

## O wykształceniu strukturalnym Górnośląskiego Zagłębia Węglowego — urywki dyskusji bez zakończenia

Lesław Teper<sup>1</sup>



**On structural features of the Upper Silesian Coal Basin: Scraps of discussion with no end.** Prz. Geol., 56: 481–485.

*Abstract.* Concepts of Adam Kotas, who inferred that structure of the Carboniferous sedimentary complex was produced by primary faulting in the crystalline basement of the Upper Silesian Coal Basin, have been further supported by results from fractal, structural and seismotectonic analyses of the basin features. Findings revealed selfsimilarity of the fault network strongly controlled by fundamental dislocations. Geometrical attributes of fold arrays and evidences of interlayer slip, together with focal mechanism solutions of mine tremors, helped to determine location, kinematics and dynamics of the principal deep-seated faults.

**Keywords:** tectonics, Upper Silesian Coal Basin, fractality of fault network, fault size distributions, fundamental faults, structural analysis, seismotectonics

O wykształceniu strukturalnym Górnośląskiego Zagłębia Węglowego dyskutowaliśmy z Adamem Kotasem przez dwadzieścia lat. Nasze pierwsze rozmowy odbyły się w 1985 r. w czasie sesji *Tektonika GZW* na sosnowieckim Wydziale Nauk o Ziemi Uniwersytetu Śląskiego i były kularowe — zaledwie na takie starczyło mi odwagi jako żółtodziobowi, zaznajamiającemu się dopiero ze stanem zagadnienia i bez żadnych doświadczeń w sprawach struktury zagłębia. Ostatnie odbywały się w zaciszu sosnowieckiego mieszkania Pana Adama, gdzie wiosną 2005 r., jedząc pyszne wypieki Pani Anny, rozpoczęliśmy przygotowania wspólnego wystąpienia na temat cech tektoniki GZW na sesję plenarną 76. Zjazdu Polskiego Towarzystwa Geologicznego. Nie wiedzieliśmy wówczas, że do wystąpienia nie dojdzie.

Czas między granicznymi datami był podzielony równomiernie na roczne odcinki oczekiwań na kolejne wydania konferencji *Geologia formacji węglonośnych Polski* na krakowskiej AGH, umilane dość regularnie wymianą poglądów na posiedzeniach Komisji Nauk Geologicznych PAN w Katowicach i Czeskiej Akademii Nauk w Ostrawie i mniej systematycznymi na innych forach, nie licząc gorących debat w trakcie spotkań prywatnych.

Wszystkie rozmowy z Panem Adamem miały dość podobny przebieg. Najpierw zapoznawał się ze świeżymi rezultatami moich badań i słuchał uważnie moich racji. Potem, powołując się na niezmierzone bogactwo zebranych przez siebie danych, formułował swoją — czasem kontrowersyjną, często nieoczekiwaną, zawsze intrygującą — drogę interpretacji. Po kilku latach dyskusji wiedziałem już, że kiedy zmierzamy ku podsumowaniu jakiegoś tematu, mogę oczekiwać skromnej sentencji — *To tylko taki pomysł*. I sakramentalnego pytania — *Panie Leszku, jak można, według pana, zweryfikować tę koncepcję w sposób niezależny od mojego wyводу?* Pokusa, aby sprostać tym wyzwaniom, była na tyle silna, że starałem się, by przy następnych okazjach udawało nam się prowadzić spory, stojąc na kolejnym, odleglejszym przyczółku.

Stale powracające pytania dotyczyły przedmiotu naszych szczególnych zainteresowań:

□ Jak na podstawie cech deformacji utworów karbonu produktywnego rozszyfrować typy zachowań i wzajemnych oddziaływań regionalnych elementów sztywnego podłoża krystalicznego?

□ W jaki sposób udokumentować obecność uskoków przesuwczych w utworach karbonu i wykazać ich związek z poziomymi przemieszczeniami wzdłuż granic segmentów podłoża?

