

Struktura Podlesie — czy w Polsce znajduje się wielki krater uderzeniowy?

Wiesław Czajka*

Podlesie Cuphole. Is there a large impact crater in Poland? Prz. Geol., 52: 229–232.

Summary. The Podlesie geological structure (Podlesie Cuphole) is the geological creation of the Roztocze that genesis not explained. The article shows results of geodetic, geomorphologic, and geological analysis of data come to author. Result of the analysis put forward the hypothesis that the Podlesie Cuphole is an impact crater. In the article there are the details about location and geodetical parameters of the structure. In a part of geomorphical analysis indicated the individual feature of the Podlesie Cuphole on general view of relief of the Roztocze. The individual feature come in exceptional regularity and non-proportional shortage of rock mass to neighbouring valleys. Observations supported with calculation of cubage of rock mass. Result of calculation suggests that rock mass removed a non-gravimetric way. There are expressed also author's opinion of other theories to explained the ways of creation of the structure. In a part of geological analysis showed the interpretation of the geological incidents to support putting hypothesis. There are described structural discontinuances to explained connections between incidents and geological processes. In the following paragraphs there are discussed reason for absence of evidence to confirm putting hypothesis. The article shows directions of research of evidence. In summary there are collected parameters of the hypothetical meteorite.

Key words: impact crater, meteoritical crater, meteoritical impact, Roztocze

Struktura Podlesie jest regularnym, kolistym zagłębieniem. Biorąc pod uwagę cechy geomorfologiczne, budowę geologiczną oraz inne przesłanki można zaryzykować stwierdzenie, że jest to krater meteorytowy.

Lokalizacja struktury

Opisywana struktura znajduje się w przeważającej części na terenie wsi Podlesie Duże i Podlesie Małe w gminie Radecznica w powiecie zamojskim w województwie lubelskim. Przez środek struktury Podlesie przebiega północna granica Szczepreszyńskiego Parku Krajobrazowego.

Struktura Podlesie leży na Roztoczu Gorajskim. Roztocze Gorajskie jest północno-zachodnią częścią Roztocza Zachodniego, oddzieloną od południowo-wschodniej części Roztocza Zachodniego, zwanej Roztoczem Szczepreszyńskim, doliną Gorajca (Kondracki, 1980).

Współrzędne geograficzne, parametry geodezyjne i geometryczne struktury Podlesie:

- pozycja geograficzna środka struktury: 50°45,8'N, 22°46,6'E,
- średnica struktury: 4100 m,
- średnia wysokość powierzchni zrównania wnętrza struktury: 230 m n.p.m.,
- mediana wysokości pasa o szerokości 180 m leżącego na obwodzie struktury: 275 m n.p.m.,
- obecna przeciętna głębokość struktury: 46 m,
- maksymalna głębokość struktury: ok. 60 m.

Geomorfologia obszaru

Obszar Roztocza jest częścią płaskiej antykliny kredowej. Roztocze Zachodnie jest północno-zachodnią częścią antykliny, gdzie warstwy zapadają monoklinalnie. Oba skrzydła antykliny zostały podcięte uskokami i częściowo przykryte osadami trzeciorzędowymi. Trzon antykliny, tworzący garb Roztocza Gorajskiego, jest zbudowany z osadów wapienno-krzemionkowych kredy górnej przykrytych luźnymi osadami peryglacialnymi (Kondracki, 1980;

Marszałek i in., 1994; Wągrowski, 2000; Marszałek, 2000).

Rzeźba Roztocza Gorajskiego tworzyła się w dwóch okresach: przedlodowcowym i lodowcowym.

W pierwszym okresie na rzeźbę Roztocza Gorajskiego wpływały procesy fluwialno-denudacyjne przebiegające na obszarze o budowie zrębowej. Rzeźba taka cechuje się tworzeniem na zrębie dolin prostopadłych do linii uskoku (Klimaszewski, 1961). Wewnątrz Roztocza Gorajskiego wykształciły się również cechy rzeźby krawędziowej. Krawędziami są progi strukturalne utworzone w wyniku przemiennej położenia warstw o różnej odporności na procesy denudacyjne (Klimaszewski, 1961) Zaproża, czyli słabo nachylone powierzchnie zgodne z nachyleniem warstw są silnie rozcięte wąwozami i dolinami.

