


ARTYKUŁY POLEMICZNE
Mapy tektoniczne zamiast regionalizacji tektonicznej Polski
Zbigniew Cymerman¹


„Regionalizacja tektoniczna Polski” wydana w formie kolorowej broszury podzielona jest na 27 rozdziałów i podrozdziałów (Żelaźniewicz i in., 2011). Jej pomysłodawca, przewodniczący Komitetu Nauk Geologicznych Polskiej Akademii Nauk (KNG PAN) Andrzej Żelaźniewicz, podkreślił we wstępie, że rekomendowany tekst „może być punktem

wyjścia do [...] konstruktywnej dyskusji, prowadzonej tak w bliższej, jak i w dalszej przyszłości” oraz że zakładana przez jej inicjatora „publiczna debata nie była zbyt szeroko kontynuowana przez środowisko geologiczne”. W wyniku zakładanej ogólnopolskiej dyskusji miały powstać „podstawy do pewnego usystematyzowania istniejących podziałów regionalnych oraz [miała ona też] umożliwić zaproponowanie schematu uporządkowania wyróżnianych dotąd jednostek” (Żelaźniewicz i in., 2011, str. 4). Pod wieloma względami przypomina to wysiłki tego samego autora sprzed kilku dekad, aby koniecznie ujednoczyć nazewnictwo serii metamorficznych kopuły orlicko-śnieżnickiej (Żelaźniewicz, 1989). Sugerował on wtedy „konieczność odpowiedniej redefinicji jednostek i nazewnictwa Fischera oraz wprowadzenia nowego podziału stratygraficznego skał kopuły orlicko-śnieżnickiej, opartego na przyjętych zasadach klasyfikacji litostratygraficznej lub litodemicznej, względnie jej modyfikacji proponowanej przez autora” (Żelaźniewicz, 1989, str. 99).

W 2008 r. w *Przeglądzie Geologicznym* (PG) rozpoczęto publikowanie poglądów kilkunastu badaczy – a w znacznie mniejszym stopniu dyskusję – na temat regionalizacji tektonicznej Polski (Buła i in., 2008; Karnkowski, 2008; Konon, 2008; Narkiewicz & Dadlez, 2008; Oszczytko i in., 2008; Żelaźniewicz, 2008; Żelaźniewicz & Aleksandrowski, 2008). Znaczna część tych opublikowanych materiałów znajduje się w nieco zmienionej wersji w „Regionalizacji tektonicznej Polski” (Żelaźniewicz i in., 2011). Praktycznie cała lista 41 terminów tektonicznych z programowego artykułu Żelaźniewicza (2008) została powtórzona w „Regionalizacji tektonicznej Polski” (Żelaźniewicz i in., 2011). W tej ostatniej publikacji dodano definicję kompleksu strukturalnego, natomiast usunięto termin diapir. Zastanawia brak na tej liście terminów uznanych za przydatne w regionalizacji tektonicznej Polski kluczowej definicji – jednostki tektonicznej.

Jednostka tektoniczna uznana została za synonim struktury tektonicznej (Żelaźniewicz, 2008, str. 892). W takim ujęciu jednostka tektoniczna obejmuje wszystkie (41) zdefiniowane struktury tektoniczne (Żelaźniewicz, 2008). Dlaczego ta podstawowa terminologia tektoniczna musi

być rekomendowana przez KNG PAN (Żelaźniewicz i in., 2011, str. 2), skoro definicje podanych struktur znajdują się w każdym podręczniku geologii strukturalnej (np. Suppe, 1985; Price & Cosgrove, 1990; Dadlez & Jaroszewski, 1994; Twiss & Moores, 2007; Davis i in., 2012) czy też w „Słowniku geologii dynamicznej” (Jaroszewski i in., 1985)? Definicje wymienionych terminów podano także w 12 artykułach opublikowanych w PG w ramach „Słownika tektonicznego” (np. Grocholski, 1978; Mierzejewski & Wojciechowska, 1980; Oberc, 1981; Kotański, 1983; Oberc & Tokarski, 1983).

CZYM JEST JEDNOSTKA TEKTONICZNA?

W „Słowniku geologii dynamicznej” (Jaroszewski i in., 1985) podana jest definicja jednostki tektonicznej i jej synonimu – jednostki strukturalnej. Terminy tektonika i struktura mają podobne korzenie etymologiczne. Termin tektonika pochodzi od greckiego słowa *tektos*, tzn. budownicz, a termin struktura – od łacińskiego czasownika *struere*, czyli budować, konstruować. Każda struktura tektoniczna jest obiektem geologicznym powstałym w wyniku deformacji, a więc w wyniku działania sił na skorupę ziemską i wewnątrz tej skorupy. Struktura składa się z geometrycznego układu (rozmszczenia/uporządkowania) powierzchni, linii i różnego rodzaju obiektów skalnych etc. Forma i orientacja tego geometrycznego ułożenia różnych elementów strukturalnych odzwierciedla interakcje między siłami prowadzącymi do deformacji wcześniej uformowanego ciała geologicznego. Wszystkie struktury tektoniczne są – co oczywiste – produktami deformacji jakichś fragmentów skorupy ziemskiej o różnej genezie, litologii, wieku, ewolucji, reologii itd. Czynniki te razem z tempem odkształcenia, reżimem deformacji, kinematyką, stanami naprężeń w określonych warunkach ciśnienia i temperatury wpływają na rozwój różnych pod względem geometrycznym i przestrzennym struktur tektonicznych, a zarazem ich granic.

Podana w „Słowniku geologii dynamicznej” (Jaroszewski i in., 1985) definicja jednostki tektonicznej różni się od terminu zaproponowanego przez Żelaźniewicza (2008, str. 891), a później rozbudowanego przez tego autora (Żelaźniewicz i in., 2011, str. 5). Według Jaroszewskiego i in. (1985) jednostka tektoniczna/strukturalna to „struktura tektoniczna lub zbiór struktur, wyodrębniona spośród obszarów otaczających pewnymi cechami budowy i/lub genezy i w związku z tym stanowiące pewną całość tektoniczną (niekoniecznie jednak geometryczno-przestrzenną)”. Natomiast Żelaźniewicz (2008) podaje, że „jednostka tektoniczna jest produktem deformacji skorupy ziemskiej – strukturą lub zespołem struktur tektonicznych o swoistych cechach

¹ Państwowy Instytut Geologiczny – Państwowy Instytut Badawczy, Oddział Dolnośląski, al. Jaworowa 19, 53-122 Wrocław; zbigniew.cymerman@pgi.gov.pl.

charakterystycznych i granicach, umożliwiających przedstawienie jej na mapie”. W „Regionalizacji tektonicznej Polski” (Żelaźniewicz i in., 2011) definicja ta jest bardziej rozbudowana i brzmi następująco: „jednostka tektoniczna jest produktem deformacji określonego fragmentu skorupy ziemskiej o dowolnej historii geologicznej – strukturą lub zespołem struktur tektonicznych o swoistych cechach charakterystycznych i rozpoznawalnych granicach, umożliwiających przedstawienie jej na mapie”.

Granice jednostek tektonicznych są kluczowe w regionalizacji tektonicznej danego obszaru. Granice te mogą być wyraźnie zdefiniowane przez regionalne uskoki lub też być przejściowe, jak na przykładzie geometrii między antyklina a synklina czy między anteklizą i synklizą. Jednakże w przypadku np. heterogenicznych w budowie szwów tektonicznych czy podatnych, regionalnych stref ścinania są to granice szerokie, przejściowe, trudne do jednoznacznego zdefiniowania. Jest to zasadniczy problem przy próbach regionalizacji tektonicznej. Czy zatem celowe jest podejmowanie takich prób?

PO CO REGIONALIZACJA TEKTONICZNA POLSKI?

