

Strukturalne uwarunkowania rzeźby Wyżyny Lubelskiej i Rostocza

Radosław Dobrowolski¹, Marian Harasimiuk¹, Teresa Brzezińska-Wójcik¹



R. Dobrowolski



M. Harasimiuk



T. Brzezińska-
-Wójcik

Structural control on the relief in the Lublin Upland and the Rostocze region. *Prz. Geol.*, 62: 51–56.

Abstract. The main relief features of the Lublin Upland (*sensu* Jahn, 1956) and Rostocze were formed during the early and middle Cenozoic stages of the Meta-Carpathian Ridge morphogenesis. They are clearly conditioned by the structure of the Upper Cretaceous-Palaeogene complex of the marginal part of the East European Craton. The following factors were of fundamental significance for the relief development in the study area: 1) Alpine and modern tectonic activity, which conditioned the horst nature of some morphostructures and the type of fissuring of rock massif, and 2) lithological diversity of the Upper Cretaceous-Palaeogene

complex as well as the Miocene and Pliocene deposits, which influenced its strength features.

Keywords: structural morphology, structure of Upper Cretaceous rock massif, neotectonics, Lublin Upland, Rostocze region

Rzeźba Wyżyny Lubelskiej i Rostocza, ukształtowana zasadniczo we wczesno- oraz środkowokenozoicznym etapie morfogenezy wału metakarpackiego, w sposób czytelny nawiązuje do szeroko rozumianej struktury kompleksu górnokredowo-paleogeńskiego brzeżnej części kratonu wschodnioeuropejskiego (ryc. 1). Zasadniczą rolę w przebiegu współczesnej morfogenezy obszaru odegrały: 1) aktywność tektoniczna (alpejska i współczesna), warunkująca zrębowy model części morfostruktur oraz kształtująca typ uszczelnienia masywu skalnego, a także 2) zróżnicowanie litologiczne kompleksu górnokredowo-paleogeńskiego, wpływające na jego cechy wytrzymałościowe. Wyraźny jest również związek sedimentogenezy (utworów kenozoiku) i morfogenezy z przejawami ruchów neotektonicznych, zarówno w odniesieniu do stref podnoszonych, jak i linearnych stref osłabienia odporności podłoża. Alpejska aktywność tektoniczna tego obszaru przejawiała się głównie w różnoskalowych, pionowych ruchach blokowych podłoża, będących pochodną kompresyjnego nacisku wywieranego przez łuk karpcki na brzeg kratonu wschodnioeuropejskiego. Generalna tendencja do dźwigania obszaru wyżynnego miała wpływ na sposób i wielkość rozczłonkowania jego powierzchni oraz na ukierunkowanie i dynamikę kenozoicznych procesów rzeźbotwórczych, zwłaszcza krasowych, fluwialnych i glacialnych. Artykuł stanowi próbę syntezy aktualnego stanu wiedzy na temat uwarunkowań strukturalnych rozwoju rzeźby Wyżyny Lubelskiej i Rostocza, eksponując zwłaszcza morfogenetyczną rolę litologii i tektoniki.

ROLA TEKTONIKI W MORFOGENEZIE WYŻYNY LUBELSKIEJ I ROZTOCZA

Główne epizody zwiększonej intensywności alpejskich ruchów podnoszących, odpowiedzialnych za współczesną morfologię obszaru, są zazwyczaj związane z fazami:

1) mołdawską (środkowy torton; ok. 9,5 mln lat) – skutkującą recesją morza sarmackiego i zrębowym dźwignięciem

Rostocza (Harasimiuk, 1980; Buraczyński, 1997; Maruszczak, 2001);

2) attycką (środkowy zankl; ok. 4,2 mln lat) – powodującą intensywną erozję i rozcinanie sarmackiej powierzchni sedimentacyjnej (na Rostoczcu – intensywny rozwój tektoniki uskokowo-blokowej o stylu antytetycznym i formowanie południowej strefy krawędziowej);

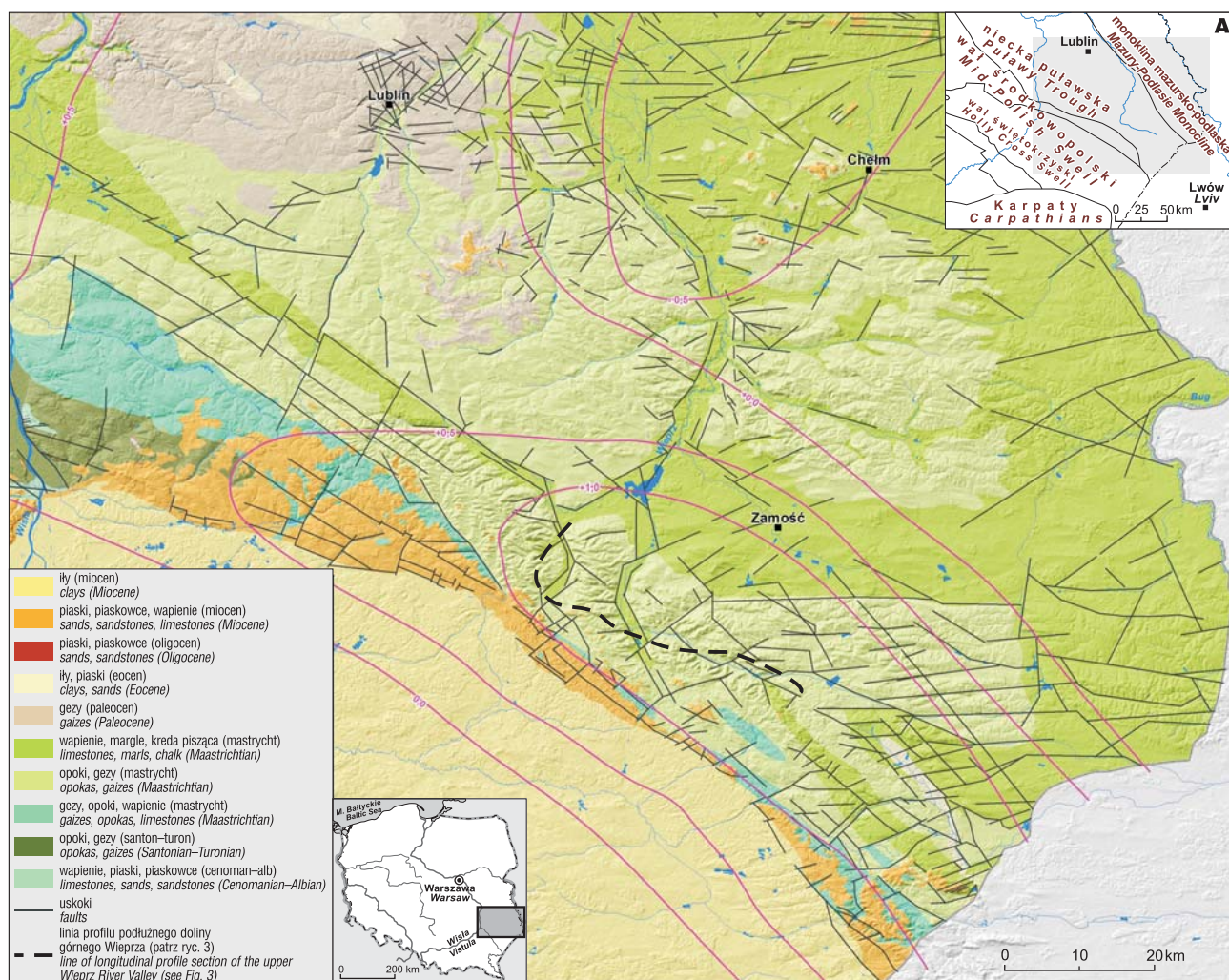
3) rodańską (wczesny piacent; ok. 3,3 mln lat) – odpowiedzialną za rozcinanie dolnopliocenijskiej powierzchni zrównania;

