



### Zmiana dotychczasowego obszaru występowania polskich mołdawitów na podstawie nowego znaleziska z rejonu Opola

Karolina Paszcza<sup>1</sup>



**Change of the current area of occurrence of Polish moldavites on the basis of a new find from the Opole region.** *Prz. Geol.*, 70: 864–867; doi: 10.7306/2022.33

*Abstract.* The moldavites are Miocene tektites found in Central Europe. Their presence in the Badenian sediments are rare due to fluvial reworking in the area. In the clay sediments of the Poznań Formation, in the Dębina profile, one moldavite was found, which is the fourth tektite from these sediments from Poland. It had dimensions of  $14 \times 10 \times 8$  mm and a weight of 1.03 gram. The glass surface was richly ornamented, and indicates a quick deposition, without any long-distance fluvial abrasion. Currently, depending on the age of the sediments in which they occur, two substrewn fields of Ries-same-age and redeposited moldavites were characterized in SW Poland.

**Keywords:** moldavite, tektite, clay, Miocene, strewn field, Poland

Mołdawity to tektyty związane z powstaniem środkowomiocenijskiego krateru Ries, znajdującego się w zachodniej Bawarii. Jego wiek szacuje się na  $14,81 \pm 0,04$  Ma, czyli baden (Schmieder i in., 2018). Do lipca 2022 r. na terenie Polski odnaleziono 36 okazów mołdawitów w miocenijskich i plejstocenijskich utworach, które ciągną się od niemieckich Łużyc aż po rejon Wrocławia i Dolinę Nysy Kłodzkiej (Brachaniec i in., 2015; Brachaniec, 2017, 2019; Paszcza, 2021).

Zdecydowana większość mołdawitów jest znajdowana w utworach młodszych od osadów równowiekowych z impaktem, co świadczy o masowej redepozycji wodnej tych szkliv (Trnka, Houzar, 2002; Buchner, Schmieder, 2009). Podczas eksperymentów wykazano (Hurtig, 2019; Brachaniec, 2020a, 2022), że tektyty mogły być transportowane ciekami wodnymi na odległość kilkuset km i są one znajdowane w miejscach coraz bardziej oddalonych od krateru Ries. Wszystkie mołdawity, bez względu na obszar występowania (tereny Czech, Łużyc, Austrii oraz Polski) mają bardzo zbliżony skład, ponieważ wszystkie powstały z przetopienia tych samych osadów molasowych, tzw. *Miocene Freshwater Molasse* (Brachaniec i in., 2016; Rodovská i in., 2016; Skála i in., 2016; Žák i in., 2016).

Inspiracją do niniejszej publikacji były pierwsze znaleziska polskich mołdawitów w osadach środkowomiocenijskiej formacji poznańskiej w kopalni *Stanisław Północ* (Brachaniec, 2020b) i chęć poszukiwań dalszych tektytów w innych równowiekowych stanowiskach południowo-zachodniej Polski. Na podstawie pracy Przybylskiego i in. (1998) wytypowano dwa stanowiska z łałami formacji poznańskiej (zwanymi też łałami poznańskimi), w których przeprowadzono badania terenowe. Były to Ligota Tułowicka (bliźniaczy profil do opisanych przez Przybylskiego i in. – Tułowic) i Dębina (ryc. 1 A, B). Wybrano je z uwagi na