Powstaje zasadnicze pytanie: czy regionalizacja tektoniczna Polski jest konieczna? Podana w omawianej broszurze odpowiedź jest twierdząca: „Tak, bo regionalizacja tektoniczna to identyfikacja i klasyfikacja trójwymiarowych lub dwuwymiarowych elementów strukturalnych [...] w obrazie mapy geologicznej” (Żelaźniewicz i in., 2011, str. 6). Dlaczego zatem nie wykonano mapy tektonicznej (strukturalnej) Polski, tylko prowadzono rozważania nad podstawami regionalizacji kraju? Należy tutaj zaznaczyć, że spośród 17 figur w „Regionalizacji tektonicznej Polski” (Żelaźniewicz i in., 2011) tylko cztery opisano jako mapy tektoniczne i cztery jako szkice tektoniczne. W dodatku w omawianej broszurze nie ma ani jednego blokdiagramu, a przecież każda jednostka tektoniczna, bez względu na jej formę i wielkość, jest trójwymiarowa.

Oprócz modelowań trójwymiarowych mapy tektoniczne, nie tylko w małej skali, powinny być ukoronowaniem prowadzonych od dziesięcioleci na obszarze Polski badań strukturalnych, prac kartograficznych i geofizycznych. Dlaczego Żelaźniewicz świadomie pominął w cytowaniach kluczowe opracowanie tektoniki naszego kraju, jakim jest „Atlas tektoniczny Polski” z 1998 r. pod redakcją naukową Znoski? W cytowaniach (Żelaźniewicz i in., 2011) pominięto także inne mapy tektoniczne Polski autorstwa Znoski opublikowane w „Narodowym atlasie Polski” (1978) i w „Atlasie Rzeczypospolitej Polskiej” (1995). Mapy te, jak i inne mapy tektoniczne z obszaru Polski (Kubicki & Ryka, 1982; Dadlez, 1995; Ryka & Dadlez, 1995), nie zostały zacytowane w „Regionalizacji tektonicznej Polski” (Żelaźniewicz i in., 2011). Podobnie przemilczano „Atlas geologiczny Polski. Mapy geologiczne ścięcia poziomego 1 : 750 000” (Kotański, 1977), kluczowy materiał do rozważań wglębnej budowy geologicznej Polski. Nieprzezwyciężenie konieczności merytorycznego odnoszenia się do poglądów innych jest wprowadzaniem niedobrych obyczajów w nauce.

Nie znam żadnego kraju, gdzie podejmowano by jakiegokolwiek próby, aby „wyłączać nadmierną dowolność autorstwa i – jak to bywa w praktyce – zastępować naukową klasyfikację interpretacjami, [które są] obciążone znaczną

dozą subiektywizmu” (Żelaźniewicz i in., 2011, str. 6). Czyżby chodziło o prewencyjną cenzurę w nauce pod nadzorem przewodniczącego KNG PAN prof. Andrzeja Żelaźniewicza i wyeliminowanie odmiennych interpretacji tektonicznych przedstawianych przez nielicznych protagonistów? Jest powszechnie wiadome, że nauce nie służą żadne monopole na nieomyślność, a prawda naukowa powstaje w wyniku ścierania się różnorodnych poglądów i stawiania nowych hipotez. Należy raczej ubolewać, że tektoników w naszym kraju mamy niewiele, choć Polska jest jednym z większych państw w Europie, a do tego o najbardziej różnorodnej i wyjątkowej budowie geologicznej. Na terenie Polski występują bowiem rozmaite jednostki tektoniczne powstałe w czasie wielu orogenez, poczynając od orogenezy swekofeńskiej w paleoproterozoiku, a kończąc na orogenezie alpejskiej w neogenie.

Jak wygląda obraz jednostek tektonicznych naszego kraju w świetle „Regionalizacji tektonicznej Polski” (Żelaźniewicz i in., 2011)? Ten z konieczności krótki przegląd regionalny rozpocznę od najmłodszych i najwyższej położonych jednostek tektonicznych (masyw Tatr). Następnie poruszę niektóre zagadnienia strukturalne dotyczące najstarszych i zakrytych jednostek polskiej części kratonu wschodnioeuropejskiego, a zakończę na obszarze „mozaiki” dolnośląskiej.

Masyw Tatr

Fragment tego małego masywu (ok. 785 km²) jest najwyższym wyniesionym blokiem tektonicznym Polski. W omawianej broszurze (Żelaźniewicz i in., 2011) przedstawiono całostronicowy szkic tektoniczny masywu i jego otoczenia, w większości słowackiego (razem ponad 3000 km²; Żelaźniewicz i in., 2011, Fig. 16). Umieszczona w narożniku tej ryciny skala liniowa wprowadza czytelnika w błąd. Przedstawiony szkic nie jest w skali ok. 1 : 80 000 – jak można wnioskować z podziałki liniowej – lecz w skali ok. 1 : 400 000. Świadczy o tym fakt, że odległość z Zakopanego na Rysy to nie 3 km, jak wynikałoby z tego szkicu, ale ok. 17 km w linii prostej.

Nasunięcia są niepoprawnie oznaczone symbolami. Waryscyjskie nasunięcie Baranca (nowy termin, Żelaźniewicz i in., 2011, str. 51) jest przedstawione na szkicu jako nasunięcie Ráztoki-Baranca i zostało narysowane tam, gdzie przebiega nasunięcie płaszczowin reglowych. Ten sam błąd z symbolami nasunięć powtarza się na przekroju geologicznym (Żelaźniewicz i in., 2011, Fig. 17).

Szkic tektoniczny całego masywu Tatr (Żelaźniewicz i in., 2011, Fig. 16), nie tylko Tatr Polskich, jest zamieszczony bez podanego autorstwa i bez wymienienia autorów materiałów, które zostały wykorzystane do jego sporządzenia (np. Sokołowski, 1959; Bac-Moszaszwili i in., 1979). Brakuje na nim pierwszorzędnych granic tektonicznych płaszczowin wierzchowych, tworzących górne, fałdowo-płaszczowinowe piętro strukturalne masywu Tatr. Chociaż są wymienione w opisie tego górnego piętra płaszczowiny Czerwonych Wierchów i Giewontu, to nie zostały one wydzielone na omawianym szkicu.

W opisie górnego, fałdowo-płaszczowinowego piętra strukturalnego nie ma żadnych odniesień do bogatej literatury dotyczącej tego piętra (np. Kotański, 1961; Guzik & Kotański, 1963; Bac, 1971; Piotrowski, 1978; Bac-Moszaszwili i in., 1979, 1981; Bac-Moszaszwili, 1993; Lefeld, 1997; Jurewicz, 2003, 2005, 2012; Piotrowska,

2009). Nie wydzielono autochtonu z fałdem Stołów oraz parautochtonu z łuską Świerkul, znajdującymi się pod allochtonicznym zespołem płaszczowin wierzchowych, natomiast te jednostki tektoniczne włączono do jednego wydzielenia, jako płaszczowiny wierzchowe. W przypadku płaszczowiny Giewontu doszło do ścięcia także stropowej części piętra krystalicznego razem z sekwencją osadową. Te fragmenty piętra krystalicznego utworzyły czapki krystaliczne (Ciemniaka, Małolączniaka i Kopy Kondrackiej) i są elementem składowym płaszczowiny Giewontu. Fragmenty piętra krystalicznego dolnej części płaszczowiny Giewontu kontaktują w spagu z sekwencją niższej płaszczowiny Czerwonych Wierchów lub z poddartymi częściami parautochtonicznego fałdu Stołów. W omawianej broszurze (Żelaźniewicz i in., 2011) nie podano, że płaszczowina regłowa dolna (kriżniańska) zbudowana jest z wielu płaszczowin cząstkowych i łusek płaszczowinowych (np. Guzik & Kotański, 1963).

W odniesieniu do polskiej części piętra krystalicznego – podłoża Tatr – nie zacytowano ani tektonicznych prac Jaroszewskiego (1963, 1965), ani innych publikacji (np. Burchart, 1970; Skupiński, 1975; Gawęda, 2001; Jurewicz, 2002; Gawęda & Burda, 2004). W opisie tego piętra krystalicznego posłużono się wyłącznie publikacjami geologów słowackich i austriackich oraz dwiema pracami samego inicjatora „Regionalizacji tektonicznej Polski”. Wśród zamieszczonej w broszurze listy terminów tektonicznych zabrakło definicji terminu zespół (*assemblage*), którego użyto w opisie piętra krystalicznego masywu Tatr (Żelaźniewicz i in., 2011, str. 49).