Procesy denudacyjne na tym obszarze rozpoczęły się 60–70 mln lat temu. Przez około 60 mln lat panował tu klimat ciepły, umiarkowanie wilgotny. Ponieważ skały budujące Roztocze zawierały minerały ilaste, zatykające szczeliny skalne, na obszarze tym nie rozwinął się kras. Rzeźba rozwijała się pod wpływem wód powierzchniowych, która zmywała młode jeszcze utwory. Wskutek tego w rzeźbie zaznaczyły się progi strukturalne o kierunku NW–SW oraz poprzeczna do nich cała sieć dolinek i wąwozów, wcinających się ostro na głęb. 30–50 m, co przy niewielkiej wysokości względnej Roztocza czyni je rozcięciami głębokimi.



Ryc. 1. Położenie struktury Podlesie
Fig. 1. Location of the Podlesie Cuphole

*Firma Vanellus, Wiesław Czajka, ul. Powsińska 66/12, 02-903 Warszawa; vanellus@vanellus.com.pl



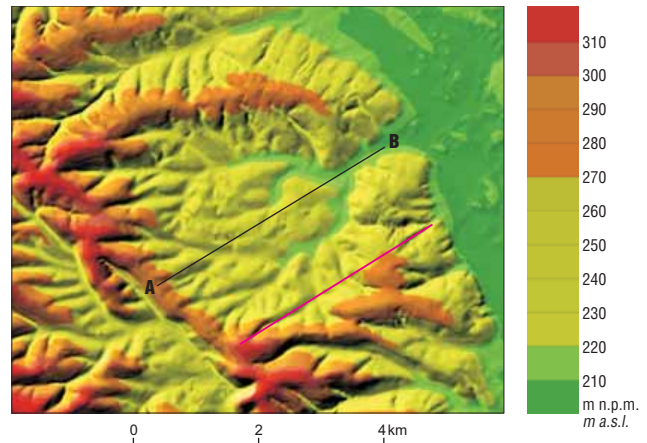
Ryc. 2. Położenie struktury Podlesie na tle sąsiednich jednostek Wyżyny Lubelskiej

Fig. 2. Location of the Podlesie Cuphole against the neighboring units of the Lublin Highland

Przez ostatnie kilka mln lat klimat ochładzał się i około 1,6 mln lat temu nastąpiła epoka lodowcowa. Roztocze przez cały okres epoki lodowcowej znajdowało się w bliskim sąsiedztwie lądolodu, a nawet było nim przykryte (Marszałek i in., 1994). Skutkowało to skomplikowanymi procesami rozpadu mechanicznego skał pod wpływem nasłonecznienia i zamrozu. Opady, topnienie lodu i śniegu wywoływało spłukiwanie i wymywanie rozdrobnionego materiału. Pokrycie obszaru lądolodem spowodowało naniesienie materiału skalnego spoza Roztocza, który woda z topniejącego lodowca transportowała, wypełniając doliny i niższe miejsca piaskami i żwirami rzeczno-peryglacjalnymi. W okresie ostatniego zlodowacenia całość Roztocza została przykryta grubą warstwą osadów lessowych i lessopodobnych, które zamaskowały pierwotny, ostry charakter rzeźby. Obecna rzeźba jest wynikiem procesów erozyjnych, których efektem są ponownie preparowane wąwozy i dolinki Roztocza.

Podsumowując, rzeźba Roztocza Gorajskiego jest wynikiem działania wód powierzchniowych i linearnych, przenoszących grawitacyjnie rozdrobniony i rozpuszczony materiał skalny.

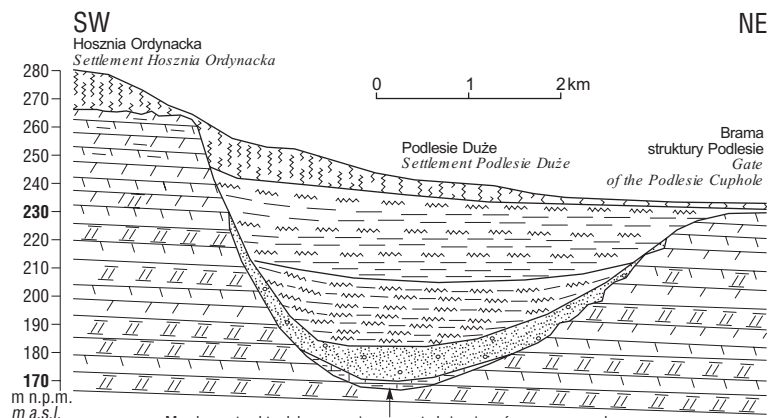
Cechy struktury Podlesie. Od charakterystycznej dla Roztocza rzeźby odbiega koliste zagłębienie, które burzy porządek tworzenia się