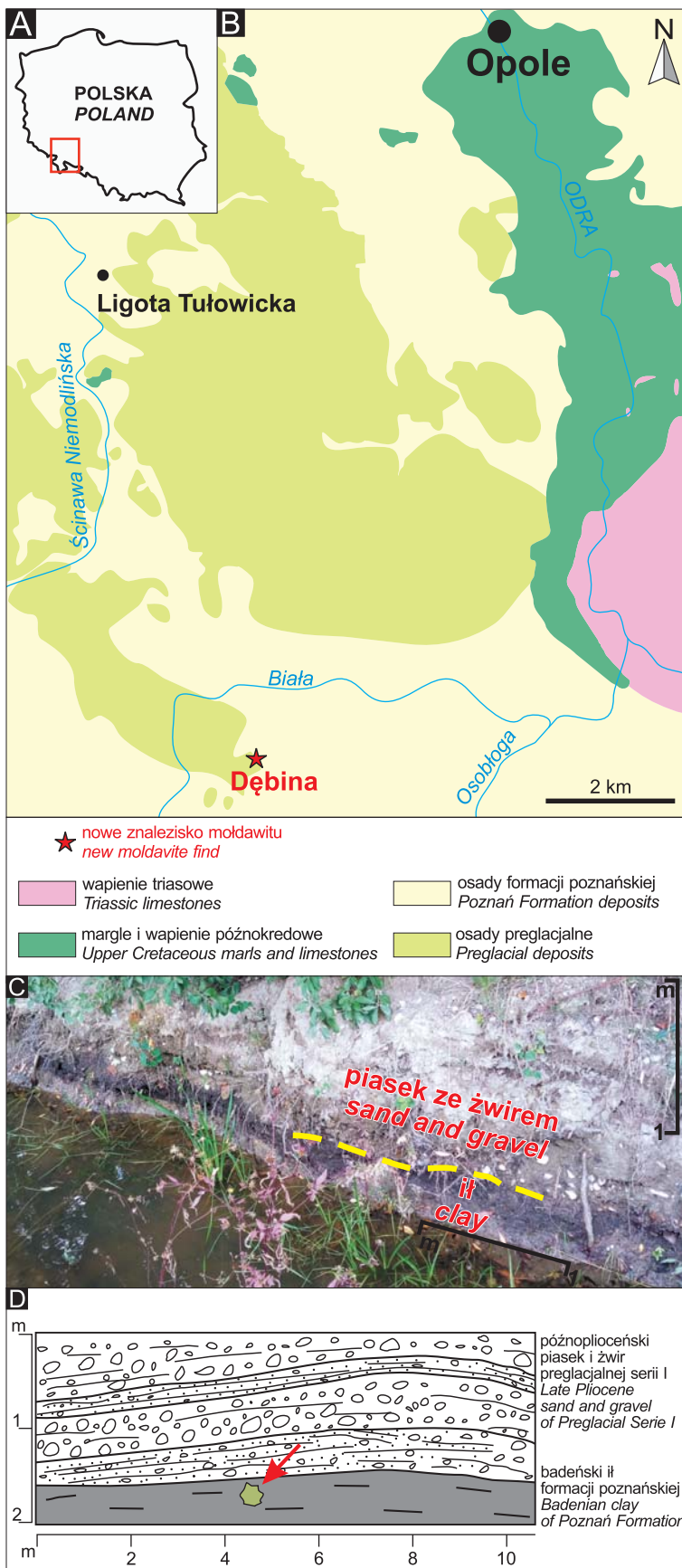
fakt, że były położone najbardziej na wschód, a więc ewentualne znaleziska mołdawitów znacząco zmieniłyby obszar występowania tych tektytów na terenie Polski.

W niniejszym artykule opisano nowy okaz mołdawitu znaleziony w nieopisywanym dotąd pod tym względem stanowisku w Dębiniu. Przedstawiono także różne metody poszukiwań tektytów. Występowanie szkliv w utworach badenu wiąże się z innymi procesami sedymentologicznymi niż mołdawitów znajdujących w osadach późnego miocenu i plejstocenu.

#### LOKALIZACJA I GEOLOGIA BADANEGO OBSZARU

Stanowisko Dębina, gdzie znaleziono mołdawit, znajduje się ok. 25 km na południowy zachód od Opola (ryc. 1), ok. 1 km na północny zachód od centrum wsi Dębina. Jest to obszar Niziny Śląskiej, a dokładnie Równiny Niemożlińskiej, gdzie wg Przybylskiego i in. (1998) były zlokalizowane liczne miocenijskie rzeki, wraz ze swoimi terenami zalewowymi. W swej pracy Przybylski i in. (1998) wspominali o płytkich rowach w Dębiniu, w których osady formacji poznańskiej występowały przy powierzchni gruntu. Podczas poszukiwań terenowych odnaleziono najprawdopodobniej jeden z opisywanych przez Przybylskiego rowów (ryc. 1C). W miejscu przeprowadzonych prac terenowych profil litologiczny ma ok. 2 m miąższości, a w jego spagu łał miał miąższość ok. 0,4 m (ryc. 1D). Leżące na nim kwarcowe (ok. 80–90%) żwiry zawierały wkładki piasku oraz minerałów ilastych. Według Przybylskiego i in. (1998) żwiry te tworzą synkliny i antykliny osiągające nawet 50 m i są wieku plioceńskiego. Zostały one utworzone w wysokoenergetycznych dolinach rzecznych. łał formacji poznańskiej był charakterystycznej szarej barwy. Biostatystyczne

