

Rezerwat Meteoryt Morasko – morfogeneza kosmiczna zagłębień terenu

Wojciech Stankowski

*Instytut Geologii, Uniwersytet im. Adama Mickiewicza, ul. Maków Polnych 16, 61-606 Poznań
e-mail: stawgeo@amu.edu.pl*

Abstract: Metallic material fell over a wide area around Morasko, as is unambiguously shown by the large number of iron lumps of different size, with characteristic Widmanstetten structures and troilite inclusions. Apart from meteorites, metallic micrometeorites and magnetic spherules are also present. An explosive impact dated as around 5 000 years ago not only delivered material, but also led to the formation of meteorite craters. The time of fall is proved by palynological, radiometric and luminescence methods. It seems likely that a second fall of metallic meteorites occurred at Morasko about 2 000 years ago, though without geomorphological effects. The presence of extraterrestrial magnetic material, in combination with the geological and geomorphological effects of its fall, make the Morasko area a highly interesting and important natural sit. Only less than 20 documented sites worldwide where such a complex record exists.

Key words: meteorite impact, time, morphological effects

Wstęp

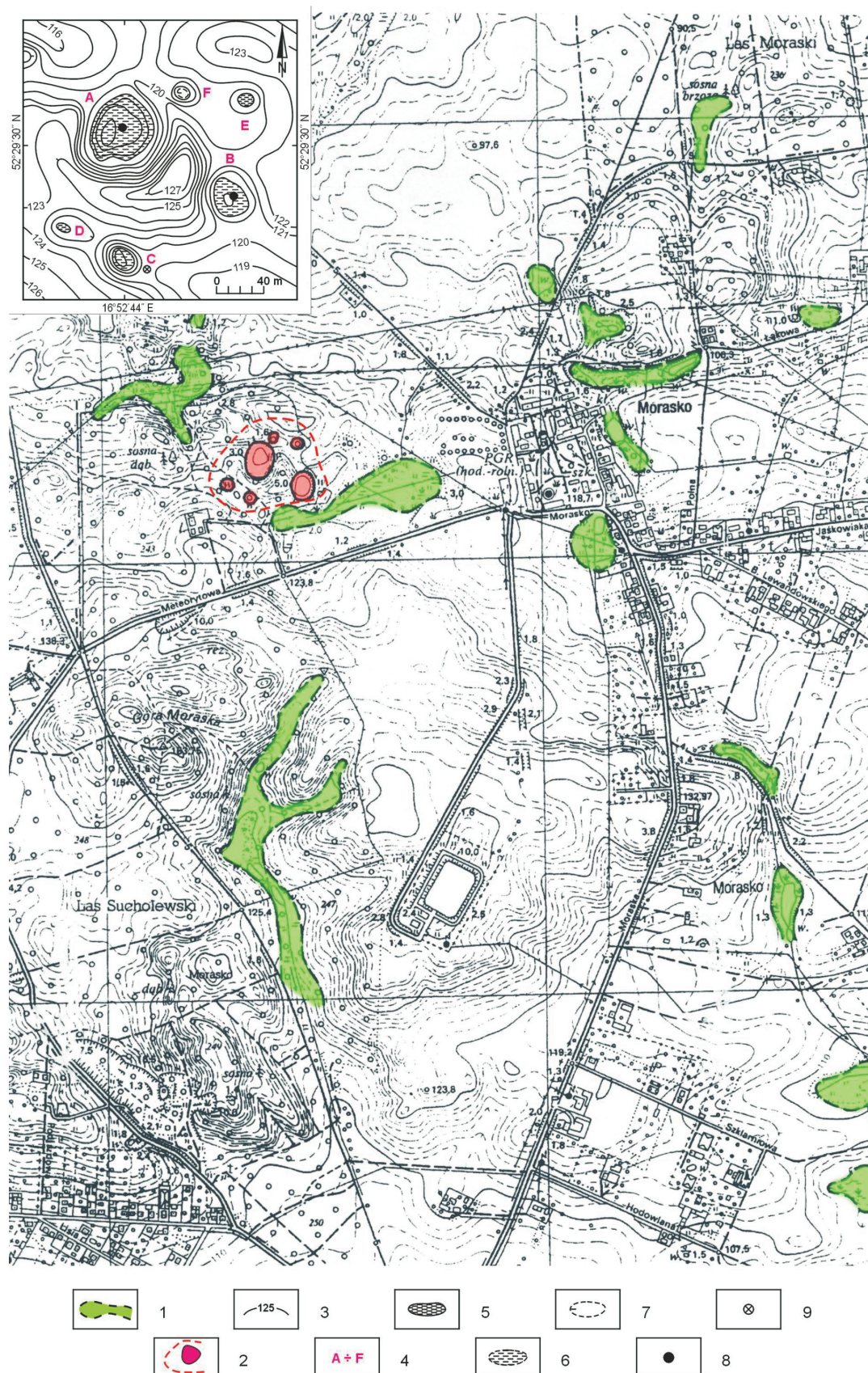
Rezerwat Meteoryt Morasko znajduje się w obrębie stołecznego miasta Poznania, około 12 km na północ od jego centrum. O przyrodniczym znaczeniu rezerwatu stanowi fakt obecności licznych, różnej wielkości meteorytów, mikrometeorytów oraz pozaziemskich pyłów, a ponadto śladów upadku w postaci kraterów impaktowych. Jest to jedno z zaledwie około 20 miejsc na globie ziemskim, w których istnieje tak kompleksowy zapis zdarzeń kosmicznych.