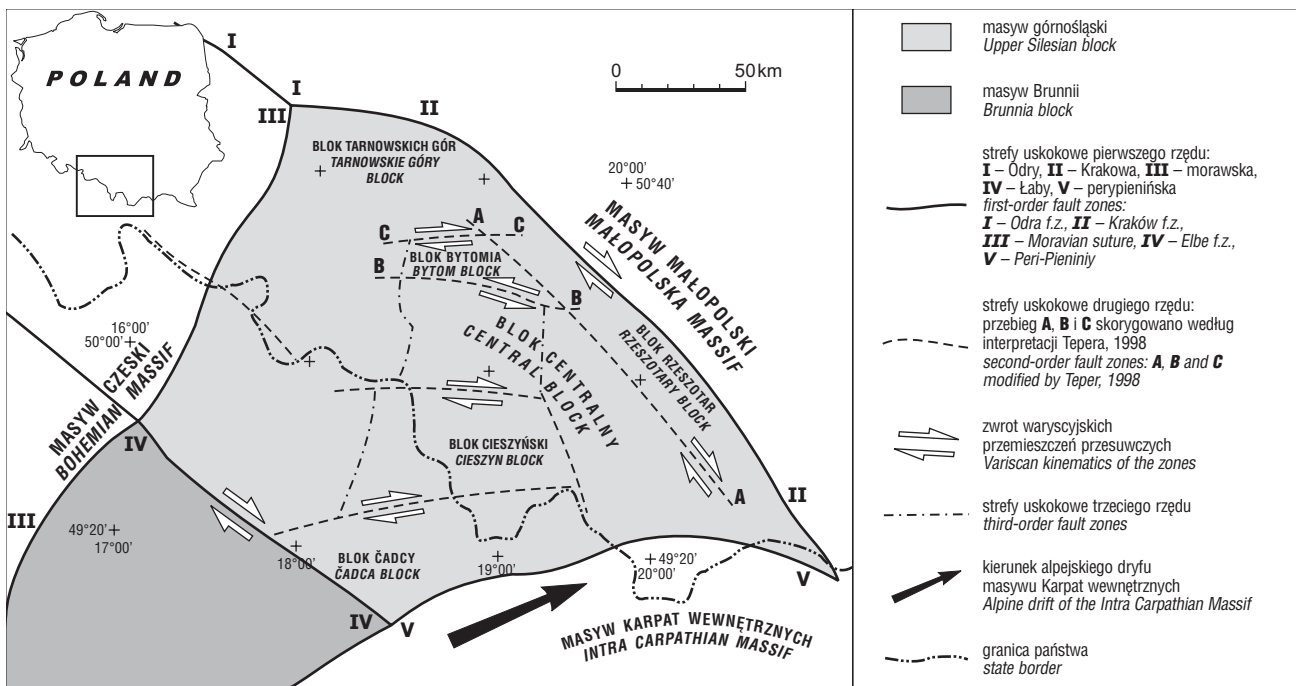
To wcielaliśmy się w rolę tropicieli śladów, to znów stawaliśmy się następcami Champolliona, badając i odczytując zapisy w geometrii pojedynczych struktur i ich układów spotykanych w utworach produktywnych. Regułą tych zabaw było proponowanie oryginalnych metod badań strukturalnych lub sięganie do instrumentarium rodem z innych dyscyplin nauk o Ziemi.

Warto tu przypomnieć klimat, w jakim przebiegała nasza dyskusja, bo wpływał on na jej temperaturę. Zważmy, że nasz dialog rozpoczęliśmy w okresie, w którym jeden z wpływowych badaczy tektoniki regionu śląsko-krakowskiego argumentował, że koncepcja występowania uskoków przesuwczych jest niepotrzebna, gdyż strukturę GZW można wyjaśnić bez uwzględniania przemieszczeń poziomych. W tym samym czasie inny tektonik o niekwestionowanym autorytecie wyrażał radykalną opinię na temat szkodliwości rozpowszechniania poglądów o wielkoskalowych przemieszczeniach poziomych, będących śladami wędrówki różnorodnych elementów litosfery. Twierdził on, że koncepcje mobilistyczne podważają sens zgłębiania i nauczania geologii regionalnej.

