

## **Budowa geologiczna jednostki łysogórskiej (Góry Świętokrzyskie) na podstawie zdjęć radarowych — odpowiedź**

**Leonard Mastella\*, Włodzimierz Mizerski\*\***

Główną tezą naszej pracy (Mastella & Mizerski, 2002) było to, że Pasma Główne będące, z powodu występowania kompleksu kwarcytów łysogórskich, sztywnym blokiem, uległo podziałowi na różnej wielkości segmenty o soczewkowatym, charakterystycznym dla łusek kształcie.

---

\*Wydział Geologii, Uniwersytet Warszawski, ul. Żwirki i Wigury 93, 02-089 Warszawa

\*\*Państwowy Instytut Geologiczny, ul. Rakowiecka 4, 00-975 Warszawa; Katedra Geologii, Uniwersytet Łódzki, ul. ródłowa 47, 91-735 Łódź

Łuski te powstały w wyniku działania transpresyjnej, prawoskrętnej składowej przesuwczej wzdłuż dyslokacji ograniczających pas wychodni kambru od S i N.

Warto zwrócić uwagę, że głoszone wcześniej tezy np. o przesuwczym charakterze dyslokacji świętokrzyskiej były często, w dawniejszych pracach, wysuwane tylko na podstawie analizy sytuacji regionalnej. Nie świadczy to oczywiście źle o dawnych geologach (byli pionierami i nie mieli ani takich metod, ani takiej ilości faktów jak współcześni geolodzy), a raczej często o ich bardzo dobrej intuicji badawczej. Z drugiej jednak strony możliwa ilość hipotez

dotyczących charakteru tej dyslokacji jest wyczerpywalna; znacznie mniejsza od liczby geologów nią się zajmujących. Stąd zawsze można komuś przyznać pierwszeństwo jakiegoś poglądu nawet jeżeli był on jedynie jego przypuszczeniem. My takich, przypisywanych nam przez Świdrowską (2003), pretensji do pierwszeństwa czy też *cech odkrywczych i wiodących* (?) (Świdrowska, 2003) prezentowanych też nigdzie w artykule sobie nie rościmy. Zajęliśmy się tylko fotointerpretacją zdjęć radarowych połączoną z analizą szczegółowych map geologicznych (Dowgiałło, 1972; Filonowicz, 1962, 1963, 1971; Walczowski, 1964) i opisaniem tego co z tej fotointerpretacji wynika (ryc. 1, 3 — Mastella & Mizerski, 2002). Zastrzeżliśmy jednak wyraźnie, że ze względu na ograniczenia metody, tezy artykułu wymagają weryfikacji badaniami terenowymi.

Czytelnicy naszego artykułu (Mastella & Mizerski, 2002) dostrzegli z pewnością, że dotyczy on obszaru, któremu drugi z Autorów poświęcił 30 lat pracy. Niezależnie od oceny tej pracy jest faktem, że w tym czasie opublikował wiele prac, w których przedstawiał swoje poglądy, zgodnie z którymi dyslokację świętokrzyską uważał za dyslokację o charakterze uskoku, wzdłuż którego następowały ruchy pionowe. Negował on natomiast ruchy nasuwce wzdłuż tego uskoku. W swoich pracach, cytując obficie poglądy innych Autorów, wyrażał również pogląd, że uskoki poprzeczne są uskoki zrzutowymi, a nie uskoki przesuwczymi, jak się powszechnie uważało. Artykuł należało zatem traktować jako dyskusję z dotychczasowymi poglądami drugiego z Autorów. Takie było jego zamierzenie.

Celem artykułu nie było przedstawianie poglądów, które zostały zaprezentowane we wcześniejszych pracach, lecz przedstawienie nowego poglądu o budowie geologicznej Łysogór w oparciu o analizę obrazów radarowych, która do tej pory nie była brana pod uwagę przy interpretacji budowy geologicznej obszaru świętokrzyskiego. Było to ważne o tyle, że z wcześniejszej analizy strukturalnej wniosków takich nie można było wyprowadzić.

