one usytuowane na południowo-zachodnim skłonie niecki głównej GZW, w strefie zapadliska przedkarpackiego, parę kilometrów na północ od czoła płaszczowiny karpackiej [6].

Tablica 1

Pozycja stratygraficzna warstw karbońskich występujących w rejonie Bzie-Zebrzydowice

Podziały stratygraficzne										Uwagi
T. Bocheński, S. Doktorowicz-Hrebnicki (1952)				K. Bojkowski, Z. Dembowski, A. Jachowicz, A. Kotas, W. Malczyk, T. Miger, J. Porzycki, J. Rutkowski (1972)						
Heerlen 1935		Warstwy	Poziomy graniczne	Heerlen 1935		Seria litostratygraficzna	Ogniwo	Poziomy graniczne		
Westfal	B	orzeskie	pok. 364	Westfal	A	seria mułowcowa	część dolna serii mułowcowej	pok. 326 pok. 406		REJON BZIE-ZEBRZYDOWICE
Westfal	A	rudzkie	pok. 401 pok. 419	Namur	C	górnośląska seria piaskowcowa	część górna górnośląskiej serii piaskowcowej	poziom fauny słodkowodnej pok. 407 pok. 420		
Namur	B-C	siodłowe	pok. 501 pok. 510	Namur	B		część dolna górnośląskiej serii piaskowcowej	pok. 501 pok. 510		
Namur	A	porębskie	pok. 601	Namur	A	seria paraliczna	warstwy porębskie	poziom morski Gaebler pok. 601		

W rejonie tym w latach 1976-1986 odwierconych zostało kilkadziesiąt otworów badawczych o głębokościach od 1400 m do około 1900 m, których wyniki stanowiły podstawę opracowania niniejszego artykułu. Objęta badaniami strefa głębokościowa karbonu wykazała występowanie dolnej części warstw orzeskich oraz warstwy rudzkie i siodłowe według podziału T. Bocheńskiego i S. Doktorowicza-Hrebnickiego (tablica 1). Przeprowadzone kompleksowe badania na rdzeniach i w otworach wiertniczych pozwoliły na rozpoznanie występujących tu pokładów węgla kamiennego i udokumentowanie ich zasobów w kategoriach C_1 i C_2 [6], a także dostarczyły wielu informacji z zakresu litologii i podzielności warstwowej karbonu, właściwości mechanicznych skał [2] i ich podzielności sedymentacyjnej oraz gęstości spękania skał [3]. Badania te umożliwiły bardziej szczegółowe rozpoznanie tektoniki w tej części GZW [5, 6] oraz ocenę warunków geologiczno-inżynierskich i zagrożeń związanych z mechanicznym i dynamicznym oddziaływaniem górotworu na przyszłe roboty górnicze. Z uwagi na występowanie w rejonie Bzia-Dębiny i Zebrzydowic tych samych serii stratygraficznych i innych zjawisk wspólnych, zostały one potraktowane w niniejszym artykule jako jeden obszar perspektywiczny Bzie-Zebrzydowice.

2. SERIE GEOMECHANICZNE KARBONU

Objęty badaniami górotwór karboński zalega poniżej głębokości 500-1000 m. W jego nadkładzie występują utwory trzecio- i czwartorzędowe. Górotwór ten ma budowę warstwową i stanowi serię osadów składającą się z bardzo licznych cyklotemów, w których uczestniczą cztery podstawowe odmiany skał, różniące się właściwościami mechanicznymi. Należą do nich: piaskowce, mułowce, iłowce oraz węgle.

Mała różnorodność skał uczestniczących w budowie warstw karbońskich sprawia, że masyw ten często uważany jest za mało urozmaicony i monotonny. Jednak duża zmienność rozwoju poszczególnych członów w cyklotemach, a zwłaszcza iłowców i piaskowców, różnicuje jego profil pod względem procentowego udziału poszczególnych skał i stosunku grubości warstw zbudowanych ze skał o dużej wytrzymałości do warstw zbudowanych ze skał o małej wytrzymałości mechanicznej. Zmiany te powodują zróżnicowanie górotworu karbońskiego pod względem jego podzielności warstwowej i właściwości geomechanicznych.

Zróżnicowania te pozwoliły na wydzielenie w obrębie warstw karbońskich rejonu Bzia-Zebrzydowic trzech serii geomechanicznych (I, II i III) o odmiennej litologii i właściwościach mechanicznych skał. Serie te w badanym obszarze odpowiadają w ogólnym zarysie podziałowi litostratygraficznemu karbonu GZW [7]. Kształtuje się to następująco:

I seria geomechaniczna (mułowcowa), odpowiada części dolnej serii mułowcowej,

Tablica 2

Charakterystyka serii geomechanicznej I
(mułowcowej)

Litologia serii			Właściwości fizyczne skał			Właściwości wytrzymałościowe skał			
Główne odmiany skał	Miąższość warstw w [m]	Procentowy udział skał	Porowatość n	Gęstość objętościowa ρ_n [g/cm^3]	Wilgotność naturalna Wn %	Wytrzymałość na ściskanie Rc [MPa]	Wytrzymałość na rozciąganie R_r [MPa]	Kohazja c [MPa]	Kąt tarcia wewnętrznego φ^o
Piaskowce	0,9-15,9	3,7-31,3 18,0	8,9 (1±0,45)	2,49 (1±0,04)	1,93 (1±0,49)	44,735 (1±0,18)	3,802 (1±0,38)	5,0	57
Mułowce	0,7-15,0	3,0-42,9 12,5	7,0 (1±0,50)	2,60 (1±0,03)	1,45 (1±0,26)	36,820 (1±0,47)	2,273 (1±0,57)	8,5	37
Iłowce	0,4-20,9	41,5-81,9 59,5	6,5 (1±0,37)	2,55 (1±0,04)	1,69 (1±0,26)	14,785 (1±0,53)	1,076 (1±0,8)	2,0	46,5
Węgla	0,1-5,3	5,5-15,9 8,4	-	-	-	7,771 (1±0,46)	0,148 (1±0,26)	-	-

II seria geomechaniczna (piaskowcowa górna) - części górnej górnośląskiej serii piaskowcowej,

III seria geomechaniczna (piaskowcowa dolna) - części dolnej górnośląskiej serii piaskowcowej.