Obszar rezerwatu pod względem geograficzno-środowiskowym wchodzi w skład Pojezierza Poznańskiego (Kondracki 1977, 1994), a w ujęciu Krygowskiego – Pagórków Poznańskich, sięgając swym południkowym skrajem Równiny Poznańskiej (1961). Sytuację topograficzną bezpośredniego otoczenia moraskich kraterów meteorytowych przedstawiono na rycinie 1.

Ukształtowanie powierzchni terenu rezerwatu i jego bezpośredniego otoczenia, odzwierciedlające procesy morfogenetyczne, zwłaszcza w odniesieniu do grupy drobnych owalnych zagłębień, wciąż jest przedmiotem kontrowersji. Sugestia Pokrzywnickiego (1957), że w Morasku istnieją kraterorytowe, zapoczątkowała różnorodnie i długotrwałe bada-

nia. Szczególną rolę odegrały interdyscyplinarne prace realizowane w ramach międzynarodowego programu Interkosmos, pod kierunkiem Hurnika (1976). Analizie poddano zagadnienia teoretyczne trajektorii spadku, budowy i składu meteorytów (Dominik 1976, Hurnik 1976, Hurnik i in. 1976), oraz skutków upadku (Hurnik i in. 1976, Kuźmiński 1976, Karczewski 1976), wreszcie przemian den zagłębień wskutek organicznego wypełniania (Tobolski 1991). Hurnik ze współautorami (1976) oraz Kuźmiński (1976) podtrzymali interpretację Pokrzywnickiego (1976) o impaktowym pochodzeniu tych form. Natomiast Karczewski (1976) argumentował i konsekwentnie podtrzymuje to stanowisko, że moraskie zagłębienia są kriogenicznego pochodzenia. W latach 90. minionego wieku podjęto wielokierunkowe badania w Instytucie Geologii UAM [mineralogiczne – Lorenc, Muszyński (Stankowski 2010), morfogenetyczne oraz zawartości materii magnetycznej – Stankowski (2010), wraz z magistrantami i doktorantami)]. Podsumowaniem tych prac jest opracowanie Stankowskiego (trzy wydania w latach 2009 i 2010) dostarczające argumentów o impaktowym pochodzeniu moraskich zagłębień.

Na program prezentacji „Stanowiska Morasko” składają się: 1) wizyta w Instytucie Geologii – odwie-



Ryc. 1. Kratery Rezerwatu Meteoryt Morasko oraz formy po zagrzebanych bryłach lodu martwego – pojedynczych brył i lodów wypełniających formy eworsyjne (Stankowski 2010)

1 – formy po wytopionych lodach martwych, 2 – zgrupowanie kraterów rezerwatu Meteoryt Morasko MK/MM, 3 – hipsometria Rezerwatu Meteoryt Morasko (za Warchoł 1965), 4 – oznaczenia kraterów A–F, 5 – trwale zawadnione kratery, 6 – kratery z cienkim wypełnieniem organicznym, 7 – kratery o mineralnym dnie, bez wypełnień organicznych, 8 – profile organicznych wypełnień kraterów, 9 – pozycja meteorytu 7,5 kg

dzenie ekspozycji i projekcja filmu, 2) terenowe wprowadzenie w morfogenezę Moraskiej Góry i jej otoczenia, 3) kratery Rezerwatu Meteoryt Morasko.

