

SYSTEMY USKOKÓW NORMALNYCH W REJONIE BĘDZINA,  
CZELADZI I WOJKOWIC KOMORNYCH ORAZ ORIENTACJA PÓL  
NAPRĘŻEŃ TEKTONICZNYCH POWODUJĄCYCH POWSTANIE TYCH USKOKÓW

UKD 551.243.1:551.24.03/05:551.735:622.333'83(084.3) (438.232 GZW)

W problematyce nauk geologicznych coraz częściej ujawnia się potrzeba wprowadzenia bardziej ścisłych metod badawczych, zastępujących klasyczną metodę opisową. Niedostateczne rozpoznanie przyczyn i mechanizmu zjawisk występujących w skałach uniemożliwia w wielu przypadkach uściślenie badań geologicznych; istnieją jednak gałęzie, w których uściślenie to jest możliwe. Należy do nich tektonika.

Zaburzenia tektoniczne są wynikiem występowania określonego układu sił w litosferze. Stąd też w obserwowanych obecnie strukturach musi wystąpić pewien ład, wynikający z praw fizyki i reologii skał. Nie należy zatem ograniczać się do biernego opisu zaobserwowanych zjawisk, lecz starać się określić również geomechaniczne przyczyny powstawania wymienionych struktur, co – jak się okaże – ma duże znaczenie praktyczne. Badania takie wchodzi w zakres tektonofizyki – nauki, której przedmiotem jest wyjaśnienie mechanizmu powstawania deformacji i rozłamów w litosferze wskutek procesów zachodzących na dużej głębokości (7).

Tektonofizyczne ujęcie problemu umożliwia uzyskanie cennych informacji dotyczących występowania złóż kopalin użytecznych i ich jakości, występowania określonych struktur geologicznych, własności fizyczno-mechanicznych skał, ich podzielności itd. Umożliwia ono prognozowanie występowania zagrożeń naturalnych w rejonach eksploatacji górniczej (6).

Analiza tektonofizyczna dla danego obszaru umożliwia ustalenie pewnych ogólnych reguł rządzących rozkładem zaburzeń tektonicznych. Niniejsza publikacja dotyczy analizy przebiegu uskoku normalnych występujących w północno-wschodniej części Górnośląskiego Zagłębia Węglowego (GZW) na obszarach kopalń: „Generał Zawadzki”, „Grodziec”, „Jowisz” i „Czerwona Gwardia”.

Powstawanie uskoku normalnych było tematem licznych prac analitycznych i doświadczalnych (2, 10). W pracach tych udowodniono, że uskoki stanowiące powierzchnię zniszczenia skały, powstają w określonym polu naprężeń, opisanym przez trzy główne naprężenia  $\sigma_1$ ,  $\sigma_2$ ,  $\sigma_3$ , w którym  $\sigma_1$  jest naprężeniem maksymalnym,  $\sigma_2$  medialnym, a  $\sigma_3$  minimalnym. Uskoki normalne powstają wówczas, gdy pole naprężeń ma tzw. symetrię rombowa, tj. wówczas gdy oś naprężeń  $\sigma_1$ , jest skierowana pionowo, a osie  $\sigma_2$  i  $\sigma_3$  leżą na płaszczyźnie poziomej (8). Pole naprężeń o symetrii rombowej w skałach osadowych powstaje wskutek pionowych ruchów głębokiego podłoża. Taki właśnie charakter ruchów tektonicznych miały ruchy tektoniczne występujące na obszarze GZW, w świetle badań geologicznych (9).

Uskok normalny powstaje wskutek zniszczenia skały przez ścinanie, wówczas gdy naprężenia styczne są większe niż wytrzymałość skały. Zniszczenie to ma charakter zniszczenia kruche, tzn. takiego, w którym powierzchnia zniszczenia powstaje w ostatniej fazie odkształcenia sprężystego skały. Jak wykazały badania (3, 4) ruch uskoku

odbywa się skokowo przez długi czas, który jest niemożliwy do określenia. Na podstawie współcześnie tworzących się uskoku średnią prędkość ruchu uskoku oceniano się na 1–2 cm/rok (5). Jest to jednak ocena średnia, współczesna, nie mówiąca o dynamice ruchu uskoku, która może ulegać dużym zmianom w czasie, co zresztą potwierdzają badania geologiczne (1).

