

Nowe znaleziska polskich tektytów z obszaru niecki żytawskiej

Paszczka Karolina¹



A new Polish tektite finds from the Zittau Basin area. *Prz. Geol.*, 69: 244–247; doi: 10.7306/2021.14

Abstract. To date, 36 moldavites have been found in 9 sites from south-western Poland. The newest ones, i.e. 2 tektites, presented herein come from the Turów Mine in the Zittau Basin. Both moldavite specimens were collected from the fluvial sandy gravels of the Gozdnicza Formation, of late Miocene age. Taking into account the macroscopic features of the studied glass, it should be assumed that one of them had been reworked over a maximum distance of several kilometres, while the other one had overcome a further reworking, not exceeding 50 km though. The moldavites considered herein were most probably ejected from the Ries crater into the Zittau Basin within the Badenian sediments, later transported by the Lusatian Neisse river and finally redeposited within Pannonian sediments.

Keywords: moldavite, tektite, Nördlinger Ries, Miocene, reworking, Poland

Tektyt to naturalne szkliwo, które powstaje na skutek stopienia osadów bogatych w krzemionkę w związku ze spadkiem dużego ciała kosmicznego. Najstarszymi tektytami występującymi jako szkliwo są północnoamerykańskie biedazyty, ich wiek określa się na ok. 35 mln lat (Assis Fernandes i in., 2019). Starsze tektyty występują w profilach geologicznych fanerozoiku jako całkowicie zdiagenezowane sferule, które oprócz SiO₂ zawierają także domieszki minerałów ilastych (Brachaniec i in., 2014a). Cechami charakterystycznymi tektytów jest minimalna zawartość wody od 0,002 do 0,03 % wag. (Beran, Koeberl, 1997), amorficzny charakter, a także wysoka zawartość SiO₂ (ok. 65–95%). Jeden z czterech głównych obszarów występowania tektytów na świecie znajduje się w Europie środkowej i obejmuje terytoria czterech państw: południowo-zachodniej Polski, południowo-wschodnich Niemiec, północno-zachodnich i południowych Czech oraz północnej Austrii. Znajdowane na tym obszarze tektyty są znane pod nazwą mołdawitów i pochodzą z bawarskiego krateru Nördlinger Ries, datowanego na 14,93–15 Ma (Rocholl i in., 2017). Posiadają barwy od bardzo jasnozielonej (*very light bottle green*) aż do ciemno zielonej (*dark bottle green*) przechodzącej nawet w odcienie jasnobrązowe. Wiąże się to z zawartością w szklawie jonów Fe²⁺, Fe³⁺ oraz Mn²⁺, pochodzących z przetopienia paleogeńskich osadów molasowych, tzw. *Miocene Freshwater Molasse* (Trnka, Houzar, 2002; Rodovská i in., 2016; Skála i in., 2016; Žák i in., 2016). Od czerwca 2012 do lutego 2021 r. odnaleziono łącznie 34 mołdawity w ośmiu stanowiskach w południowo-zachodniej Polsce (Brachaniec, 2019, 2020a; Szopa i in., 2019). Na początku marca br. na terenie niecki żytawskiej, w Kopalni Węgla Brunatnego Turów odkryto kolejne dwa mołdawity (łącznie 36 tektytów), zostały one opisane w niniejszym opracowaniu. Jest to dziewiąte stanowisko, w którym stwierdzono występowanie polskich tektytów. Nie badano ich pod kątem składu chemicznego, ponieważ takie wyniki były wielokrotnie prezentowane (np. Brachaniec i in., 2015, 2016; Brachaniec, 2017), skupiono się natomiast na dyskusji dotyczącej pochodzenia nowych znalezisk.