Morfogeneza Moraskiej Góry

Aktualny stan geomorfologii Moraskiej Góry i jej otoczenia jest efektem procesów zaistniałych w ostatnim glacie, jednak przebiegających na osnowie paleomorfologii odziedziczonej po starszych fazach czwartorzędu. Przed nasunięciem się ostatniego lądolodu rzeźbę omawianego terenu stanowiły wysoczyzny morenowe z rysującymi się elewacjami Moraskiej Góry (na E skraju dzisiejszej Wysoczyzny Poznańskiej) oraz Dziewiczej Góry (z W skraju Wysoczyzny Gnieźnieńskiej). W osi obecnej przełomowej doliny Warty istniało wyraźne obniżenie.

Budowę wysoczyzny otaczającej Moraską Górę stanowiły superpozycyjnie ułożone warstwy różnowiekowych glin morenowych oraz osadów piaszczysto-żwirowych. Natomiast na wewnętrzną budowę szczytowego kompleksu Moraskiej Góry składały się głębokie deformacje osadów czwartorzędowych i neogeńskich przedeemskiego wieku (ryc. 2).

Podczas ostatniego glacia, od ~110 000 lat BP, wyraźnie zaczęła się pogłębiać surowość warunków klimatycznych. Od ~70 000 lat BP po czas maksymalnego nasunięcia ostatniej skandynawskiej pokrywy lodowej istotną rolę odgrywało środowisko peryglacjalne. Istniejąca rzeźba podlegała subaeralnym procesom denudacyjnym i erozyjnym.

Bardzo szybko rozwijający się lądolód najprawdopodobniej około 21 000 lat BP osiągnął omawiany obszar. Na terenie Moraskiej Góry doszło do zaistnienia płytkich „naskórkowych” deformacji. Podczas dalszego awansu czoła na maksymalny zasięg w postaci fazy leszczyńskiej aktywne były procesy egzarycyjne oraz eworsyjne. Do znacznego rozmycia podłoża doszło po południowej stronie szczytowej części Moraskiej Góry, co stanowi aktualnie rynnową formę źródłowej części Różanego Potoku. Również na północnych skłonach Moraskiej Góry (w niewielkiej odległości na NW od kraterów) znajduje się forma eworsyjnego rozmycia.

Recesja czoła lądolodu z fazy leszczyńskiej wyraziła się odsłanianiem mineralnego podłoża, pozostawiając na powierzchni oraz wewnątrz osadów (wypełniających także formy eworsyjne) liczne bryły martwych lodów. Rytmika zmian klimatycznych doprowadziła ~18 000 lat BP do krótkotrwałego ustabilizowania czoła fazy poznańskiej, bezpośrednio po północnej stronie kompleksu wzniesień Moraskiej Góry oraz Dziewiczej Góry. Po południowej stronie obydwu wzniesień rozwijały się sandry, generowane wodami zmierzającymi do walnej strefy odpływu w osi istniejącego przed zlodowaceniem południkowego obniżenia – znaczy go obecnie silnie prze-

kształcony erozyjnie poznański przełom Warty, generowany najpierw w postaci przepływów na południe wód fluwioglacjalnych, a następnie fluwialnych zjawisk o odpływie skierowanym na północ.

Postępujące obtapianie lądolodu fazy poznańskiej odsłaniało glacialną rzeźbę, w której powierzchniowej budowie licznie występowały martwe lody. Przez kilka tysięcy lat po fazie poznańskiej cały wokółmoraski obszar znajdował się w zasięgu wieloletniej zmarzliny. Ocieplenia późnego glacia skutkowało postępującą degradacją wieloletniej zmarzliny. Stopniowo zaczęły pojawiać się w rzeźbie różnego kształtu i wielkości formy wklęsłe, także odsłonięte rynny glacialne. Proces ten zapoczątkowany ~14 000–13 000 lat BP zakończył się ~10 000 lat BP. Wiek najstarszych warstw namulów organicznych, gytii i torfów wypełniających zagłębienia wytopiskowe sięga kilkunastu tysięcy lat, przy czym nigdzie nie jest młodszy od cezury przełomu późnego glacia i holocenu (Kozarski 1963). Udokumentowano to zarówno po południowej (Wielkopolski Park Narodowy), jak i północnej (Lednicki Park Krajobrazowy) stronie moraskiego obszaru (Ołtuszewski 1957, Tobolski 1991).