<sup>1</sup> Wydział Nauk Przyrodniczych, Uniwersytet Śląski, ul. Będzińska 60, 41-200 Sosnowiec; karolinapaszcza@gmail.com; ORCID ID: 0000-0002-7663-7476



**Ryc. 1.** A – lokalizacja obszaru badań, B – budowa geologiczna badanego obszaru (Badura, Przybylski, 2004; zmodyfikowane), C – zdjęcie profilu w stanowisku Dębina, D – profil litologiczny Dębina, w którym znaleziono mołdawit

**Fig. 1.** A – localization of research area, B – geological map of research area (Badura, Przybylski, 2004; modified), C – general view of Dębina profile, D – lithological profile of Dębina location, where moldavite was found

nie wiek formacji poznańskiej został oznaczony na miocen środkowy – lang/baden (Dyjor i in., 1992; Słodkowska, 2002; Hałuszczak, 2011; Szykiewicz, 2011). Formacja poznańska tworzyła się głównie w dolnych odcinkach rzek, gdzie były deponowane muły, piaski drobnoziarniste i osady organiczne, które nadały osadowi charakterystyczny szary kolor (Badura, Przybylski, 2004). Według Przybylskiego i in. (1998) ił poznański w stanowisku Dębina tworzył się w środowisku lokalnych, małych rzek.

## METODY BADAŃ

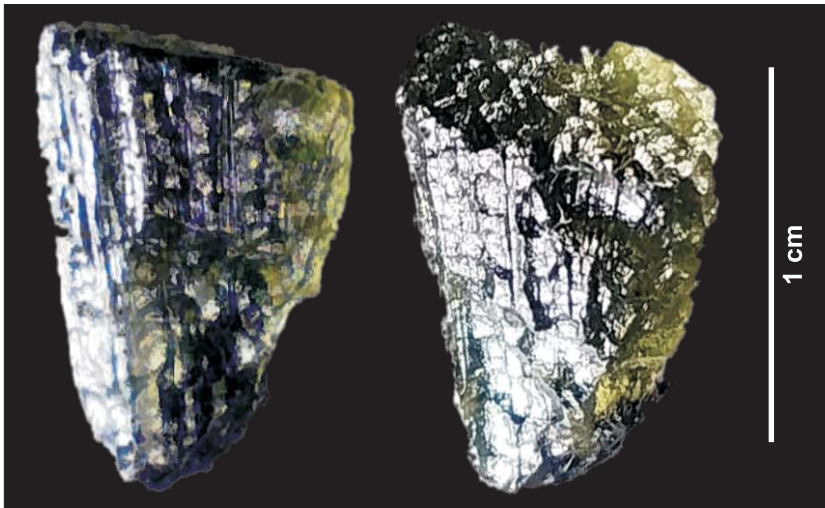
Prace terenowe przeprowadzono w lipcu 2022 r. w dwóch stanowiskach: Ligota Tułowicka i Dębina. W Ligocie Tułowickiej przesiano ok. 20 kg iłu poznańskiego przez sito o średnicy oczek 1 mm. Niestety iłu wydobywanego w większych bryłach nie udało się skutecznie przesiać. Drugą metodą zastosowaną w terenie było przemywanie próbek osadu (o masie ok. 1 kg) na sicie w pobliskim jeziorze. Przemityo w ten sposób ok. 100 kg iłu. Ponieważ nie dało to żadnego efektu, dodatkowo została pobrana próbka o masie 100 kg do badań laboratoryjnych. W stanowisku Dębina stosowano metodę przemywania. Ił o łącznej wadze ok. 110 kg został przemity na sicie w pobliskim strumieniu. Znaleziono jeden okaz tektytu (ryc. 2). Dodatkowo pobrano ok. 130 kg iłu celem dalszego przemywania w laboratorium.

Łącznie 230 kg iłów zostało przewiezionych do laboratorium Wydziału Nauk Przyrodniczych Uniwersytetu Śląskiego, gdzie bryły osadu zostały pod wpływem silnego strumienia wody rozkruszone na sitach do frakcji ilastej. Niestety nie przyniosło to spodziewanego rezultatu – nie znaleziono kolejnych okazów tektytów.

Jedyny, znaleziony mołdawit został zmierzony, zważony oraz sfotografowany. Obecnie większość polskich mołdawitów znajduje się w muzeum Wydziału Nauk Przyrodniczych UŚ z siedzibą w Sosnowcu, pod ogólnym numerem katalogowym WNoZ/Mt/88.