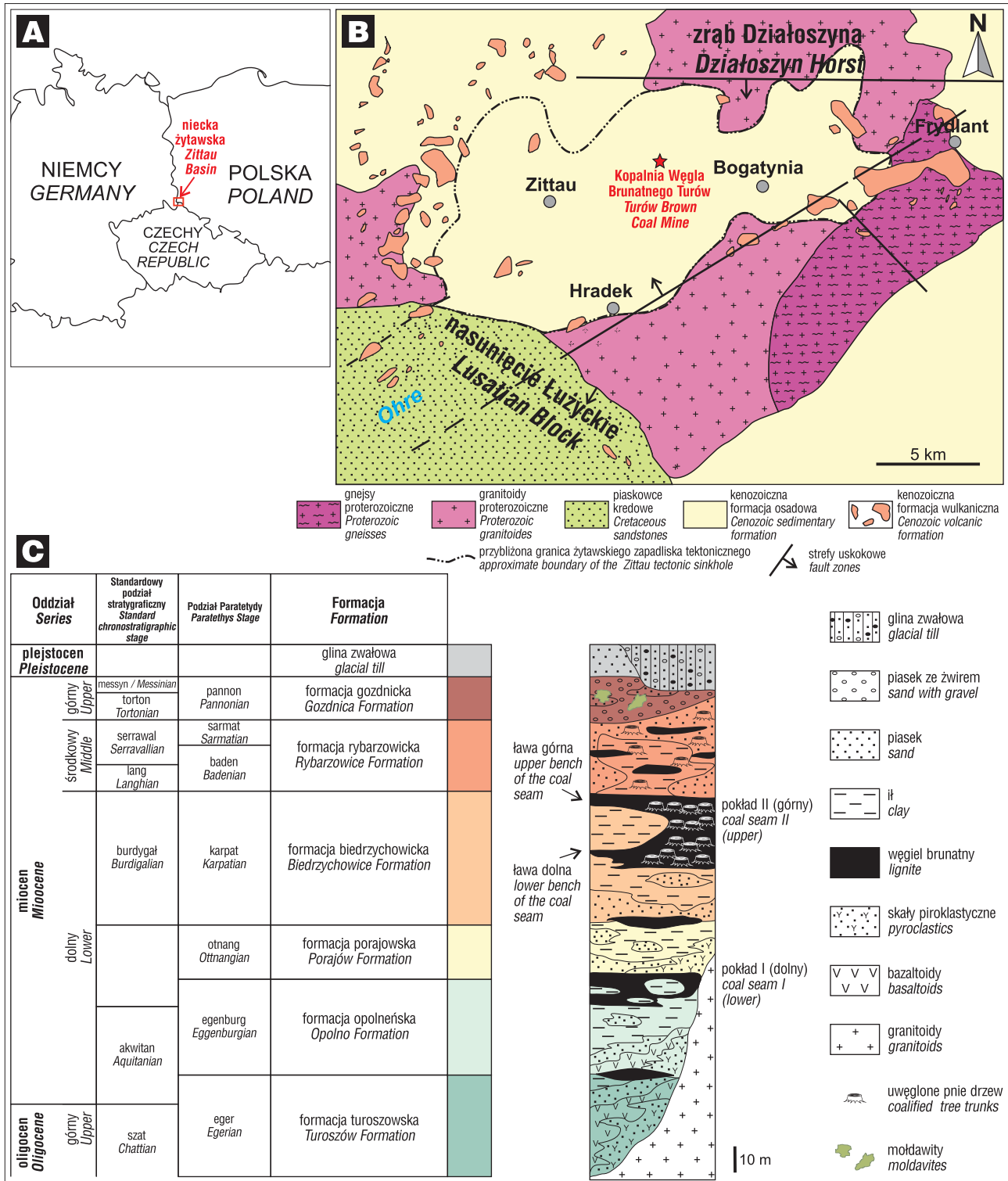
LOKALIZACJA I BUDOWA GEOLOGICZNA BADANEGO OBSZARU

Kopalnia Węgla Brunatnego Turów leży w Sudetach Zachodnich, w województwie dolnośląskim, na obszarze centralnej części tzw. Worka Turoszowskiego położonego między granicami państwowymi Niemiec i Czech. Kopalnia należy do Górnośląskiego Zagłębia Węgla Brunatnego, obejmującego tereny przygraniczne Polski, Niemiec i Czech w dorzeczu górnego biegu Nysy Łużyckiej (Kasiński, 1996). Jest to także obszar niecki żytawskiej, będącej wschodnią częścią środkowoeuropejskiego basenu węglonośnego (ryc. 1A; Fabiańska, 2007). Niecka ta jest zapadliskiem tektonicznym, które utworzyło się na kontakcie rowu kruszcogórskiego (ryft Ohrzy) i łużycko-łabskiej strefy tektoniczno-wulkanicznej (Jęczmyk, Sztromwasser, 1998 i literatura tam cytowana).