4) wołoską (eoplejstocen; ok. 1,8 mln lat) – warunkującą istnienie północnego progu wału metakarpackiego i rozcinających go głębokich rynien erozyjnych (w tym przełomów Wisły i Wieprza);

5) pasadeńską (środkowy i górny plejstocen; ok. 0,8–0,01 mln lat) – kiedy to na ruchy neotektoniczne *sensu stricto* nakładały się powtarzające się ruchy glaciostaticzne; pośrednio warunkowały one etapy zasypywania, a następnie rozcinania dolin, a także zmiany sieci hydrograficznej (Harasimiuk & Henkiel, 1981).

Rozmiary posarmackiego wypiętrzenia wschodniego segmentu wału metakarpackiego, oszacowane na podstawie studiów geomorfologicznych i sedimentologicznych (wielkości rozcięcia erozyjnego powierzchni zrównań i cokołów skalnych) zmieniają się od około 200 m w zachodniej części wyżyny do 350 m na Rostoczcu Wschodnim (Palienko, 1992; Maruszczak, 2001; Zuchiewicz i in., 2007). Analiza mezostrukturalna (ciosu, mezouskoków, drobnych struktur spękania) skał górnokredowych wskazuje na kontynuującą się od okresu posarmackiego tendencję do regionalnej lewoskrętnej rotacji osi maksymalnego naprężenia głównego – od NE-SW w neogenie do NNE-SSW w plejstocenie (Henkiel, 1982; Dobrowolski, 1995, 1998). Tendencja ta zaznacza się również we współczesnym polu naprężeń, na co wskazują wyniki analizy struktur zniszczeniowych ścian otworów wiertniczych, tzw. *breakouts* (Jarsiński, 1994, 2006). W konsekwencji, w reaktywowanych starych strefach uskokowych mogą zaznaczać się tendencje do małoskalowych ruchów dźwigających (Haber, 1989).

¹ Wydział Nauk o Ziemi i Gospodarki Przestrzennej, Uniwersytet Marii Curie-Skłodowskiej, al. Kraśnicka 2 cd, 20–718 Lublin; rdobro@poczta.umcs.lublin.pl.



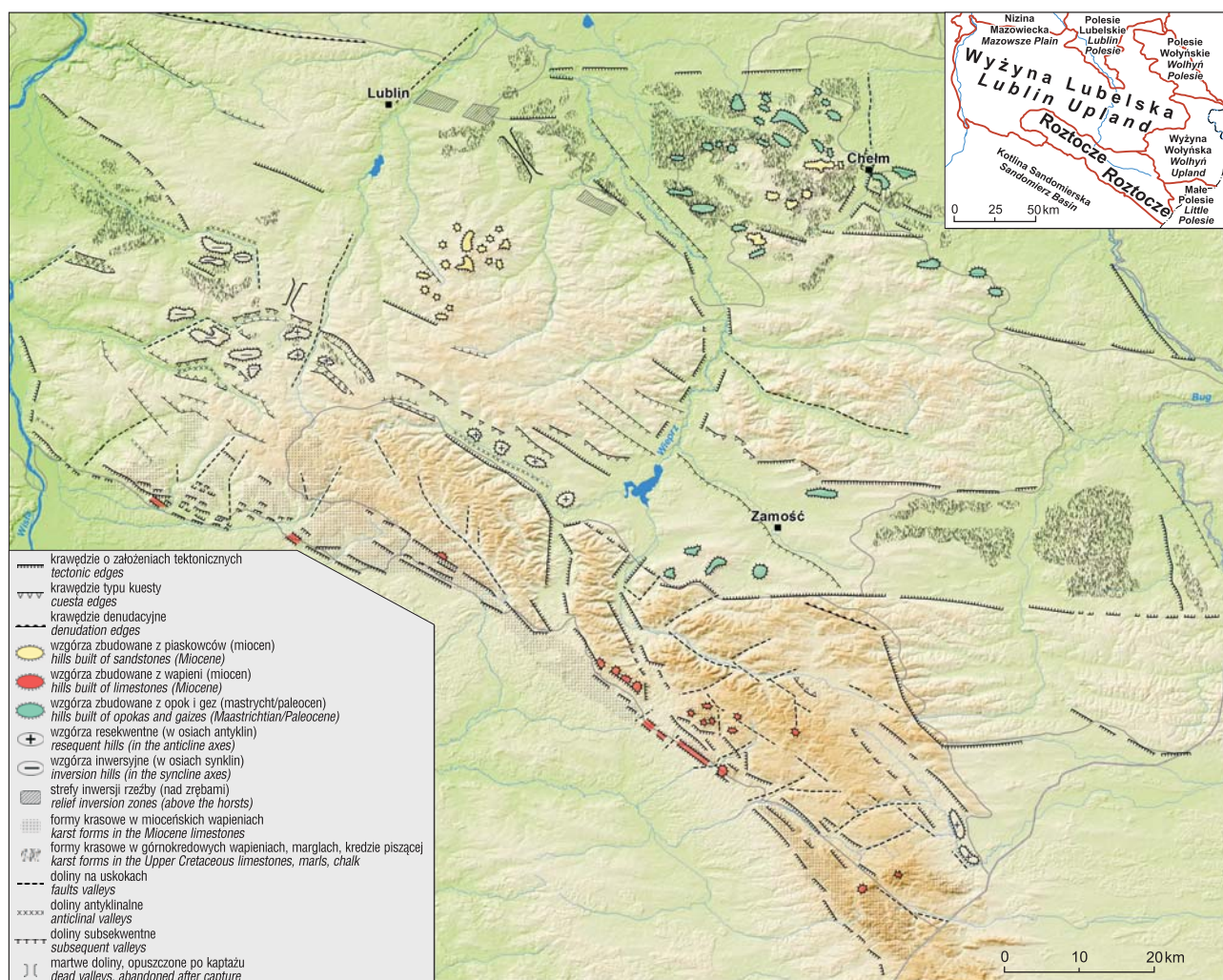
Ryc. 1. Główne elementy budowy geologicznej Wyżyny Lubelskiej i Roztocza. Zestawiono na podstawie objaśnień do Szczegółowej Mapy Geologicznej Polski w skali 1 : 50 000 (Marszałek i in., 1991, 1994; Cieśliński, 1993; Kurkowski, 1994, 1998; Popielski, 1994, 2000; Wągrowski, 1995, 2001; Buraczyński i in., 1997; Kwapisz, 1998; Buła i in., 2000; Cieśliński, 2001; Marszałek, 2001; Buraczyński & Superson, 2002; Buraczyński & Rzechowski, 2006; Rzechowski i in., 2008), Mapy Geologicznej Polski bez utworów czwartorzędowych w skali 1 : 200 000 (Romanek & Złonkiewicz, 1988; Cieśliński i in., 1994; Cieśliński & Rzechowski, 1997) oraz wg Wyrwickiej (1980), Henkla (1984) i Krassowskiej & Żelichowskiego (1983). A – położenie analizowanego obszaru na tle podkenozoicznych jednostek tektonicznych wg Narkiewicza & Dadleza (2008). Czerwonymi liniami zaznaczono prędkości współczesnych pionowych ruchów skorupy ziemskiej według Kowalskiego & Liszkowskiego (1972)