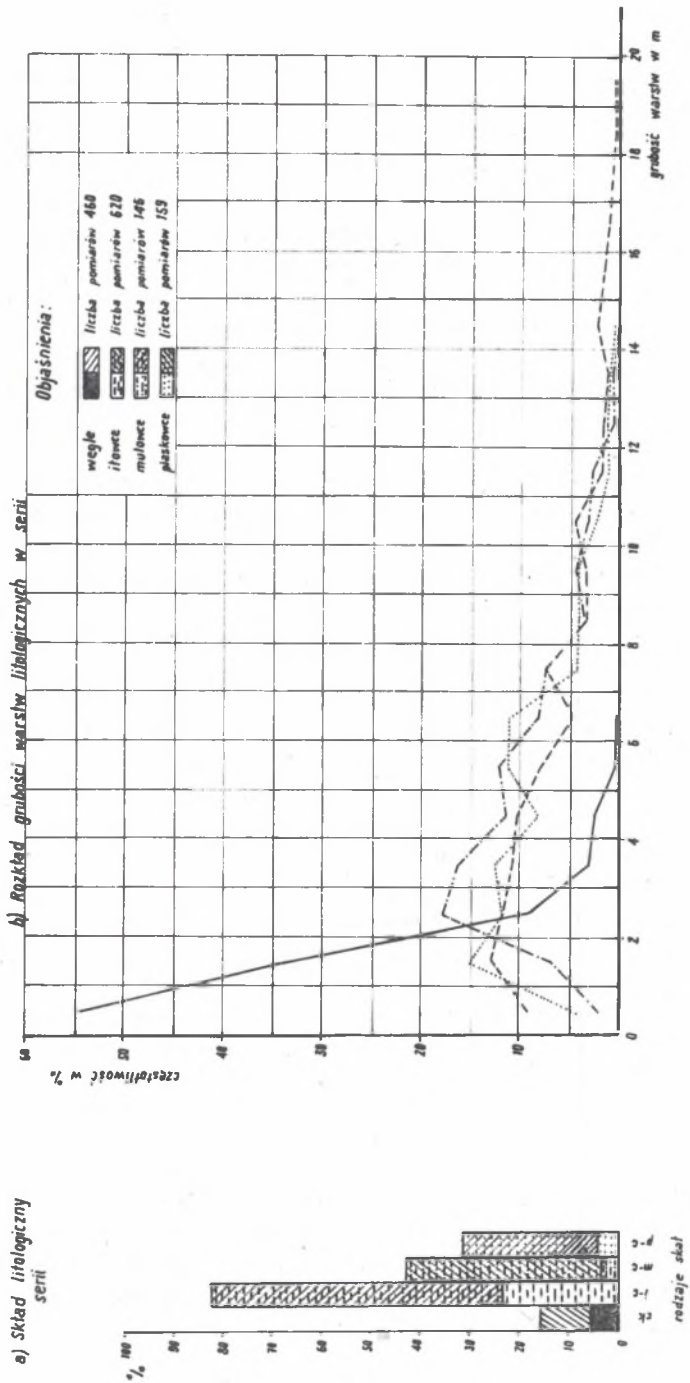
I seria geomechaniczna - mułowcowa obejmuje odcinek profilu od pokładu 332 do stropu pokładu 407/1. Stanowi ona strop warstw karbońskich nieomal na całym obszarze. Jej miąższość jest bardzo zmienna i zależy od ukształtowania stropu karbonu i budowy tektonicznej (rys. 6). W części zachodniej, w pobliżu granicy państwa została ona miejscami całkowicie zerodowana, natomiast w części północno-wschodniej osiąga miąższość do około 660 m.

W budowie serii mułowcowej przeważają zdecydowanie iłowce nad piaskowcami. Charakterystykę jej litologii i właściwości skał przedstawia tablica 2.

Występujące w tej serii piaskowce są przeważnie drobnoziarniste lub pylaste, kwarcowe o spoiwie ilastym z dużą domieszką kwarcowego i węglanowego, z reguły dobrze wysortowane, często o przekątnym uwarstwieniu, podkreślonym smugami węgla lub ułożeniem blaszek miki, co osłabia ich wytrzymałość na rozciąganie. Piaskowce te występują w całym profilu serii, przeważnie w formie cienkich warstw lub soczewek o grubości 1-2 m.

Do skał bardziej licznie reprezentowanych w serii należą mułowce. Charakteryzują się one dosyć zróżnicowanym uziarnieniem, co wpływa na duży rozrzut ich właściwości wytrzymałościowych. Skały te często zawierają domieszki substancji węglowej, są smugowane lub laminowane iłowcem lub drobnoziarnistym piaskowcem. Tekstury mułowców są przeważnie kierunkowe, silnie podkreślone ułożeniem substancji węglowej lub blaszek miki, co powoduje ich dużą podzielność sedymentacyjną. Występują najczęściej w warstwach o grubości 2 do 7 m, które przeważnie zajmują środkowe ogniwa cyklu sedymentacyjnego. W stropach lub spągach pokładów węgla spotyka się je rzadko.

Do skał o najliczniejszym udziale w serii należą iłowce. Ich udział wzrasta w kierunku północno-wschodnim, tj. w kierunku zapadania serii. Skały te zawierają zmienną ilość rozproszonej substancji węglowej, co zmienia ich barwę od szarej do ciemnoszarej oraz pyłu i piasku drobnoziarnistego. W iłowcach przeważają tekstury bezładne i równoległe, często podkreślone ułożeniem lamin węgla lub łusek muskowitu. Właściwości wytrzymałościowe iłowców o teksturze bezładnej są zmienne. Natomiast iłowce o teksturze kierunkowej wykazują dużą podzielność sedymentacyjną, a w konsekwencji także dużą anizotropię właściwości mechanicznych. Skały te występują najczęściej w warstwach o grubości 1 do 5 m, chociaż w serii tej spotyka się także ławice iłowców o grubości 18-20 m. Stanowią one najczęściej stropy i spągi pokładów węgla.



Rys. 1. Częstotliwość występowania warstw o różnej grubości w I serii geomechanicznej (mułowcowej)

Fig. 1. Frequency of the occurrence of strata with different thickness in the 1st geomechanical series (mundstone series)

Węgle i łupki węglowe wypełniają 5,5-15,9% miąższości serii. Duży rozrzut ich procentowego udziału, podobnie jak innych skał wynika przede wszystkim ze zmian miąższości serii. Częstotliwość występowania pokładów węgla w tej serii jest bardzo duża, jednak ich najliczniejszą grupę stanowią pokłady cienkie i średnie o miąższościach poniżej 2 m. Pokładów grubych występuje niewiele. Pokładom węgla często towarzyszą łupki węglowe.

Seria mułowcowa, jak to wynika z rozkładu grubości warstw przedstawionego na rysunku 1, charakteryzuje się dużą ilością warstw cienkich oraz zmiennym zasięgiem lateralnym warstw piaskowców i węgli. Jej duża podzielność warstwowa oraz przewaga skał o niskich właściwościach wytrzymałościowych powodują, że właściwości geomechaniczne tej serii są niskie.

II seria geomechaniczna - piaskowcowa górna zalega poniżej serii mułowcowej na głębokości od 920 m do 1510 m. W części zachodniej obszaru położonej w pobliżu granicy państwa oraz w partii położonej na północ od linii uskoku Bzie-Czechowice, na niewielkiej przestrzeni stanowi ona strop utworów karbońskich. Natomiast na pozostałym obszarze graniczy bezpośrednio z serią mułowcową, z którą zachowuje ciągłość sedymentacyjną. Seria ta obejmuje odcinek profilu od pokładu 407/1 do stropu pokładu 501. Stanowi ona pakiet warstw o miąższości od 305 m do 396 m, wykazujący tendencję malejącą w kierunku wschodnim. W jej budowie przeważają zdecydowanie piaskowce. Średni procentowy udział głównych odmian skał budujących serię oraz ich właściwości fizyczne i wytrzymałościowe przedstawia tablica 3.

Piaskowce tej serii są przeważnie średnio- i gruboziarniste, polimiktyczne o lepiszczu ilastym z domieszką kwarcowego i węglanowego. W dolnych ogniwach często zawierają przewarstwienia żwirowców i zlepieńców. Nie mają one wyraźnego uwarstwienia i występują przeważnie w grubych ławicach o znacznym rozprzestrzenieniu poziomym. Udział piaskowców w serii wzrasta w kierunku wschodnim i południowo-wschodnim. Ich właściwości wytrzymałościowe w porównaniu do piaskowców serii mułowcowej, z uwagi na odmienny skład mineralny i większą porowatość, są przeważnie gorsze.