## WYNIKI BADAŃ

Z dwóch stanowisk, Ligota Tułowicka i Dębina przemity łącznie (w terenie i w laboratorium) 460 kg iłu. W osadzie ze stanowiska Dębina (w sumie 240 kg) odnaleziono jeden mołdawit. Jest to szkliwo o charakterystycznym zielonym kolorze i masie 1,03 g, które kształtem swym przypomina stożek, i ma wymiary  $14 \times 10 \times 8$  mm (ryc. 2). Cechami wspólnymi dla wszystkich mołdawitów z osadów środkowioceńskich są ostre krawędzie oraz głęboka ornamentacja szkliwa, jak ma to miejsce w przypadku opisywanego tektytu. Wskazuje to na brak śladów abrazji wodnej.



Ryc. 2. Mołdawit ze stanowiska Dębina  
Fig. 2. Moldavite from Dębina locality



Ryc. 3. Występowanie równowiekowych do Ries i redeponowanych mołdawitów w zależności od ich genezy na terenie Polski  
Fig. 3. Occurrence of Ries-same-age and redeposited moldavites in Poland

### DYSKUSJA I PODSUMOWANIE

Mołdawity z krateru Ries zostały wyrzucone na odległości sięgające nawet 600 km (Stöffler i in., 2002; Artemieva i in., 2013). Tektyty, które były ostatecznie deponowane w osadach środkowego miocenu, pozostały równowiekowe z Ries. Stanowią one niewielki procent wszystkich znalezisk, w związku z czym wydaje się, że musiały spaść do niskoenergetycznych środowisk, przez co nie były wymywane i redeponowane w osady młodsze.

Przed odkryciem polskich tektytów w łańcach poznańskich tylko trzy europejskie facje z mołdawitami były tego samego wieku co krater Ries, były to: czeska formacja Domanin w południowej Bohemii, ility i piaski żwirowe na zachodnich Morawach oraz austriacka formacja Imfritz-Radessen (Trnka, Houzar, 2002; Ševčík i in., 2007). Po depozycji w osadach badenu znaczna część tektytów została redeponowana fluwialnie na różnych dystansach, zależnych od lokalnych warunków środowiskowych, ale mogących osiągać nawet kilkaset km (Brachaniec, 2022). Stanowią one zdecydowaną większość znalezisk. Występują głównie w następujących osadach:

- Czechy: późnomiocenijskie fluwialne żwiry piaszczyste i ility, pliocenijskie osady fluwialne (głównie formacje Koroseky, Vildštejn i Zdlby) oraz plejstocenijskie tarasy rzeczne (Trnka, Houzar, 2002; Ševčík i in., 2007; Skála i in., 2016);
- Niemieckie Łużyce: późnomiocenijskie formacje Older Senftenberg Elbe Gravels i Upper Gravel Sands (Lange, 1996; Trnka, Houzar, 2002);
- Austria: późnomiocenijskie formacje Messern Sands and Clays i Imfritz-Radessen Sands and Gravels (Koeberl i in., 1988; Trnka, Houzar, 2002);
- Polska: późnomiocenijska formacja Gozdnicza, zbudowana z piasków i żwirów, oraz plejstocenijskie żwiry piaszczyste (Brachaniec i in., 2014; Szopa i in., 2017).

Obecnie liczba wszystkich opisanych polskich mołdawitów wynosi 37. Cztery z nich (trzy opisane przez Brachaniec, 2020b i jedna opisana w tym artykule) tworzą obszar występowania polskich tektytów w osadach środkowomiocenijskich. Oznacza to, że na obszarze południowo-zachodniej Polski można wyznaczyć dwie elipsy występowania mołdawitów w zależności od ich genezy sedimentologicznej, a znaleziony w stanowisku Dębina tektyt poszerza dotychczasowy obszar występowania tych szkliv na terenie Polski (ryc. 3).

Odległość Dębiny od krateru Ries wynosi ok. 540 km. Oznacza to, że teoretycznie mołdawity mogą znajdować się dalej niż ich obecny obszar występowania (ryc. 3), jeśli w profilach miocenijskich i plejstocenijskich nie byłoby luk stratygraficznych. Niewątpliwie prezentowane znalezisko środkowomiocenijskiego mołdawitu z rejonu Opola pokazuje, że należy prowadzić badania terenowe w innych stanowiskach z osadami równowiekowymi. Pozwoli to na systematyczne uaktualnianie obszaru występowania tektytów na terenie Polski.

