

4.
**KONFERENCJA
NAUKOWA
ZMIANY KLIMATYCZNE
W PRZESZŁOŚCI
GEOLOGICZNEJ**

**22-23.11
2023
WARSZAWA**

**REFERATY
POSTERY**



**4. paleo
.klimat**

Redakcja
Paweł Zawada

Opracowanie graficzne
Monika Cyrklewicz

Rysunek na okładce
„Ordowik” Agata Olszyńska



Państwowy Instytut Geologiczny
Państwowy Instytut Badawczy

ul. Rakowiecka 4, 00-975 Warszawa
tel. (+48) 22 45 92 000, biuro@pgi.gov.pl

pgi.gov.pl

ISBN 978-83-67807-90-6

Patronat honorowy:



**Ministerstwo
Klimatu i Środowiska**



NFOŚiGW

Konferencja jest organizowana w ramach zadania „Współpraca krajowa w zakresie geologii i promocja działań państwowej służby geologicznej w latach 2021-2023” i jest dofinansowana ze środków NFOŚiGW.

Warszawa 2023

4.

KONFERENCJA

NAUKOWA

ZMIANY KLIMATYCZNE

W PRZESZŁOŚCI

GEOLOGICZNEJ

22-23.11

2023

WARSZAWA

REFERATY

POSTERY



A vibrant, painterly illustration of a prehistoric underwater scene. In the upper left, a blue trilobite swims. In the lower left, a nautilus with a colorful, striped shell is visible. In the lower right, a fish with a similar colorful, striped pattern is swimming. The background is filled with tall, green, seaweed-like plants and a rocky, brownish seabed. A large, semi-transparent orange circle is centered over the image, containing the word "Referaty".

Referaty

Moje dowody na zmiany klimatu w przeszłości Ziemi

My own evidence of climate change in Earth's past

Jan Dzierżek(1)

(1) Uniwersytet Warszawski, Wydział Geologii, ul. Żwirki i Wigury, 93, 00-089 Warszawa; j.dzierzek@uw.edu.pl

W czasach, gdy badaniem zmian klimatu zawodowo zajmują się socjologowie, psychologowie i setki innych specjalistów, głos geologów w tej sprawie nie powinien być zaniedbywany. Dlatego z moich blisko 40-letnich badań czwartorzędu – okresu wyjątkowo intensywnych zmian klimatu – postanowiłem przedstawić kilka przykładów, które dowodzą tych zmian, choć nie były prezentowane w blasku fleszy czy w mainstreamowej prasie lub międzynarodowych panelach klimatycznych, a jedynie w czasopiśmie branżowych, często wysokopunktowanych. Na początek o narzędziach badawczych. W badaniach paleoklimatycznych korzysta się ze źródeł danych z okresu instrumentalnego (pomiarowego) i przedinstrumentalnego. Najstarsze badania meteorologiczne w zorganizowanej sieci stacji badawczych w Europie sięgają aż (czy załedwie) początku 1655 r. (Przybylak, 2005). W okresie przedinstrumentalnym dane o klimacie znajdujemy w nieoczekiwanych źródłach, m.in. w kronikach Jana Długosza (XII–XIII w.) i Wincentego Kadłubka (XV w.), czy dzienniku obserwacji stanów pogody Jana Chrapowickiego z lat 1656–1664 (Przybylak, Marciniak, 2005). Są też mniej oczywiste informacje o paleoklimacie, tj. obrazy czy dzieła literackie, które odpowiednio przeanalizowane mogą dostarczyć pewnych danych do długich krzywych klimatycznych. Do badań klimatu w skali geologicznej wykorzystywane są powszechnie znane nam narzędzia: metody izotopowe, geochemiczne, palinologiczne, dendrologiczne, paleontologiczne i inne. Na tym tle zaawansowanych metod badania klimatu, moje przykłady oparte głównie na analizie geomorfologicznej i geologicznej mogą się wydać mało nowoczesne i niezbyt precyzyjne. Jednak uważam, że analiza geomorfologiczna pozostaje podstawowym narzędziem do wnioskowania o lokalnej i regionalnej skali zmian klimatycznych i ich skutków na powierzchni Ziemi i dla geologa rozpoczyna dyskusję o paleoklimacie.