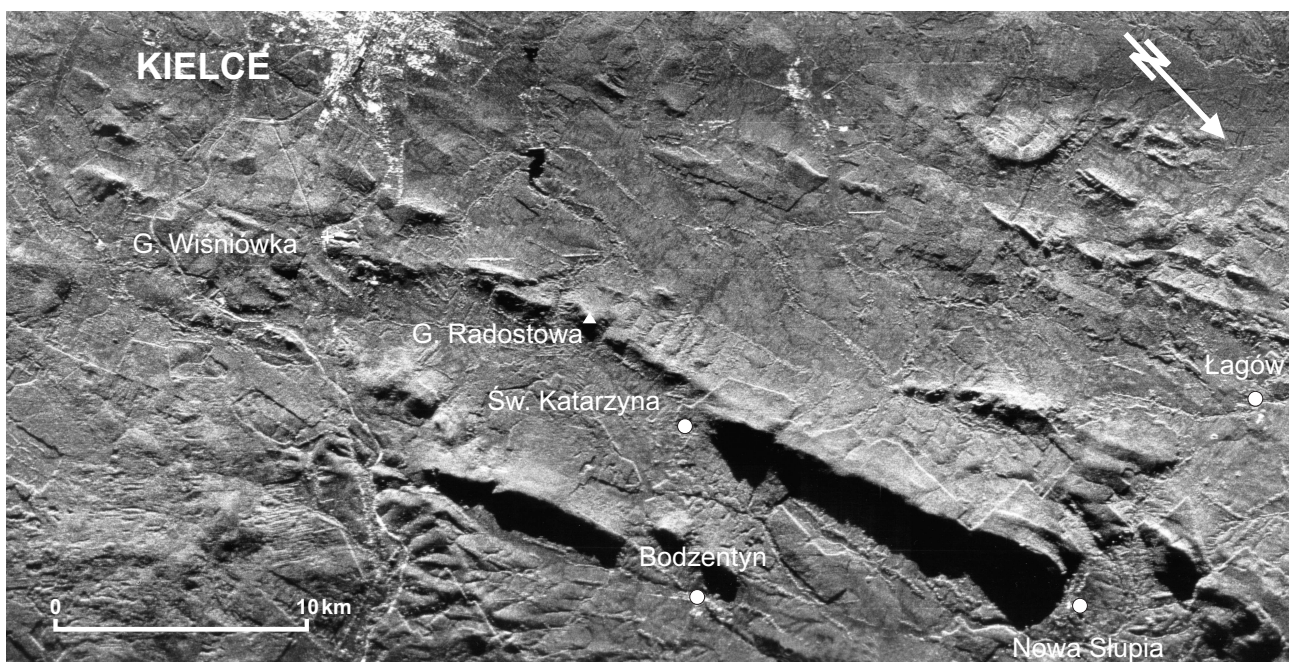
## Przyjęta krytyka

Uzyskany obraz był na tyle odmienny od dotychczasowego (Czarnecki, 1938, 1957; Kowalczewski, 1981; Mizerski, 1979; 1991), że liczyliśmy się z krytycznymi uwagami. Oczywiście, że artykuł nasz powinien być napisany tak, aby nawet dla wyjątkowo krytycznie nastawionego czytelnika (Świdrowska, 2003) był jasny.