Reasumując – krótki, ostatni podrozdział o tektonice masywu Tatr jest w omawianej broszurze anonimowy, niedopracowany i zawiera liczne błędy.

Platforma wschodnioeuropejska

W „Regionalizacji tektonicznej Polski” w przeciwieństwie do małego masywu Tatr nie przedstawiono szkicu tektonicznego platformy wschodnioeuropejskiej, zajmującej ok. 1/3 terytorium Polski, czyli ponad 100 000 km². Takim szkicem nie jest bowiem żadna z dwóch małoskalowych map głównych jednostek tektonicznych Polski (Żelaźniewicz i in., 2011, Fig. 4 i 5). Na mapach tych zarysowano podłoża kratoniczne pod pokrywą permsko-mezozoiczną i pod pokrywą poddewońską na terenie antekliny mazursko-białoruskiej oraz na obszarze zrębu Łukowa. W objaśnieniach do tych figur dla polskiej części kratonu wschodnioeuropejskiego podano jeden przedział wiekowy (1,8–2,0 Ga), a w tekście trzy inne (2,1–1,8 Ga, 1,83–1,81 Ga oraz 1,55–1,45 Ga). W jednostronicowym rozdziale dotyczącym platformy wschodnioeuropejskiej powołano się jedynie na publikacje Bogdanovej i in. (2005) oraz Krzemińskiej (2010). Nie wspomniano natomiast nic o wynikach wielu badań geologicznych i geofizycznych tego obszaru prowadzonych od początku lat 50. XX w. (np. Ryka, 1964, 1973, 1979, 1982, 1984, 1993, 1995; Juskowiak, 1967; Kubicki i in., 1973; Kubicki & Ryka, 1982; Dadlez, 1995; Wybraniec, 1999; Cymerman, 2004, 2006; Wiszniewska i in., 2007; Krzemińska, 2010).

W świetle tych danych oraz w nawiązaniu do modeli tektonicznych obejmujących cały kraton wschodnioeuropejski (np. Bogdanova, 2005; Bogdanova i in., 2005) podejmano mniej lub bardziej wiarygodne próby wydzielenia różnych masywów, pasm orogenicznych, domen strukturalnych czy terranów polskiej części tego kratonu (Kubicki i in., 1973; Kubicki & Ryka, 1982; Cymerman, 2004; Bogdanova, 2005; Bogdanova i in., 2005). Jednakże tych prób nie podjęto przy regionalizacji tektonicznej Polski.

Od kilku dziesięcioleci rozwój budowy geologicznej polskiej części kratonu wschodnioeuropejskiego był tłumaczony modelem geotektonicznym Kubickiego i Ryki (Kubicki i in., 1973; Ryka, 1973, 1982, 1984; Kubicki & Ryka, 1982; Znosko, 1998). W modelu tym wydzielono tzw. archaiczne masywy granitoidowe (mazowiecki, dobrzyński i pomorski) oddzielone wąskimi strefami fałdowymi (podlaską, ciechanowską i kaszubską). Jednakże na podstawie wyników współczesnych badań strukturalnych z elementami analizy kinematycznej zakwestionowano ten model (Cymerman, 2004, 2006).

Nowa interpretacja tektoniczna polskiej części kratonu wschodnioeuropejskiego opiera się przede wszystkim na rozpoznaniu stref ścinania podatnego i heterogenicznej deformacji rotacyjnej na tych obszarach. Wyraźne, bardzo zróżnicowane anomalie magnetyczne i grawimetryczne (Wybraniec, 1999) prawdopodobnie odzwierciedlają trójwymiarowe formy podatnych łusek krystalicznych. Przypuszczalnie tworzą one zestawy, które zbudowane są z szeregu domen utworzonych w warunkach facji amfibolitowej, poprzedzanych tektonicznie domenami z dolnej skorupy powstałymi w warunkach facji granulitowej. Struktury te zostały utworzone w wyniku przemieszczeń od nasuwczych do transpresyjnych wzdłuż heterogenicznych stref ścinania podatnego, prawdopodobnie podczas kolizji terranu bałtyckiego (Cymerman, 2004), określanego także jako terran zachodnioliteński lub polsko-litewski (np. Skridlaite & Motuza, 2001; Bogdanova, 2005; Bogdanova i in., 2005), z terranem polsko-lotewskim (Cymerman, 2004), definiowanym także jako litewsko-białoruski lub wschodnioliteński (np. Skridlaite & Motuza, 2001; Bogdanova, 2005; Bogdanova i in., 2005).

Reasumując – krótki rozdział o tektonice kratonu wschodnioeuropejskiego w omawianej broszurze jest anonimowy, niedopracowany i pozbawiony szkicu tektonicznego. Dwuakapitowy tekst o intensywnie zróżnicowanym litologicznie i wiekowo (2,1–1,45 Ga) kratonicznym podłożu, a zamieszczony w rozdziale o platformie wschodnioeuropejskiej, nie może być nawet uznany za wstęp do tektoniki tej jednej z głównych megajednostek tektonicznych Polski. Wśród autorów „Regionalizacji tektonicznej Polski” (Żelaźniewicz i in., 2011) zabrakło tektonika zajmującego się zagadnieniami strukturalnymi dotyczącymi megajednostki (brak definicji tego terminu w słowniczku). Dlatego tytuł omawianej broszury powinien brzmieć „Regionalizacja tektoniczna Polski bez kratonu wschodnioeuropejskiego”.

Region (megablok) dolnośląski

Sudecki segment internidów waryscyjskiego pasma fałdowego Europy był i jest intensywnie badany przez kilka już pokoleń tektoników. Na tle złożonej budowy waryscyjskiego masywu czeskiego jego północno-wschodnia, dolnośląska część cechuje się niezwykle skomplikowaną strukturą geologiczną. Zróżnicowanie litologiczne, stratygraficzne i strukturalne tego fragmentu masywu czeskiego było obrazowo opisywane jako tzw. mozaikowa budowa Sudeców. Rozpoznanie tej skomplikowanej struktury, a zwłaszcza jej ewolucji waryscyjskiej było od ponad stulecia prawdziwym wyzwaniem dla tektoników (np. Oberc, 1972;

Cymerman, 1992, 1998, 2000; Żelaźniewicz, 1997; Mazur i in., 2006, 2010). W rozdziale o bloku dolnośląskim omawianej broszury (Żelaźniewicz i in., 2011) nie ma praktycznie żadnych powołań na bogatą literaturę dotyczącą tego obszaru.

Dlaczego nie ma powołań na literaturę związaną z sudeckim segmentem internidów waryscyjskich? Być może dlatego, aby nie przedstawiać skomplikowanej i niejednoznacznej ewolucji tektono-metamorficznej sudeckiej części orogenu waryscyjskiego. Paleozoiczna ewolucja Sudetów i ich otoczenia była odmiennie przedstawiana przez różnych badaczy sudeckiego segmentu internidów waryscyjskich. Szkoda, że nie przedstawiono nawet w zarysie poglądów innych geologów, ponieważ dyskusja nad odmiennymi koncepcjami na temat ewolucji internidów waryscyjskich jest pożądana, co podkreślał Żelaźniewicz we wstępie do „Regionalizacji tektonicznej Polski” (Żelaźniewicz i in., 2011). Świadczy o tym chociażby moja polemika dotycząca budowy i ewolucji tektonicznej waryscydów sudeckich (Aleksandrowski i in., 2010; Cymerman, 2010b; Mazur i in., 2010).

Jedną z kwestii podnoszonych w tej dyskusji był problem z nazewnictwem jednostek tektonicznych północno-wschodniej części masywu czeskiego. Różnicowane terminy używane w odniesieniu do różnych jednostek tektonicznych zestawilem już wcześniej w formie tabelarycznej (Cymerman, 2010b, tab. 1). W niniejszym artykule zamieściłem rozbudowaną wersję tej tabeli (tab. 1), wzbogaconą m.in. o terminy zaproponowane przez Żelaźniewicza i in. (2011) oraz o nazwy jednostek tektonicznych zaczerpnięte z mapy tektonicznej Sudetów i bloku przed-sudeckiego (Cymerman, 2010a). To zestawienie ontologii jednostek tektonicznych obejmuje wybrane elementy struktury Sudetów, a dodatkowo jest opatrzone terminami angielskimi, co jeszcze powiększa istniejące rozbieżności nomenklaturowe. W różnych publikacjach, nawet tych samych autorów, używane są inne nazwy jednostek tektonicznych. Z analizy tabeli 1 wynika, że sprawa nazw i podziału na jednostki taksonomiczne dla obszaru północno-wschodniej części masywu czeskiego pozostaje nadal otwarta, mimo próby regionalizacji tektonicznej południowo-zachodniej Polski (Żelaźniewicz & Aleksandrowski, 2008).