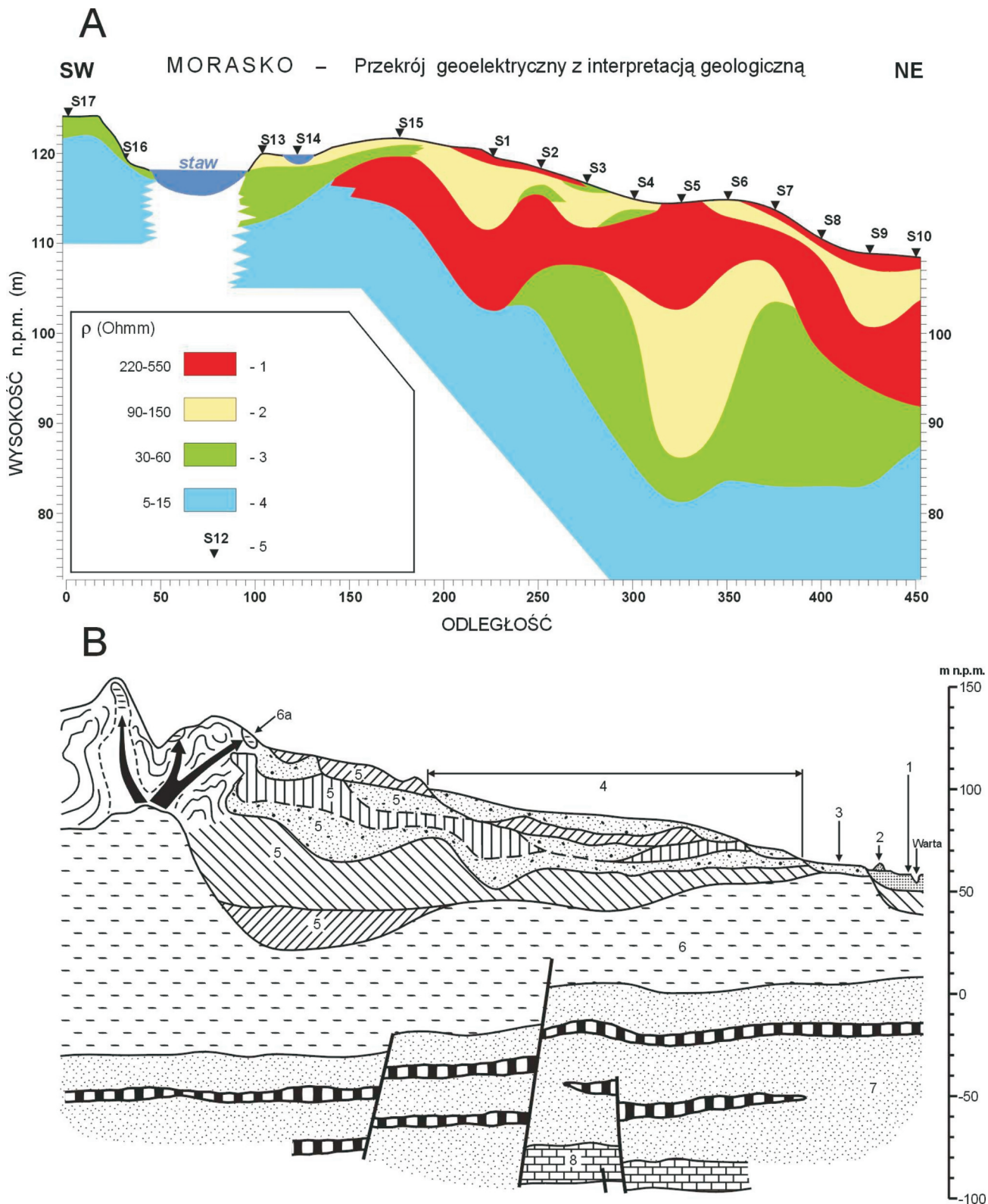
W otoczeniu Moraskiej Góry istnieje wiele zagłębień o wytopiskowej genezie. Charakteryzują się zróżnicowanym kształtem, zwykle odbiegającym od form kolistych. Bywają one w różnym stopniu wypełnione substancją organiczną. Niestety nie dysponujemy aktualnie pełnymi profilami palinologicznymi, a nieliczne ekspertyzy pozwalają jedynie na supozycję, że ich wiek przekracza cezurę późny glacia–holocen.