Starsze piętro strukturalne badanego obszaru jest zbudowane z prekambryjskich i paleozoicznych skał magmowo-metamorficznych, natomiast młodsze z mezozoicznych-kenozoicznych skał osadowych i wulkanicznych (ryc. 1B; Marcinkowski, 1985). Na podłożu krystalicznym spoczywają paleogeńskie wulkanity najstarszej generacji, tworzące wraz z iłowcami i mułowcami formację turoszowską, a nad nimi – utwory paleogeńsko-neogeńskiej asocjacji brunatnowęglowej, wykształcone jako ily, mułki piaski i żwiry z dwoma grubymi pokładami węgla brunatnego (Koźma i in., 2004; Kasiński i in., 2015).

Profil litologiczny kopalni Turów ma ok. 250 m miąższości i składa się głównie z utworów miocenu, które spoczywają na osadach oligocenu, i przykryte są poziomem plejstocenijskiej gliny lodowcowej (ryc. 1C). Dominują w nim mułowce i iłowce, dodatkowo w formacjach opolneńskiej i biedrzychowickiej występują pokłady węgla (ryc. 1C), które są eksploatowane przez kopalnię Turów. Mołdawity zostały odnalezione we fluwialnych żwirach piaszczystych formacji gozdniczkiej (ryc. 1C, 2), która jest datowana na późny miocen – pannon (Szynkiewicz, 2011). Cechą charakterystyczną tych osadów na terenie południowo-zachodniej Polski jest zwiększająca się ilość frakcji żwirowej z północnego zachodu na południowy wschód

¹ Wydział Nauk Przyrodniczych, Uniwersytet Śląski w Katowicach, ul. Będzińska 60, 41-200 Sosnowiec; karolinapaszczka@gmail.com



Ryc. 1. **A** – lokalizacja niecki żyławskiej, **B** – budowa geologiczna niecki żyławskiej (Panasiuk, 1980; zmodyfikowane), **C** – syntetyczny profil litostratygraficzny osadów paleogenu i neogenu polskiej części niecki żyławskiej (Kasiński i in., 2015; Kasiński, 2000; zmodyfikowane) wraz z lokalizacją móldawitów

Fig. 1. **A** – location of the Zittau Basin, **B** – geological map of the Zittau Basin (Panasiuk, 1980; modified), **C** – synthetic lithostratigraphic profile of the Paleogene and Neogene deposits of Polish part of the Zittau Basin (Kasiński et al., 2015; Kasiński, 2000; modified) with moldavite occurrences

(Brachaniec i in., 2014b, 2015, 2016). W obrębie formacji gozdnickiej nie występują pokłady i ławice węgla brunatnego, a utwory zawęglone pojawiają się sporadycznie. W żwirach tej formacji odnaleziono 34 z 36 wszystkich polskich móldawitów (łącznie ze znaleziskami z kopalni Turów).