Czy dwa synklinoria (północnosudeckie i śródsudeckie) rozdziela antyklinorium? Jeżeli tak, to powinno być to antyklinorium południowokaczawskie! Dotychczas nikt nie stwierdził, że w obu tych basenach, nieckach czy depresjach sudeckich występują fałdy niższego rzędu, których obwiednia tworzy łuk wklęsły ku dołowi. Przy takich założeniach powinny występować tam fałdy stojące o osiach w kierunku NW-SE. Dlaczego zatem nie przedstawiono ich na figurze 10 (Żelaźniewicz i in., 2011)?

W „Regionalizacji tektonicznej Polski”, w rozdziale o bloku dolnośląskim, znajduje się rewolucyjne stwierdzenie, że „część wewnętrzna kopuły orlicko-śnieżnickiej oddzielona jest od części zewnętrznej synmetamorficznymi uskokami – wielofazowymi strefami ścięciowymi o różnej kinematyce” (Żelaźniewicz i in., 2011, str. 36). Termin synmetamorficzne uskoki nie został zdefiniowany w słowniczku tektonicznym (Żelaźniewicz i in., 2011), co byłoby tym bardziej uzasadnione, że ten nowy termin nie znajduje się podręcznikach geologii strukturalnej i w słownikach geologicznych.

Dlaczego nie zaznaczono tych synmetamorficznych uskoków na mapie tektonicznej (Żelaźniewicz i in., 2011, Fig. 10)? Dlaczego nie oznaczono na niej symbolami kinematyki stref ścięciowych (ścianania)? Byłoby to tym bardziej pożądane, że na przekrojach geologicznych (Żelaźniewicz i in., 2011, Fig. 13) umieszczono 12 strzałek obrazujących przemieszczania tektoniczne w płaszczyznach prostopadłych do przekroji geologicznych, a także symbole prawdopodobnie prawoskrętnych przemieszczeń przesuwczych na uskoku śródsudeckim. Powraca zatem zagadnienie analizy kinematycznej obszaru północno-wschodniej części masywu czeskiego, które podnosiłem wielokrotnie (np. Cymerman, 1992, 1997, 2000), również w ostatniej dyskusji o budowie i ewolucji Sudetów (Aleksandrowski i in., 2010; Cymerman, 2010b). Żelaźniewicz (1984) uznał lineacje z rozciągania (*stretching lineation*) za reprezentującą oś Y elipsoidy odkształcenia w czasie synmetamorficznej penetratywnej mylonityzacji w ortognejsach Gór Bystrzyckich. Pogląd ten był podtrzymywany w kolejnych publikacjach (np. Żelaźniewicz, 1988), w których genezę tej lineacji wiązano z nierotacyjną ekstensją („biaxial compression and resultant extension in the coaxial regime” – Żelaźniewicz, 1988, str. 680).

Ex adverso ponad 20 lat temu uznałem, że geneza lineacji z rozciągania jest wywołana deformacją rotacyjną (niekoaksjalną) związaną z procesami ścianania prostego (np. Cymerman, 1989; 1992, 1997, 2000). Takie procesy prowadzą do powstania całego pakietu skał uskokowych (np. Sibson, 1977; Kilick, 2003), a w warunkach podatnych do ich odmiany – skał mylonitycznych (np. Lister & Snoke, 1984; Hanmer & Passchier, 1991; Passchier & Trouw, 1996). Przy dominacji reżimu deformacji niekoaksjalnej (rotacyjnej) lineacje z rozciągania są lineacjami mylonitycznymi, czyli lineacjami typu *a*, i wyznaczają one kierunek transportu tektonicznego oraz oś X maksymalnego wydłużenia elipsoidy odkształcenia, a nie pośrednią oś Y elipsoidy odkształcenia, jak niewłaściwie przyjmował Żelaźniewicz (1984, 1988).

Żelaźniewicz (2008) podkreślił w definicji jednostki tektonicznej, że produkt deformacji skorupy ziemskiej (czyli struktura tektoniczna) powinien mieć wyraźne granice, umożliwiający przedstawienie go na mapie. Dlaczego zatem nie przedstawiono takich granic na szkicu geologicznym południowo-zachodniej Polski (Żelaźniewicz & Aleksandrowski, 2008, ryc. 2) ani na mapie tektonicznej (Żelaźniewicz i in., 2011, Fig. 10)? Nie wyznaczono także m.in. granicy między synklinorium śródsudeckim i rowem Nysy ani granicy między synklinorium śródsudeckim i rowem Czerwieńczyc. W dalszym ciągu nie wiemy więc, gdzie te granice przebiegają i – co ważniejsze – jaki mają charakter. Na wymienionych wcześniej mapach zaznaczono sześć uskoków, z których tylko trzy zostały nazwane (uskok Bušina, uskoc śródsudecki i sudecki uskoc brzeżny), natomiast na załączonych przekrojach do tych map mamy podwójną liczbę uskoków, zwiększoną m.in. o uskoc wschodniokarkonoski i uskoki ramowe masywu Ślęży. Na omawianych przekrojach zrzutowe uskoki rozdzielają masyw Gór Sowich od strefy Niemczy, ale nie zostały one zaznaczone na mapach.

Jeżeli takie problemy dotyczą granic jednostek niezmetamorfizowanych i rozwoju uskoków powstałych w warunkach kruchych deformacji, to wielokrotnieją się one w kompleksach metamorficznych, gdzie doszło do rozwoju

Tab. 1. Nazwy jednostek tektonicznych używanych przez różnych badaczy dla wybranych elementów strukturalnych z Sudetów i bloku przedsudeckiego