Autorka dziękuje prof. A. Muszyńskiemu oraz prof. P. Wójcik-Tabol za recenzję artykułu i konstruktywną krytykę.

## LITERATURA

- ARTEMIEVA N.A., WÜNNEMANN K., KRIEN F., REIMOLD W.U., STÖFFLER D. 2013 – Ries crater and suevite revisited – Observations and modeling. Part II: Modeling. *Meteorit. Planet. Sci.*, 48: 590–627.
- 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.
- BRACHANIEC T. 2017 – The most distal moldavite findings from Lower Silesia, Poland. *Carnet. Géol.*, 17: 139–144.
- 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 – A scheme for moldavite fluvial abrasion based on observations from natural river stream. *Meteorit. Planet. Sci.*, 55: 2171–2183.
- BRACHANIEC T. 2020b – Moldavite finds in Middle Miocene (Langhian Stage) deposits of southwestern Poland. *Carnet. Géol.*, 20: 241–247.
- BRACHANIEC T. 2022 – Współczesne obszary występowania moldawitów – wnioski z eksperymentu transportowania ich przez Nysę Łużycką. *Prz. Geol.*, 70: 61–65.
- BRACHANIEC T., SZOPA K., KARWOWSKI Ł. 2014 – 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.
- DYJOR S., KVACEK Z., ŁAŃCUCKA-ŚRODONIOWA M., PYSZYŃSKI W., SADOWSKA A., ZASTAWNIAK E. 1992 – The younger Tertiary deposits in the Gozdnicza region (WS Poland) in the light of recent paleobotanical research. [W:] Zastawniak E. (red.), *Polish Botanical Studies*. PAN, Kraków: 1–133.
- HAŁUSZCZAK A. 2011 – Stanowisko B2/2: „Rusko” (k/Jaroszowa. Odkrywka „Stanisław N”). [W:] Żelaźniewicz A., Wojewoda J., Cieżkowski W. (red.), *Mezozoik i Kenozoik Dolnego Śląska*. WIND, Wrocław: 46–53.
- HURTIG M. 2019 – Experimental study of abrasion of tektites and other glasses in the course of fluvial transport over long distances. 50<sup>th</sup> Lunar and Planetary Science Conference: 1169.
- KOEBERL C., BRANDSTÄTTER F., NIEDEMMAZR G., KURAT G. 1988 – Moldavites from Austria. *Meteoritics*, 23: 325–332.
- LANGE J.-M. 1996 – Tektite glasses from Lusatia (Lausitz), Germany. *Chemie der Erde*, 56: 498–510.
- PASZCZA K. 2021 – Nowe znaleziska polskich tektytów z obszaru niecki żytańskiej. *Prz. Geol.*, 69: 244–247.
- PRZYBYLSKI B., BADURA J., CZERWONKA J.A., KRZYSZKOWSKI D., KRAJEWSKA K., KUSZELL T. 1998 – The preglacial Nysa Klodzka fluvial system in the Sudetic Foreland, southwestern Poland. *Geol. Sudet.*, 31: 171–196.
- 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.
- SCHMIEDER M., KENNEDY T., JOURDAN F., BUCHNER E., REIMOLD W.U. 2018 – A high-precision 40Ar/39Ar age for the Nördlinger Ries impact crater, Germany, and implications for the accurate dating of terrestrial impact events. *Geochim. Cosmochim. Acta*, 220: 146–157.
- ŠEVČÍK J., KVACEK 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., ĎURIŠOVÁ 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.
- SŁODKOWSKA B. 2002 – Palinostratygrafia utworów formacji poznańskiej w środkowej części Niżu Polskiego. *Prz. Geol.*, 50: 261–262.
- 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.
- SZYNKIEWICZ A. 2011 – Wiek utworów neogenu w Zachodniej części Dolnego Śląska. [W:] Żelaźniewicz A., Wojewoda J., Cieżkowski W. (red.), *Mezozoik i Kenozoik Dolnego Śląska*. WIND, Wrocław: 11–18.
- TRNKA M., HOUZAR S. 2002 – Moldavites: a review. *Bull. Czech Geol. Survey*, 77: 283–302.
- ŽÁK K., SKÁLA R., ŘANDA Z., MIZERA J., HEISSIG K., ACKERMAN L., ĎURIŠOVÁ 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 25.10.2022 r.

Akceptowano do druku 3.01.2023 r.