### Pomysły Pana Adama...

Adam Kotas sformułował nowoczesną hipotezę o istnieniu w podłożu GZW sztywnego masywu krystalicznego. Obecnie uznaje się za Nim, że blok krystaliczny podścielający zagłębie jest częścią masywu Brunonii-Górnośląska (Kotas, 1985) o kadomskim wieku konsolidacji (Kotas, 1973). Masyw ten jest okonturowany trzema strefami granicznymi najwyższego rzędu: lineamentem krakowskiej strefy fałdowej (pojawiającym się w literaturze pod różlicznymi nazwami), szwem morawsko-śląskiej gałęzi waryscydów i lineamentem perypienińskim (ryc. 1). Lineament Łaby dzieli masyw na segmenty Brunonii i Gór-

<sup>1</sup>Wydział Nauk o Ziemi, Uniwersytet Śląski, ul. Będzińska 60, 41-200 Sosnowiec; leslaw.teper@us.edu.pl



Ryc. 1. Schemat zróżnicowania podłoża GZW (wg Kotasa, 1985, zmodyfikowana)

Fig. 1. Structural sketch of the crystalline basement of the Upper Silesian Coal Basin (after Kotas, 1985, modified)

nego Śląska, różniące się składem petrograficznym krystaliniku i jego cechami geofizycznymi. Cokół krystaliczny GZW składa się z mniejszych bloków (por. ryc. 1), oddzielonych głębokimi nieciągłościami niższych rzędów (Kotas, 1972, 1985). W większej części masywu Górnego Śląska układ tak wyodrębnionych segmentów jest podporządkowany kierunkowi W-E. We wschodnich rejonach dominujący kierunek strukturalny zmienia się na NW-SE (Kotas, 1985). Orientacja przestrzenna i późniejsza aktywność stref granicznych owych segmentów determinuje subrównoleżnikowe kierunki głównych struktur piętra waryscyjskiego (Kotas, 1985). Wyjątek stanowi skrajnie zachodnia, wąska strefa o subpołudnikowym, „morawsko-śląskim” układzie elementów tektoniki, lecz nawet w tej strefie zaznacza się poprzeczna, równoleżnikowa segmentacja głównych jednostek (Kotas, 1985).

Dzięki A. Kotasowi (Kotas & Małczyk, 1964; Kotas, 1968, 1972, 1985) od połowy lat 60. XX w. funkcjonują w literaturze poglądy uzależniające budowę i genezę głównych struktur GZW od przemieszczeń na nieciągłościach skonsolidowanego podłoża. Wielokrotnie twierdził on, że oprócz ruchów pionowych wzdłuż opisywanych dyslokacji podłoża odbywały się także poziome ruchy względne bloków (Kotas, 1972, 1985). Zainspirowało to sporą grupę badaczy. W wyniku ich prac koreluje się powstawanie struktur przesuwczych w utworach pokrywowych ze względną poziomą ruchliwością bloków podłoża zagłębia oraz z ruchem poziomym masywu górnośląskiego względem jednostek sąsiednich wzdłuż nieciągłości brzeżnych. Północno-wschodnią granicę GZW A. Kotas uznał za obszar aktywny przez wiele epok tektonicznych, który miał w okresie waryscyjskim cechy prawoskrętnej strefy przesuwczej (Kotas, 1985). W wyniku bardziej szczegółowych badań ten region opisano trafniej jako strefę naprzemiennego, prawoskrętnego przesuwu zbieżnego i rozbieżnego w reżimie transpresyjno-przesuwczo-transensyjnym (Teper, 1989; Żaba, 1995; Buła i in., 1997). Wnioskowany prawoskrętny przesuw wzdłuż pozo-

stałych nieciągłości ograniczających GZW w epoce hercyńskiej (Bogacz, 1977; Bogacz & Krokowski, 1981; Herbich, 1981; Bogacz, 1984) dał podstawę do wysunięcia hipotezy o lewoskrętnym, rotacyjnym przemieszczeniu masywu Górnego Śląska, połączonym z jego podsuwaniem się pod masyw czeski (Kotas, 1985).