Przykład pierwszy dotyczy jednak bezpośredniej, jakże subiektywnej i niezbyt naukowej oceny zmian klimatycznych w okresie obserwacji prawie dwukrotnie dłuższym niż, wymagane w badaniach klimatu, 30 lat. A dowody mam z połowy lat 60. XX w. następujące: co najmniej dwukrotne zamknięcie na dwa tygodnie szkoły podstawowej w Trześni k. Sandomierza z powodu mrozów (poniżej -30°C); regularne zabawy i gry na zamrzniętych stawach i rozlewiskach rzeki Trześniówka, łącznie z przeprowadza-

niem szkolnych rozgrywek w hokeja; amatorskie uprawianie narciarstwa biegowego. Takie warunki już się w tym rejonie później nie powtórzyły – oczywiście z powodu ocieplenia klimatu.

Drugi przykład pochodzi ze Spitsbergenu i jest oparty na 30-letnim okresie (1986–2016) pomiarów tempa ruchów masowych w okolicach lodowców południowego Bellsundu. Okazuje się, że z powodu ocieplenia klimatu obniżył się strop zmarzliny, a warstwa przypowierzchniowa tundry wyschła, a to wręcz zatrzymało soliflukcję (Dzierżek i in., 2019).

Kolejny przykład dotyczy zmian klimatycznych z ostatniego zlodowacenia na Pojezierzu Dobrzyńskim. Złożone uwarunkowania klimatyczno-paleogeograficzne są tam wyrażone szeregiem moren czołowych, wyznaczających stany czoła ostatniego lądolodu. Jeśli uznać za prawdziwe dane o wieku moren w okolicy Płocka na 18,4 ka i moren w okolicy Lipna i Chrostkowa na 17,4 ka (Dzierżek, 2009), to musimy przyjąć, że powierzchnia tego obszaru uwolniła się spod lodu w ciągu ok. 1 ka. Daje to średnie tempo „cofania się” czoła lądolodu 100 m/rok, co można traktować w kategoriach katastrofy klimatycznej. Ostatnie badania Teodorskiego (2023) wnoszą w to zagadnienie dodatkowe dane.

Datowania ekspozycji głazów polodowcowych metodą kosmogenicznego izotopu ^{36}Cl w NE Polsce (Dzierżek, Zreda, 2007) dowiodły m.in., że tempo deglacji tego regionu pod koniec ostatniego zlodowacenia (1–9 m/rok) jest o wiele mniejsze niż na Pojezierzu Dobrzyńskim i w zachodniej Polsce (Dzierżek, 2009). Dzięki dowiązaniu sytuacji geomorfologicznej do dat chlorowych w okolicach Zawieszanej Doliny Gaciska na Suwalszczyźnie można zauważyć, że początek intensywnego topnienia lodu w rynnie jeziora Hańcza i intensywna erozja w dolinie Czarnej Hańczy miała miejsce w ciągu 300 lat pomiędzy 14,7 ka a 14,4 ka. Ostatni większy etap wytapiania głazów z lodu na tym terenie przypadał od ok. 14,4 ka, kiedy powstały najmłodsze moreny w zagłębieniu Szeszupy, do ok. 11,4 ka, kiedy miał miejsce początek akumulacji osadów jeziornych.

Podane przykłady dowodzą jedynie lokalnych zmian klimatycznych i ich geologicznych i geomorfologicznych skutków, ale nie pokazują zakresu tych zmian, zwłaszcza w liczbach. Daty „bezwzględne” pozwalają na zakotwiczenie zmian w skali czasu, choć ich precyzja jest zdecydowanie niewystarczająca.