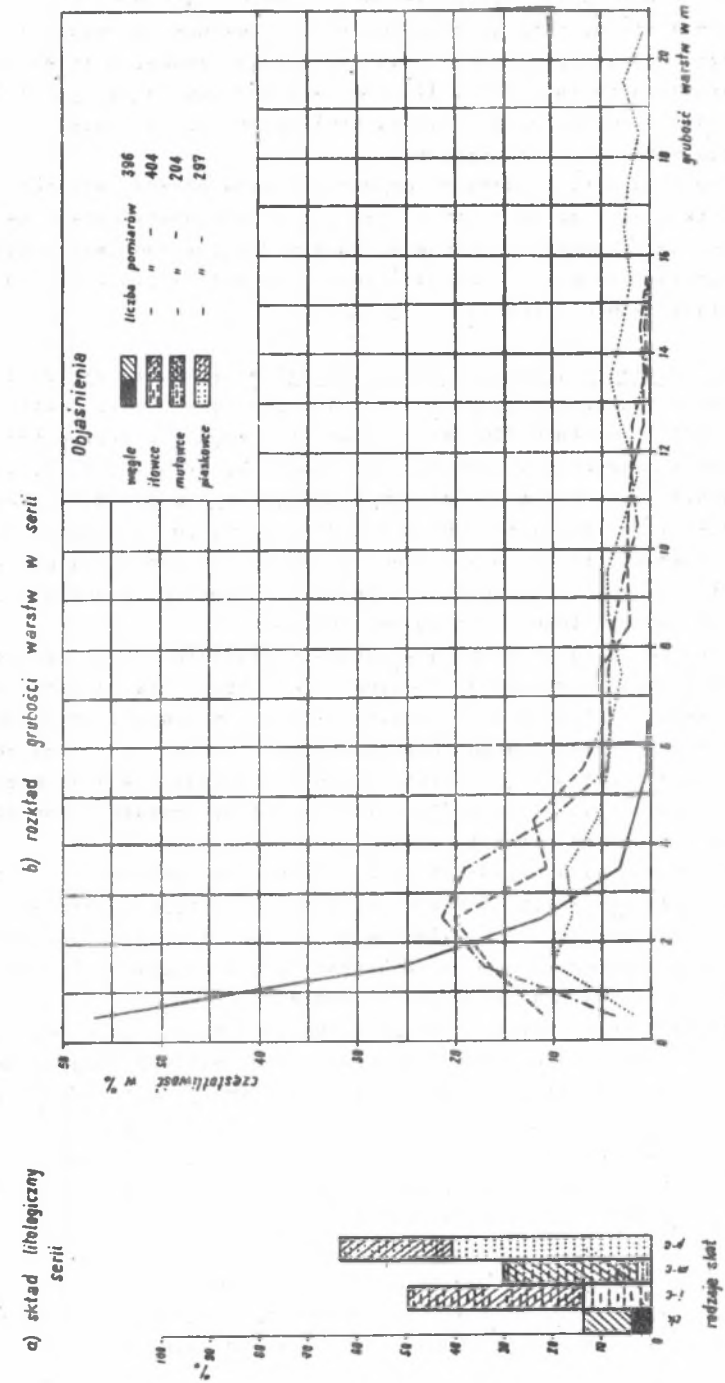
Mułowce są skałami mniej licznie reprezentowanymi w serii. Występują przeważnie w sąsiedztwie piaskowców, najczęściej w warstwach o grubości 2 do 4 m. Zawierają one w swym składzie zmienne ilości frakcji ilastej lub piaszczystej, co sprawia że ich właściwości wytrzymałościowe są bardzo zmienne. Tekstury mułowców są przeważnie bezładne, rzadko równoległe. Stąd tylko niektóre z nich wykazują dużą podzielność sedymentacyjną.

Także udział procentowy iłowców w budowie omawianej serii jest niewielki. Zawierają one często drobne skupienia węglanów oraz zmienną ilość substancji węglowej, pyłu kwarcowego, a sporadycznie również skaleni. W iłowcach przeważają tekstury bezładne lub równoległe, często podkreślone gęstym występowaniem lamin węgla błyszczącego, co powoduje ich dużą podzielność sedymentacyjną oraz anizotropię właściwości wytrzymałościo-

Tablica 3

Charakterystyka serii geomechanicznej II
(piaskowcowej górnej)

Litologia serii			Właściwości fizyczne skał			Właściwości wytrzymałościowe skał			
Główne odmiany skał	Miąższość warstw w [m]	Procentowy udział skał	Porowatość n	Gęstość objętościowa ρ_n [g/cm^3]	Wilgotność naturalna Wn %	Wytrzymałość na ściskanie Rc [MPa]	Wytrzymałość na rozciąganie Rr [MPa]	Kohezja c [MPa]	Kąt tarcia wewnętrznego φ^o
Piaskowce	0,5-27,7	40,2-63,4 58,9	10,3 (1±0,37)	2,45 (1±0,05)	1,75 (1±0,31)	40,983 (1±0,27)	4,538 (1±0,20)	5,5	53
Mułowce	0,4-16,0	2,6-30,2 9,7	5,8 (1±0,35)	2,56 (1±0,06)	1,36 (1±0,21)	32,148 (1±0,36)	2,448 (1±0,37)	7,5	46
Iłowce	0,4-16,5	13,4-49,5 24,8	6,7 (1±0,41)	2,53 (1±0,05)	1,43 (1±0,23)	21,366 (1±0,38)	1,624 (1±0,80)	8,0	33,5
Węgle	0,1-5,6	4,0-13,3 5,8	-	-	-	8,294 (1±0,57)	0,277 (1±0,12)	-	-



Rys. 2. Częstotliwość występowania warstw o różnej grubości w II serii geomechanicznej (piaskowcowej górnej)

Fig. 2. Frequency of the occurrence of strata with different thickness in the 2nd geomechanical series (upper sandstone series)

wych. Skały te występują najczęściej w warstwach o grubości 2 do 3 m. Tworzą przeważnie stropy i spągi pokładów węgla. Mułowce, a zwłaszcza piaskowce w bezpośrednim sąsiedztwie węgla występują rzadko. Wyjątek pod tym względem stanowią pokłady 416 i 418, które w stropie kontaktują z ławicami piaskowców. W serii tej przeważają pokłady średnie i grube, natomiast pokładów cienkich występuje niewiele.

Z analizy litologii i rozkładu grubości warstw przedstawionego na rysunku 2 wynika, że jest to seria o średniej podzielności warstwowej i małym udziale skał słabych, co sprawia, że stanowi ona kompleks słabo zróżnicowany litologicznie i wytrzymałościowo, charakteryzujący się dobrymi właściwościami geomechanicznymi.