Jeszcze podczas trwania wieloletniej zmarzliny, w toku jej degradacji, a szczególnie po jej zaniku, przebiegał proces intensywnego zasiedlania obszaru przez roślinność. Pionierskie gatunki roślin wysokopiennych pojawiły się już ~14 000 lat BP. Natomiast od ponad 7 000 lat BP panowały wielogatunkowe lasy klimaksowe. Od ~5 000 lat wstecz swą obecność w środowisku zaznaczył człowiek.

Moraskie kratery meteorytowe

W dotychczasowym opisie moraskiego obszaru pominięto zagadnienie genezy kilku spektakularnych owalnych zagłębień z sąsiedztwa szczytowego fragmentu Moraskiej Góry. Autor dysponuje szeregiem argumentów świadczących o ich impaktowym pochodzeniu.

Wypada nadmienić, że już w 1976 r. K. Tobolski (patrz Hurnik 1976) określił początki sedentacji w tych zagłębieniach na okres atlantycki, ~5 600–5 000 lat BP. Uszczegółowieniem palinologicznych estymacji stały się datowania radiometryczne spągowych części torfów wypełniających omawiane zagłębienia (datowania zrealizowała A. Pazdur z Instytutu Fizyki



Ryc. 2. Przekroje geologiczne: geoelektryczny i schemat litostratygraficzny (Stankowski 2010)

A. Przekrój geoelektryczny przez główny krater i jego NE otoczenie (oprac. Antoniuk i Mościcki 1997)

1 – piaski i żwiry, 2 – piaski zaglinione i zawadnione, 3 – gliny i gliny piaszczyste, 4 – iły neogenu, 5 – pozycje sondowań geoelektrycznych

B. Schematyczny przekrój geologiczny od szczytu Moraskiej Góry po dolinę Warty

1 – rzeczne piaski drobnziarniste i pylaste, 2 – piaski wydmowe, 3 – piaski różnoziarniste ze żwirami, 4 – piaski wodnolodowcowe na powierzchni terenu (sandrowe), 5 – osady czwartorzędowe o superpozycyjnym układzie: gliny morenowe (szraf kreskowy) oraz osady wodnolodowcowe (szraf kropkowy), 6 – neogeńskie iły i mułki serii poznańskiej, 6a – osady neogenu w deformacjach sięgających powierzchni terenu, 7 – neogeńskie serie burowęgłowe, 8 – węglanowe skały mezozoiku

Śląskiego Uniwersytetu Technologicznego i T. Goslar z Poznańskiego Laboratorium Radiowęglowego; patrz Stankowski 2010). Najstarsze daty sięgają około 5 000 lat BP. Różnica około 5 000 lat między zakończeniem wytapiania brył lodu martwego i generowaniem wytopisk wraz z potencjalnym czasem sedentacji tamże, w zestawieniu z inicjacją organicznych wypełnień w moraskich kraterach, sugeruje ich niekriogeniczne pochodzenie.

Na moraskim obszarze od około 100 lat znajduwane są metaliczne meteoryty, mikrometeoryty i sferulki. Teoretycznie ich pochodzenie można interpretować dwójako: a) wskutek procesów glacialnych, b) w wyniku lokalnego zdarzenia kosmicznego.

Pierwsza ewentualność to inkorporowanie do łądolodu pozaziemskiej materii spadłej dawno gdzieś w Skandynawii bądź w strefie Bałtyku. Zatem należy traktować jej obecność jako swoisty eratyk, włączony do transportu glacialnego, przemieszczony, wreszcie wytopiony z zanikającej pokrywy lodowej. Alternatywą jest możliwość upadku obcej materii na powierzchnię kolaty lodowej najmłodszego vistuliańskiego łądolodu. Mógł on nastąpić w dowolnej fazie rozwoju bądź zaniku maksymalnego nasunięcia, jednak przed ostatecznym wykształceniem się lodowcowej rzeźby Moraskiej Góry.