4. KONFERENCJA NAUKOWA

ZMIANY KLIMATYCZNE W PRZESZŁOŚCI GEOLOGICZNEJ • REFERATY

Literatura:

- Dzierżek J., 2009 – Paleogeografia wybranych obszarów Polski w czasie ostatniego zlodowacenia. *Acta Geographica Lodziensia*, 95: 1-116.
- Dzierżek J., Zreda M., 2007 – Timing and style of deglaciation of north-eastern Poland from cosmogenic ^{36}Cl dating of glacial and fluvio-glacial deposits. *Geological Quarterly*, 51, 2: 203-216.
- Dzierżek J., Szymanek M., Nitychoruk J., 2019 – Slope processes in the High Arctic: A 30-year-long record from Spitsbergen. *Boreas*, 48, 4: 856-866.
- Przybylak R., 2005 – Instrumental observations. W: The Polish climate In the European context – an historical overview (red. R. Przybylak i in.): 129-166. Springer.
- Przybylak R., Marciniak K., 2005 – Climate changes in the central and north-eastern parts of the Polish-Lithuanian Commonwealth from 1656 to 1685. W: The Polish climate In the European context – an historical overview (red. R. Przybylak i in.): 423-443. Springer.
- Teodorski A., 2023 – Palaeogeographic reconstruction of the Late Weichselian ice sheet in the North-central Poland based on relief analysis. *Journal of Quaternary Sciences*, 38: 647-657.

Zmiany środowiskowe i klimatyczne na przełomie eocenu i oligocenu na podstawie nanoplanktonu wapiennego i otwornic (polskie Karpaty zewnętrzne)

Environmental and climatic changes at the turn of the Eocene and Oligocene based on calcareous nanoplankton and foraminifera (Polish Outer Carpathians)

Małgorzata Garecka (1), Andrzej Szydło (1)

(1) Państwowy Instytut Geologiczny – Państwowy Instytut Badawczy, Oddział Karpacki, ul. Skrzatów 1, 31-560 Kraków;
andrzej.szydlo@pgi.gov.pl, malgorzata.garecka@pgi.gov.pl

Paleogen charakteryzuje stopniowe przejście od ciepłego klimatu późnej kredy przez coraz chłodniejszy klimat neogenu po plejstoceńskie zlodowacenia. W wyniku globalnych zmian na obszarze Tetydy (utworzenie Paratetydy, wynoszenie łańcucha alpejskiego) zmienił się obraz paleogeograficzny (rozkład mórz i lądów) Europy. Górnoeocenska aktywność geotektoniczna spowodowała spłycenie basenu Karpat zewnętrznych i zwolnienie sedimentacji, a lokalnie doszło wówczas nawet do jej zaniku. Zmiany te wpłynęły na rozwój budowli węglanowych (duże otwornice: numulity, mszywioty) oraz zasięg i występowanie wielu morskich gatunków jednokomórkowych zwierząt i roślin (prowincjonalizm, endemizm). Na przełomie eocenu i oligocenu obecność i zróżnicowanie mikrofauny otwornicowej i nanoflory była uzależniona od istotnych zmian temperatury wód i ich zasobności w substancje pokarmowe (trofizm). Wahanía poziomu morza miały wpływ na zasięg zbiorników oraz stopień cyrkulacji i wymianę wód. Postępujące ochłodzenie i zmiana żyzności środowisk (oligotrofia/eutrofia), spłycanie, izolacja zbiorników morskich przyczyniły się do wieloaspektowego wymierania i spadku różnorodności biocenoz obejmujących wapienny plankton i bentos.

Prezentowane badania dokumentują zmiany w zespołach nanoplanktonu wapiennego i mikrofauny otwornicowej, którym towarzyszyły przemiany facjalne w basenie polskich Karpat zewnętrznych, położonym na północnym skraju obszaru tetydzkiego. W wyniku tych uwarunkowań przeważające na pograniczu eocenu i oligocenu utwory węglanowe zbudowane z elementów szkieletowych otwornic (margle globigerynowe), a także lokalnie z mszywiotów, zostały zastąpione we wczesnym oligocenie przez

bogate w materię organiczną, brunatne, zawierające okrzemki, łupki menilitowe. Obecnie towarzyszą im horyzonty z diatomitami (poziom z Futomy) oraz poziomy wapieni zbudowane z szkieletów kokolitoforów (j. śląska, j. skolska).