Obok waryscyjskiej aktywności stref granicznych pierwszego rzędu konturujących masyw górnośląski A. Kotas (1985) postulował zaistnienie w owym czasie warunków do powstania (lub reaktywacji) stref granicznych drugiego rzędu, oddzielających segmenty podłoża GZW (por. ryc. 1). Strefy te, jak się obecnie powszechnie uważa, od tamtej pory warunkują struktury pokrywy osadowej masywu. Z ruchami bloków podłoża wzdłuż rozłamów drugiego rzędu A. Kotas łączył m.in. uskokowanie postwaryscyjskie — powstawanie rowów i zrębów tektonicznych w fazach kimeryjskiej i laramijskiej (Kotas, 1985) oraz w późnomiocenich epokach deformacji (Kotas, 1972, 1985). Następcy zwrócili uwagę, że podobną rolę można przypisać tym nieciągłościom również w neoalpejskich etapach tektogenicznych, na granicy pliocenu i plejstocenu, a nawet obecnie. Szczególną predyspozycję do odmładzania wykazuje zespół dyslokacji subrównoleżnikowych, w których udokumentowano występowanie ruchów pionowych oraz poziomych (przeważnie lewoskrętnych), odbywających się w transensyjnym reżimie naprężeń.

### i moje próby ich weryfikacji

Podczas testowania hipotezy o fraktalności sieci uskokowej północnej części GZW udało mi się wyróżnić w obrębie badanej populacji domeny, które mają geometrię fraktali i mogą być utożsamiane z systemami uskokowymi spójnymi energetycznie i jednorodnymi genetycznie.

Na podstawie badania rozkładu populacji rozmiarów uskoków w obrębie domen, wyróżnionych dzięki analizie fraktalnej, obliczyłem dla każdego z takich obszarów war-

tość skumulowanego momentu sieci dyslokacji. Ujawniająca się silna zależność sumarycznego odkształcenia uskokuwego od największych struktur świadczy o tym, że bodźcem powodującym do istnienia każdy z wyodrębnionych systemów uskokuwych jest aktywność dużego uskoku litosferycznego o pionowym zasięgu porównywalnym z grubością skorupy kruchej.

Przebieg nieciągłości litosferycznych, który określiłem metodami badań fraktalności sieci uskokuwej, jest zgodny z hipotetyczną lokalizacją wgłębnych stref granicznych, oddzielających, wg A. Kotasa, segmenty masywu górnośląskiego.

Analiza geometrii pojedynczych struktur i układów strukturalnych, przeprowadzona terytorialnie dla uskokuw, fałdów i form przesuwu międzywarstwowego w obrębie wyróżnionych domen, dostarczyła rozlicznych świadectw naduskokowej natury zjawisk tektonicznych i pozwoliła mi na rozszyfrowanie kinematyki wgłębnych nieciągłości granicznych masywu w okresie deformowania utworów produktywnych. Określona w ten sposób ruchliwość względna bloków podłoża GZW nie odbiega zasadniczo od przewidywanej przez A. Kotasa.

Przykładowo, granicę między blokiem Bytomia i blokiem centralnym uznałem za złożoną z kilku nieciągłości i hierarchicznie zbudowaną strefę lewoskrętnego przesuwu wgłębnego. Pierwszoplanowa dyslokacja tej strefy jest zlokalizowana pod południowymi skłonami siodła głównego. Centralną część strefy, w której ruch ma maksymalną koncentrację, stanowi obszar siodła głównego, jej partia marginalna zaś sięga po dyslokację usytuowaną pod osią synkliny Bytomia.

Wydaje się, że podobną, strefową budowę mogą mieć pozostałe granice segmentów głębokiego podłoża. Aktywność tektoniczna owych struktur nie jest skoncentrowana wzdłuż linii dyslokacji, lecz raczej jest chaotycznie rozproszona w obrębie stref, stosując się pod tym względem do nielinearnego modelu dynamiki litosfery. W strefach mobilnych o takiej nieciągłej budowie wewnętrznej przebieg procesów, zapoczątkowany przez ruch o jednoznacznie określonym kierunku i zwrocie, staje się w miarę postępu deformacji coraz mniej uporządkowany. Przyczyną tego stanu jest losowy udział poszczególnych nieciągłości strefy w procesach wyzwiania energii. Związki dynamiki procesów (a także geometrii zespołów uskokuw generowanych w pokrywie) z prostą kinematyką stadium inicjalnego stają się stopniowo coraz mniej czytelne, aż wreszcie górotwór, wyjściowo stanowiący układ uporządkowany, staje się układem chaotycznym.

Biorąc pod uwagę zróżnicowaną wielkość rotacji struktur linearnych odpowiadających położeniu osi fałdów w utworach karbonu, oszacowałem wielkości minimalnego przemieszczenia poziomego wzdłuż głównych dyslokacji podłoża w waryscyjskim odcinku aktywności tektonicznej obszaru.