Fig. 1. The main elements of the Lublin Upland and Roztocze geological structure. Compiled on the basis of explanations to the Detailed Geological Map of Poland, 1 : 50 000 (Marszałek et al., 1991, 1994; Cieśliński, 1993; Kurkowski, 1994, 1998; Popielski, 1994, 2000; Wągrowski, 1995, 2001; Buraczyński et al., 1997; Kwapisz, 1998; Buła et al., 2000; Cieśliński, 2001; Marszałek, 2001; Buraczyński & Superson, 2002; Buraczyński & Rzechowski, 2006; Rzechowski et al., 2008), and the Geological Maps of Poland without the Quaternary, 1 : 200 000 (Romanek & Złonkiewicz, 1988; Cieśliński et al., 1994; Cieśliński & Rzechowski, 1997), and also according to Wyrwicka (1980), Henkiel (1984), Krassowska & Żelichowski (1983). A – location of study area on the background of the sub-Cenozoic tectonic units after Narkiewicz & Dadlez (2008). Red lines mark the velocity of modern vertical movements of the Earth's crust according to Kowalski & Liszkowski (1972)

Współczesne ruchy pionowe poszczególnych bloków (ryc. 1), szacowane na około 0,5 mm/rok (Wyżyna Lubelska) i około 1 mm/rok (Roztocze), są przyczyną istotnych zmian szczelinowatości w utworach górnokredowych (Kowalski & Liszkowski, 1972; Liszkowski, 1975, 1982).

Pogląd o znaczącej roli tektoniki kenozoicznej (*sensu lato*) w rozwoju morfostrukturalnym tego obszaru wyrażany jest dość zgodnie w literaturze przedmiotu (Nowak, 1922; Samsonowicz, 1926; Pawłowski, 1938; Maruszczak & Wilgat, 1956; Jahn, 1956; Maruszczak, 1972; Harasimiuk, 1980; Buraczyński, 1997, 2002). Rozbieżności, często dość istotne, dotyczą jednak morfogenetycznej interpretacji zdarzeń tektonicznych, prowadzących do wykształcenia przewodnich cech rzeźby.

W ujęciu klasycznym (Jahn, 1956; Maruszczak, 1972, 2001; Harasimiuk, 1980; Buraczyński, 1997) przyjmuje się, że zasadnicze rysy rzeźby strukturalnej obszaru zostały ukształtowane w wyniku cyklicznego dźwignia waha metakarpackiego oraz oddzielających poszczególne cykle elewacyjne faz długotrwałej planacji. Zapisem morfologicznym procesów planacyjnych byłyby powierzchnie spłaszczeń (3 główne poziomy hipsometryczne), korespondujące z powierzchniami zrównań karpackich (Starkel, 1972): 1) wyższe – dolnoplioceni (320–350 m n.p.m. na Roztoczu i 270–285 m n.p.m. na Wyżynie Lubelskiej), 2) niższe – górnoplioceni (300–330 m n.p.m. na Roztoczu i 250–260 m n.p.m. na Wyżynie Lubelskiej) i 3) najniższe (20–30 m powyżej dzisiejszego poziomu den dolinnych).



Ryc. 2. Główne elementy rzeźby strukturalnej Wyżyny Lubelskiej i Roztocza. Opracowano na podstawie Maruszczaka (1972) i Harasimiuka (1980), uzupełnione (model DEM na podstawie danych SRTM)

Fig. 2. The main structural elements of the Lublin Upland and Roztocze relief. Compiled after Maruszczak (1972) and Harasimiuk (1980), supplemented (DEM model based on SRTM data)