III seria geomechaniczna - piaskowcowa dolna stanowi najniższe ogniwo karbonu objęte rozpoznaniem. Obejmuje ona stosunkowo cienki pakiet warstw, od pokładu 501 do pokładu 510, który charakteryzuje się stałym rozprzestrzenieniem i miąższością wynoszącą od około 110 m do 160 m. W jej budowie podobnie jak w II serii (piaskowcowej górnej) przeważają piaskowce, lecz o odmiennych właściwościach mechanicznych. Są to piaskowce kwarcowe o silnie przekrystalizowanym spoiwie ilastym z dużą domieszką kwarcowego. Średni udział głównych odmian skał w tej serii oraz ich właściwości fizyczne i wytrzymałościowe przedstawia tablica 4.
Piaskowce tej serii są przeważnie średnio- i gruboziarniste, często z domieszką żwiru oraz z wkładkami zlepieńców. Z reguły nie mają one wyraźnego uwarstwienia i tworzą grube ławice, których miąższość miejscami przekracza 40 m. Wypełniają one większość cyklu sedymentacyjnego pomiędzy pokładami węgla i tylko w niewielkim stopniu poprzedzielane są cienkimi warstwami mułowców lub iłowców. Ich właściwości wytrzymałościowe są wysokie i dosyć jednorodne w całej serii.

Mułowce nie wykazują większych różnic w budowie petrograficznej w porównaniu do mułowców serii piaskowcowej górnej. Występują najczęściej w warstwach o grubości 2 do 3 m, głównie w stropach i spągach pokładów węgla lub w formie przewarstwień w kompleksach piaszczystych. Ich właściwości wytrzymałościowe są słabo zróżnicowane.
Iłowce występują najczęściej w formie cienkich warstw o grubości do 1 m. Stanowią one na ogół bezpośrednie stropy i spągi pokładów węgla. Mały udział tych skał w serii powoduje, że ich właściwości wytrzymałościowe nie oddziałują w sposób istotny na właściwości całej serii.

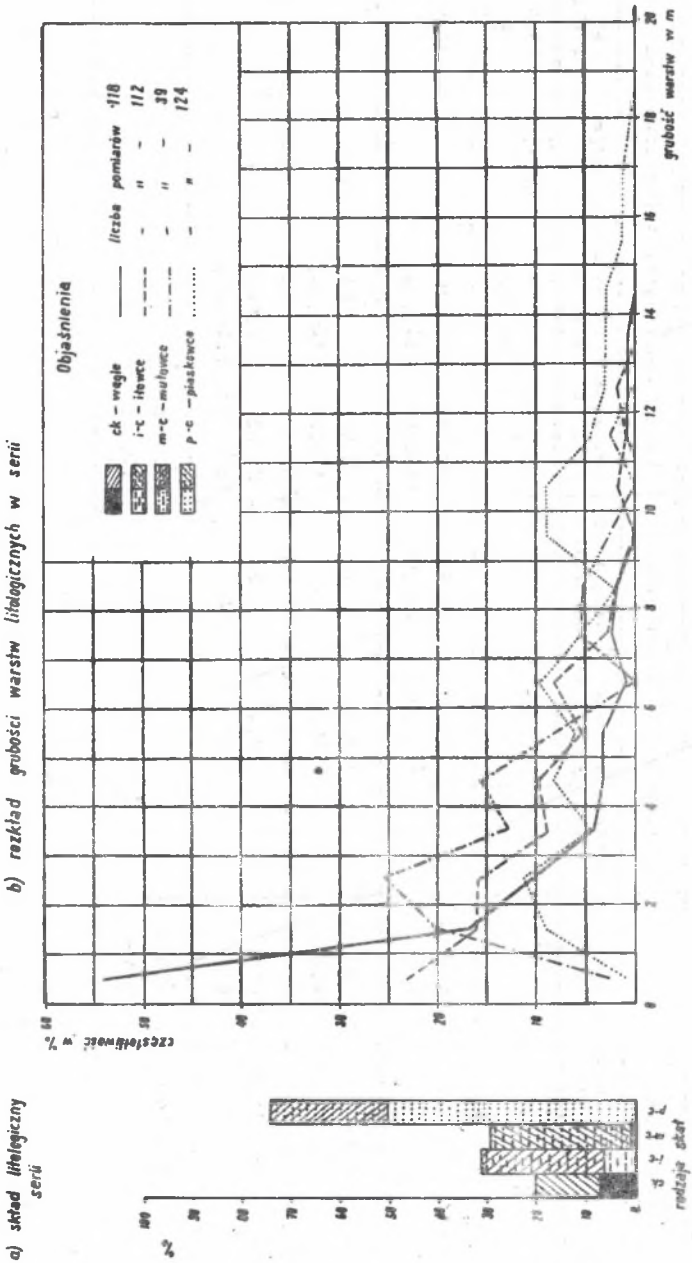
Węgle występują przeważnie w formie grubych pokładów o miąższości od 5 m do 14 m. Najbardziej charakterystycznym w tym rejonie jest pokład 510 o grubości 7 do 14 m. Cienkie warstwy węgla i łupku węglowego, miejscami nawet liczne nie mają w tej serii większego znaczenia.

Seria piaskowcowa dolna, jak to wynika z wykresu rozkładu grubości warstw przedstawionego na rysunku 3, charakteryzuje się małą podzielnością warstwową. Przeważające w jej budowie grube ławice piaskowców o dużej

Tablica 4

Charakterystyka serii geomechanicznej III
(piaskowcowej dolnej)

Litologia serii			Właściwości fizyczne skał			Właściwości wytrzymałościowe skał			
Główne odmiany skał	Miąższość warstw w [m]	Procentowy udział skał	Porowatość n	Gęstość objętościowa ρ_n [g/cm^3]	Wilgotność naturalna Wn %	Wytrzymałość na ściskanie Rc [MPa]	Wytrzymałość na rozciąganie Rr [Mpa]	Kohezja c [MPa]	Kąt tarcia wewnętrznego φ^o
Piaskowce	0,9-29,3	50,5-74,1 50,6	-	2,42 (1±0,03)	1,83 (1±0,03)	58,112 (1±0,03)	4,310 (1±0,35)	4,5	55,5
Mułowce	0,8-12,6	1,0-29,7 11,3	-	2,60 (1±0,01)	0,72 -	32,585 (1±0,24)	2,583 (1±0,39)	-	-
Iłowce	0,7-13,4	6,8-31,3 26,7	-	2,57 (1±0,03)	1,27 (1±0,45)	21,238 (1±0,33)	1,582 (1±0,68)	-	-
Węgle	0,1-14,0	7,2-20,1 10,5	-	-	-	10,798 (1±0,95)	-	-	-



Rys. 3. Częstotliwość występowania warstw o różnej grubości w III serii geomechanicznej (piaskowcowej dolnej)

wytrzymałości i bardzo małej podzielności sprawiają, że jest to seria o bardzo dobrych właściwościach geomechanicznych.
Sposób zalegania wydzielonych serii geomechanicznych w rozpatrywanym rejonie przedstawiony został na przekroju geologiczno-inżynierskim (rys. 6).