Analiza późniejszych etapów ewolucji strukturalnej uzasadnia wnioskowanie, że główne uskoki subrównoleżnikowe uaktywnione w kolejnych fazach tektogenetycznych są, podobnie jak ich waryscyjskie pierwowzory, typu zrzutowo-przesuwczego, z sinistralnym względnym transportem tektonicznym. Powtarzalność kierunków i zwrotów przemieszczeń w kompleksie produktywnym w kolejnych etapach historii geologicznej jest pochodna w stosunku do cech kinematyki i dynamiki bloków podłoża karbonu, które nie podlegały poważniejszym zmianom jakościowym.

Współczesne zachowania segmentów masywu górnośląskiego, o których wnioskowałem na podstawie wielokierunkowej analizy aktywności sejsmicznej zagłębia, mają również znajome cechy. Główne współczesne struktury sejsmogeniczne w GZW to dwie brzeżne nieciągłości przebiegającej równoleżnikowo strefy granicznej między segmentami masywu górnośląskiego — blokiem Bytomia i blokiem centralnym (oznaczonej na ryc. 1 jako B): południowa (zlokalizowaną w rejonie uskoku kłodnickiego) oraz północna (pod osią synkliny Bytomia).

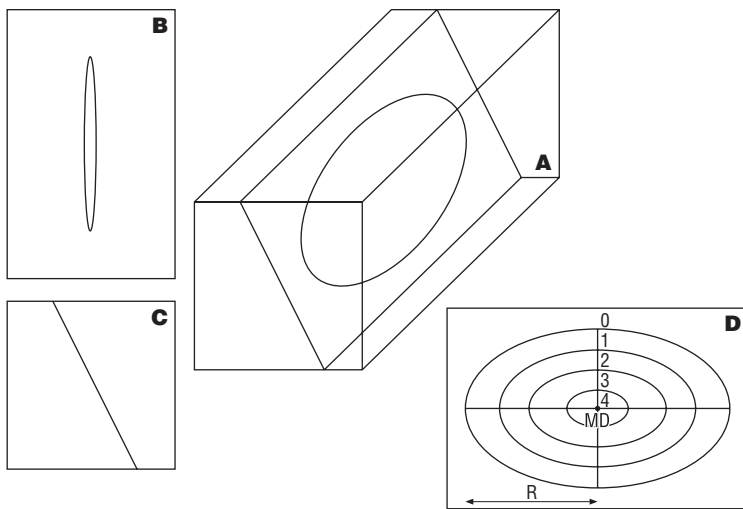
Wstrząsy górnicze o lewoprzesuwczym mechanizmie ogniskowym występują przeważnie w okolicy południowej nieciągłości brzeżnej. Obserwuje się tam ponadto tendencję do liniowego grupowania się ognisk wstrząsów wzdłuż uskoku kłodnickiego. Z kolei w sąsiedztwie nieciągłości północnej częstszy jest prawoprzesuwczy mechanizm zjawisk sejsmicznych, a ogniska wstrząsów są bardziej rozproszone. W generowaniu wstrząsów w pobliżu nieciągłości północnej bierze udział więcej zespołów kierunkowych uskokuw niż w południowej części obszaru. Rozmieszczenie przestrzenne wstrząsów o lewo- i prawoprzesuwczym mechanizmie ogniskowym w północnej części GZW uznałem za wynik generowania wstrząsów w obrębie różnych zespołów pochodnych uskokuw nadprzesuwczych, odwzorowujących w kompleksie karbońskim lewoskrętne przemieszczenie poziome na dyslokacjach wzmiankowanej strefy granicznej. W sąsiedztwie głównej struktury są aktywne prawie wyłącznie niskokątowe struktury pochodne (Jaroszewski, 1994), zatem sinistralny mechanizm ogniskowy powinien być tam częściej spotykany. Mechanizm dekstralny powinien być typowy przede wszystkim dla ognisk wstrząsów zlokalizowanych w pewnym oddaleniu od linii maksymalnej koncentracji ruchu wgłębnego. Ma na to wpływ wzrost znaczenia wysokokątowych zespołów struktur naduskokowych w marginalnych partiach takich stref (Jaroszewski, 1994).