Ryc. 3. Hipsometryczny obraz struktury Podlesie. Linia czerwoną zaznaczono wyraźną dyslokację; A–B — linia przekroju
Fig. 3. Hypsometric view of the Podlesie Cuphole. A distinct line of a tectonic dislocation is marked with a red line; A–B — cross section

rzeźby w okresie przedlodowcowym i w czwartorzędzie. Zagłębienie to odbiega swą morfologią od reszty Roztocza Gorajskiego. Poza strukturą Podlesie na obszarze Wyżyny Lubelskiej brak jest jakiegokolwiek podobnych tworów. Zauważalne cechy potwierdzające odmienny charakter struktury to:

1. Wyjątkowa regularność w kształcie misy o średnicy 4 km.
2. Rozwieranie się sąsiednich dolin w sposób odpowiadający cyklowi denudacyjnemu (poszerzanie się dolin w kierunku ujścia), w przeciwieństwie do struktury Podlesie, która zamknięta jest dość wąską bramą.



Margle mastrychtu dolnego nawiercone w trakcie wierceń rozpoznawczych.
Pozostałość po opadnięciu pyłu poudereniowego?
Marl of Lower Maestrichtian drilled in test boring.
Is it a residue of the dustfall after impact?

Osady czwartorzędowe osadzone przez ostatnie 1 mln lat:
Quaternary beds have deposited the last 1 million years:

- | | | |
|---|--|---|
| ZLODOWACENIA PÓLNOCPOLSKIE
NORTH-POLISH GLACIATIONS | | lessy i osady lessopodobne
loess and loess-like deposits |
| ZLODOWACENIA ŚRODKOWOPOLSKIE (FAZA MŁODSZA)
MID-POLISH GLACIATIONS (YOUNGER PHASE) | | mułki i ility jeziorno-rozlewiskowe
silt-clay lacustrine sediments |
| ZLODOWACENIA ŚRODKOWOPOLSKIE (FAZA STARSZA)
MID-POLISH GLACIATIONS (OLDER PHASE) | | mułki ilaste
clayey silt |
| ZLODOWACENIA POŁUDNIOWOPOLSKIE
SOUTH-POLISH GLACIATIONS | | piaski i żwiry peryglacjalne
sand-gravel periglacial sediments |

Osady kredy górnej osadzone przed 70 mln lat:
Upper Cretaceous beds deposited 70 million years ago:

- | | | |
|--|--|---|
| MASTRYCHT DOLNY
LOWER MAASTRICHTIAN | | opoki i opoki margliste
gaize and marly gaize |
| | | gezy z przerostami opok
gaize with opoka bands |

Ryc. 4. Szkic przekroju geologicznego. Szkic interpretowano na podstawie geologicznej mapy Polski w skali 1 : 50 000 i obserwacji własnych

Fig. 4. Sketch of the geological cross-section. Sketch interpreted with the Polish Geological Map (scale 1 : 50 000) base and the author's own observations

3. Brak ostańców wewnątrz struktury wskazujących na denudacyjny charakter zagłębienia (procesy denudacyjne pozostawiają ostańce zbudowane z odporniejszych skał!).

4. Niedobór mas skalnych w porównaniu z najbliższym otoczeniem.

Struktura Podlesie nie pasuje do ogólnej budowy tego obszaru i jest pod tym względem całkowicie wyjątkowa. Ruch mas skalnych tworzący strukturę Podlesie nie wskazuje na procesy denudacyjne. Wyprowadzenie takiej objętości skał nie było możliwe przez bardzo wąską bramę znajdującą się we wschodniej części struktury.

Zatem jedynymi sposobami na usunięcie materiału z wnętrza jest jego wyrzucenie lub zapadnięcie się struktury.

Kubatura struktury Podlesie. W celu pełniejszego zobrazowania przedstawionych powyżej wniosków dokonano obliczenia obecnych pojemności i pól przekroju ujęć: struktury Podlesie i sąsiedniej, północnej doliny. Należy dodać, że dolina północna jest reprezentatywna ze względu na budowę geologiczną oraz jej długość i głębokość. Przyjmując podobne warunki tworzenia się obu powyższych elementów morfologicznych, ilości materiału skalnego wyprowadzonego w procesach denudacyjnych powinny być porównywalne. Porównanie stosunku kubatur i pól przekroju pokazuje usunięcie ze struktury Podlesie sześciokrotnie większej ilości materiału przez przekrój bardzo zbliżony do „standardowego“ dla Rostocza. Wywód ilustruje poniższe zestawienie wyliczone przez autora.