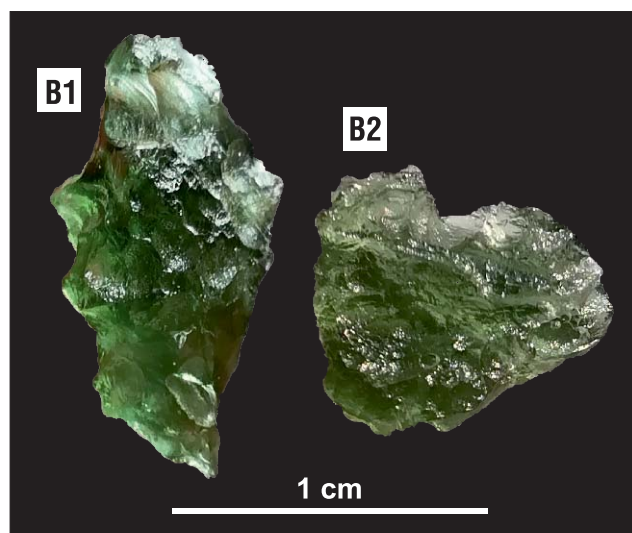
WYNIKI PRAC TERENOWYCH I BADAŃ

Badane móldawity zaprezentowano na rycinie 3. W osadach formacji gozdnickiej są one łatwo identyfikowalne gołym okiem. Pierwszy tektyt (B1) ma wymiary $14 \times 7 \times 4$ mm, wagę 0,957 g i posiada charakterystyczny



Ryc. 2. Przykładowe zdjęcie fluwialnych żwirów piaszczystych formacji goznickiej stanowiska Stanisław Północ k. Strzegomia

Fig. 2. View of the fluvial sandy gravel of the Gozdnica Formation from the North Stanisław pit near the town of Strzegom



Ryc. 3. Mołdawity z formacji goznickiej kopalni Turów

Fig. 3. Moldavites from the Gozdnica Formation, of Turów Mine

dla mołdawitów podłużny, ostrokrawędzisty kształt. Na swoich obrzeżach jest barwy bardzo jasno zielonej, w przeciwieństwie do środkowej części, gdzie kolor zielony przechodzi w ciemniejszy odcień. Drugi tektyt (B2) różni się zarówno pod względem barwy, jak i kształtu od okazu B1. Jest wyraźnie owalny, jego wymiary to $10 \times 8 \times 6$ mm, a waga wynosi 0,718 g. Posiada jednolity jasno zielony kolor w całej swej strukturze, natomiast jego krawędzie są bardziej zaokrąglone niż w przypadku tektytu B1. Oba prezentowane szkliwa posiadają oryginalną ornamentację, przy czym w przypadku tektytu B1 jest ona wyraźnie głębsza. Obydwa mołdawity w swym szkliwie posiadają pęcherzyki powietrza. Polskie mołdawity znajdują się w Muzeum Wydziału Nauk Przyrodniczych Uniwersytetu Śląskiego w Sosnowcu, pod ogólnym numerem katalogowym WNOZ/Mt/88.