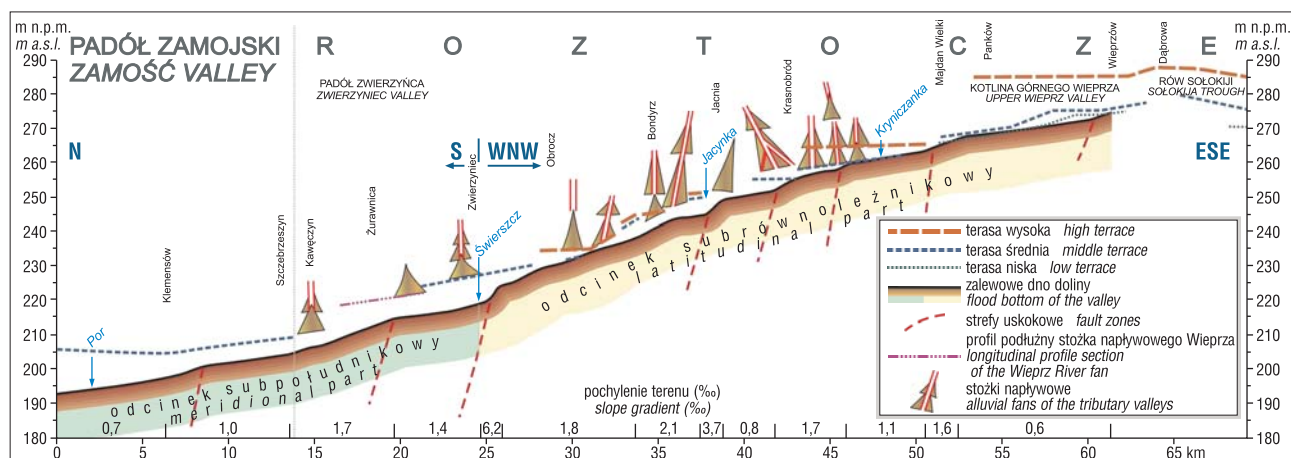
Odmienne od klasycznych koncepcji subaeralnych pogląd na morfogenezę Wyżyny Lubelskiej i Roztocza reprezentuje Henkiel (1995, 1998, 2001). Według niego schodowy układ powierzchni spłaszczeń morfologicznych jest bezpośrednim, sumarycznym efektem tektoniki popaleogeńskiej, ustawiającej na różnych poziomach w neogenie i plejstocenie poziom abrazyjny i powierzchnię akumulacyjną zalewu eoceńsko-oligocześnego oraz erozyjne i akumulacyjne powierzchnie sarmatu.

CZYNNIK TEKTONICZNY W RZEźBIE WYŻYNY LUBELSKIEJ I ROZTOCZA

Czynnik tektoniczny jest najbardziej widoczny w przestrzennym rozmieszczeniu dużych form, zwłaszcza: krawędzi obramowujących region (brzeżnych i wewnętrznych), bloków czy też wzgórz o różnym stopniu wydzwignięcia, głównych dolin rzecznych i kotlinowatych obniżen pozadolinnych. Przestrzenne rozmieszczenie i cechy tych form nawiązują do orientacji walnych uskoków (ryc. 1, 2).

Rzeźba tektoniczna w najbardziej spektakularnej formie cechuje południową strefę krawędziową Wyżyny Lubelskiej i Roztocza. Pod względem morfologicznym strefa ta składa się z dwu zasadniczych progów o generalnej orientacji NW-SE (Maruszczak & Wilgat, 1956; Ney,

1969; Pożaryski, 1974). System krawędzi – zewnętrznej i wewnętrznej – zaznacza się w krajobrazie typowymi wzgórzami zrębowymi (Maruszczak & Wilgat, 1956; Brzezińska-Wójcik, 1998). Oprócz południowo-zachodniej strefy krawędziowej, także krawędzie obramowujące Roztocze od północy i północnego wschodu w dużym stopniu nawiązują do walnych stref uskokowych (Harasimiuk, 1980; Buraczyński, 1997; Brzezińska-Wójcik, 1999). W istocie należy przyjąć, że całe Roztocze stanowi mozaikę drugorzędnych, nierównomiernie wyniesionych bloków tektonicznych, poddzielanych obniżeniami o formach rowów i półrowów tektonicznych. Do najistotniejszych morfologicznych udokumentowanych przejawów aktywności tektonicznej na Roztoczu należą: widoczne w rzeźbie układy antytetycznych stopni uskokowych oraz towarzyszących im rowów (Harasimiuk i in., 1969; Harasimiuk, 1980; Brzezińska-Wójcik, 2002b), progi skalne (szumy, szypoty) w korytach rzek (Nowak, 1922; Samsonowicz, 1926; Jahn, 1956; Brzezińska-Wójcik & Harasimiuk, 1998; Brzezińska-Wójcik, 2002a), załamania podłużnych profili rzek przecinających uskoki brzeżne (Buraczyński, 1980/1981, 1984, 1993), erozyjne poziomy tarasów na niektórych zboczach dolin (Samsonowicz, 1925; Buraczyński, 1980/1981, 1984) oraz zmiany krętości i położenia koryt rzecznych (Brzezińska-Wójcik & Superson, 2001). Na przejawy



Ryc. 3. Profil podłużny doliny górnego Wieprza. Według Brzezińskiej-Wójcik & Supersona (2001)

Fig. 3. Longitudinal section of the upper Wieprz River Valley. After Brzezińska-Wójcik & Superson (2001)

aktywności tektonicznej wskazują również zjawiska hydrogeologiczne, m.in. zwiększona pojemność zbiornikowa podłoża w strefie krawędziowej, wywołana odprężeniem wypiętrzanego masywu (Malinowski, 1977).

Poza obszarem roztoczańskim tektoniczne założenia przypisywane są również północno-zachodniej strefie krawędziowej Wyżyny Lubelskiej (Harasimiuk, 1980), a także niektórym krawędziom wewnętrznym, wyznaczającym zazwyczaj granice geomorfologicznych jednostek subregionalnych (Jahn, 1956; Maruszczak, 1972; Harasimiuk, 1980). Do młodych średnio- i małoskalowych form o założeniach tektonicznych zaliczyć także należy: 1) liczne linearne elementy rzeźby fluwialnej (doliny III i IV rzędu lub ich fragmenty) oraz 2) strefy liniowego występowania depresji krasowych, zarówno w wapieniach badeńskich – wzdłuż zewnętrznej i wewnętrznej krawędzi Wyżyny Lubelskiej i Roztocza (Harasimiuk i in., 1971), jak również w marglach i kredzie piszącej – na Pagórach Chełmskich, w Kotlinie Chodelskiej i Hrubieszowskiej (Maruszczak, 1966; Harasimiuk, 1975; Dobrowolski, 1992, 1994, 1998, 2000). Neotektoniczne założenia mają także pozytywne elementy rzeźby – Garb Łęczyński przecięty przelomowym odcinkiem Wieprza (Harasimiuk & Henkiel, 1976, 1981) oraz Grzęda Sokalska. Inne elementy tektoniki dysjunktywnej uwidoczniają się w rzeźbie w sposób wtórny, dzięki kontrastom litologicznym utworów tworzących skrzydła uskoków.