Długi okres formowania się uskoku, który należy liczyć od momentu pojawienia się naprężeń tektonicznych do momentu całkowitego uspokojenia się ruchu uskoku, dowodzi że określony stan naprężeń w litosferze utrzymywał się stosunkowo długo. Wynika z tego, że wszelkie zaburzenia tektoniczne spowodowane tym anomalnym stanem naprężenia, różnym od litostatycznego, nie mogą rozwijać się przypadkowo, lecz muszą przyjąć określoną orientację w przestrzeni, uzależnioną od istniejącego wówczas pola naprężeń tektonicznych.

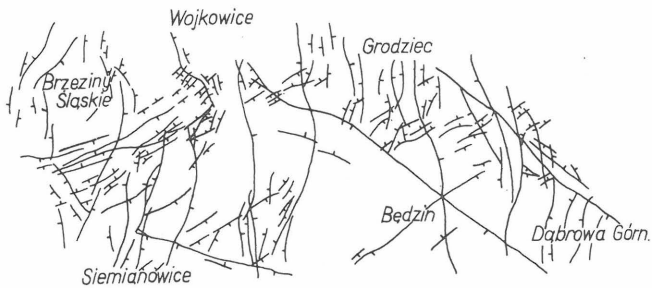
Brak szczegółowych badań geologicznych nad tektoniką przedmiotowego rejonu GZW skłonił autora do podjęcia prac badawczych, mających na celu odtworzenie pól naprężeń tektonicznych powodujących powstanie uskoku, oraz ustalenia pewnych reguł pomocnych przy geologicznym dokumentowaniu złożeń i projektowaniu eksploatacji górniczej.

Istniejące mapy tektoniczne rejonu badań są nieprzydatne do przeprowadzania analiz tektonofizycznych. Dlatego też, na podstawie map górniczych, opracowano całkiem nowe mapy pokładów 510 i 816, które są przewodnie dla rozpatrywanego rejonu. Ponieważ zmienne nachylenie pokładu uniemożliwia ustalenie rzeczywistych azymutów szczelin uskoku, na podstawie wymienionych map tektonicznych opracowano nową mapę, obrazującą przebieg uskoku i ich główne parametry na płaszczyźnie poziomej (ryc. 1). Mapa ta stanowi rodzaj przekroju poziomego przez górotwór karboński wzdłuż płaszczyzny  $\pm 0$ . Opracowanie mapy było konieczne, gdyż na podstawie rzeczywistych kierunków szczelin uskoku można odtworzyć przebieg trajektorii naprężeń głównych  $\sigma_2$  i  $\sigma_3$  w okresie powstawania uskoku.

Bliższa analiza mapy (ryc. 1) pozwala bez trudu wyróżnić trzy główne dominujące kierunki uskoku odchylnych od północy o kąty:

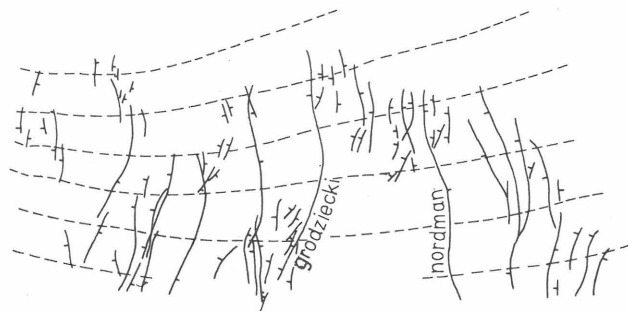
$$\begin{aligned}\delta_1 &= 170^\circ \\ \delta_2 &= 57^\circ \\ \delta_3 &= 132^\circ\end{aligned}$$

Uskoki mające wspólny zbliżony kierunek zebrano na trzech odrębnych szkicach (ryc. 2–4). Szczelina uskoku nie zawsze wyznacza bezpośrednio kierunek naprężenia medialnego  $\sigma_2$ . Rotacja bloków litosfery w późniejszych ruchach górotwórczych może spowodować nawet znaczne odchylenia obecnego kierunku szczeliny uskoku od kierunku dawnego  $\sigma_2$ . Dlatego też, w celu odtworzenia przebiegu trajektorii naprężenia medialnego, konieczne jest wyszukanie tzw. ścieżek komplementarnych charakterystycznych dla ściętego zniszczenia skały (8). Po uwzględnieniu ścieżek



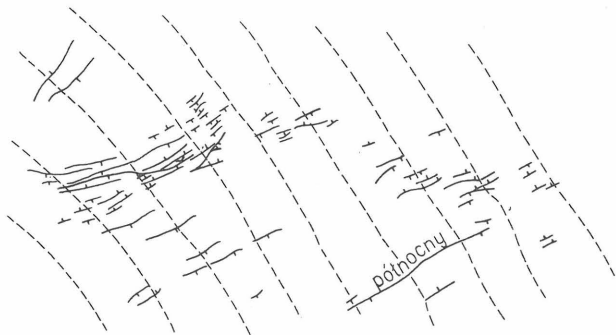
Ryc. 1

Fig. 1.