DYSKUSJA

Zdecydowana większość obecnie znajdowanych mołdawitów jest parautochtoniczna, czyli występuje w osadach, które są znacząco młodsze (pannon, plejstocen) od samego impaktu (Trnka, Houzar, 2002), datowanego na środkowy miocen – baden (Rocholl i in., 2017). Jest to związane z ich redepozycją przez rzeki mioceńskie, które występowały licznie na terenie ówczesnej Europy środkowej (Badura, Przybylski, 2004; Buchner, Schmieder, 2009). Polskie mołdawity były redeponowane ciekami wodnymi płynącymi na północ z przedgórze sudeckiego (Badura, Przybylski, 2004; Szopa i in., 2017; Brachaniec, 2018a, b, 2019). Dwa nowe polskie mołdawity prezentują dwa odmienne modele redepozycji. Wyniki prezentowane przez Hurtig (2019) oraz Brachaniec (2020b) wykazały, że tektyty są stosunkowo odporne na abrazję wodną i są w stanie przetrwać transport na dystansie kilkuset kilometrów. Tektyt B1 musiał być transportowany na znacznie krótszym dystansie niż okaz B2. Świadczy o tym jego wydłużony kształt oraz stosunkowo ostre krawędzie. Opierając się na wynikach Brachaniec (2020b), można założyć, że mołdawity posiadające zaokrąglone krawędzie były redeponowane na odległość co najmniej 100 km, natomiast owalne szkliwa mogły pokonać dystans nawet kilkukrotnie większy. Należy wziąć jednak pod uwagę, że zarówno okazy B1 i B2 posiadają oryginalną ornamentację oraz nie są matowe, co charakteryzuje tektyty transportowane na dystansie kilkuset kilometrów. Można z tego wnioskować, że okaz B1 z racji podłużnego kształtu, ostrych krawędzi oraz pierwotnej ornamentacji i przezroczystości był redeponowany na dystansie znacznie krótszym niż tektyt B2 (kilkuset metrów do kilku kilometrów?). Mołdawit B2 mógł przebyć kilkukrotnie większy dystans jednak nie większy niż 100 km. Biorąc pod uwagę bieg Nysy Łużyckiej, w osadach której znaleziono prezentowane tektyty, można przyjąć, że okaz B2 pochodzi z obszaru Gór Łużyckich, a zatem był prawdopodobnie transportowany na dystansie ok. 50 km i ostatecznie został zdeponowany na obecnym terenie kopalni Turów. Jak udokumentował Brachaniec (2020a), w osadach środkowo mioceńskich południowo-zachodniej Polsce są obecne autochtoniczne mołdawity, które nie były redeponowane po wyrzucie z krateru Ries. Podobne znaleziska autochtonicznych mołdawitów występują stosunkowo rzadko i obejmują łącznie osiem formacji geologicznych na terenie Europy środkowej (Koeberl i in., 1988; Lange, 1995; Ševčík i in., 2007). Należy zatem przyjąć model, że dwa opisywane mołdawity po impakcie Ries były wyrzucane na obszar Gór Łużyckich i obecnej kopalni Turów, a następnie transportowane przez Nysę Łużycką na bardzo małą odległość (okaz B1), nie przekraczającą 50 km (okaz B2).

PODSUMOWANIE

Mołdawity występujące na terenie Polski oraz pozostałych trzech państw, mogą być zarówno auto-, jak i para-

autochtoniczne. Pierwsze zostały od razu zdeponowane po wyrzuceniu z krateru Ries i nie były później redeponowane. Geneza tektytów paraautochtonicznych i ich redepozycja z osadów badenu (impakt Ries) do osadów młodszych (pannon, plejstocen) była związana z procesami fluwialnymi. Biorąc pod uwagę fakt, że na terenie Dolnego Śląska zostały odnalezione autochtoniczne tektyty, nasuwa się pytanie, czy polskie młdawity mogą być powiązane redepozycyjnie z innymi obszarami występowania autochtonicznych tektytów w Czechach i Łużycach. Prace eksperymentalne przeprowadzone przez Stöfflera i in. (2002) jednoznacznie wykazały, że duże ilości szklawa impaktu Ries mogły być wyrzucane na odległości rzędu 600 km ze świeżo powstałego krateru. Znacząco by to teoretycznie, że w osadach badenu południowo-zachodniej Polski mogły występować warstwy młdawitonośne, z których później szklawo było systematycznie wypłukiwane, transportowane i akumulowane w osadach młodszych. Weryfikacja tej teorii wymaga jednak dalszych prac terenowych i nowych znalezisk tektytów w Polsce.

Autorka dziękuje prof. Andrzejowi Muszyńskiemu oraz prof. Patrycji Wójcik-Tabol za wnikliwą recenzję i cenne uwagi oraz Pani Ewie Włodarczyk za prace edytorskie, a także dr. Bruno Ferre za poprawę języka angielskiego. Podziękowania należą się także Dyrekcji Kopalni Węgla Brunatnego Turów za udzielenie zgody na wejście na teren zakładu, a w szczególności Pani Ewie Dąbrowskiej.