Kubatura struktury Podlesie do wysokości 275 m n.p.m. — 0,642 km³.

Kubatura najbliższej, północnej, sąsiedniej doliny — 0,094 km³.

Stosunek kubatur — 6,8 : 1.

Pole przekroju bramy struktury Podlesie — 39705 m².

Pole przekroju ujścia doliny północnej — 33368 m².

Stosunek pól przekrojów — 1,18 : 1.

Autor pokusił się również o obliczenie kubatury osadów wypełniających strukturę. Na podstawie danych o głębokości zalegania stropu skał mezozoicznych (Buraczyński, 1997; Marszałek i in., 1994) w centrum struktury i przyjęciu modelu dna w kształcie czaszy wyliczono objętość osadów wypełniających strukturę na 0,094 km³. Objętość ta jest porównywalna z kubaturą północnej doliny.

Powyższe wyliczenia potwierdzają, że procesy denudacyjne nie utworzyły struktury Podlesie, lecz kształtowały jedynie jej rzeźbę.

Przyczyną powstania struktury mogłyby być ruchy tektoniczne (Buraczyński, 1997). Jest to jednak wątpliwe ze względu na wyjątkowy regularny, kolisty charakter struktury. Dyslokacje w tym rejonie są liniowe.

Pozostaje przypuszczenie, że struktura Podlesie może być kraterem uderzeniowym.

Budowa geologiczna

Pod względem geologicznym omawiany obszar znajduje się w lubelskiej niecce brzeżnej.

W najbliższym otoczeniu struktury Podlesie występują osady kredy oraz czwartorzędu (Wąrowski, 2000; Marszałek i in., 2000). Najważniejsze wydarzenia zestawiono w tabeli 1.

Trzon Rostocza Gorajskiego w najbliższym otoczeniu struktury Podlesie zbudowany jest z równolegle leżących na sobie warstw, łągodnie zapadających w kierunku

północno-wschodnim. Warstwy te należą do mastrychtu. Warstwy młodsze to opoki i opoki margliste z wkładkami margli, starsze zaś to gezy z ławicami opok.

W plejstocenie obszar został przykryty lessami i utworami lessopodobnymi o miąższości do 30 m.

Z danych z wierceń w centrum struktury Podlesie wynika, że skały kredowe zalegają na głęb. 65 m (175 m n.p.m.) (Buraczyński, 1997; Marszałek i in., 1994; Wąrowski, 2000). Oznacza to, że struktura jest znacznie głębsza niż wskazują na to obserwacje powierzchniowe. Z danych z wierceń wynika, że w profilu znajdują się ropy i mułki jeziorne zlodowaceń środkowopolskich (Buraczyński, 1997; Marszałek i in., 1994; Marszałek i in., 2000). Strop tych osadów znajduje się powyżej poziomu dzisiejszego ujścia struktury. Obecność takich utworów wskazuje, że struktura Podlesie była wówczas zamkniętym zbiornikiem wodnym, a z datowania tych osadów wynika, że brama nie było jeszcze

Tab. 1. Tabela najważniejszych wydarzeń geologicznych otoczenia struktury Podlesie
Table 1. Table of the significant geological events in the neighbourhood of the Podlesie Cuphole