Oberc (1972, 1977)	Cymerman (2010a)	Mazur i in. (2006)	Żelaźniewicz & Aleksandrowski (2008)	Mazur i in. (2010)	Żelaźniewicz i in. (2011)
strefa kaczawska Góry Kaczawskie zone	Kaczawa Complex	Kaczawa Metamorphic Unit	kaczawskie pasmo łupkowo-zielencowe, pasmo kaczawskie, kaczawskie pasmo fałdowo-nasuwcze Kaczawa Greenstone- and-Slate Belt, Kaczawa Belt, Kaczawa Fold Belt	metamorfik kaczawski Kaczawa Metamorphic Belt	kaczawskie łupkowo-zielencowe pasmo fałdowe, pasmo kaczawskie, kaczawskie pasmo fałdowe Kaczawa greenstone-and-slate fold belt, Kaczawa belt, Kaczawa fold belt
	Lusatian Block	Lusatian Massif		masyw łużycki Lusatian Massif	masyw łużycki, łużycki masyw granitowo-szarogłazowy Lusatian massif, Lusatian granite-greywacke massif
metamorfik izerski Góry Izerskie metamorphic massif	Izera Complex	Izera Massif		masyw izerski Izera Massif	
jednostka południowych Karkonoszy South Karkonosze unit	South Karkonosze Complex	South Karkonosze Unit		jednostka południowych Karkonoszy South Karkonosze Unit	
metamorfik wschodnich i południowo- wschodnich Karkonoszy East and South-East Karkonosze metamorphic	Izera-Karkonosze Block Izera-Karkonosze Block Rudawy Janowickie Complex	Karkonosze-Izera Massif Izera- Kowary Unit	masyw łużycko-izerski Lusatia-Izera Massif	metamorfik południowych i wschodnich Karkonoszy South and East Karkonosze Metamorphic Belt metamorfik Rudaw Janowickich Rudawy Janowickie Metamorphic Massif	
		Leszczymiec Unit		jednostka Leszczyńca Leszczymiec Unit	
struktura Świebodzię Świebodzię structure	Świebodzię Basin	Świebodzię Sedimentary Unit	struktura Świebodzię Świebodzię Structural Unit	depresja Świebodzię Świebodzię Basin	struktura fałdowa Świebodzię Świebodzię Fold Structure
blok sowiogórski Góry Sowie Block	Góry Sowie Complex	Góry Sowie Massif	masyw Gór Sovich Góry Sowie Massif	masyw sowiogórski Góry Sowie Massif	masyw gnejsowy Gór Sovich, masyw sowiogórski Góry Sowie Gneiss Massif, Góry Sowie Massif
piętro intruzyjne młodoassyntijskie early Assyntian intrusive stage	Ophiolite Complex Ophiolite Complex Ślęza Ophiolite Complex Szklary Unit Braszwowice Unit Nowa Ruda Unit	Central Sudetic Ophiolite	ofofilit sudecki, ofiofilit środkowosudecki Sudetic Ophiolite, Central Sudetic Ophiolite masyw gabrowo- serpentyinitowy Ślęży Ślęza Gabbro- Serpentinite Massif serpentyinitowy masyw Szklar Szklary Serpentinite Massif gabrowo- serpentyinitowy masyw Braszwowic- Brzeźnicy Braszwowice- Brzeźnica Gabbro- Serpentinite Massif gabrowo- diabazowy masyw Nowej Rudy-Słupca Nowa Ruda-Słupiec Gabbro-Diabase Massif	ofofilit śródsudecki Intra-Sudetic Ophiolite	ofofilit sudecki Sudetic Ophiolite gabrowo-serpentyinitowy masyw Ślęży Ślęza Massif serpentyinitowy masyw Szklar Szklary Serpentinite Massif gabrowo-serpentyinitowy masyw Braszwowic-Brzeźnicy Braszwowice-Brzeźnica Gabbro- Serpentinite Massif gabrowo-diabazowy masyw Nowej Rudy-Słupca Nowa Ruda-Słupiec Gabbro- Diabase Massif
synklinorium Wzgórz Niemczańskich Wzgórz Niemczańskie synclinorium	Niemcza Unit Kamieniec Ząbkowicki Unit Doboszowice Unit Wzgórz Lipowe Unit	Niemcza Shear Zone Kamieniec Metamorphic Belt	strefa Niemczy, strefa ścianania Niemczy Niemcza Zone, Niemcza Shear Zone pasmo kamienieckie, pasmo metamorficzne Kamieniec Ząbkowickiego Kamieniec Belt, Kamieniec Ząbkowicki Metamorphic Belt	strefa ścianania Niemczy Niemcza Shear Zone metamorfik niemczańsko- kamieniecki Niemcza-Kamieniec Metamorphic Belt	strefa Niemczy, strefa ścianania Niemczy Niemcza Zone, Niemcza Shear Zone metamorficzne pasmo fałdowe Kamieniec Ząbkowickiego, pasmo Kamieniec Ząbkowickiego, pasmo kamienieckie Kamieniec Ząbkowicki Metamorphic Belt, Kamieniec Belt

Tab. 1. Nazwy jednostek tektonicznych używanych przez różnych badaczy dla wybranych elementów strukturalnych z Sudetów i bloku przedsudeckiego (cd.)

Oberc (1972, 1977)	Cymerman (2010a)	Mazur i in. (2006)	Żelaźniewicz & Aleksandrowski (2008)	Mazur i in. (2010)	Żelaźniewicz i in. (2011)
struktura Wzgórz Strzeleńskich <i>Wzgórze Strzeleńskie structure</i>	<i>Strzelin Hills Complex</i>	<i>Strzelin Massif</i>	masyw gnejsowo-granitowy Strzelina, masyw strzeleński <i>Strzelin Gneiss-Granite Massif, Strzelin Massif</i>	masyw strzeleński <i>Strzelin Massif</i>	masyw Strzelina, masyw strzeleński <i>Strzelin massif</i>
struktura bardzka <i>Góry Bardzkie structure</i>	<i>Bardo Basin</i>	<i>Bardo Sedimentary Unit</i>	struktura bardzka <i>Bardo Structural Unit</i>	struktura bardzka <i>Bardo Structural Unit</i>	fałdowa struktura bardzka, struktura bardzka <i>Bardo Fold Structure</i>
metamorfik kłodzki północny i okolic Bożkowa (struktura kłodzka) <i>north Kłodzko and vicinity of Bożkow (Kłodzko structure) metamorphic complex</i>	<i>Kłodzko Complex</i>	<i>Kłodzko Metamorphic Unit</i>	metamorfik kłodzki, masyw kłodzki, kłodzki masyw metamorficzny <i>Kłodzko Massif, Kłodzko Metamorphic Massif</i>	metamorfik kłodzki <i>Kłodzko Metamorphic Massif</i>	kłodzki masyw metamorficzny, masyw kłodzki <i>Kłodzko Metamorphic Massif</i>
metamorfik Gór Bystrzyckich i Gór Orlickich <i>Góry Bystrzyckie and Góry Orlickie metamorphic massif</i>	<i>Nové Město Unit</i>	<i>Nové Město Belt</i>	pasmo fyllitowo-zieleńcowe Nového Města <i>Nové Město Slate-Greenstone Belt</i>	metamorfik Nového Města <i>Nové Město Metamorphic Belt</i>	pasmo fałdowe fyllitów i zieleńców Nového Města, pasmo Nového Města <i>Nové Město Slate-and-Greenstone Fold Belt, Nové Město Belt</i>
metamorfik śnieżnicki, Krowiarek, Gór Białskich i Gór Złotych <i>Śnieżnik, Krowiarek, Góry Białskie, Góry Złote metamorphic massif</i>	<i>Orlica-Śnieżnik Block</i>	<i>Orlica-Śnieżnik Massif</i>	kopuła orlicko-śnieżnicka <i>Orlica-Śnieżnik Dome</i>	masyw orlicki <i>Orlica Massif</i>	kopuła orlicko-śnieżnicka <i>Orlica-Śnieżnik Dome</i>
metamorfik Śnieżnika, Krowiarek, Gór Białskich i Gór Złotych <i>Śnieżnik, Krowiarek, Góry Białskie, Góry Złote metamorphic massif</i>	<i>Śnieżnik Complex</i>	<i>Śnieżnik Massif</i>		masyw Śnieżnika <i>Śnieżnik Massif</i>	
metamorfik Staré Město <i>Staré Město Unit</i>	<i>Staré Město Unit</i>	<i>Staré Město Belt</i>	pasmo Starého Města <i>Staré Město Belt</i>	pasmo Starého Města <i>Staré Město Belt</i>	pasmo fałdowe łupków i amfibolitów Starého Města <i>Staré Město Schist-and-Amphibolite Fold Belt</i>
jednostka Vrbna <i>Vrbno unit</i>	<i>Velke Vrbno Unit</i>		strefa morawsko-śląska <i>Moravo-Silesian Zone</i>		
jednostka Branny <i>Branna unit</i>	<i>Branna Unit</i>	<i>Keprník Nappe</i>	kopuła Desny <i>Desná Dome</i>	masyw Jeseníków <i>Jeseniky Massif</i>	kopuła Desny <i>Desná Dome</i>
kopuła Desny i kopuła Keprnika <i>Domes of Desná and Keprník</i>	<i>East-Sudetic Block</i>	<i>Keprník Dome</i>			
	<i>Desná Dome</i>	<i>Desná Dome</i>			
	<i>Zábřeh Unit (poza mapę)</i>	<i>Zábřeh Unit</i>	pasmo Zabřehu <i>Zabřeh Belt</i>	metamorfik zabrzęski <i>Zabřeh Metamorphic Belt</i>	pasmo fałdowe łupków i migmatytów Zabřehu, pasmo Zabřehu <i>Zabřeh Schist-and-Migmatite Fold Belt</i>