LITERATURA

- ASIS FERNANDES V., HOPP J., SCHWARZ W.H., FRITZ J.P., TRIELOFF M., POVENMIRE H. 2019 – 40Ar-39Ar step heating ages of North American tektites and of impact melt rock samples from the Chesapeake Bay impact structure. *Geochim. Cosmochim. Acta*, 255: 289–308.
- BADURA J., PRZYBYLSKI B. 2004 – Evolution of the Late Neogene and Eopleistocene fluvial system in the foreland of the Sudetes Mountains (southwest Poland). *Ann. Soc. Geol. Pol.*, 74: 43–61.
- BERAN A., KOEBERL C. 1997 – Water in tektites and impact glasses by fourier-transformed infrared spectrometry. *Meteoritics*, 32: 211–216.
- BRACHANIEC T. 2017 – The most distal moldavite findings from Lower Silesia, Poland. *Carnets de Géologie*, 17: 139–144.
- BRACHANIEC T. 2018a – An experimental model for the tektite fluvial transport based on the most distal Polish moldavite occurrences. *Meteorit. Planet. Sci.*, 53: 505–513.
- BRACHANIEC T. 2018b – Variations in fluvial reworking of Polish moldavites induced by hydrogeological change. *Carnets de Géologie*, 18: 225–232.
- BRACHANIEC T. 2019 – Relationship between the abrasion of tektite clasts and their host sedimentary facies, Pleistocene, SW Poland. *Ann. Soc. Geol. Pol.*, 89: 83–90.
- BRACHANIEC T. 2020a – Moldavite finds in Middle Miocene (Langhian Stage) deposits of southwestern Poland. *Carnets de Géologie*, 20: 241–247.
- BRACHANIEC T. 2020b – A scheme for moldavite fluvial abrasion based on observations from natural river stream. *Meteorit. Planet. Sci.*, 55: 2171–2183.
- BRACHANIEC T., KARWOWSKI Ł., SZOPA K. 2014a – Spherules associated with the Cretaceous-Paleogene boundary in Poland. *Acta Geol. Pol.*, 64: 99–108.
- BRACHANIEC T., SZOPA K., KARWOWSKI Ł. 2014b – Discovery of the most distal Ries tektites found in Lower Silesia, southwestern Poland. *Meteorit. Planet. Sci.*, 49: 1315–1322.
- BRACHANIEC T., SZOPA K., KARWOWSKI Ł. 2015 – A new discovery of parautochthonous moldavites in southwestern Poland, Central Europe. *Meteorit. Planet. Sci.*, 50: 1697–1702.
- BRACHANIEC T., SZOPA K., KARWOWSKI Ł. 2016 – New moldavites from SW Poland. *Acta Geol. Pol.*, 66: 99–105.
- BUCHNER E., SCHMIEDER M. 2009 – Multiple fluvial reworking of impact ejecta – a case study from the Ries crater, southern Germany. *Meteorit. Planet. Sci.*, 44: 1051–1060.
- FABIAŃSKA M. 2007 – Geochemia organiczna węgla brunatnych wybranych złóż Polski. Wyd. UŚI., Katowice: 73–86.
- HURTIG M. 2019 – Experimental study of abrasion of tektites and other glasses in the course of fluvial transport over long distances (abstract #1169). 50th Lunar and Planetary Science Conference. CD-ROM.
- JĘCZMYK M., SZTROMWASSER E. 1998 – Kominowe syderytowe dajki karbonatytowe w bazaltoidach Kopalni Węgla Brunatnego Turów (Sudety). *Prz. Geol.*, 46: 87–94.
- KASIŃSKI J.R. 1996 – Program transgranicznych badań surowcowo-socjologicznych na obszarze Górnośląskiego Zagłębia Węglowego (Polska-Niemcy-Czechy). *Prz. Geol.*, 44: 1217–1222.
- KASIŃSKI J.R. 2000 – Geological atlas of the Tertiary lignite-bearing association in the Polish part of the Zittau Basin, scale 1 : 50 000. Państw. Inst. Geol., Warszawa.