Druga możliwość to impakt. Ilość dotąd znalezionych meteorytów (ich udokumentowana łączna masa przekroczyła 1 000 kg) uzasadnia stwierdzenie, że moraski upadek to „największy deszcz metalicznych meteorytów w Europie” (Pilski, Walton 1999). Znalezione dotąd fragmenty metalu pochodzą z powierzchniowej strefy terenu, sięgającej głębokości nie większej niż ~80 cm. Wskazuje to na ich lokalny upadek znacznie później niż nastąpiło generowanie rzeźby Moraskiej Góry. Potwierdzeniem lokalnego kosmicznego zdarzenia są rezultaty badań luminescencyjnych, wykonanych w technikach TL oraz OSL.

Badania w technice TL zmierzały do określenia czasu zerowania wskutek upadku i pogrążania w osadach rozgrzanych brył meteorytów. Datowano skorupy spiekowo-wietrzeniowe czterech okazów o wadze 10,5 kg, 11 kg, 21 kg, 164 kg znalezionych w 2006 r. (badania zrealizował S. Fedorowicz z Instytutu Geografii Uniwersytetu Gdańskiego). Osiągnięte rezultaty okazały się zbieżne – od 4,7 do 6,1 ka BP, korespondując z wcześniejszymi ustaleniami palinologicznymi początków sedentacji oraz uściślającymi je danymi radiometrycznymi.

Analizom w technice OSL poddano próbki mineralnych osadów z den moraskich zagłębień, bezpośrednio pod wypełniającymi je osadami organicznymi (datowania wykonał A. Bluszcz z Instytutu Fizyki Śląskiego Uniwersytetu Technologicznego). Rezultaty instrumentalnych pomiarów w dnie głównego krateru odnoszą się do mineralnych osadów wieku neogeńskiego. Wśród 66 mierzonych porcji osadów daje się zaobserwować znaczne zróżnicowanie wskaźni-

ków. Zbiór najstarszych dat ukazuje rozpiętość wieku od ~200 000 lat do ~45 000 lat BP. Znaczna liczba wskaźników mieści się w przedziale ~30 000 lat do ~10 000 lat BP. Pośród uzyskanych danych jest też wiele o wartościach poniżej 10 000 lat, przy czym znaczący odsetek stanowią wśród nich daty <5 000 lat BP. Udokumentowane niewspółmiernie niskie wskaźniki wieku osadów, względem ich neogeńskiego pochodzenia, dowodzą niezbyt odległego, wręcz bardzo młodego zerowania. Zdecydowane odmłodzenie, a szczególnie znacząca reprezentacja dat poniżej 10 000 lat BP, wydaje się dobrze uzasadniać czas zerowania osadów, a więc czas upadku Meteorytu Morasko.

W dnie drugiego pod względem wielkości moraskiego krateru występują osady czwartorzędowe. Zdaniem autora są to osady starsze od ostatniego glaciału, o wieku przekraczającym ~130 000 lat. Uzyskane wskaźniki wieku mierzonych porcji osadów (w liczbie 35) są zdecydowanie młodsze. Zaledwie w dwóch przypadkach mieszczą się w przedziale od ~45 000 do nieco ponad 50 000 lat. Pozostałe wskaźniki nie przekraczają 27 000 lat, przy czym znaczny odsetek stanowią daty <10 000 lat BP. Sporadycznie pojawiają się daty młodsze od 5 000 lat. Powyższe spektrum datowań wydaje się potwierdzać sugestię o starszym od ostatniego zlodowacenia inicjalnym wieku badanych osadów, a jednocześnie wskazywać na młody czas zerowania.

Dna dwóch analizowanych kraterów stanowią osady zróżnicowane litologicznie oraz bardzo rozbieżne pod względem wieku. W interpretacji autora ich genezę trzeba postrzegać na czas ponad 130 000 lat. Jednakże w nawiązaniu do najmłodszych morfogenetycznych procesów glacialnych (potencjalnego generowania osadów) wolno przyjąć nawet cezurę ~18 000 lat (czas faz leszczyńskiej i poznańskiej ostatniego zlodowacenia). Natomiast uwzględnienie ewentualnej roli degradacji wieloletniej zmarzliny oraz czasu ostatecznego wytapiania brył lodu martwego pozwala teoretycznie zejść do 11 000–10 000 lat wstecz. Zatem wszystkie uzyskiwane wskaźniki wieku luminescencyjnego winny przekraczać tę teoretyczną cezurę. Tymczasem zarówno w odniesieniu do neogeńskich iłów, jak i osadów czwartorzędowych licznie reprezentowane są daty bardzo młode. Około 43% wszystkich datowań to wskaźniki <10 000 lat, wśród których ~13% to wskaźniki <5 000 lat BP. Stanowi to istotny argument na rzecz młodego zerowania luminescencji. Obecność starszych wskaźników wieku dowodzi, że zerowanie podczas impaktu charakteryzowało się zróżnicowanym zakresem kompletności.