heterogenicznych stref ścinania w warunkach podatnych (np. Lister & Snoke, 1984; Hanmer & Passchier, 1991; Passchier & Trouw, 1996). Pospolicie przyjmuje się, że strefy ścinania to domeny o intensywnej koncentracji deformacji, w których doszło do wzajemnych przemieszczeń bez makroskopowo stwierdzonego przzerwania ciągłości ośrodka skalnego. Ogólnie strefa ścinania to planarna strefa względnie intensywnej deformacji, w której progresywna deformacja jest niekoaksjalna (Passchier & Trouw, 1996). Tak określone strefy ścinania to nie to samo, co definicja strefy ścinania podana przez Żelaźniewicza i in. (2011, str. 59) – „dowolnych rozmiarów, przeważnie podłużna domena skał różniąca się od otoczenia odmienną, z reguły większą deformacją.” Co więcej, ta ostatnie definicja obejmuje także inne terminy, takie jak strefa fałdowa czy strefa uskokowa. W jednym zbiorze znalazły się tu struktury tektoniczne powstałe w wyniku deformacji koaksjalnej (ścinania czystego) i niekoaksjalnej (ścinania prostego). W dodatku struktury te rozwijały się w odmiennych warunkach reologicznych (podatnych lub kruchych). Jak w takiej sytuacji można jednoznacznie wyznaczyć granice podatnych stref ścinania, czy to w skali makro- czy megaskopowej? Granice takie są szerokie, przejściowe, przeważnie silnie hetero-

genicznie odkształcone, obejmujące znaczne fragmenty litosfery.

Na mapie tektonicznej południowo-zachodniej Polski (Żelaźniewicz i in., 2011, Fig. 10) zaznaczono tylko jedną strefę ścinania, strefę Niemczy. Została ona scharakteryzowana jako „pasmo zmetamorfizowanej sukcesji osadowej [...], z fragmentami skał ofiolitu sudeckiego oraz strefowo zmylonityzowanych ciał gnejsów sowiogórskich” (Żelaźniewicz i in., 2011, str. 35). Strefa ścinania Niemczy nie jest jedyną jednostką tektoniczną w Sudetach, gdzie deformacja niekoaksjalna z dominującym udziałem ścinania prostego doprowadziła do rozwoju skał mylonitycznych (np. Cymerman, 1992, 1997, 2000). Takimi skałami mylonitycznymi są praktycznie wszystkie ortognejsy, a w znacznej części także paragnejsy i łupki łuszczycowe, zaznaczone na mapie tektonicznej Dolnego Śląska jako wydzielienia litologiczne (Żelaźniewicz i in., 2011, Fig. 10).

Czyż nie jest zasadne stawianie granic tektonicznych wzdłuż granic litologicznych na terenach kompleksów metamorficznych, szczególnie tych powstałych w warunkach facji amfibolitowej? Wnętrza regionalnych stref ścinania podatnego, obejmujące znaczne fragmenty skorupy ziemskiej, są także wewnętrznie heterogeniczne i składają

się z podrzędnych stref ścinania podatnego. Gdzie wyznaczyć granice takich stref cechujących się różnym stopniem wykształcenia skał mylonitycznych powstałych w wyniku deformacji rotacyjnych o różnej intensywności? Nakazywanie ścisłych rygorów terminologicznych przy definiowaniu jednostek tektonicznych wśród kompleksów metamorficznych jest praktycznie nierealne i niestosowane na świecie. Potwierdza to dobitnie mapa tektoniczna południowo-zachodniej Polski (Żelaźniewicz i in., 2011, Fig. 10), na której dla wydzielonych jednostek tektonicznych w kompleksach metamorficznych użyto różnych terminów, takich jak: pasmo, strefa, masyw, kopuła, a nawet zrzęb.

Reasumując – z rozważania na temat tektoniki megabloku sudeckiego wynika, że nie ma sensu nakazywać tworzenie regionalizacji tektonicznej Polski. *Nemo est mortalius, qui sapiat omnibus horis* (nie ma człowieka, który byłby o każdej godzinie mądry). Gdyby udało się definitywnie uporządkować wyróżnianie jednostek tektonicznych, to niepotrzebne byłoby kształcenie przyszłych pokoleń tektoników, w czym zasłużył się także prof. Żelaźniewicz, jako wieloletni wykładowca tektoniki na Uniwersytecie im. Adama Mickiewicza w Poznaniu.

MAPA TEKTONICZNA ZAMIAST REGIONALIZACJI TEKTONICZNEJ

Tektonika i geologia strukturalna są obarczone największą dozą subiektywizmu pośród nauk geologicznych. Dlatego wykonanie map tektonicznych, będących zwieńczeniem badań strukturalnych, jest zawsze w jakimś zakresie karkołomne, a efekt tych prac pozostaje kontrowersyjny. Znosko przyznaje, że „mapy tektoniczne, jako synteza ewolucji geologicznej, z natury rzeczy są najtrudniejsze w poprawnej konstrukcji” (Znosko, 2001, str. 298). Świadczy o tym chociażby merytoryczna dyskusja na temat mapy tektonicznej Polski umieszczonej na ścianach Muzeum Geologicznego Państwowego Instytutu Geologicznego w Warszawie (Kotański & Mizerski, 2000; Znosko, 2001). W rozważaniach nad istotą map tektonicznych Znosko (2001, str. 296) podaje definicję mapy tektonicznej jako „obraz etapów rozwojowych skorupy ziemskiej, czyli obraz jej ewolucji, która realizowała się w określonych warunkach, w określonym czasie i na określonym obszarze”. „Atlas tektoniczny Polski” (Znosko, 1998) był dla mnie inspiracją opracowania „Tectonic map of the Sudetes and the Fore-Sudetic Block 1 : 200 000” (Cymerman, 2010a). *Feci quod potui, faciant meliora potentes* (zrobiłem, co mogłem, ci, którzy mogą, niechaj zrobią lepiej).

Zamiast wysiłków na rzecz zaakceptowania unikatowej w skali światowej regionalizacji tektonicznej kraju proponuję przewodniczącemu KNG PAN skupienie się na opracowaniu i wydaniu nowego podręcznika geologii regionalnej Polski czy też przygotowaniu zaktualizowanych tomów „Budowy geologicznej Polski – Tektonika”. Nadal nie został dopracowany i wydany „Polski słownik tektoniczny”. Przez kilka lat słownik ten był publikowany w cyklu specjalistycznych artykułów na łamach PG (np. Grocholski, 1978; Mierzejewski & Wojciechowska, 1980; Oberc, 1981; Kotański, 1983; Oberc & Tokarski, 1983). Zachęcam także do rewizji, modyfikacji i ulepszeń przy opracowywaniu nowej mapy tektonicznej Polski 1 : 500 000, a także wykonywanych w przyszłości w innej skali map tektonicznych Polski i jej poszczególnych rejonów.