Od doliny Wisły na zachodzie (Kotlina Chodelska) poprzez rejon Wilkołaza, obniżenie dolinne Poru, Padół Zamojski po Kotlinę Hrubieszowską na wschodzie ciągnie się pas obniżeń o zróżnicowanych genetycznie uwarunkowaniach. Kotlina Chodelska i obniżenia w rejonie Wilkołaza nawiązują swym przebiegiem do struktur antyklinalnych, uformowanych w górnej kredzie, odwzorowując przy tym zrębowe struktury podłoża paleozoicznego (Wyrwicka, 1980; Harasimiuk, 1980; Krzywiec, 2007). Są to więc inwersyjne formy rzeźby, związane ze zróżnicowanym tempem denudacji skał górnej kredy (bardzo słabo zdiagenezowana kreda pisząca, miękkie margle i odporne węglanowo-krzemionkowe opoki), odsłaniających się w rozcinanych antyklinalach. Ku wschodowi, już w obrębie podniesionej części platformy wschodnioeuropejskiej (Pożaryski, 1997; Krzywiec, 2007), kotlinowate obniżenia (Padół Zamojski i Kotlina Hrubieszowska) są obrzeżone strefami dyslokacyjnymi, a ich

skalne podłoże tworzą miękkie margle mastrychtu (Padół Zamojski) oraz kreda pisząca (Kotlina Hrubieszowska).

CZYNNIK LITOLOGICZNO-STRUKTURALNY W RZEźBIE WYŻYNY LUBELSKIEJ I ROZTOCZA

Zmienność litologiczna skał kompleksu górnokredowo-paleogeńskiego (na Roztoczu dodatkowo również miocenińskiego), stanowiącego na tym obszarze zasadnicze podłoże utworów czwartorzędowych (ryc. 1), w istotny sposób, choć jedynie pasywnie, warunkowała przebieg procesów morfogenetycznych (denudacyjnych, glacialnych, fluwialnych, krasowych), głównie w mezo- i mikroskali (Maruszczak, 1972; Harasimiuk, 1980; Dobrowolski, 1998, 2004). Właściwości litologiczne skał mastrychtu oraz paleocenu charakteryzują się wprawdzie relatywnie niewielką zmiennością cech wytrzymałościowych, niemniej jednak mają one decydujący wpływ na przebieg procesów denudacyjnych i w konsekwencji na „fizjonomię” przewodnich cech rzeźby. Ze względu na „twardość morfologiczną” (Harasimiuk, 1980) można podzielić je na dwie grupy: skały wapienno-krzemionkowe (opoki, gezy) – bardziej odporne na czynniki niszczące, budujące zazwyczaj trzon najwyższych wzniesień i wzgórz ostańcowych oraz skały wapienne i wapienno-ilaste (wapienie, margle, kreda pisząca) – warunkujące występowanie obniżeń morfologicznych, często z dominantą rzeźby krasowej (Kotlina Chodelska, Kotlina Hrubieszowska).

Głównymi elementami rzeźby, w kształtowaniu których czynnik litologiczno-strukturalny odegrał decydującą rolę, są (ryc. 1, 2): 1) kuesty, związane z poddartymi warstwami odporniejszych skał górnej kredy, tworzącymi tu wychodnie (Jahn, 1956; Harasimiuk & Król, 1984), 2) wzgórza ostańcowe na Wyżynie Lubelskiej i w strefie krawędziowej Roztocza (Jahn, 1956; Maruszczak & Wilgat, 1956; Harasimiuk, 1975), 3) spłaszczenia morfologiczne na stokach (Jahn, 1956; Maruszczak, 1972; Harasimiuk, 1980), 4) podstawowe formy krasowe – wertepy (leje krasowe) w marglach i kredzie piszącej mastrychtu (Wyżyna Lubelska – Maruszczak, 1966; Harasimiuk, 1975, 1980; Dobrowolski, 1992, 1998) oraz w wapieniach miocenijskich (Roztocze – Maruszczak & Wilgat, 1956; Harasimiuk i in., 1969, 1971).

PODSUMOWANIE

Z przytoczonego w tym artykule przeglądu poglądów na zależności pomiędzy szeroko rozumianą strukturą a rzeźbą Wyżyny Lubelskiej i Rostocza wyłania się obraz istotnego zaangażowania czynnika tektonicznego i litologicznego w kształtowanie rzeźby i ukierunkowanie współczesnej morfogenezy obszaru. Dostrzegalne jest to w cechach form zarówno dużych, odzwierciedlających zasadnicze założenia tektoniczne obszaru, jak i w cechach form w mezo- i mikroskali. W skali regionalnej przejawia się to poprzez wyraźne zróżnicowanie przewodnich cech rzeźby subregionów (kierunkowość i gęstość sieci dolinnej, morfologiczny wyraz dynamiki rzeźby – deniwelacje i spadki). W mezoskali możemy mówić o zależnościach konkretnych form rzeźby, np. rów tektoniczny – wykorzystywany przez dolinę Sołokiji; wpływ tektoniki na typ i rozwinięcie koryta środkowego Wieprza; załamania profili podłużnych rzek rostoczańskich (ryc. 3); widoczne w rzeźbie krawędzowej Rostocza i Wyżyny Lubelskiej elementy blokowych przemieszczeń o stylu antytetycznym; krawędzie typu kuestowego (południowa krawędź Równiny Bełżyckiej, północne obrzeżenie doliny Poru). Odrębnym elementem morfostrukturalnym są formy krasowe, które trzeba rozpatrywać zarówno w skali makro (regiony krasowe – Pagóry Chełmskie, Kotlina Hrubieszowska, Kotlina Chodolska), jak i w skali mezo i mikro (ukierunkowanie elementarnych form rzeźby krasowej – wertebów, uwałów, dolin krasowych).

Co więcej, współczesna aktywność tektoniczna obszaru, powodująca nierównomierne dźwiganie bloków strukturalnych, wpływa na deformację profili podłużnych koryt i tarasów rzecznych oraz wcinanie się rzek w podłoże, co skutkuje występowaniem wychodni skalnych w ich korytach.