Podsumowanie

Wieloletnie i zróżnicowane metodycznie badania (szczególnie radiowęglowe i luminescencyjne) do-

starczyły przekonujących argumentów o upadku w Morasko około 5 000 lat temu deszczu meteorytów, skutkującego generowaniem kraterów. O wieku upadku materii pozaziemskiej świadczy obok meteorytów istnienie mikrometeorytów oraz pyłów z charakterystycznymi sferulkami. Są one znajduwane także w torfowiskach z form wytopiskowych w otoczeniu rezerwatu (np. stanowisko Szlaban koło Obornik Wielkopolskich). Wzbogacone w materię magnetyczną warstwy torfów wydatowano tam również na około 5 000 lat BP. Uzyskaną zbieżność datowań należy traktować jako uwiarygodnienie czasu morskiego impaktu.

Morasko stanowi spektakularny przykład geologicznych oraz morfogenetycznych skutków upadku materii pozaziemskiej.

Literatura

- Dominik J., 1976. Mineralogical and chemical study of coarse octahedrite Morasko (Poland). *Prace Mineralogiczne* 47.
- Hurnik H., 1976. Meteorite Morasko and region of the fall of the meteorite. W: *Meteorite Morasko and the region of its fall*. Wyd. Nauk. UAM, Ser. *Astronomia* 2, Poznań, s. 3–6.
- Hurnik H., Korpikiewicz H., Kuźmiński H., 1976. Distribution of the meteoric and meteor dust in the region of the fall of the meteorite Morasko. W: *Meteorite Morasko and the region of its fall*. Wyd. Nauk. UAM, Ser. *Astronomia* 2.
- Karczewski A., 1976. Morphology and lithology of closed depression area located on the north slope of Moraska Hill near Poznań. W: *Meteorite Morasko and the region of its fall*. Wyd. Nauk. UAM, Ser. *Astronomia* 2: 7–19.
- Kondracki J., 1977. *Regiony fizycznogeograficzne Polski*. Wyd. Uniwersytetu Warszawskiego, Warszawa.
- Kondracki J., 1994. *Geografia Polski. Mezoregiony fizycznogeograficzne*. PWN, Warszawa.
- Kozarski S., 1963. O późnoglacialnym zaniku marteckiego lodu w Wielkopolsce. *Bad. Fizjogr. nad Polską Zach.*, 11: 51–59.
- Krygowski B., 1961. *Geografia fizyczna Niziny Wielkopolskiej. Cz. I. Geomorfologia*. PTPN, Wyd. Mat.-Przyr., Kom. Fizjogr., Poznań.
- Kuźmiński H., 1976. Dynamic elements of the meteoritic shower “Morasko”. W: *Meteorite Morasko and the region of its fall*. Wyd. Nauk. UAM, Ser. *Astronomia* 2: 45–63.
- Ołtuszewski W., 1957. Pierwotna szata leśna Wielkopolskiego Parku Narodowego w Osowej Górze pod Poznaniem w świetle analizy pyłkowej. PTPN, Wyd. Mat.-Przyr., *Prace Monogr. nad Przyrodą WPN pod Poznaniem*, III, 1.
- Pilski A.S., Walton W., 1999. Morasko – the largest European Iron Meteorite shower. *Meteorite*, 5: 27–28.
- Pokrzywnicki J., 1957. Nowe okazy meteorytu Morasko. *Urania*, XXVIII, 8: 231–235.
- Stankowski W., 2010. Meteoryt Morasko, osobliwość obszaru Poznania/ Morasko Meteorite, a curiosity of the Poznań region. Wyd. Nauk. UAM, Ser. *Geologia* 19, Poznań.
- Tobolski K., 1991. Dotychczasowy stan badań paleobotanicznych i biostratygraficznych Lednickiego Parku Krajobrazowego. *Biblioteka Studiów Lednickich. Wstęp do paleoekologii Lednickiego Parku Krajobrazowego*. Wyd. Nauk. UAM, Poznań, s. 11–34.