## Postscriptum

Adam Kotas znał detalicznie sposoby mojej argumentacji, a Czytelnik może się z nimi zapoznać i je osądzić, sięgając po opublikowane przeze mnie prace (Teper, 1988, 1989, 1996, 1998, 2000). Wydaje mi się zatem bezcelowe powtarzanie ich teraz. Wolałbym raczej zacząć od miejsca, w którym przerwaliśmy nasz dialog, i dorzucić garść szczegółów, o których Pan Adam nie zdążył wyrazić swojego zdania. Zdam sobie jednak sprawę z tego, że mój wieloletni Dyskutant (podobnie zresztą jak obaj wcześniej wspomniani prominentni badacze) wie dziś już wszystko i nie jestem w stanie niczym Go zaskoczyć.

Ciekawe, czy przystałby na to, że przyjęcie tezy o fraktalnej geometrii sieci uskokuwej upoważnia do wykorzystania badań geometrii małych struktur i ich układów na potrzeby interpretacji regionalnych (Lisek & Teper, 2004)? Cechą wyróżniającą obiekt fraktalny jest wszak niezależna od skali stałość proporcji między badanymi parametrami jego elementów. Sprawia ona, że fraktal jest samopodobny, co oznacza, że dowolny fragment obiektu jest pomniejszoną wersją całości.

Czy zgodziłby się również ze zdaniem, że ilustrowanie uskokuw za pomocą blokdiagramów, tak powszechne w podręcznikach (ryc. 2), może skutkować fałszywym wyobrażeniem o ich geometrii? Skoro sukcesywne przyrosty zrzutu i długości w okresie aktywności uskoku realizują



**Ryc. 2.** Idealnie eliptyczna powierzchnia uskoku przedstawiona w różnych projekcjach (wg Walsh i Wattersona, 1990, zmodyfikowana); **A** — blokdiagram przedstawiający fragment górotworu przecięty idealnie eliptyczną powierzchnią uskoku (bez interpretacji kinematycznej), **B** — rzut powierzchni uskoku na mapę, **C** — przekrój poprzeczny, **D** — prostokątna projekcja uskoku przechodząca przez bieg powierzchni uskokowej z przemieszczeniem malejącym od maksymalnego (MD) do zerowego, wyobrażonym za pomocą izolinii; R — promień uskoku. Rozmiar dłuższej głównej osi elipsy, równy  $2R$ , jest powiązany z MD zależnością wykładniczą. Przyrost powierzchni uskokowej następuje przez zwiększenie  $2R$ . Orientacja dłuższej osi naśladuje kierunek propagacji uskoku. Na jej podstawie można określić kierunek ruchu uskokowego względem powierzchni uskokowej (przedstawiony przypadek jest ilustracją uskoku normalno-zrzutowego)

**Fig. 2.** Idealized fault surface represented by different graphical projections (after Walsh & Watterson, 1990, modified); **A** — rock volume with an elliptical slip surface (block diagram void of kinematic interpretation), **B** — map projection of the fault, **C** — cross-section projection of the fault, **D** — strike-projection of the fault, i.e. projection onto a vertical plane parallel to fault strike, with contours of equal displacement centered on maximum displacement (MD) and bounded by a zero displacement contour; R — the fault radius. The fault grows by radial extension of the tip line. Maximum dimension  $2R$  and maximum displacement MD have a systematic exponential relationship. Slip vector is parallel to the minor axis of the ellipse while direction of the major axis is consistent with propagation of the fault. Knowing dip of the major axis one can recognize kinematic type of a fault (normal fault in presented case)

się za pośrednictwem kolejnych aktów poślizgu na powierzchni uskokowej, to powierzchnia idealnego uskoku przedstawiona wzdłuż kierunku biegu uskoku powinna w każdym stadium rozwoju dyslokacji przyjmować kształt elipsy zakreślonej w miejscach zerowej wartości przemieszczenia uskokowego w górotworze (ryc. 2). Przestrzenna orientacja dłuższej osi takiego specyficznego diagramu przemieszczenia uskokowego wskazuje kierunek propagacji uskoku. Innymi słowy: znając upad dłuższej osi diagramu, będziemy mogli odróżnić uskoki zrzutowe od przesuwczych, a śledząc zmienność przemieszczenia wzdłuż powierzchni poślizgu, odróżnimy uskoki lewoskrętne od prawoskrętnych (Teper & Lisek, 2006).