Dlatego nie powinny w naszym artykule (Mastella & Mizerski, 2002) znaleźć się wytknięte nam błędy stylistyczne (np. brak rozbicia na dwa zdania kwestii o stromym upadzie dyslokacji świętokrzyskiej i jej głębokich założach — str. 769), skróty myślowe (przy opisie prawdopodobieństwa przesuwczności uskoków — str. 771), niewłaściwe użycie czasów (str. 769), powtórzenia (opis kompleksu III — str. 768), niezgodne z rycinami (na ryc. 3, 6 NE–SW) skierowanie uskoków w tekście (NNW–SSE str. 771). Ponadto zdanie ze str. 771 powinno być sformułowane: *Jak wynika z przemieszczenia niektórych fragmentów granic litostratygraficznych są to prawdopodobnie uskoki przesuwcze prawoskrętne*. Podobnie nieco dalej na tej samej stronie powinno być: *według nomenklatury, którą stosuje Jaroszewski ...*. Nie powtórzyliśmy również na końcu akapitu na str. 771 cytatu pracy Filonowicza (1968), w której to pracy znajduje się historia badań nad uskokiem łysogórskim, co sprowokowało Świdrowską (2003) do sugerowania, że przypisaliśmy sobie interpretację tego uskoku.

Po wydrukowaniu sami dostrzegliśmy niefortunność ustawienie zdjęcia (ryc. 1 — Mastella & Mizerski, 2002). Powinno być ustawione kierunkiem północy w przeciwną stronę (ryc. 1) tak by „oświetlenie” było od góry (Ostaficzuk, 1978). Dostrzegliśmy również błąd w cytowaniu tytułu pracy Mastella & Konon (2002), który prawidłowo brzmi tak jak w niniejszym artykule.

Na tym jednak kończy się nasza zgodność poglądów ze Świdrowską (2003) na nasz artykuł (Mastella & Mizerski, 2002), a także na metody krytyki jego treści.



Ryc. 1. Zdjęcie radarowe zachodniej części obszaru badań

## Dyskusja i wyjaśnienia

Wyjaśniamy po kolei dlaczego nie zgadzamy się z dalszymi stawianymi nam zrzutami:

1) Brak szkicu interpretacyjnego. Szkiców takich nie zamieszcza się (por. Doktor & Graniczny, 1982; Vergely & Zadeh Kabir, 1988; Chorowicz i in., 1999) gdyż mają one charakter roboczy. My zamieściliśmy przykładowe zdjęcie i jego interpretację (ryc. 1, 3 — Mastella & Mizerski, 2002), tak aby czytelnik mógł sam ocenić efekt interpretacji.

Autorka dzieli przy tym arbitralnie czytelników tylko na dwie kategorie: o „niewprawnym oku” i stwierdzających, że „brak dowodów na istnienie takich dyslokacji”. Autorka nie dopuszcza istnienia kategorii czytelników, która nawet niezbyt wprawnym okiem wyinterpretowane nieciągłości jednak dostrzeże.

2) Problem luster tektonicznych. Świdrowska (2003) dwukrotnie używa ich dla podważenia tez naszego artykułu:

Po raz pierwszy (str. 125) w celu zaprzeczenia istnienia prawoskrętnej składowej przesuwczej. Podaje, że zarówno jej pomiary (Świdrowska, 1980), jak i dokumentacja licznych zespołów luster tektonicznych o subbrównoleżnikowych kierunkach i horyzontalnych rysach u Lamarche i in. (1999), wskazują wyłącznie na lewoskrętny zwrot przemieszczenia. Jest to mało prawdopodobne, gdyż od dawna wiadomo (np. Moody & Hill, 1956), że w przesuwczej sieci uskokuwej uskoki różnego rzędu często mają ten sam, w przybliżeniu, kierunek a różny zwrot przesuwu. Autorzy (Lamarche i in., 1999), nie podali przy tym czy wszystkie lustra są związane z uskokami tego samego rzędu. Dokonali oni (Lamarche i in., 1999) znacznego uproszczenia nie podając jakiej genezy są pomierzone zlustrowane powierzchnie. Czy powstały one wyłącznie w wyniku prostego ścinania — para sił w płaszczyźnie pionowej? Czy może część z nich jest efektem czystego ścinania (np. fig. 5 — Lamarche i in., 1999) lub jest związana z powierzchniami spękań ciosowych (?) i może nie mieć nic wspólnego z regionalną tektoniką przesuwcą. W wyżej cytowanych pracach (Świdrowska, 1980; Lamarche i in., 1999) również trudno znaleźć odpowiedzi na powyższe pytania. Wrzucenie wszystkich pomiarów bez segregacji do jednego komputerowego worka, jest błędem. Szukaliśmy również przykładów „dokumentacji licznych luster” (Świdrowska, 2003) w pracy Lamarche i in. (1999). Otóż w dużym kamieniołomie w Ostrówce, z licznymi lustrami o subbrównoleżnikowych biegach i z horyzontalnymi rysami nie podano żadnego pomiaru takich luster! W również dużych kamieniołomach na Wiśniówce wykonano 7 (słownie siedem) pomiarów uskokuw przesuwczych. Na pewno nie jest to próbka reprezentatywna dla tych kamieniołomów. Na dodatek nawet nie podano, o jakim azymucie i jakim zwrocie są te uskoki? W tej sytuacji, aby być naukowo poprawnym, należy uznać wnioski wynikające z tej pracy za godne zaufania inaczej. A na marginesie: czy Świdrowska (2003) nie zauważyła, że już Mizerski (1979) stwierdza istnienie subbrównoleżnikowych uskokuw przesuwczych w Łysogórach?

Po raz drugi (Świdrowska, 2003) używa luster tektonicznych (str. 126) w celu zakwestionowania istnienia uskoku wzdłuż północnej granicy Pasma Głównego tłumacząc nam prawdy oczywiste, że *obecność luster nie jest wystarczającym dowodem na istnienie uskoku*. Autorka (2003) nie zwróciła uwagi (ryc. 4A — Mastella & Mizerski, 2002), że głównym argumentem przemawiającym za naszą interpretacją zdjęcia radarowego jest

przede wszystkim obraz na bardzo dobrej mapie Filonowicza (1962) i w objaśnieniach do niej (Filonowicz, 1969). Występowanie, notowanych przez Tomczyka (1974), luster było dla nas jedynie dodatkowym argumentem. Ponieważ lustra tektoniczne nie są w trzonie paleozoicznym strukturą penetratywną, a gromadzą się głównie przy uskokach, dane z pracy Tomczyka (1974) jako dodatkowy argument nie są do pogardzenia. W tej sytuacji dalszy wywód Świdrowskiej (2003), nie ma zastosowania przy krytykowaniu naszej pracy.

3) Problem prawoskrętności dyslokacji świętokrzyskiej i dyslokacji ograniczającej pasmo wychodni kambru od północy. Taki regionalny zwrot ruchu przesuwczego jest zaznaczony zarówno tuż na północ od Pasma Głównego (Jaroszewski, 1972 — ryc. 46), jak i na południe od niego (Mastella & Konon, 2002). Również badania paleomagnetyczne wskazują na prawoskrętne przemieszczenie strefy kieleckiej (Lewandowski, 1993). Tak więc nasza teza, wynikająca z interpretacji zdjęcia radarowego, o prawoskrętnym zwrocie wzdłuż wymienionych dyslokacji jest spójna z regionalnym obrazem wynikającym ze szczegółowych badań terenowych (Jaroszewski, 1972; Mastella & Konon, 2002) i danych paleomagnetycznych (Lewandowski, 1993).

4) W tej części Świdrowska (2003, str. 126) cytuje nas: *zmiany miąższości wydzielonych kompleksów mogą być spowodowane zmianami facjalnymi ... nie kontynuując istotnego dalszego ciągu cytatu: lub też wynikiem ścinania przez dyslokację świętokrzyską*. (str. 768 — Mastella & Mizerski, 2002). Po takim uzupełnieniu traci w znacznym stopniu sens dalsza dyskusja z Autorką polemiki.