Zapisem tych zmian w basenie karpackim jest stopniowy spadek liczebności gatunków ciepłolubnych, obecność monogatunkowego zespołu nanoflory wapiennej w dolnej części formacji menilitowej j. skolskiej z *Dictyococcites bisectus* i *D. scrippsae*, zakwity kokolitoforów tworzących poziomy wapieni tylawskich (*Reticulofenestra ornata*) i wapieni jasielskich (*Cyclicargolithus abisectus*, *C. floridanus*). Wśród otwornic doszło najpierw do zaniku wapiennych form planktonicznych o ornamentowanych i masywnych skorupkach (*Morozovella*, *Acarinina*, *Catapsydrax*) i dominacji oportunistycznych okazów (*Subbotina*, *Tenuitella*, *Globanomalina*), o mniejszych rozmiarach, wytwarzających czasami dodatkowa komorę (bulla), chroniącą je podczas stresu. Pojawił się również preferujący eutroficzne, często zubożone w tlen środowisko otwornicowy bentos wapienny (*Brizalina*, *Bolivina*, *Virgulina*, *Fursenkoina*, *Caucasina*, *Bulimina*, *Chilostomella*). Ulegał on, tak jak plankton, pirytyzacji oraz przeobrażeniu w pseudomorfy (ośródk). Postępująca stagnacja wód w ograniczonych enklawach powstałych na skutek fluktuacji poziomu morza i względnych ruchów izostatycznych związanych z przebudową geotektoniczną zbiornika prowadziła niekiedy do całkowitej eliminacji życia na jego dnie. Z kolei w słodzonych i chłodnych wodach powierzchniowych pojawił się krzemionkowy fitoplankton (okrzemki), który zastąpił radiolarie dominujące do niedawna w głębszych wodach pelagialu o pełnym zasoleniu podczas ciepłego klimatu eocenu. Trend ochłodzeniowy

4. KONFERENCJA NAUKOWA

ZMIANY KLIMATYCZNE W PRZESZŁOŚCI GEOLOGICZNEJ • REFERATY

w zespołach nanoplanktonu wapiennego odzwierciedla wyraźny spadek liczebności gatunków znanych z wód cieplejszych i umiarkowanych. Spada także ich zastępowalność, a formy ciepłolubne i oligotroficzne z wyjątkiem *Discoaster deflandrei* i *Sphenolithus moriformis* były eliminowane. Zubożenie nanoflory w osadzie, albo brak (jak w przypadku otwornic), było związane z zakwaszonym i stagnującym środowiskiem.

W wyższej części wczesnego oligocenu zaobserwowano stopniowe zmiany związane z pojawieniem się gatunków typowo morskich wskazujących na transgresję i ocieplenie klimatu. Nałożył się na to rozwój sedimentacji turbidytowej formacji krośnieńskiej, która objawiła się wzrostem energii środowiska i cyrkulacji, a także miała wpływ na dostawę tlenu i składników odżywczych. Doszło

do odnowienia i wzrostu liczebności bentosu otwornicowego, który nadal w obrębie formacji menilitowej i krośnieńskiej był zbliżony (*Cibicides*, *Caucasina*, *Brizalina*). Wśród planktonu były to okazy o większych rozmiarach, spotykane w formacji menilitowej i krośnieńskiej: *Tenuitella*, *Paragloborotalia*, *Turborotalia*, *Globigerina*. Epizod związany z ociepleniem klimatu pod koniec oligocenu pokazują otwornice (*Globoquadrina*, *Globorotalia*). Z kolei nanoflora dokumentuje szelfowe, stabilne warunki z niewielkimi wahaniami zasolenia (*Helicosphaera*, *Pontosphaera*) oraz bardziej otwarte wody (*Sphenolithus*, *Discoaster*). Warunki sprzyjające rozwojowi i zróżnicowaniu zespołów nanoplanktonu z niewielkimi wahaniami w najniższej części wczesnego miocenu trwały aż do miocenu środkowego.