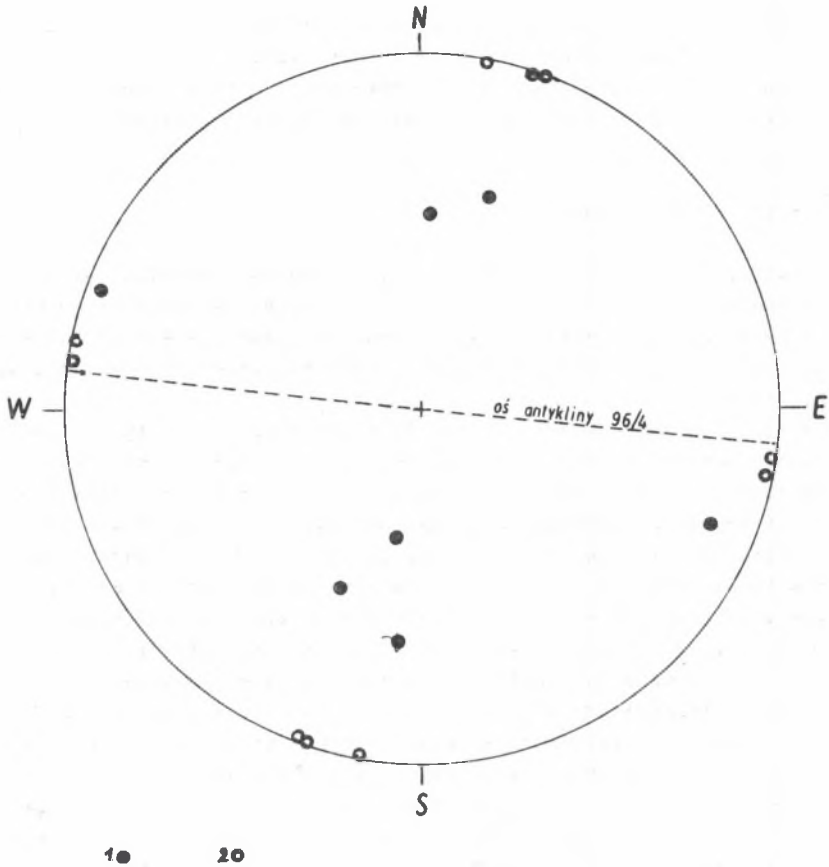
3. BUDOWA TEKTONICZNA

Z analizy litostratygraficznej profili otworów i zjawisk tektonicznych zaobserwowanych na rdzeniach wiertniczych wynika, że górotwór karboński rejonu Bzia-Zebrzydowic ma budowę fałdowo-uskokową. Zalega on pod kilkusetmetrową pokrywą utworów trzeciorzędowych pokrytych cienką serią osadów czwartorzędowych.
Jego północną granicę stanowi uskok Bzie-Czechowice, należący do najdłuższej dyslokacji o przebiegu subrównoleżnikowym w tej części GZW. Od strony skrzydła wiszącego został on stwierdzony robotami górniczymi, a od strony skrzydła zrzuconego, przewiercony lub uchwycony kilkoma otworami, co pozwoliło na uściślenie jego przebiegu. Z danych tych wynika, że dyslokacja ta ma charakter schodowy. Składa się z dwu bądź trzech większych uskoków o sumarycznym zrzucie 500 do 800 m w kierunku południowym. Szerokość strefy dyslokacji jest zmienna i wynosi od kilkudziesięciu metrów do około 400 m. Od strony północnej poprzedza ją kilka mniejszych uskoków kulisowych, natomiast od strony południowej przylegają do niej liczne strefy druzgotów i skał mocno spękanych, które stopniowo zanikają w miarę oddalania się od strefy uskokowej oraz w miarę wzrostu głębokości zalegania warstw. Strefa ta w swym przebiegu w okolicy Bzia ma charakterystyczne dla struktur tektonicznych tego obszaru lokalne łukowate wygięcie, polegające na zmianie kierunku jej przebiegu z W-E na SWW-NEE (rysunek 5). Wygięcie to powtarza się także w innych dyslokacjach na tym obszarze (np. uskok zebrzydowicki).

Centralnym elementem fałdowym omawianego rejonu jest występująca na terenie Pielgrzymowic niesymetryczna antyklina o nachylonej płaszczyźnie osiowej w kierunku południa. Należy ona do najsilniej zaznaczającej się w tym obszarze struktury fałdowej, z którą wiąże się występowanie licznych stref druzgotów i mocnego spękania skał.

Przeprowadzone pomiary spękań tektonicznych na rdzeniach, których odwzorowanie przedstawia diagram stereograficzny (rys. 4), pozwoliły na rozpoznanie ciosu w obrębie tej struktury. Na tej podstawie w antyklinie, którą nazwano pielgrzymowicką, stwierdzono występowanie dwóch generacji spękań ciosowych.

Do pierwszej generacji należą spękania pionowe o biegu zbliżonym do kierunku S-N, powstałe w wyniku ondulacji osi antykliny oraz dwa zespoły słabiej zaznaczających się płaszczyzn spękań kompresyjnych, nachylonych



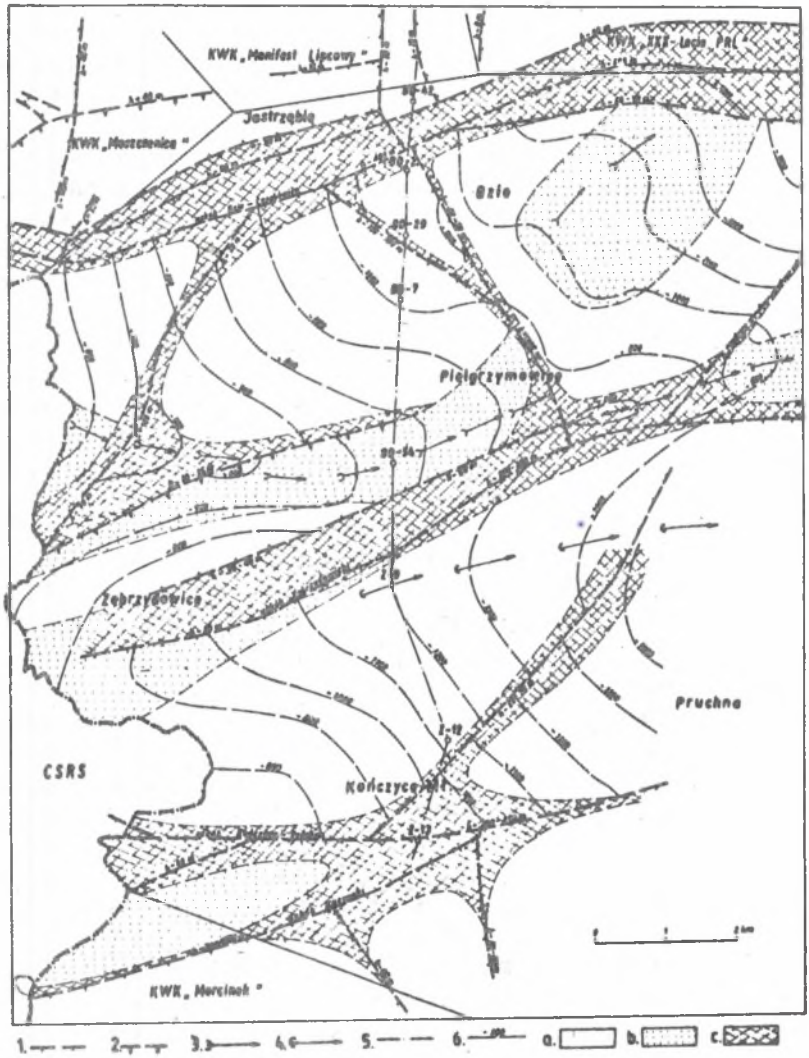
Rys. 4. Odwzorowanie powierzchni spękań w antyklinie pielgrzymowickiej
1 - bieguny powierzchni spękań kompresyjnych, 2 - bieguny powierzchni spękań tensyjnych

Fig. 4. Projection of the crack surface in Pielgrzymowice anticline
1 - compressive crack surface poles, 2 - tensile crack surface poles

w kierunkach NWW i SEE, które tworzą dwa sprzężone ze sobą zespoły spękań komplementarnych.