Pozostaje jedynie fakt nie zaznaczenia przez nas zmian facjalnych w obrębie kompleksów na profilu litostratygraficznym (ryc. 2 — Mastella & Mizerski, 2002). Ze względu na możliwość jedynie szacunkowego określenia wielkości upadu warstw byłoby to bardzo ryzykowne.

5) Autorka krytykując wyróżnienie spękań pierzastych (Świdrowska, 2003 — str. 126), odwołuje się do ideowego schematu układu spękań w strefie ścinania (Dadlez & Jaroszewski, 1994). Niestety przyroda nie jest schematyczna, zwłaszcza w takim przypadku, jak opisywana duża strefa uskokuwa, której obecny kształt jest efektem wieloetapowego rozwoju. Część uskokuw opierających mogła się rozwinąć tylko w jednym skrzydle uskoku. Część uskokuw tych mogła przeciąć główny uskokuw w trakcie jego ponownego przesuwczego odmładzania lub być sama odmładzana w wyniku wypiętrzania bądź regionalnej kompresji jako efekt czystego ścinania. Możliwości jest wiele, a zakres stosowanej przez nas metody ograniczony. Na tyle jednak opisane uskoki występują seryjnie i z regularnością relacji kątowych między opisywanymi uskokami, a uskokami wyższego rzędu, którym towarzyszą (ryc. 1, 3 — Mastella & Mizerski, 2002), że część z nich można próbować interpretować jako uskoki pierwotnie pierzaste.

6) Osobnego komentarza wymaga krótki wykład Autorki dla *nieobeznanych z geologią strukturalną* (str. 125). Po pierwsze w wyniku działania horyzontalnej kompresji wcześniej istniejąca powierzchnia może być odmłodzona nie tylko jako uskokuw przesuwczy, ale również jako odwrócony przesuwczo-zrutowy. Zależy to bowiem nie tylko od biegu tej powierzchni, ale również od jej upadu. Dalsze rozważania Autorki w tym miejscu, już w odniesieniu do dyslokacji świętokrzyskiej są również uproszczone. Wydaje się bardzo prawdopodobne, że również i tu *jednocześnie z ruchem przesuwcym zachodziła*



*kompresja* (Jaroszewski, 1972 — str. 159) oraz, że podobnie jak w północnym obrzeżeniu mezozoicznym (wszak nieodległym) *deformacja przesuwczą ... prawdopodobnie nie była prosta lecz uzupełniona przez jednoczesną kompresję prostopadłą do płaszczyzny ruchu przesuwczego* (Jaroszewski, 1972 — str. 160). Czyli prawdopodobnie na działanie pary sił nakładała się kompresja horyzontalna. Stwarzało to warunki transpresyjne. W tej sytuacji czy efektem był ruch lewo-, czy prawoskrętny zależało nie tyle od kąta jaki regionalna kompresja horyzontalna tworzyła ze strefą dyslokacji świętokrzyskiej, ale od zwrotu wektora składowej ścięciowej będącego sumą wektorów składowych ścięciowych: jednej wynikającego z działania pary sił i drugiej — z regionalnej kompresji horyzontalnej.

Dodatkowym efektem transpresyjnych warunków było stromsze niż 15° ustawienie uskoku niższego rzędu typu niskokątowych ścięć riedlowskich w stosunku do uskoku nadrzędnego. Również efektem tego było powstanie obsekwentnych uskoku np. w rejonie Radostowej (ryc. 4 — Mastella & Mizerski, 2002). Mechanizm powstawania takich spēkań w przypadku działania pary sił w płaszczyźnie pionowej przedyskutował Jaroszewski (1972), a przy jednoczesnym obciążeniu nadkładem opisał Mastella (1988)

7) Termin *łuska*. Przyjęta przez Świdrowską (2003) za Jaroszewskim i in. (1985) geometryczno-genetyczna definicja łuski daje się łatwo zdyskredytować dwoma pytaniami (*reductio ad absurdum*): 1 — Czy jeżeli nie da się stwierdzić związku między strukturą o geometrii łuski a fałdem, z którego ewentualnie powstała, to struktura ta przestaje być łuską? 2 — Dlaczego struktury o geometrii łusek powstała w wyniku działania pary sił w płaszczyźnie pionowej są łuskami a identyczne struktury powstałe w wyniku działania pary sił w płaszczyźnie poziomej (np. z fałdu o osi pionowej) na tą nazwę nie zasługują?