Czy uznaliby za prawidłową metodę wspólnego traktowania wszystkich gałęzi, odnóg i struktur niższych rzędów (wiązek, par struktur sprzężonych lub segmentów szeregu kulisowego) w procedurze wyznaczania zależności między długością uskoku złożonego i wartością maksymalnego przemieszczenia uskokowego na jego powierzchni? Empirycznie stwierdzono, że tylko jeśli zastosuje się taki algorytm analizy uskoku złożonego, to badana zależność

opisana funkcją wykładniczą cechuje się dużą wiarygodnością (Lisek & Teper, 2004). Otrzymana relacja świadczy z kolei o specyficznym sposobie wzrostu takiego uskoku, inicjowanego czasem jednocześnie w licznych centrach przyrostu, nierzadko na wielu powierzchniach poślizgu, niejednokrotnie różniących się orientacją i cechami kinematycznymi.

Czy zatem uskoki złożone należałoby traktować jako przejawy nieliniowości geometrii i dynamiki górotworu — fragmenty fraktala będące pomniejszoną kopią dyskutowanych przez nas wcześniej złożonych stref granicznych (Teper, 1998) między segmentami podłoża? Wyniki szczegółowych badań geometrii kopuł siodła głównego (Ptak, w przygotowaniu) i systemu uskoku kłodnickiego (Nizicki, w przygotowaniu) nasuwają przypuszczenie, że nawet pierwszoplanowa nieciągłość strefy B (por. ryc. 1), równoznaczna z południową strukturą sejsmogeniczną (Teper, 1998), o przebiegu zbliżonym do rozłamu górnośląskiego (Herbich, 1981) i granicy między krystalicznymi blokami Bytomia i centralnym wytyczoną przez A. Kotasa (1985), może być typu szeregu kulisowego.

\* \* \*

Przerywam wywód, pozostawiając go, zgodnie z rytuałem dysput z Panem Adamem, bez szczegółowszego podsumowania, w oczekiwaniu na Jego komentarz i pytania, które tym razem nie padną. Uznałem, że w takich okolicznościach właściwsza od puenty merytorycznej będzie osobista refleksja.

Los nie pozwolił zebrać naszych poglądów we wspólnym artykule, który zaczęliśmy przygotowywać dwa lata temu. Nie udało nam się również dokończyć ówczesnych rozmów o tektonice GZW. Pocięchę stanowi to, że miały one cechy klasycznej dyskusji naukowej, a ta *ex definitione* nigdy się nie kończy. Poznajemy zaledwie małe enklawy na bezkresnym, nieujarzmionym lądzie, których terytoria porządkujemy, by po nich bezpiecznie stąpać. Obie czynności są zapewne jednakowo ważne, ale prawdziwą radość daje ta pierwsza — praca na granicach obszarów poznania i uczestnictwo w eksploracji nieznanych terenów. W tych miejscach staramy się znaleźć odpowiedzi na pytania, które rodzą się w dyskusjach naukowych. Każda prawidłowa albo przynajmniej pożyteczna odpowiedź sprzyja powiększaniu oswojonego terytorium. Zauważmy jednak, że w wyniku takiej ekspansji granice się wydłużają, a pole dyskusji się poszerza. Mamy szczęście, jeśli uda nam się trafić na przewodnika, dzięki któremu swobodniej możemy się poruszać po niebezpiecznych ścieżkach pogranicza. Dzięki Panu Adamowi miałem takie szczęście w ostatnim dwudziestolecu.

## Literatura

- BOGACZ K. 1977 — Budowa geologiczna paleozoiku dębnickiego. [W:] Mat. Konf. Teren. Problemy tektoniki północno-wschodniego obrzeżenia GZW, Czatkowice-Kraków: 7–29.  
BOGACZ W. 1984 — Główne tektoniczne cechy ewolucji Górnośląskiego Zagłębia Węglowego. [W:] Mat. VII Symp. Geologia Formacji Węglonośnych Polski. Wyd. AGH, Kraków: 87–93.