System System	Pododdział / Oddział dla wydzielenia mezozoicznych Section / Section for mesozoic eliminations	Nadpiętro dla zlodowaceń / Piętro Overstage for glaciations / Stage	Milionów lat temu Million years ago	Kluczowe wydarzenia geologiczne Rostocza Zachodniego Significant geological events of the Rostocze Zachodnie
CZWARTORZĘD QUATERNARY	HOLOCEN HOLOCENE		0,008	Intensywna erozja osadów lessowych Intensive erosion loess deposits
	PLEJSTOCEN PLEISTOCENE	ZLADOWACENIA PÓLNOCPOLSKIE NORTH-POLISH GLACIATIONS	0,2	Zasypanie struktury Podlesie osadami lessowymi Aggradation of the Podlesie Cuphole by loess deposits
		ZLADOWACENIA ŚRODKOWOPOLSKIE MID-POLISH GLACIATIONS	0,8	Przełom – otwarcie struktury Podlesie A breach in the Podlesie Cuphole walls
	ZLADOWACENIA POŁUDNIOWOPOLSKIE SOUTH-POLISH GLACIATIONS		Różne osady lodowcowe w strukturze Podlesie Different ice-age sediments in the Podlesie Cuphole	
				Struktura Podlesie przykryta lodolodem The Podlesie Cuphole was covered with ice-sheet
NEOGEN I PALEOGEN NEOGENE & PALEOGENE		Uderzenie meteorytu (40-60 mln lat temu?) Meteoritical impact (40-60 million years ago?)		Procesy denudacyjne Denudation processes
	PALEOGEN PALAEOCENE		60	Rozpoczęcie procesów denudacyjnych obszarów wypiętrzonych Start of denudation processes of elevated area
		PALEOGEN DOLNY (DAN) LOWER PALAEOCENE (DANIAN)		Wypiętrzenie Rostocza Zachodniego Uplift the Rostocze Zachodnie
KREDA CRETACEOUS	KREDA GÓRNA UPPER CRETACEOUS	MASTRYCHT GÓRNY UPPER MAASTRICHTIAN	70	Osadzenie margli - ostatnich osadów Rostocza Zachodniego Marl deposition - last sediments of the Rostocze Zachodnie
		MASTRYCHT DOLNY LOWER MAASTRICHTIAN	80	Powstanie opok Rostocza Zachodniego Opokas (gaizes) of the Rostocze Zachodnie formation
		Morze mezozoiczne Mesozoic Sea		
JURA JURASSIC	JURA ŚRODKOWA MIDDLE JURASSIC		150	Transgresja, pierwsze osady w niecce brzeżnej Transgression, start of deposition in the rim syncline
TRIAS TRIASSIC				Brak osadów Lack of deposits
PERM PERMIAN			250	Zakończenie formowania spągu niecki brzeżnej Completion of formation of the floor in the rim syncline

250 tys. lat temu. Dowodzi to, że struktura Podlesie istniała jako zagłębienie przed epoką lodowcową.

Obecna wiedza o budowie geologicznej Rostocza Gorajskiego oraz dane z wierceń wykluczają możliwość tworzenia się struktury Podlesie w sposób, w jaki tworzyły się sąsiednie doliny. Głębokość rzeczywista struktury oraz dowód na to, że była ona zamknięta (osady jeziorne wewnątrz struktury) potwierdza tezę o uderzeniowym charakterze struktury Podlesie.

Dowody bezpośrednie

Obecnie nie ma dowodów materialnych na uderzeniowe pochodzenie struktury Podlesie. Przyczyną, dla których dowody te mogą być nieosiągalne, jest przede wszystkim wiek struktury, a w związku z tym długotrwałość procesów denudacyjnych. Dodatkowym czynnikiem negatywnym jest litologia struktury. Skały budujące trzon Rostocza Gorajskiego były wtedy skałami słabozwiązanymi, co przy założeniu zderzenia oznaczało rozdmuchnięcie i wyparowanie materiału skalnego. Wskazuje na to dość rozległy i raczej płytki charakter struktury. Zjawisk kumulacji energii na małym obszarze nie było, a w związku z tym materiału przetopionego, bądź zmienionego w sposób termiczny raczej nie odnajdziemy. Ponadto warstwa zmieniona termicznie nie mogła sięgać nawet 1 metra, co wynika z właściwości przewodnictwa cieplnego.

Istniejące przekroje geologiczne interpretowane z danych z wierceń z obszaru struktury pod osadami czwartorzędowymi pokazują margle mastrychtu dolnego. Jest to o tyle istotne, że w miejscu tym nawiercone powinny być opoki i gezy. Nie ma danych dotyczących miąższości margli w otworach w centrum struktury, jak również głębokości zalegania stropu opok (gez). Analiza petrograficzna margli z otworów wiertniczych z centrum struktury budzi największe nadzieje na udowodnienie postawionej hipotezy. Być może nawiercone margle są zestaloną (scementowaną) materią rozkruszoną, wyprażoną i opadłą w centrum krateru oraz pozostałością po trzeciorzędowych procesach denudacyjnych krawędzi krateru.