Od takiej definicji Jaroszewski częściowo odszedł już dawno (Jaroszewski, 1972 — str. 157), a całkowicie przy opisywaniu dupleksów (Dadlez & Jaroszewski, 1994) i pisząc o szeregach łuskowatych bloków w strefach uskoku przesuwczych (Dadlez & Jaroszewski, 1994 — str. 154). Tak więc łuska powinna być przede wszystkim definiowana opisem geometrii struktury, podobnie jak np. fałd czy budina.

8. Świdrowską (2003) nie ma racji, że powinniśmy pisać o pasie wychodni kambru, a nie o jednostce łysogórskiej. Jednostka łysogórska jest zbudowana z utworów kambru.

### Uwaga końcowa

Gdyby przyjąć wszystkie uwagi Autorki, zwłaszcza dotyczące cytowań, to nasz artykuł musiałby przyjąć formę monografii Pasma Głównego. Tego na podstawie kilku zdjęć radarowych, nawet uzupełniając dobrymi mapami, zrobić nie można. Można jedynie opisać, z licznymi zastrzeżeniami, jak wygląda jego budowa geologiczna na podstawie zdjęć radarowych. Świdrowska (2003) przy końcu polemiki pyta czy interpretacja zdjęć radarowych jako nowa metoda ma przewagę nad badaniami terenowymi? Każda z tych metod ma swoje zalety i wady. Stąd powinny się wzajemnie uzupełniać!