LITERATURA

- ALEKSANDROWSKI P., MAZUR S. & SZCZEPAŃSKI J. 2010 – Zarys budowy i ewolucji tektonicznej waryscyjskiej struktury Sudetów – odpowiedź. *Prz. Geol.*, 58: 1001–1009.
- BAC M. 1971 – Tektonika jednostki Bobrowca w Tatrach Zachodnich. *Acta Geol. Pol.*, 21: 279–317.
- BAC-MOSZASZWILI M. 1993 – Struktura zachodniego zakończenia masywu tatrzańskiego. *Ann. Soc. Geol. Pol.*, 63: 167–193.
- BAC-MOSZASZWILI M., BURCHART J., GŁĄZEK J., IWANOW A., JAROSZEWSKI W., KOTAŃSKI Z., LEFELD J., MASTELLA L., OZIMKOWSKI W., RONIEWICZ P., SKUPIŃSKI A. & WESTFALEWICZ-MOGLISKA E. 1979 – Mapa geologiczna Tatr Polskich 1 : 30 000. *Wyd. Geol.*, Warszawa.
- BAC-MOSZASZWILI M., GAMKRELIDZE I.P., JAROSZEWSKI W., SCHROEDER E., STOJANOV S.S. & TZANKOV T.V. 1981 – Thrust zone of the Križna Nappe at Stoły in Tatra Mts (Poland). *Stud. Geol.*, Pol., 68: 61–73.
- BOGDANOVA S.V. 2005 – The East European Craton: some aspects of the Proterozoic evolution in its south-west. *Min. Soc. Pol. Spec. Pap.*, 26: 18–24.
- BOGDANOVA S.V., GORBATSCHEV R. & GARETSKY R.G. 2005 – The East European Craton. [W:] Selley R.C. i in. (red.) *Encyclopedia of geology*. Elsevier, Amsterdam: 34–49.
- BULĄ Z., ŻABA J. & HABRYN R. 2008 – Regionalizacja tektoniczna Polski – Polska południowa (blok górnośląski i blok małopolski). *Prz. Geol.*, 56: 912–920.
- BURCHART J. 1970 – Skały krystaliczne Wyspy Goryczkowej w Tatrach. *Stud. Geol. Pol.*, 32: 1–183.
- CYMERMAN Z. 1989 – Charakterystyka i znaczenie lineacji ekstensyjnej. *Prz. Geol.*, 37: 488–494.
- CYMERMAN Z. 1992 – Rotational ductile deformations in the Śnieżnik metamorphic complex (Sudetes). *Kwart. Geol.*, 36: 393–420.
- CYMERMAN Z. 1997 – Structure, kinematics and evolution of the Orlica-Śnieżnik Dome, Sudetes. *Pr. Państw. Inst. Geol.*, 156: 5–120.
- CYMERMAN Z. 1998 – Spory o podział geologiczny Sudetów. *Prz. Geol.*, 46: 530–536.
- CYMERMAN Z. 2000 – Palaeozoic orogeneses in the Sudetes: a geodynamic model. *Geol. Quart.*, 44: 59–80.
- CYMERMAN Z. 2004 – Prekambr platformy wschodnioeuropejskiej na obszarze Polski: tektonika i rozwój skorupy. *Pr. Państw. Inst. Geol.*, 180: 1–129.
- CYMERMAN Z. 2006 – Interpretacja geologiczna wyników głębokich sondowań sejsmicznych eksperymentu POLONAISE '97 dla polskiej części kratonu wschodnioeuropejskiego. *Pr. Państw. Inst. Geol.*, 188: 167–202.
- CYMERMAN Z. 2010a – Tectonic map of the Sudetes and the Fore-Sudetic Block 1 : 200 000, 2nd edition, modified. *Państw. Inst. Geol.*, Warszawa.
- CYMERMAN Z. 2010b – Zarys budowy i ewolucji tektonicznej waryscyjskiej struktury Sudetów – polemika. *Prz. Geol.*, 58: 998–1001.
- DADLEZ R. 1995 – Tectonic sketch map. Plate III. [W:] Mojski E.J. (red.) *Geological atlas the Southern Baltic 1 : 500 000*. *Pol. Geol. Inst.*, Sopot-Warszawa.
- DADLEZ R. & JAROSZEWSKI W. 1994 – Tektonika. *Wyd. Nauk. PWN*, Warszawa, s. 743.
- DAVIS G.H., REYNOLDS S.J. & KLUTH C.F. 2012 – *Structural geology of rocks and regions*, 3rd edition. Wiley, New York, s. 837.
- GAWĘDA A. 2001 – Alaskity Tatr Zachodnich: zapis wczesnowaryscyjskiej kolizji w prakontynencie Karpat. *Wyd. Uniw. Śl.*, Katowice, s. 142.
- GAWĘDA A. & BURDA J. 2004 – Ewolucja metamorfizmu i deformacji w kompleksie krystalicznym Tatr Zachodnich. *Geologia* (Katowice), 16: 153–185.
- GROCHOLSKI W. 1978 – Tektonika, jej działy i pojęcia wprowadzające. *Prz. Geol.*, 26: 656–659.
- GUZIK K. & KOTAŃSKI Z. 1963 – Tektonika regli zakopiańskich. *Acta Geol. Pol.*, 13: 387–412.
- HANMER S. & PASSCHIER C.W. 1991 – Shear-sense indicators: a review. *Geol. Surv. Canada Pap.*, 90: 1–72.
- JAROSZEWSKI W. 1963 – Tektonika serii wierzchowej w górnych piętrach Doliny Kościeliskiej w Tatrach. *Acta Geol. Pol.*, 13: 43–58.
- JAROSZEWSKI W. 1965 – Budowa geologiczna górnej części Doliny Kościeliskiej w Tatrach. *Acta Geol. Pol.*, 15: 429–490.
- JAROSZEWSKI W., MARKS L. & RADOMSKI A. 1985 – Słownik geologii dynamicznej. *Wyd. Geol.*, Warszawa, s. 310.
- JUREWICZ E. 2002 – Geometric analysis of steep-dipping dislocations within the granitoid core in the Polish part of the Tatra Mts. *Ann. Soc. Geol. Pol.*, 72: 89–98.