Jednakże, w świetle przeglądu wyników dotychczasowych badań, niekiedy bardzo trudno określić, które z cech strukturalnych w sposób decydujący wpływają na rozmieszczenie i cechy form rzeźby. Stąd też konieczne jest podjęcie badań zmierzających do rozwiązania kilku istotnych z morfogenetycznego punktu widzenia problemów:

1) nowego spojrzenia i reinterpretacji, w nawiązaniu do najnowszych wyników badań nad geodynamiką obszaru, wymagają walne uskoki, z których przebiegiem wiązano orientację głównych krawędzi morfologicznych Wyżyny Lubelskiej i Rostocza, jak również głównych dolin;

2) ponownego przeanalizowania, w świetle wielu nowych i szczegółowych danych mezostrukturalnych oraz litostratygraficznych, wymagają zależności pomiędzy geometrią drobnych uskoków i spękań ciosowych w skałach górnokredowych i miocenijskich a cechami i rozmieszczeniem drobnych form rzeźby na podstawie pomiarów punktowych;

3) przeanalizowania, z wykorzystaniem nowych metod (m.in. profilowania geofizycznego o wysokiej rozdzielczości) i narzędzi badawczych pracujących w środowisku GIS, wymaga również relacja pomiędzy wytrzymałością poszczególnych typów litologicznych skał a zróżnicowaniem cech rzeźby – gradientów nachyleń zboczy, pojedynczych wzgórz oraz spłaszczeń podstokowych i obniżen;

4) ponownego rozpatrzenia, w kontekście wielu nowych wyników badań geologicznych i paleogeograficznych, wymagają relacje pomiędzy strukturą skał a rozmieszczeniem, rozmiarami i genezą form krasowych i pseudokrasowych na analizowanym obszarze;

5) szczegółowych badań wymaga zagadnienie wpływu kontrastów litologicznych skał podłoża na wartości parametrów morfometrycznych, pozwalających na oszacowanie względnej współczesnej aktywności tektonicznej obszaru (z zastosowaniem nowoczesnych narzędzi GIS i modelowania 3D procesów geologicznych i morfodynamicznych).

LITERATURA

- BRZEZIŃSKA-WÓJCIK T. 1998 – Topolineamenty w strefie krawędzowej Rostocza Tomaszowskiego i ich związek z planem strukturalnym podłoża. *Annales UMCS, B*, 52: 41–56.
- BRZEZIŃSKA-WÓJCIK T. 1999 – Aktywność tektoniczna w północno-wschodniej strefie krawędzowej Rostocza Tomaszowskiego w świetle wskaźników morfometrycznych. *Prz. Geol.*, 47: 840–845.
- BRZEZIŃSKA-WÓJCIK T. 2002a – Przełom doliny Sopotu przez strefę krawędziową Rostocza Tomaszowskiego (SE Polska). *Annales UMCS, B*, 54: 83–97.
- BRZEZIŃSKA-WÓJCIK T. 2002b – The dependence of relief on tectonic in the South-West Escarpment zone of Tomaszowskie Rostocze (SE Poland). *Landform Analysis*, 3: 13–24.
- BRZEZIŃSKA-WÓJCIK T. & HARASIMIUK M. 1998 – Przełom doliny Sopotu przez strefę krawędziową Rostocza Tomaszowskiego. [W:] Krzowski Z., Harasimiuk M., Brzezińska-Wójcik T., Michalczyk Z., Rzechowski J. & Superson J. (red.), *LXIX Zjazd Naukowy Polskiego Towarzystwa Geologicznego „Budowa geologiczna Rostocza (100-lecie badań polskich geologów)”*. Krasnobród, 23–26.09.1998. Wyd. UMCS, Lublin: 187–193.
- BRZEZIŃSKA-WÓJCIK T. & SUPERSON J. 2001 – Wpływ ruchów neotektonicznych na warunki rozwoju doliny górnego Wieprza na Rostoczu Tomaszowskim (SE Polska). [W:] Kostrzewski A. (red.), *Geneza, litologia i stratygrafia utworów czwartorzędowych. T. III*. Wyd. Nauk. UAM, Geografia, Poznań, 64: 85–103.
- BULĄ S., DRZYMAŁA J. & MAŁEK M. 2000 – Objaśnienia do Szczegółowej mapy geologicznej Polski 1:50 000, ark. Nielisz (861). Państw. Inst. Geol., s. 33.
- BURACZYŃSKI J. 1980/1981 – Development of Valleys in the Escarpment Zone of the Rostocze. *Annales UMCS, B*, 35/36: 81–102.
- BURACZYŃSKI J. 1984 – Wpływ tektoniki na rozwój dolin strefy krawędzowej Rostocza. *Rocznik Pol. Tow. Geol.*, 54: 209–225.
- BURACZYŃSKI J. 1993 – Rola neotektoniki w ewolucji dolin rzecznych strefy krawędzowej Rostocza koło Frampola. [W:] Harasimiuk M., Krawczuk J. & Rzechowski J. (red.), *Tektonika Rostocza i jej aspekty sedimentologiczne, hydrogeologiczne i geomorfologiczno-krajobrazowe. Materiały polsko-ukraińskiej konferencji terenowej. 16–20 czerwca 1993, Lublin–Lwów*. Towarzystwo Wolnej Wszechnicy Polskiej, Lublin: 56–65.
- BURACZYŃSKI J. 1997 – Rostocze. Budowa–rzeźba–krajobraz. Wyd. ZGR UMCS, Lublin: 1–189.
- BURACZYŃSKI J. (red.) 2002 – Rostocze. Środowisko przyrodnicze. Wyd. Lubelskie, Lublin: 1–341.
- BURACZYŃSKI J. & RZECHOWSKI J. 2006 – Objaśnienia do Szczegółowej mapy geologicznej Polski 1 : 50 000, ark. Lubicza Królewska (929). Państw. Inst. Geol., Warszawa: 30.
- BURACZYŃSKI J. & SUPERSON J. 2002 – Objaśnienia do Szczegółowej mapy geologicznej Polski 1 : 50 000, ark. Komarów (895). Państw. Inst. Geol., Warszawa: 33.
- BURACZYŃSKI J., BRZEZIŃSKA-WÓJCIK T. & SUPERSON J. 1997 – Szczegółowa mapa geologiczna Polski 1 : 50 000, ark. Tomaszów Lubelski (928). Państw. Inst. Geol., Warszawa.
- CIEŚLIŃSKI S. 1993 – Objaśnienia do Szczegółowej mapy geologicznej Polski 1 : 50 000, ark. Zakrzówek (822). Państw. Inst. Geol., Warszawa: 28.
- CIEŚLIŃSKI S. 2001 – Objaśnienia do Szczegółowej mapy geologicznej Polski 1 : 50 000, ark. Wysokie (823). Państw. Inst. Geol., Warszawa.
- CIEŚLIŃSKI S. & RZECHOWSKI J. 1997 – Mapa geologiczna Polski 1 : 200 000, ark. Chełm, Horodło. B – Mapa bez utworów czwartorzędowych. Wyd. Kartogr. Polskiej Agencji Ekologicznej S.A., Warszawa.
- CIEŚLIŃSKI S., KUBICA B. & RZECHOWSKI J. 1994 – Mapa geologiczna Polski. 1 : 200 000, ark. Tomaszów Lubelski, Dołhobyczów. B – Mapa bez utworów czwartorzędowych. Wyd. Kartogr. Polskiej Agencji Ekologicznej S.A., Warszawa.
- DOBROWOLSKI R. 1992 – Wpływ tektoniki na rozwój zjawisk krasowych na międzyrzeczu środkowego Wieprza i Bugu. *Annales UMCS, B*, 44–45: 105–117.
- DOBROWOLSKI R. 1994 – Tektoniczne uwarunkowania rozwoju źródłiskowego torfowiska kopułowego „Krzywice” koło Chełma. *Prz. Geol.*, 42: 532–535.