Późnomiocene ichnoasocjacje ze śladami homininów w rejonie śródziemnomorskim

Late Miocene hominin ichnoassemblages in the Mediterranean region

Gerard Gierliński(1)

(1) Państwowy Instytut Geologiczny – Państwowy Instytut Badawczy, ul. Rakowiecka 4, 00-975 Warszawa;
gerard.gierlinski@pgi.gov.pl

Schyłek miocenu na południu Europy cechuje klimat suchy, stepowienie, a nawet pustynnienie wielu obszarów. Kulminacyjnym momentem tego procesu był kryzys messyński, podczas którego Morze Śródziemne prawie kompletnie wyparowało. Ale już w okresie poprzedzającym ten epizod o prawie dwa miliony lat – na przełomie tortonu i messynu – obserwujemy zastępowanie fauny lądowej na tym obszarze gatunkami sawannowymi. Co więcej w utworach wczesnego messynu Grecji i Bułgarii pojawiają się według Fussa i innych (2017) najstarsze homininy

reprezentowane przez grekopiteka. Również zapis ichnologiczny ze schyłku miocenu na południu Europy potwierdza te doniosłe zmiany składu faunistycznego, w tym obecność najstarszych praludzkich tropów.

W formacji Roka na zachodniej Krecie (Grecja) występują tropy homininów w stanowisku Trachilos (Gierliński i in., 2017) i na sąsiadującym Półwyspie Gramvousa. Na Półwyspie Gramvousa występują również ślady słoń (*Proboscipeda* isp.) i małych nieparzystokopytnych oraz tropy wołowatych w Falasarna (fig. 1). Z kolei

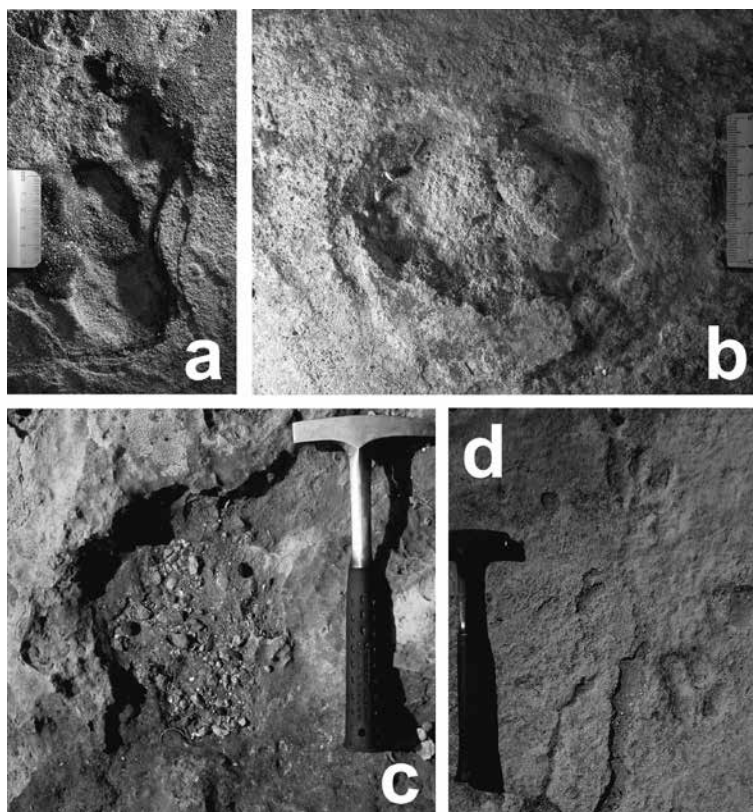


Fig. 1. Ichnoasocjacja z formacji Roka messynu zachodniej Krety: trop hominina z Trachilos (a); ślad przedstawiciela wołowatych z Falasarna (b); ślad słońca *Proboscipeda* isp. (c) i tropy małych nieparzystokopytnych (d) z Półwyspu Gramvousa