### Literatura

- CHOROWICZ J., MERING C., RAYMOND D., SZCZUCKI R. & FRANÇOIS R. 1999 — Lithofacies change revealed by SAR ERS imagery in the Przemysl sigmoid, Carpathians: implication of a NE-striking paleofault on the North Tethyan passive margin. *Tectonophysics*, 304: 187–200.
- CZARNOCKI J. 1938 — Ogólna mapa geologiczna Polski w skali 1 : 100 000, ark. 4, Kielce. Inst. Geol.
- CZARNOCKI J. 1957 — Geologia regionu łysogórskiego. *Pr. Inst. Geol.*, 18: 1–138.
- DADLEZ R. & JAROSZEWSKI W. 1994 — Tektonika. PWN.
- DOKTÓR S. & GRANICZNY M. 1982 — Geological interpretation of satellite and radar imagery of the eastern part of the Carpathians. *Kwart. Geol.*, 26: 229–243.
- DOWGIAŁO W.D. 1972 — Szczegółowa mapa geologiczna Polski w skali 1 : 50 000, ark. Opatów. Wyd. Geol.
- FILONOWICZ P. 1962 — Szczegółowa mapa geologiczna Polski w skali 1 : 50 000, ark. Bodzentyn. Wyd. Geol.
- FILONOWICZ P. 1963 — Szczegółowa Mapa Geologiczna Polski w skali 1 : 50 000, ark. Słupia Nowa. Wyd. Geol.
- FILONOWICZ P. 1969 — Objaśnienia do Szczegółowej mapy geologicznej Polski w skali 1 : 50 000, ark. Bodzentyn. Wyd. Geol.
- FILONOWICZ P. 1971 — Szczegółowa mapa geologiczna Polski w skali 1 : 50 000, ark. Kielce. Wyd. Geol.
- JAROSZEWSKI W. 1972 — Drobnostrukuralne kryteria tektoniki obszarów nieorogenicznych na przykładzie północno-wschodniego obrzeżenia mezozoicznego Gór Świętokrzyskich. *Stud. Geol. Pol.*, 38: 1–215.
- JAROSZEWSKI W., MARKS L. & RADOMSKI A. 1985 — Słownik geologii dynamicznej. Wyd. Geol.
- KOWALCZEWSKI Z. 1981 — Wzłowe problemy tektoniki trzonu paleozoicznego Gór Świętokrzyskich. *Prz. Geol.*, 29: 334–340.
- LAMARCHE J., MANSY J. L., BERGERAT F., AVERBUCH O., HAKENBERG M., LEWANDOWSKI M., STUPNICKA E., ŚWIDROWSKA J., WAJSZYCH B. & WIECZOREK J. 1999 — Variscan tectonics in the Holy Cross Mountains (Poland) and the role of structural inheritance during Alpine tectonics. *Tectonophysics*, 313: 171–186.
- LEWANDOWSKI M. 1993 — Paleomagnetism of the paleozoic rocks of the Holy Cross MTS (Central Poland) and the origin of the variscan orogen. *Publ. Inst. Geoph. Polish Acad. Sc.*, A-23(265): 1–83.
- MASTELLA L. 1988 — Budowa i ewolucja strukturalna okna tektonicznego Mszany Dolnej, Polskie Karpaty Zewnętrzne. *Ann. Soc. Geol. Pol.*, 58: 53–173.
- MASTELLA L. & MIZERSKI W. 2002 — Budowa geologiczna jednostki łysogórskiej (Góry Świętokrzyskie) na podstawie analizy zdjęć radarowych. *Prz. Geol.*, 50: 767–772.
- MASTELLA L. & KONON A. 2002 — Non-planar strike-slip Gnieździska-Brzeziny fault (SW mesozoic margin of Holy Cross Mountains, central Poland) *Acta Geol. Pol.*, 52: 471–480.
- MIZERSKI W. 1979 — Tectonics of the Łysogóry in the Holy Cross Mountains. *Acta Geol. Pol.*, 29: 1–38.
- MIZERSKI W. 1991 — Ewolucja strukturalna regionu Łysogórskiego, Góry Świętokrzyskie. *Rozpr. Uniwer. Warsz.*, 362 : 1–141.
- MOODY J.D. & HILL M.J. 1956 — Wrench-fault tectonics. *Bull. Geol. Soc. Amer.*, 67: 1207–1246.
- OSTAFICZUK S. 1978 — Fotogeologia. Wyd. Geol.
- ŚWIDROWSKA J. 1980 — Stylolity tektoniczne jako wskaźnik tektonogenetyczny na obszarze południowo-zachodniego obrzeżenia Gór Świętokrzyskich. *Prz. Geol.*, 28 : 159–164.
- ŚWIDROWSKA J. 2003 — Budowa geologiczna jednostki łysogórskiej (Góry Świętokrzyskie) na podstawie zdjęć radarowych — dyskusja. *Prz. Geol.*, 51: 125–127.
- TOMCZYK H. 1974 — Góry Świętokrzyskie, [W:] Budowa geologiczna Polski, Tektonika I. Wyd. Geol.
- VERGELY P. & ZADEH KABIR 1988 — Otude par photo interpretation comparee de la region de Langetiere Les Vans (Languedoc septentrional, France): Utilisation des photographies aeriens, des images par satellites et des images radar. *Bull. Soc. Geol. France*, 4: 303–314.
- WALCZOWSKI A. 1964 — Szczegółowa Mapa Geologiczna Polski w skali 1 : 50 000, ark. Łagów. Wyd. Geol.
- WALCZOWSKI A. 1968 — Objaśnienia do Szczegółowej mapy geologicznej Polski w skali 1 : 50 000, ark. Łagów. Wyd. Geol.