- DOBROWOLSKI R. 1995 – Drobne struktury tektoniczne w skałach górnokredowych wschodniej części Wyżyny Lubelskiej a dyslokacje podłoża platformy wschodnioeuropejskiej w kenozoiku. *Annales Soc. Geol. Polon.*, 65: 79–91.
- DOBROWOLSKI R. 1998 – Strukturalne uwarunkowania rozwoju współczesnej rzeźby krasowej na międzyrzeczu środkowego Wieprza i Bugu. Wyd. UMCS, Lublin: 1–88.
- DOBROWOLSKI R. 2000 – Torfowiska węglanowe w okolicach Chełma – geologiczne i geomorfologiczne warunki rozwoju. [W:] Łętowski J. (red.), *Walory przyrodnicze Chełmskiego Parku Krajobrazowego i jego najbliższych okolic*. Wyd. UMCS, Lublin: 17–25.
- DOBROWOLSKI R. 2004 – Some aspects of paleokarst development in the Upper Cretaceous rocks of Chełm Hills (Lublin Upland, Eastern Poland). *Geomorphologia Slovaca*, 1 (IV): 22–27.
- HABER M. 1989 – Dwa przekroje geofizyczne SW-NE w rejonie Chełma Lubelskiego. *Kwart. Geol.*, 33: 429–446.
- HARASIMIUK M. 1975 – Rozwój rzeźby Pagórów Chełmskich w trzeciorzędzie i czwartorzędzie. *Pr. Geogr. IG PAN*, 115: 1–94.
- HARASIMIUK M. 1980 – Rzeźba strukturalna Wyżyny Lubelskiej i Rostocza. Rozprawa habilitacyjna. Wyd. UMCS, Lublin: 1–136.
- HARASIMIUK M. & HENKIEL A. 1976 – Wpływ neotektoniki na rozwój dna doliny Wieprza powyżej przełomu łączynskiego. *Kwart. Geol.*, 20: 928–929.
- HARASIMIUK M. & HENKIEL A. 1981 – Kopalne formy dolinne w okolicy Łęcznej i ich znaczenie dla paleogeografii dorzecza Wieprza. *Kwart. Geol.*, 25: 147–161.
- HARASIMIUK M., HENKIEL A. & PEKALA K. 1969 – Rozwój zjawisk krasowych okolic Frampola w pliocenie i czwartorzędzie. *Annales UMCS [druk 1971]*, B, 24: 149–193.
- HARASIMIUK M., HENKIEL A. & PEKALA K. 1971 – Rola neotektoniki w rozwoju współczesnych procesów krasowych w strefie krawędzi Wyżyny Lubelskiej i Rostocza. *Annales UMCS [druk 1974]*, B, 26: 103–218.
- HARASIMIUK M. & KRÓL T. 1984 – Krawędź Równiny Bełżyckiej w okolicy wsi Dobre. [W:] Maruszczak H. (red.), *Wycieczki terenowe, Część 2, Przewodnik Ogólnopolskiego Zjazdu Polskiego Towarzystwa Geograficznego, 13–15 IX 1984*, Wyd. UMCS, Lublin: 113–118.
- HENKIEL A. 1982 – Drobne struktury tektoniczne w północnej części Wyżyny Lubelskiej. *Annales UMCS*, B, 37: 73–84.
- HENKIEL A. 1984 – Tektonika pokrywy mezo-kenozoicznej na północnym skłonie wału metakarpackiego. *Ann. UMCS*, B, 39: 15–38.
- HENKIEL A. 1995 – Nowa koncepcja morfogenezy Wyżyny Lubelskiej – geologia i geomorfologia Równiny Bełżyckiej. *Annales UMCS*, B, 48 (1993): 133–152.
- HENKIEL A. 1998 – Rozważania o paleoceńskim rozwoju budowy geologicznej i rzeźby północnej części Wyżyny Lubelskiej i jej przedpola. *Annales UMCS*, B, 53: 47–73.
- HENKIEL A. 2001 – Geologia i geomorfologia Wyżyny Lubelskiej i Rostocza jako centralnego odcinka wału metakarpackiego. [W:] Zuchiewicz W. (red.), *Materiały IV Ogólnopolskiej Konferencji Neotektonika Polski „Neotektonika, morfotektonika, sejsmotektonika – stan badań i perspektywy rozwoju”*. Komisja Neotektoniki Komitetu Badań Czwartorzędu PAN, Kraków: 51–53.
- JAHN A. 1956 – Wyżyna Lubelska. Rzeźba i czwartorzęd. *Pr. Geogr. IG PAN*, 7: 1–453.
- JAROSIŃSKI M. 1994 – Pomiary kierunków naprężeń skorupy ziemskiej w Polsce na podstawie analizy breakouts. *Prz. Geol.*, 42: 996–1003.
- JAROSIŃSKI M. 2006 – Źródła współczesnych naprężeń tektonicznych w Europie Środkowej w świetle modelowań elementami skończonymi. *Prz. Geol.*, 54: 700–709.
- KOWALSKI W.C. & LISZKOWSKI J. 1972 – Współczesne pionowe ruchy skorupy ziemskiej w Polsce na tle jej budowy geologicznej. *Biul. Geol. Uniw. Warsz.*, 14: 5–19.
- KRASSOWSKA A. & ŻELICHOWSKI A.M. 1983 – Mapa geologiczna bez utworów młodszych od kredy 1:500 000. Tab. 33. [W:] Kozłowski S. & Żelichowski A.M. (red.), *Atlas Geologiczno-surowcowy obszaru lubelskiego*. Wyd. Geol.
- KRZYWIEC P. 2007 – Nowe spojrzenie na tektonikę regionu lubelskiego (SE Polska) oparte na wynikach interpretacji danych sejsmicznych. *Biul. Państw. Inst. Geol.*, 422: 1–18.
- KURKOWSKI S. 1994 – Objąsnienia do Szczegółowej mapy geologicznej Polski 1 : 50 000, ark. Krasnobród (894). Państw. Inst. Geol.
- KURKOWSKI S. 1998 – Objąsnienia do Szczegółowej mapy geologicznej Polski 1 : 50 000, ark. Józefów (927). Państw. Inst. Geol., Warszawa: 32.