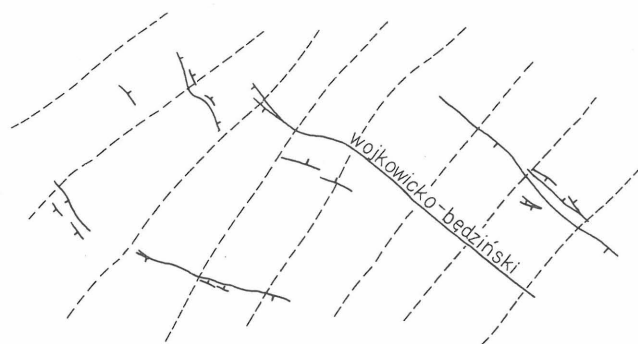
Ryc. 2.

Fig. 2.



Ryc. 3.

Fig. 3.



Ryc. 4.

Fig. 4.

komplementarnych, na ryc. 2–4 naniesiono przebieg trajektorii naprężeń tektonicznych  $\sigma_3$  prostopadłych w każdym punkcie do trajektorii naprężenia  $\sigma_2$ , wyznaczających ślady powierzchni zniszczenia skały na płaszczyźnie poziomej.

System uskoków na ryc. 2 jest najwyraźniej rozwinięty na rozpatrywanym obszarze. Uskoki należące do tego systemu są niewątpliwie wieku waryscyjskiego, gdyż szczeliny ich wygasają na powierzchni stropowej warstw karbońskich, nie naruszając zalegających wyżej warstw triasu. Ponieważ uskoki te przecinają zarówno warstwy brzeżne (pokład 816), jak i warstwy łukowe, oczywiście jest, że musiały one powstać po fazie kruszcogórskiej orogenezy waryscyjskiej. Według takich badaczy, jak S. Doktorowicz-Hrebniński, J. Znosko i A. Kotas uskoki te powstały w fazie asturyjskiej.

Na ryc. 3 zebrano uskoki, których szczeliny odchylone są od północy o kąt  $57^\circ$ . System ten w porównaniu z pierwszym (ryc. 2) jest znacznie słabiej rozwinięty na rozpatrywanym obszarze. Dowodzi to, że amplitudy ruchów pionowych głębokiego podłoża w tej fazie górotwórczej, w której powstały te uskoki, były stosunkowo niewielkie. Poza tym widoczne lokalne odchylenia kierunków poszczególnych uskoków od azymutu  $\delta = 57^\circ$  wskazują na niestabilizowane warunki naprężeniowe.

Kierunek trzeci (ryc. 4) jest reprezentowany tylko przez kilka uskoków, z których dwa mają duży zrzut. Uskoki należące do tego systemu są niewątpliwie uskokami powstałymi w orogenezie alpejskiej, gdyż szczeliny ich przecinają warstwy triasu. Duże uskoki zrzucają w kierunku południowo-zachodnim, co wskazuje na ustabilizowane warunki naprężeniowe. Stałość tych warunków staje się zresztą całkiem oczywista, jeżeli uwzględni się przyczyny geologiczne powstania tych uskoków, tj. zapadanie się głębokiego podłoża w kierunku południowym.

Podana wyżej analiza, dokonana dla obszaru górniczego czterech kopalń węgla, może być stosunkowo łatwo rozszerzona na większą część obszaru GZW. Korzyści wynikające z takiej analizy są bezsporne. Wzbogaci ona

znacznie stan wiedzy o tektonice GZW i ukierunkuje dalsze prace badawcze.