- BOGACZ W. & KROKOWSKI J. 1981 — Rotation of the Upper Silesian Coal Basin. *Rocz. Pol. Tow. Geol.*, 51: 361–381.
- BUŁA Z., JACHOWICZ M. & ŻABA J. 1997 — Principal characteristics of the Upper Silesian Block and Małopolska Block border zone (southern Poland). *Geol. Mag.*, 134: 669–677.
- HERBICH E. 1981 — Analiza tektoniczna sieci uskokuwej GZW. *Rocz. Pol. Tow. Geol.*, 51, 3-4: 383–434.
- JAROSZEWSKI W. 1994 — Uskoki i zjawiska pokrewne. [W:] Dadlez R. & Jaroszewski W. (red.) *Tektonika*. PWN, Warszawa: 88–162.
- KOTAS A. 1968 — Budowa geologiczna podłoża utworów produktywnych GZW. *Kwart. Geol.*, 12: 1088–1090.
- KOTAS A. 1972 — Ważniejsze cechy budowy geologicznej GZW na tle pozycji tektonicznej i budowy głębokiego podłoża utworów produktywnych. [W:] *Problemy geodynamiki i tąpnięć*, 1. Kom. Górnictwa PAN, Kraków: 5–55.
- KOTAS A. 1973 — Mapa geologiczna GZW odkryta po karbon w skali 1 : 100 000. *Arch. Państwowego Instytutu Geologicznego, OG Sosnowiec*.
- KOTAS A. 1985 — Uwagi o ewolucji strukturalnej GZW. [W:] *Mat. Konf. Tektonika GZW*. UŚ, Sosnowiec: 17–46.
- KOTAS A. & MALCZYK W. 1964 — Rozwój warstw siódłowych i rudzkich w świetle prac nad identyfikacją pokładów węgla w GZW. *Kwart. Geol.*, 8: 966–967.
- LISEK A. & TEPER L. 2004 — Analiza rozmiarowych parametrów uskoku w KWK „Staszic”; klucz do interpretacji ewolucji stref uskoku. [W:] *Mat. XXVII Symp. Geologia Formacji Węglonośnych Polski*. AGH, Kraków: 93–98.
- NIZICKI R. — Zróżnicowanie przestrzenne geometrii systemu uskoku kłodnickiego. *WNoZ UŚ, Sosnowiec* (w przygotowaniu).
- PTAK A. — Rozpoznanie warunków deformacji karbońskiej serii węglonośnej w północno-wschodniej części Górnośląskiego Zagłębia Węglowego na podstawie analizy cech geometrycznych kopuł siódła głównego. *WNoZ UŚ, Sosnowiec* (w przygotowaniu).
- TEPER L. 1988 — Określenie charakteru deformacji górotworu karbońskiego na podstawie badań niektórych geomechanicznych cech skał w północno-wschodniej części Górnośląskiego Zagłębia Węglowego. *Arch. Głównego Instytutu Górnictwa, Katowice*.
- TEPER L. 1989 — Mezo- i makrotektoniczne przesłanki przesuwczych ruchów w podłożu krystalicznym północno-wschodniej części GZW. *Pr. Kom. Nauk. PAN o. Katowice*, 14: 40–41.
- TEPER L. 1996 — Fault dimensions and displacements in mining area: northern part of the Upper Silesian Coal Basin. [In:] *Idziak A. (ed.) Tectonophysics of Mining Areas*. Wyd. UŚ, Katowice: 41–56.
- TEPER L. 1998 — Wpływ nieciągłości podłoża karbonu na sejsmotektonikę północnej części Górnośląskiego Zagłębia Węglowego. *Wyd. UŚ, Katowice*.
- TEPER L. 2000 — Geometry of fold arrays in the Silesian-Cracovian Region of southern Poland. [In:] *Cosgrove J.W. & Ameen M.S. (ed.) Forced Folds and Fractures*. *Geol. Soc. London. Spec. Publ.* 169: 167–179.
- TEPER L. & LISEK A. 2006 — Analysis of displacement geometry: A tool for identifying kinematic form of fault. *Publ. Inst. Geophys. Pol., Acad. Sci.*, M-29 (395): 119–130.
- WALSH J.J. & WATTERSON J. 1990 — New methods of fault projection for coalmine planning. *Proc. Yorks. Geol. Soc.*, 48: 209–219.
- ŻABA J. 1995 — Uskoki przesuwcze strefy krawędziowej bloków górnośląskiego i małopolskiego. *Prz. Geol.*, 10: 838–842.