Małe nadzieje budzi możliwość odnalezienia brekcji uderzeniowych z opok i gez. Skały takie mogą występować poniżej wychodni skał kredowych w rozcięciach erozyjnych występujących na zboczach struktury Podlesie.

Nie należy spodziewać się też znalezienia wału poudereniowego charakterystycznego dla kraterów tego typu, gdyż obszar Wyżyny Lubelskiej przez całą epokę lodową poddawany był intensywnemu niszczeniu i zasypywaniu różnymi osadami. Wał poudereniowy po prostu został zniszczony w procesie cofania się krawędzi. W strukturze Podlesie, po południowej stronie bramy znajdują się wychodnie opok. W wychodniach tych zaobserwować można zjawisko cofania się krawędzi. Polega ono na osypywaniu się opok wyżej leżących, przykrywających osady młodsze czwartorzędowe. Przejawia się to przemiennym ułożeniem warstw okruchów opok i warstw lessów. Świadczy to o cofaniu się krawędzi nawet do 200 m i jej systematycznym wypłaszczeniu.

Wiek struktury Podlesie

Ponieważ dno struktury jest przykryte osadami najstarszych zlodowaceń, jest pewne, że struktura istniała już w trakcie epoki lodowcowej.

Wypreparowane z lessów debrza zostały utworzone na długo przed epoką lodową. W trzeciorzędzie procesy denudacyjne były nie tyle intensywne, ile długotrwałe. Rozciąga (debrza) znajdują się na stokach struktury Podlesie i schodzą one promieniście do środka struktury. Świadczy to, że struktura bardzo długo podlegała procesom niszczenia. Trwało to tak długo, jak długo trwały identyczne procesy w dolinkach sąsiednich. A zatem istnieje duże prawdopodobieństwo, że struktura istniała przez cały trzeciorzęd, tj. 50–60 mln lat.

Według autora hipotetyczne zderzenie nastąpiło około 50 mln lat temu. Wskazuje na to konsekwentne nachylenie południowego stoku struktury, przeciętego dyslokacją, wraz z obserwowanymi skutkami długotrwałych procesów denudacyjnych trwających przez cały trzeciorzęd.

Podsumowanie

Zakładając uderzeniowe pochodzenie struktury Podlesie to sprawcę można nazwać meteorytem gorajskim (gdyż struktura leży na Rostoczku Gorajskim). Hipotetyczne parametry meteorytu i efekt uderzenia można oszacować następująco:

- średnica meteorytu: 50–60 m? (ocena na podstawie kraterów podobnej wielkości).
- rodzaj: kamienny? (brak anomalii magnetycznych).
- masa: 250 000 t? (z założenia średnicy meteorytu).
- moment zderzenia: 40–60 mln lat temu? (ocena na podstawie dostępnych obserwacji geologicznych).
- średnica krateru: 3500 m? (ocena po uwzględnieniu zjawiska cofania się krawędzi w stosunku do obecnych rozmiarów struktury).

□ głębokość krateru: 150–200 m? (ocena na podstawie obecnego stropu skał mezozoicznych w strukturze z uwzględnieniem miąższości zdenudowanych, nie występujących obecnie) margli mastrychtu górnego (Buraczyński, 1997; Wągrowski, 2000; Marszałek i in., 2000).

Mamy w Polsce strukturę, której pochodzenie nie jest wyjaśnione. Przedstawiony problem zachęci na pewno badaczy do weryfikacji postawionej hipotezy o meteorytowym pochodzeniu struktury Podlesie.

Literatura

- BURACZYŃSKI J. 1997 — Rostocze: budowa–rzeźba–krajobraz. Wyd. UMCS, Lublin.
- KLIMASZEWSKI M. 1961 — Geomorfologia ogólna. PWN.
- KONDRACKI J. 1980 — Geografia fizyczna Polski. PWN.
- MARZĄLEK S., MAŁEK M. & DRZYMAŁA J. 1994 — Objaśnienia do Szczegółowej mapy geologicznej Polski, 1 : 50 000, ark. Szczepieszyn. CAG Państw. Inst. Geol.
- MARZĄLEK S., MAŁEK M. & DRZYMAŁA J. (eds.) 2000 — Szczegółowa mapa geologiczna Polski, 1 : 50 000, ark. 860, Szczepieszyn. Państw. Inst. Geol.
- WĄGROWSKI A. (ed.) 2000 — Szczegółowa mapa geologiczna Polski, 1 : 50 000, ark. 859, Turobin. Państw. Inst. Geol.