Do drugiej generacji należą również pionowe spękania, lecz o biegu zbliżonym do W-E, związane z przegubową częścią antykliny oraz kilka komplementarnych zespołów spękań kompresyjnych o kierunkach nachylenia płaszczyzn zbliżonych do NNE i SSW, przy czym zespoły kierunkowe NNE są bardziej liczne.

Stwierdzony układ spękań potwierdzą przyjęte tu rozwiązanie budowy geologicznej. Antyklina pielgrzymowicka ma połogiej formy na zachodzie



Rys. 5. Mapa rejonów tektonicznego zaangażowania

1 - uskoki normalno-zrzutowe, 2 - uskoki inwersyjne, 3 - oś antykliny, 4 - oś synkliny, 5 - linia przekroju, 6 - warstwica spągu pokładu 407/1, a - rejony o słabym zaangażowaniu tektonicznym, b - rejony o średnim zaangażowaniu tektonicznym, c - rejony o silnym zaangażowaniu tektonicznym

Fig. 5. Map of tectonic engagement regions

1 - normal - throw faults, 2 - inversive fault, 3 - anticline axis, 4 - syncline axis, 5 - section line, 6 - contour line of 407/1 bed floor, a - regions of weak tectonic engagement, b - regions of moderate tectonic engagement, c - regions of strong tectonic engagement

przy granicy państwa, przechodzi dosyć szybko w wyraźną brachyantyklinę z jej apogeum w miejscowości Pielgrzymowice. W tym miejscu jej amplituda osiąga 250-300 m, po czym ponownie maleje, przy równoczesnym zanurzaniu się jej osi w kierunku wschodnim (rys. 5).
Północne skrzydło antykliny jest łagodnie nachylone w kierunku NNE i na terenie Bzia przechodzi w niewielką płaską niecką, która w kierunku NE przekształca się stopniowo w następną małą formę antyklinalną o amplitudzie rzędu 50-70 m. Oś tego płaskiego siodła ma kierunek zbliżony do linii uskoku Bzie-Czechowice. Z tą formą wiąże się również nieznaczny wzrost spękania skał w tej części pola.

Obie szerokopromienne struktury fałdowe północnego bloku tektonicznego pocięte są uskokami o kierunkach NE-SW i NW-SE o zrzutach 70 do 150 m. Z tymi uskokami związane są również strefy druzgotu i mocnego spękania skał, szczególnie liczne w miejscach krzyżowania się kierunków większych dyslokacji. Południowe skrzydło antykliny pielgrzymowickiej jest bardziej strome od skrzydła północnego. Budujące je warstwy są nachylone w kierunku SSE pod kątem 10-15°, który w wyniku fleksuralnego ich przegięcia zwiększa się w stosunkowo wąskim pasie nawet do stromego, rzędu 50-70°. Zjawisko to występuje na większym odcinku, na co wskazują dane pochodzące z kilku otworów (BD-49, BD-48, BD-15). Fleksuralnemu przegięciu warstw towarzyszy bardzo mocne zróżnicowanie sposobu spękania skał. Można to było zaobserwować na rdzeniach wiertniczych. Próby z piaskowców pochodzących z tej strefy były mocno popękane. Przeważały w nich spękania nachylone (kompresyjne). Rdzenie ze skał iłowcowych już przy lekkim uderzeniu młotka rozpadały się na druzgot drobnookruchowy, zaś próby z pokładów węgla przedstawiały sprasowany pył węglowy. Strefa ta kończy się uskokiem zebrzydowickim, który ma cechy uskoku podatnego. Uskok ten zaczyna się w obrębie miejscowości Zebrzydowice Dolne gęstą siecią spękań diaklazowych, po czym zrzut jego gwałtownie rośnie z paru metrów do około 250-300 m, a następnie w kierunku wschodnim ustala się na około 200 m. W części zachodniej obszaru ma on przebieg równoleżnikowy. W części środkowej podobnie jak inne struktury tektoniczne zmienia swój bieg na SW-NE, aby w części wschodniej przejść znów do kierunku początkowego. Od strony północnej towarzyszą mu dwa niewielkie uskoki: uskok normalno-zrzutowy o zrzucie 20-40 m na NNW i uskok inwersyjny o wielkości nasunięcia 40-50 m, przy nachyleniu płaszczyzny nasunięcia na SSE. Uskoki te łącznie z formą fleksuralną ograniczoną od południa uskokiem zebrzydowickim, stanowią drugi subrównoleżnikowy pas znacznego osłabienia górotworu.
W skrzydle zrzuconym (południowym) warstwy przechodzą w synklinę Drogomyśla. Jej oś ma kierunek zbliżony do linii uskoku zebrzydowickiego i podobnie jak oś antykliny pielgrzymowickiej również zanurza się w kierunku wschodnim. Skrzydło północne tej niecki zamyka uskok zebrzydowicki. Zawiera ono liczne strefy skał mocno spękanych.

Natomiast skrzydło południowe jest rozległe i charakteryzuje się monoklinalnym zapadaniem warstw pod kątem około 12° w kierunku NE oraz mniejszym zaangażowaniem tektonicznym, co przejawia się mniej licznymi spękaniami skał.

Opisany powyżej południowy blok tektoniczny obejmujący miejscowości Zebrzydowice, Kończyce Małe i Pruchnę, zamyka od południa uskok o kierunku równoleżnikowym Kończyce Małe - Pruchna, z którym łączy się uskok kaczycki. Są to uskoki normalno-zrzutowe, strome, zrzucające warstwy o około 200 do 370 m w kierunku południowym i południowo-wschodnim. Stanowią one trzecią, stosunkowo wąską strefę skał mocno spękanych, która zamyka dany rejon od południa.

Z przeprowadzonej analizy wynika, że stopień tektonicznego zaangażowania warstw karbońskich w granicach rozpatrywanych pól jest silnie zróżnicowany. Można tu wyróżnić:

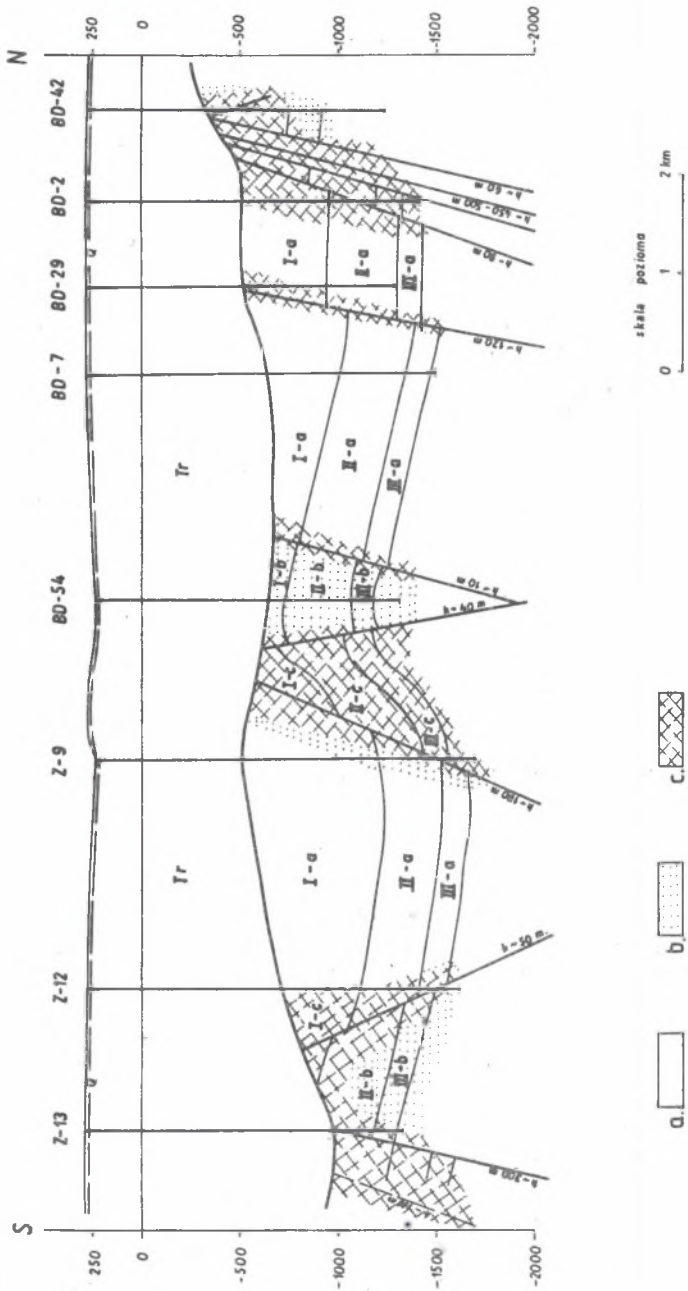
- rejony o słabym zaangażowaniu tektonicznym, charakteryzujące się monoklinalnym zaleganiem warstw i możliwością występowania pojedynczych małych uskoków oraz niewielkich stref skał mocno spękanych, skoncentrowanych głównie w warstwach o najmniejszej wytrzymałości, a więc w pokładach węgla i iłowcach o dużej podzielności warstwowej,
- rejony o średnim zaangażowaniu tektonicznym, charakteryzujące się zmiennym zaleganiem warstw w wyniku ich łagodnego zafałdowania oraz możliwością występowania licznych małych uskoków i stref skał mocno spękanych, jak również pojedynczych uskoków lokalnych o niewielkim zasięgu,
- rejony o silnym zaangażowaniu tektonicznym, charakteryzujące się zafałdowaniem warstw, występowaniem duzych i średnich uskoków, którym towarzyszą przegięcia fleksuralne warstw, liczne brekcje i druzgoty oraz szerokie strefy skał mocno spękanych, obejmujące wszystkie warstwy litologiczne reprezentowane w serii.

Zastosowanie powyższej klasyfikacji pozwoliło na wyróżnienie w obrębie rozpatrywanego obszaru, rejonów o podobnym charakterze zjawisk tektonicznych i sposobie ich oddziaływania na górotwór.

Tektonikę tego obszaru oraz związane z nią rejony przedstawia rysunek 5.

3. STREFY GEOLOGICZNO-INŻYNIERSKIE

Zróżnicowana litologia i podzielność warstwowa górotworu oraz właściwości wytrzymałościowe skał pozwoliły na wydzielenie w obrębie rozpatrywanych warstw karbońskich trzech serii skalnych o odmiennych naturalnych właściwościach geomechanicznych. Serie te zalegają na głębokościach od około 500 do 1900 m, a sposób ich zalegania przedstawia rysunek 6.



Rys. 6. Przekrój geologiczno-inżynierski

Q - czwartorzęd, Tr - trzeciorzęd, I, II, III - serie geomechaniczne, a - rejony o słabym zaangażowaniu tektonicznym, b - rejony o średnim zaangażowaniu tektonicznym, c - rejony o silnym zaangażowaniu tektonicznym

Fig. 6. Geological and engineering section

Q - quaternary (period), Tr - Tertiary, I, II, III - geomechanical series, a - regions of weak tectonic engagement, b - regions of medium tectonic engagement, c - regions of strong tectonic engagement

Właściwości geomechaniczne tych serii, w wyniku zmiennego stopnia zaangażowania tektonicznego warstw karbońskich, uległy znacznemu zróżni-zróżnicowaniu.

Analiza budowy tektonicznej oraz kierunków i gęstości spękania skał w otworach pozwoliła na podział rozpatrywanego obszaru na rejony o odmiennym charakterze zjawisk tektonicznych i sposobie ich oddziaływania na górotwór. Rozmieszczenie tych rejonów przedstawia rysunek 5.

Z analizy tej wynika, że rejony silnego spękania skał skupiają się głównie wokół uskoków, w przegubach fałdów, w miejscach ondulacji osi fałdów, zmiany kierunku tektonicznego, a zwłaszcza w miejscach krzyżowania się kierunków tektonicznych. Jednak spękania skał nawet w wydzielonych rejonach tektonicznych nie są rozmieszczone w całym górotworze w sposób równomierny, ale koncentrują się głównie w warstwach zbudowanych ze skał o najniższych właściwościach mechanicznych [3]. Ponieważ wydzielone serie geomechaniczne różnią się procentowym udziałem i grubością warstw zbudowanych ze skał słabych, zatem stopień osłabienia poszczególnych serii położonych w obrębie tego samego rejonu tektonicznego zaangażowania nie jest jednakowy. Największe zmiany spowodowane zjawiskami tektonicznymi obserwuje się w serii I - mułowcowej, ponieważ w jej budowie przeważają skały o małej wytrzymałości i dużej podzielności sedymentacyjnej, które już pod wpływem małej różnicy naprężeń ulegają spękaniom [2]. Z tych względów w serii tej spotyka się bardzo liczne strefy skał mocno spękanych, silnie osłabiających górotwór, które ujawniają się rozpadaniem rdzenia wiertniczego na druzgot i powstawaniem kawern w otworze.

W serii II - piaskowcowej górnej i w serii III - piaskowcowej dolnej udział skał słabych znacznie się zmniejsza. W ich budowie przeważają grube ławice piaskowców o dobrych i bardzo dobrych właściwościach mechanicznych. Stąd również ilość stref gęstego spękania skał w tych seriach znacznie się zmniejsza.