Na ryc. 2–4 podano przybliżony przebieg trajektorii naprężeń  $\sigma_3$ . Ponieważ naprężenie to zgodnie z prawami mechaniki skał miało decydujący wpływ na powstawanie uskoków, oczywiście jest, że również orientacja innych, nie wykrytych dotychczas powierzchni zniszczenia (uskoki, cios, kliważ, mikrospękania itp.) musi być zgodna z orientacją osi tego naprężenia. Stwarza to duże możliwości w przewidywaniu przebiegu niedostatecznie zbadanych uskoków, co ma ogromne znaczenie dla optymalnego zaprojektowania górniczych robót w nowo udostępnionych częściach złóż, a także dla prawidłowego dokumentowania złóż. Zagadnieniem o dużym znaczeniu jest również możliwość określenia dominujących kierunków pęknięć kliważowych, które są lokalnymi powierzchniami zniszczenia skały, przez co azymuty pęknięć muszą być również zgodne z orientacją pola naprężeń tektonicznych. Znajomość kierunku kliważu umożliwia najwłaściwsze zaprojektowanie kierunków frontów eksploatacyjnych, ze względu na bezpieczeństwo pracy i ze względu na łatwość urabiania skały.

Niezależnie od wyraźnych i dużych korzyści praktycznych, analiza tektonofizyczna umożliwi lepsze rozpoznanie tektoniki GZW, znacznie ją uściślając. Badając pola dawnych naprężeń tektonicznych można uzyskać stosunkowo dużo obiektywnych informacji o rzeczywistym kierunku i charakterze sił tektonicznych wywieranych na paleozoiczną platformę GZW. Obecnie stwierdzenia uzyskane na podstawie opisu geologicznego metodą indukcji są niepełne i mało ścisłe. Analiza tektonofizyczna pozwala również na stosunkowo dokładne wydzielenie obszarów tensji i kompresji (6). Problem ten wykracza jednak poza ramy niniejszego artykułu.

#### LITERATURA

1. Alexandrowicz S.W. — Przejawy tektoniki mioceńskiej w Zagłębiu Górnośląskim. Acta Geol. Pol. 1964 vol. 14, nr 2.

2. Anderson E.M. — The dynamic of faulting. Oliver and Boyd. Edinburgh. London 1951.
3. Byerlee J.D. — Theory of friction based on brittle fracture. Journal Appl. Phys. vol. 38, no. 7.
4. Byerlee J.D. — The mechanics of stick-slip. Tectonophysics 1970 vol. 9.
5. Dickinson W.R., Grantz A. — Proceedings of Conference on Geologic Problems of San Andreas Fault System. Publ. in Geol. Sciences 1968 vol. 11.
6. Goszcz A. — Wpływ naprężeń tektonicznych na niektóre własności skał i warunki górnicze w północno-wschodniej części Górnośląskiego Zagłębia Węglowego (GZW). Zesz. Nauk. AGH 1980 nr 790 Geologia z. 27.
7. Gzowski M.W. — Osnowy tectonofizyki. Wyd. Nauka. Moskwa 1975.
8. Jaroszewski W. — Tektonika uskoków i fałdów. Wyd. Geol. 1974.
9. Kotas A. — Ważniejsze cechy budowy geologicznej Górnośląskiego Zagłębia Węglowego na tle pozycji tektonicznej budowy głębokiego podłoża utworów produktywnych. Mat. Konf. Problemy geodynamiki i tąpnięć. Komitet Górnictwa PAN. Kraków 1972.
10. Sander A.R. — Analytical and experimental study of simple geological structures. Bull. Geol. Soc. America 1959. Vol. 70.

## S U M M A R Y

Geological studies carried out in areas of the Jowisz, Grodziec, Czerwona Gwardia and Generał Zawadzki mines made it possible to compile a special tectonic map in the form of horizontal section through Carboniferous rock massif at the area level. Three independent systems of faults were traced in this map. A course of trajectories of major tectonic stresses from time of origin of these faults was delineated on the basis of the course of fractures corresponding to the faults. The paper ends with some conclusions important for the mining practice and preparation of geological deposit records.

## Р Е З Ю М Е

На основании геологических исследований проведенных на территории шахт „Йовиш”, „Гродзец”, „Червона Гвардия”, „Генерал Завадзки” была разработана специальная тектоническая карта, составленная как горизонтальный разрез карбонских горных пород на уровне моря. На этой карте выделены три независимые системы сбросов. На основании хода трещин сбросов установлен ход траектории тектонических главных направлений в период образования сбросов. В заключении приведены предложения имеющие значение для горной практики и геологического документирования месторождения.