- KASIŃSKI J.R., BADURA J., PAŃCZYK M., PÉCSKAY Z., SATERNUS A., SŁODKOWSKA B., URBAŃSKI P. 2015 – Osady paleogeńskie w polskiej części niecki żyławskiej – nowe światło na problem wieku zapadliska tektonicznego. *Bul. Państw. Inst. Geol.*, 461: 295–324.
- KOEBERL C., BRANDSTÄTTER F., NIEDEMMAZR G., KURAT G. 1988 – Moldavites from Austria. *Meteoritics*, 23: 325–332.
- KOŽMA J., GAWLIKOWSKA E., LIS J., PASIECZNA A., BOJAKOWSKA I., WOŁKOWICZ S. 2004 – Objasnienia do Mapy Geośrodowiskowej Polski 1 : 50 000, ark. Bogatynia (792) i Grabiszycze Górne (793). Państw. Inst. Geol.
- LANGÉ J.-M. 1995 – Lausitzer Moldavite und ihre Fundschichten. *Schriften. Geowissenschaft.*, 3: 1–95.
- MARCINKOWSKI B. 1985 – Przejawy mineralizacji kruszcowej w kompleksie magmowo-metamorficznym okolic Bogatyni. *Kwart. Geol.*, 29: 551–570.
- PANASIUK M. 1980 – O pozycji tektonicznej wulkanitów trzeciorzędowych z południowo-zachodniego obrzeżenia niecki żyławskiej. *Kwart. Geol.*, 24: 827–840.
- ROCHOLL A., SCHALTEGGER U., GILG H.A., WIJBRANS J., BÖHME M. 2017 – The age of volcanic tuffs from the Upper Freshwater Molasse (North Alpine Foreland Basin) and their possible use for tephrostratigraphic correlations across Europe for the Middle Miocene. *Inter. J. Earth Sci.*, 107: 387–407.
- RODOVSKÁ Z., MAGNA T., ŽÁK K., SKÁLA R., BRACHANIEC T., VISSCHER C. 2016 – The fate of moderately volatile elements in impact events-Lithium connection between the Ries sediments and central European tektites. *Meteorit. Planet. Sci.*, 51: 2403–2415.
- ŠEVČÍK J., KVAČEK Z., MAI D.H. 2007 – A new mastixioid flora from tektite-bearing deposits in South Bohemia, Czech Republic (Middle Miocene, Vrábče Member). *Bull. Geosci.*, 82: 429–426.
- SKÁLA R., JONÁŠOVÁ S., ŽÁK K., ĐURIŠOVÁ J., BRACHANIEC T., MAGNA T. 2016 – New constraints on the Polish moldavite finds: a separate sub-strewn field of the central European tektite field or re-deposited materials? *J. Geosci.*, 61: 171–191.
- STÖFFLER D., ARTEMIEVA N.A., PIERAZZO E. 2002 – Modeling the Ries-Steinheim impact event and the formation of the moldavite strewn field. *Meteorit. Planet. Sci.*, 37: 1893–1907.
- SZOPA K., BADURA J., BRACHANIEC T., CHEW D., KARWOWSKI Ł. 2017 – Origin of parautochthonous Polish moldavites – a palaeogeographical and petrographical study. *Ann. Soc. Geol. Pol.*, 87: 1–12.
- SZOPA K., BRACHANIEC T., KARWOWSKI Ł. 2019 – Polskie młdawity: obecny stan wiedzy i perspektywy nowych znalezisk. *Prz. Geol.*, 67: 662–667.
- TRNKA M., HOUZAR S. 2002 – Moldavites: a review. *Bull. Czech Geol. Surv.*, 77: 283–302.
- SZYKIEWICZ A. 2011 – Wiek utworów neogenu w zachodniej części Dolnego Śląska. [W:] Żelaźniewicz A., Wojewoda J., Cieżkowski W., Mezozoik i kenozoik Dolnego Śląska. WIND, Wrocław: 11–18.
- ŽÁK K., SKÁLA R., ŘANDA Z., MIZERA J., HEISSIG K., ACKERMAN L., ĐURIŠOVÁ J., JONÁŠOVÁ Š., KAMENÍK J., MAGNA T. 2016 – Chemistry of Tertiary sediments in the surroundings of the Ries impact structure and moldavite formation revisited. *Geochim. Cosmochim. Acta*, 179: 287–311.

Praca wpłynęła do redakcji 26.03.2021 r.
Akceptowano do druku 19.04.2021 r.