Przeprowadzony podział masywu karbońskiego na serie geomechaniczne i rejony tektonicznego zaangażowania pozwolił w wyniku tak przeprowadzonej analizy na wydzielenie w jego obrębie stref o zbliżonych warunkach geologiczno-inżynierskich i sposobie oddziaływania górotworu na roboty górnicze. Ich rozmieszczenie przedstawia rysunek 6, na którym strefy te oznaczone zostały symbolami składającymi się z numeru serii i symbolu tektonicznego zaangażowania danego rejonu. Warunki geologiczno-inżynierskie w strefach Ia, IIa, i IIIa wynikają głównie z naturalnych właściwości poszczególnych serii geomechanicznych i głębokości ich zalegania.
W strefie Ia z uwagi na niskie właściwości geomechaniczne serii I - mułowcowej oraz dużą głębokość jej zalegania należy się liczyć z trudnymi warunkami geologiczno-inżynierskimi. Będą one powodowały trudności w utrzymywaniu wyrobisk kapitalnych i przygotowawczych, zwłaszcza prowadzonych w iłowcach i węglu, a poniżej głębokości 1000 m również we wszystkich

pozostałych rodzajach skał. W strefie tej przeważać będą stropy łatwo przechodzące w stan zawału, regularnie załamujące się oraz spągi o małej nośności skłonne do wypiętrzeń. Natomiast w strefach IIa i IIIa należy się liczyć z dobrymi i bardzo dobrymi warunkami geologiczno-inżynierskimi z uwagi na średnie i wysokie właściwości geomechaniczne serii piaskowcowych II i III. W strefie IIa trudności w utrzymywaniu wyrobisk chodnikowych prowadzonych w iłowcach mogą wystąpić od głębokości około 900 m, a poniżej głębokości 1100 m również i w pozostałych skałach. W strefie tej będą przeważały stropy mocne, dosyć trudno przechodzące w stan zawału oraz spągi o średniej nośności, które powyżej głębokości 900 m przejawiać mogą skłonności do wypiętrzania.
Natomiast w strefie IIIa trudności w utrzymywaniu wyrobisk kapitalnych i przygotowawczych prowadzonych w iłowcach lub węglu mogą wystąpić poniżej głębokości 1450 m, a w pozostałych skałach będą one stateczne w całej serii. W strefie tej przeważać będą stropy mocne i bardzo mocne, trudno przechodzące w stan zawału, które przy eksploatacji zawałowej wymagać będą specjalnych metod ich sztucznego wzruszania. Ponadto występujące w tej serii grube ławice piaskowców o dużej wytrzymałości powodować będą naturalne zagrożenie wyrobisk tąpaniami stropowymi. W strefie tej przeważać będą spągi wytrzymałe o dużej i średniej nośności.

Warunki geologiczno-inżynierskie w strefach Ib, IIb i IIIb z uwagi na średni stopień zaangażowania tektonicznego warstw będą generalnie bardziej zróżnicowane.
W strefie Ib należy się liczyć z trudnymi warunkami geologiczno-inżynierskimi, które będą powodowały: skłonność skał stropowych do opadania i tworzenia kominów, wzrost ciśnienia na obudowę, ogólne pogorszenie stateczności wyrobisk chodnikowych oraz warunków eksploatacji na skutek lokalnych przerw ciągłości warstw i zmiany formy ich zalegania. W strefie tej przeważać będą stropy opadające, bardzo łatwo przechodzące w stan zawału oraz spągi o małej nośności, skłonne do wypiętrzeń.

Natomiast w strefach IIb i IIIb warunki te będą zróżnicowane od trudnych do dobrych. Należy się tu liczyć z możliwością opadania skał stropowych, w miejscach ich gęstego spękania, ze wzrostem ciśnienia na obudowę oraz lokalnymi trudnościami w utrzymywaniu wyrobisk.

W strefach Ic, IIc i IIIc, z uwagi na liczne uskoki i brekcje oraz duży udział skał mocno spękanych należy się liczyć z bardzo trudnymi warunkami geologiczno-inżynierskimi. Będą one powodowały duże trudności zarówno w wykonywaniu, jak i w utrzymywaniu wyrobisk, głównie ze względu na opadanie skał stropowych zaraz po ich odsłonięciu i zaciskanie wyrobisk.

LITERATURA

[2] Bieniawski Z.T.: The Geomechanics Classification in Rock Engineering Application. Proc. IV-th Congress ISRM, Montreux, 1979, Vol. 2.

[2] Godula T.: Własności mechaniczne skał karbońskich w południowo-zachodniej części GZW. Prz. Geol. 1984, nr 8-9.

[3] Godula T.: Metoda rozpoznawania spękań tektonicznych i ich wpływ na osłabienie masywu skalnego na przykładzie badań w południowo-zachodniej części GZW. Pr. Nauk. Inst. Górn. P. Wr. nr 49, 1987.

[4] Górecki J.: Ocena stopnia zaangażowania tektonicznego złóż węgla kamiennego. Zesz. Nauk. Pol. Śl. z. 149 - górn.

[5] Małoszewski S., Koblański A., Haber M.: Tektonika południowo-zachodniego obrzeżenia GZW w świetle kompleksowej interpretacji geofizycznej. Zesz. Nauk. Pol. Śl. z. 149 - górn.

[6] Praca zbiorowa: Dokumentacja geologiczna złoża węgla kamiennego rejonu Bzie-Dąbina. Katowice 1988 (praca nie publikowana).

[7] Praca zbiorowa: Karbon Górnośląskiego Zagłębia Węglowego. Prace I.G., tom LXI, Warszawa 1972.

Recenzent: Prof. dr hab. inż. Erast Konstantynowicz

ГЕОЛОГИЧЕСКО-ИНЖЕНЕРНЫЕ УСЛОВИЯ КАРБОНСКОГО ОРОГЕНА В РАЙОНЕ ПЕРСПЕКТИВНОГО ШАХТНОГО ПОЛЯ БЗИЕ-ЗЕБЖЫДОВИЦЕ

Р е з ю м е

В статье представлен прогноз геологическо-инженерных условий для района перспективных каменноугольных полей, площадью в 100 км^2, расположенных в юго-западной части ВУБ. Прогноз разработан на основе результатов широкомасштабных геологических исследований, проделанных за последних десять лет для распознания и документорования размеров, выступающих здесь залежей каменного угля.

Анализ литологического строения и пластовой делимости выступающего здесь карбона, а также сопротивляемости горных пород, позволил выделить в его пределах три серии пород с разными геомеханическими свойствами. Представлена подробная характеристика этих серий, а также способ их выделения.

Представлено также тектоническое строение рассматриваемого карбона, с использованием измерений посечек, проведённых на кернах. Это позволило провести классификацию исследуемого поля о учётом степени тектонического участия, а также выделить в его пределах районы с разным характером тектонических явлений и способом их воздействия на горообразование.

Анализ этих явлений позволил выделить геологическо-инженерные зоны, в которых следует ожидать похожего способа воздействия горнообразования на горные работы. Представлена характеристика этих зон.

ENGINEERING-GEOLOGICAL CONDITIONS OF CARBONIFEROUS ROCK MASS IN THE REGION OF PERSPECTIVE MINING FIELDS IN BZIE-ZEBRZYDOWICE

S u m m a r y

A prognosis concerning engineering-geological conditions for the region of perspective bituminous coal fields of the area of about 100 km^2, situated in the south-west part of the Upper Silesian Coal Basin, has been presented in the paper. It has been worked out on the basis of the results of a wide range of geological research which have been carried out during last ten years in orderto recognize and evidence resources of the bituminous coal deposit occurring there.

The analysis of the lithological structure and laminar divisibility of carbon occurring in this place as well as the mechanical properties of rocks has made it possible to separate three series of different geomechanical properties within this deposit. The detailed characteristic of these series and method of separating them have been presented. Tectonic structure of the discussed carbon has also been presented using the measurements of cracks taken along drill cores.
This has allowed to classify the tested area in respect of tectonic engagement degree and to separate the regions of different charakter of tectonic phenomena and different influence exerted on the rock mass.
The analysis of these phenomena has enabled to separate engineering-geological zones in which similar influence of the rock mass on mining work should be expected. The characteristic of these zones has been presented too.