- JUREWICZ E. 2003 – Multistage evolution of the shear zone at the base of the Giewont Unit, Tatra Mountains (Poland). *Geol. Carpath.*, 54: 337–351.
- JUREWICZ E. 2005 – Geodynamic evolution of the Tatra Mts. and the Pieniny Klippen Belt (Western Carpathians): problems and comments. *Acta Geol. Pol.*, 55: 295–338.
- JUREWICZ E. 2012 – Procesy nasunięć płaszczowinowych w Tatrach. *Prz. Geol.*, 60: 432–441.
- JUSKOWIAK O. 1967 – Podłoże krystaliczne wschodniej części obniżenia nadbałtyckiego. *Kwart. Geol.*, 11: 907–908.
- KARNKOWSKI P.H. 2008 – Regionalizacja tektoniczna Polski – Niz Polski. *Prz. Geol.*, 56: 895–903.
- KILICK A. 2003 – Fault rock classification: an aid to structural interpretation in mine and exploration geology. *South Afr. J. Geol.*, 106: 395–402.
- KONON A. 2008 – Regionalizacja tektoniczna Polski – Góry Świętokrzyskie i regiony przyległe. *Prz. Geol.*, 56: 921–926.
- KOTAŃSKI Z. 1961 – Tektogeneza i rekonstrukcja paleogeografii pasma wierzchołowego w Tatrach. *Acta Geol. Pol.*, 11: 187–412.
- KOTAŃSKI Z. (red.) 1977 – Atlas geologiczny Polski. Mapy geologiczne ścięcia poziomego 1 : 750 000. *Wyd. Geol.*, Warszawa.
- KOTAŃSKI Z. 1983 – Słownik tektoniczny cz. XII – platformy i ich elementy strukturalne. *Prz. Geol.*, 31: 185–189.
- KOTAŃSKI Z. & MIZERSKI W. 2000 – Ścienna mapa tektoniczna i inne ściennie mapy geologiczne Polski w Muzeum Geologicznym Państwowego Instytutu Geologicznego. *Prz. Geol.*, 48: 62–65.
- KRZEMIŃSKA E. 2010 – Geochemiczna i izotopowa rekonstrukcja środowiska geotektonicznego domeny mazowieckiej w podłożu prekambryjskim północno-wschodniej Polski. *Pr. Państw. Inst. Geol.*, 195: 5–56.
- KUBICKI S. & RYKA W. (red.) 1982 – Atlas geologiczny podłoża krystalicznego polskiej części platformy wschodnioeuropejskiej. *Wyd. Geol.*, Warszawa, s. 24.
- KUBICKI S., RYKA W. & ZNOSKO J. 1973 – Tektonika podłoża krystalicznego prekambryjskiej platformy w Polsce. *Kwart. Geol.*, 16: 523–545.
- LEFELD J. 1997 – Tektogeneza Tatr. Cykl alpejski. [W:] Lefeld J. & Gaździcki A. (red.) *Przewodnik 68. Zjazdu Polskiego Towarzystwa Geologicznego, Zakopane, 2–4 października 1997 r.* *Pol. Tow. Geol.*, Warszawa: 16–21.
- LISTER G.S. & SNOKE A.W. 1984 – S-C mylonites. *J. Struct. Geol.*, 6: 617–638.
- MAZUR S., ALEKSANDROWSKI P., KRYZA R. & OBERC-DZIEDZIC T. 2006 – The Variscan Orogen in Poland. *Geol. Quart.*, 50: 89–118.
- MAZUR S., ALEKSANDROWSKI P. & SZCZEPAŃSKI J. 2010 – Zarys budowy i ewolucji tektonicznej wartyjskiej struktury Sudetów. *Prz. Geol.*, 58: 133–145.
- MIERZEJEWSKI M.P. & WOJCIECHOWSKA I. 1980 – Słownik tektoniczny – tektonika plutonów, cz. II. *Prz. Geol.*, 28: 120–122.
- NARKIEWICZ M. & DADLEZ R. 2008 – Geologiczna regionalizacja Polski – zasady ogólne i schemat podziału w planie podkenozoicznym i podpermskim. *Prz. Geol.*, 56: 391–397.
- OBERC J. 1972 – Budowa geologiczna Polski, t. 4, Tektonika, cz. 2, Sudety i obszary przyległe. *Wyd. Geol.*, Warszawa, s. 307.
- OBERC J. 1977 – Pre-Assyntian and Assyntian (Baikalian) Elements in South-Western Poland. [W:] *Geology of Poland, vol. IV, Tectonics.* *Wyd. Geol.*, Warszawa: 99–173.
- OBERC J. 1981 – Słownik tektoniczny cz. VI – geosynkliny, tektogen, orogen, magmatyzm w tektogenezie, tektonika grawitacyjna, inne. *Prz. Geol.*, 29: 583–587.
- OBERC J. & TOKARSKI A. 1983 – Słownik tektoniczny cz. XI – orogen – tektonika geometryczna. *Prz. Geol.*, 31: 115–116.
- OSZCZYPKO N., ŚLĄCZKA A. & ŻYTKO K. 2008 – Regionalizacja tektoniczna Polski – Karpaty zewnętrzne i zapadlisko przedkarpackie. *Prz. Geol.*, 56: 927–935.
- PASSCHIER C.W. & TROUW R.A.J. 1996 – *Microtectonics.* Springer, Berlin, s. 289.
- PIOTROWSKA K. 2009 – Wykaz jednostek strukturalnych Tatr. [W:] Uchman A. & Chowaniec J. (red.) 79. Zjazd Naukowy Polskiego Towarzystwa Geologicznego, Bukowina Tatrzańska, 27–30 września 2009 r. *Materiały konferencyjne. Państw. Inst. Geol.*, Warszawa: 27–28.
- PIOTROWSKI J. 1978 – Charakterystyka mezostrukturalna głównych jednostek tektonicznych Tatr w przekroju Doliny Kościeliskiej. *Stud. Geol. Pol.*, 55: 5–90.
- PRICE N.J. & COSGROVE J.W. 1990 – *Analysis of geological structures.* Cambridge Univ. Press, Cambridge, s. 502.
- RYKA W. 1964 – O budowie i stratygrafii krystaliniku północno-wschodniej Polski. *Kwart. Geol.*, 8: 42–57.
- RYKA W. 1973 – Struktury metamorficzne. [W:] Łaszkiwicz A. (red.) *Skały platformy prekambryjskiej w Polsce, cz. 1, Podłoże krystaliczne.* *Pr. Inst. Geol.*, 68: 19–59.
- RYKA W. 1979 – On the origin of anorthosites and associated iron ores of the Suwałki Massif (North-Eastern Poland). *Biul. Inst. Geol.*, 318: 11–24.
- RYKA W. 1982 – Prekambryjska ewolucja platformy wschodnioeuropejskiej w Polsce. *Kwart. Geol.*, 26: 257–272.
- RYKA W. 1984 – Precambrian evolution of the East-European Platform in Poland. *Biul. Inst. Geol.*, 347: 17–28.
- RYKA W. 1993 – Crystalline basement of the Polish part of the Baltic Sea. *Kwart. Geol.*, 37: 329–344.
- RYKA W. 1995 – Crystalline basement. [W:] Mojski E.J. (red.) *Geological atlas the Southern Baltic 1 : 500 000.* *Pol. Geol. Inst.*, Sopot–Warszawa: 8–9.
- RYKA W. & DADLEZ R. 1995 – Crystalline basement. Plate IV. [W:] Mojski E.J. (red.) *Geological atlas the Southern Baltic 1 : 500 000.* *Pol. Geol. Inst.*, Sopot–Warszawa.
- SIBSON R.H. 1977 – Fault rocks and fault mechanisms. *J. Geol. Soc. Lond.*, 133: 191–213.
- SKRIDLAITE G. & MOTUZA G. 2001 – Precambrian domains in Lithuania: evidence of terrane tectonics. *Tectonophysics*, 339: 113–133.
- SKUPIŃSKI A. 1975 – Petrogeneza i struktura trzonu krystalicznego między Ornakiem a Rohaczami. *Stud. Geol. Pol.*, 49: 4–98.
- SOKOŁOWSKI S. 1959 – Zarys geologii Tatr. *Biul. Inst. Geol.*, 149: 19–98.
- SUPPE J. 1985 – *Principles of structural geology.* Prentice Hall, New Jersey, s. 537.
- TISS R.J. & MOORES E.M. 2007 – *Structural geology, 2nd edition.* W.H. Freeman, New York, s. 736.
- WISZNIEWSKA J., KUSIAK M.A., KRZEMIŃSKA E., DÖRR W. & SUZUKI K. 2007 – Mesoproterozoic AMCG granitoids in the Mazury Complex, NE Poland – a geochronological update. *AM Monogr.*, 1: 31–39.
- WYBRANIEC S. 1999 – Transformations and visualization of potential field data. *Pol. Geol. Inst. Spec. Pap.*, 1: 1–28.
- ZNOSKO J. 1972 – Jednostki tektoniczne Polski na tle tektoniki Europy. *Biul. Inst. Geol.*, 252: 69–82.
- ZNOSKO J. 1978 – Tektonika 1 : 3 000 000. Mapa 13. [W:] *Narodowy Atlas Polski. Zakł. Nar. Ossolińskich, Wyd. PAN, Warszawa–Wrocław.*
- ZNOSKO J. 1995 – 21.3. Tektonika 1 : 1 500 000. [W:] *Atlas Rzeczypospolitej Polskiej. Główn. Geod. Kraju, Inst. Geogr. Przestrz. Zagosp. PAN, Pol. Przeds. Wyd. Kart., Warszawa.*
- ZNOSKO J. (red.) 1998 – Mapa tektoniczna Polski 1 : 500 000. [W:] *Atlas tektoniczny Polski. Państw. Inst. Geol.*, Warszawa.
- ZNOSKO J. 2001 – Rozważania nad istotą map tektonicznych. *Prz. Geol.*, 49: 296–298.
- ŻELAŻNIEWICZ A. 1984 – Synmetamorphic penetrative mylonitization in orthogneisses of the Bystrzyca Mts, Sudetes. *Acta Geol. Pol.*, 34: 111–131.
- ŻELAŻNIEWICZ A. 1988 – Orthogneisses due to irrotational extension, a case from the Sudetes, Bohemian Massif. *Geol. Rundsch.*, 77: 671–682.
- ŻELAŻNIEWICZ A. 1989 – O konieczności uporządkowania nomenklatury i opracowania schematu stratygraficznego skał metamorficznych kopuły orlicko-śnieżnickiej w Sudetach. *Acta Univ. Wratisl.*, 1113, *Pr. Geol.-Min.*, 17: 99–105.
- ŻELAŻNIEWICZ A. 1997 – The Sudetes as a Palaeozoic orogen in central Europe. *Geol. Mag.*, 134: 691–702.
- ŻELAŻNIEWICZ A. 2008 – Regionalizacja tektoniczna Polski – stan obecny i próba uporządkowania. *Prz. Geol.*, 56: 887–894.
- ŻELAŻNIEWICZ A. & ALEKSANDROWSKI P. 2008 – Regionalizacja tektoniczna Polski – Polska południowo-zachodnia. *Prz. Geol.*, 56: 904–911.
- ŻELAŻNIEWICZ A., ALEKSANDROWSKI P., BUŁA Z., KARNKOWSKI P.H., KONON A., OSZCZYPKO N., ŚLĄCZKA A., ŻABA J. & ŻYTKO K. 2011 – Regionalizacja tektoniczna Polski. *Kom. Nauk Geol. PAN, Wrocław, s. 60.*