- KWAPISZ B. 1998 – Objąsnienia do Szczegółowej mapy geologicznej Polski 1 : 50 000, ark. Aleksandrów (926). Państw. Inst. Geol., Warszawa: 28.
- LISZKOWSKI J. 1975 – Wpływ pionowych ruchów skorupy ziemskiej na kształtowanie się warunków hydrogeologicznych wodonosów szczelinowych. Współczesne i neotektoniczne ruchy skorupy ziemskiej w Polsce. I Krajowe Symp. Wyd. Geol., 1: 279–290.
- LISZKOWSKI J. 1982 – Geneza pola współczesnych pionowych ruchów skorupy ziemskiej na obszarze Polski. *Rozprawy Uniw. Warsz.*, 174: 1–179.
- MALINOWSKI J. 1977 – Wpływ neotektoniki na zmiany stosunków hydrogeologicznych Rostocza. *Kwart. Geol.*, 21: 49–58.
- MARSZAŁEK S. 2001 – Objąsnienia do Szczegółowej mapy geologicznej Polski 1:50 000, ark. Chodel (784). Państw. Inst. Geol., Warszawa: 32.
- MARSZAŁEK S., ALBRYCHT A. & BUŁA S. 1991 – Objąsnienia do Szczegółowej mapy geologicznej Polski 1:50 000, ark. Niedrzwica (785). Państw. Inst. Geol., Warszawa: 33.
- MARSZAŁEK S., MAŁEK M. & DRZYMAŁA J. 1994 – Objąsnienia do Szczegółowej mapy geologicznej Polski 1 : 50 000, ark. Szczębrzeszyn (860). Wyd. Geol., Warszawa: 32.
- MARUSZCZAK H. 1966 – Zjawiska krasowe w skałach górnokredowych międzyrzecza Wisły i Bugu. *Prz. Geogr.*, 38: 339–370.
- MARUSZCZAK H. 1972 – Wyżyna lubelsko-wołyńska. [W:] Klimaszewski M. (red.), *Geomorfologia Polski*, 1. PWN, Warszawa: 340–383.
- MARUSZCZAK H. 2001 – Rozwój rzeźby wschodniej części wyżyn metakarpackich w okresie posarmackim. *Prz. Geogr.*, 73: 253–280.
- MARUSZCZAK H. & WILGAT T. 1956 – Rzeźba strefy krawędziowej Rostocza Środkowego. *Annales UMCS*, B, 10: 1–109.
- NARKIEWICZ M. & DADLEZ R. 2008 – Geologiczna regionalizacja Polski – zasady ogólne i schemat podziału w planie podkenozoicznym i podpermskim. *Prz. Geol.*, 56: 391–397.
- NEY R. 1969 – Piętra strukturalne w północno-wschodnim obramowaniu zapadliska przedkarpackiego. *Pr. Geol. PAN, Oddz. Krakowski*, 53: 1–95.
- NOWAK J. 1922 – Z wycieczki na Narolszczyznę. *Ziemia*, 7: 127–128.
- PALIENKO V.P. 1992 – Novejšhaja geodinamika i ee otrazhenie v rel'efe Ukrainy. *Naukova Dumka, Kiev*: 1–116.
- PAWŁOWSKI S. 1938 – Sur la morphologie de la lisiere meridionale du plateau de Lublin. *Bull. Intern. de L'Ac. Pol. et de Lettr. Cl. de Sc. Mat. et Nat. Serie A. (Sc. Mat.)*, No 1–2A, Cracovie: 366–372.
- POPIELSKI W. 1994 – Objąsnienia do szczegółowej mapy geologicznej Polski 1 : 50 000, ark. Terespol (893). Państw. Inst. Geol., Warszawa: 35.
- POPIELSKI W. 2000 – Objąsnienia do Szczegółowej mapy geologicznej Polski 1 : 50 000, ark. Horyniec (960) i ark. Sieniawka (987). Państw. Inst. Geol., Warszawa: 32.
- POŻARYSKI W. 1974 – Obszar świętokrzysko-lubelski. [W:] *Budowa geologiczna Polski, IV, Tektonika, cz. I*. Wyd. Geol.: 314–362.
- POŻARYSKI W. 1997 – Tektonika powaryscyjska obszaru świętokrzysko-lubelskiego na tle struktury podłoża. *Prz. Geol.*, 45: 1265–1270.
- ROMANEK A. & ŻŁONKIEWICZ Z. 1988 – Mapa geologiczna Polski. 1 : 200 000. Sandomierz. B – Mapa bez utworów czwartorzędowych. Państw. Inst. Geol.
- RZECHOWSKI J., CIEŚLIŃSKI S. & MARSZAŁEK S. 2008 – Objąsnienia do Szczegółowej mapy geologicznej Polski 1 : 50 000, ark. Hrebenne (961). Państw. Inst. Geol., Warszawa: 32.
- SAMSONOWICZ J. 1926 – Szkic geologiczny okolic Rachowa nad Wisłą oraz transgresje albu i cenomanu. *Sprawozd. Pol. Inst. Geol.*, 3: 45–118.
- STARKEL L. 1972 – Karpaty Zewnętrzne. Kotlina Sandomierska. [W:] *Klimaszewski M. (red.), Geomorfologia Polski. Polska Południowa*, 1. PWN, Warszawa: 52–115, 138–166.
- WĄGROWSKI A. 1995 – Objąsnienia do Szczegółowej mapy geologicznej Polski 1 : 50 000, ark. Janów Lubelski (858). Państw. Inst. Geol.
- WĄGROWSKI A. 2001 – Objąsnienia do Szczegółowej mapy geologicznej Polski 1 : 50 000, ark. Turobin (859). Wyd. Kartogr. Polskiej Agencji Ekologicznej S.A., Warszawa.
- WYRWICKA K. 1980 – Stratygrafia, facje i tektonika mastrychtu zachodniej części Wyżyny Lubelskiej. *Kwart. Geol.*, 24: 805–819.
- ZUCHIEWICZ W., BADURA J. & JAROSIŃSKI M. 2007 – Uwagi o neotektonice Polski: wybrane przykłady. *Biul. Państw. Inst. Geol.*, 425: 105–128.

Praca wpłynęła do druku 12.07.2013 r.
Akceptowano do druku 8.08.2013 r.