Fig. 1. Messinian ichnoassemblage from Roka Formation of western Crete: hominin footprint from Trachilos (a); bovid track from Falasarna (b); proboscidean track *Proboscipeda* isp. (c) and small perissodactyl tracks (d) from Gramvousa Peninsula

4. KONFERENCJA NAUKOWA

ZMIANY KLIMATYCZNE W PRZESZŁOŚCI GEOLOGICZNEJ • REFERATY

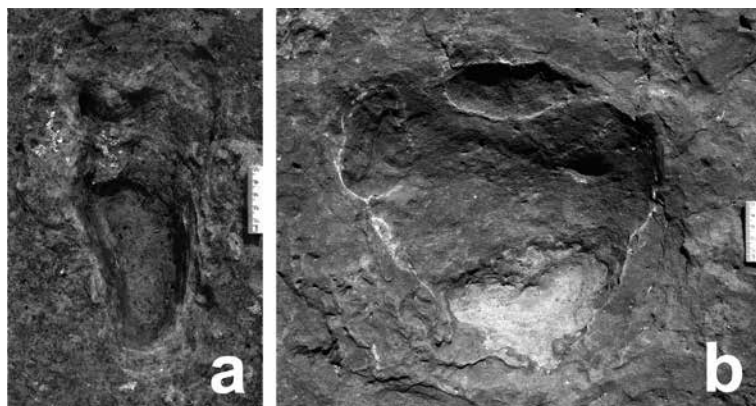


Fig. 2. Messyńska chnoasocjacja z rejonu Alora w Prowincji Malaga w Hiszpanii: ślad hominina (a) i trop nosorożca *Rhinoceripeda* isp. (b) z Laja Prieta

Fig. 2. Messinian ichnoassemblage from Alora region of Malaga Province in Spain: hominin footprint (a) and rhinoceros track *Rhinoceripeda* isp. (b) from Laja Prieta

w utworach kompleksu fliszowego messynu w łuku gibraltarskim w łańcuchu betydów (rejon Alora, prowincja Malaga w Hiszpanii)

występują ślady homininów w asocjacji ze śladami nosorożców *Rhinoceripeda* isp. (fig. 2).

Literatura

Fuss J., Spassov N., Begun D.R., Bohme M., 2017 – Potential hominin affinities of *Graecopithecus* from the Late Miocene of Europe. *PLoS ONE*, 12, 5: e0177127. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0177127>

Gierliński G.D., Niedzwiedzki G., Lockley M.G., Athanassiou A., Fassoulas C., Dubicka Z., Boczarowski A., Bennett M.R., Ahlberg P.E., 2017 – Possible hominin footprints from the late Miocene (c. 5.7 Ma) of Crete? *Proceedings of the Geologists' Association*, 128: 697–710.

Gdzie lepiej żyć, a gdzie lepiej umrzeć: różnorodność środowisk życia rekinów w paleozoiku

Where is better to live and where to die:

Diversity of habitats of sharks in the Palaeozoic

Michał Ginter(1)

(1) Uniwersytet Warszawski, Wydział Geologii, ul. Żwirki i Wigury 93, 02-089 Warszawa; m.ginter@uw.edu.pl

Paleozoiczne ryby chrzęstnoszkieletowe miały stosunkowo słabo zmineralizowany śródszkielet, natomiast zazwyczaj charakteryzował je bardzo bogaty i zróżnicowany szkielet skórny w postaci zębów, żąbeków słuzówkowych, żąbeków skrzelowych, łusek pokrywających ciało bądź obramowujących linię naboczną, a także kolców płetwowych i głowowych o najrozmaitszym kształcie. W przeciwieństwie do rekinów współczesnych, posiadających m.in. w pełni zwapniałe trzony kręgów, mineralizacja śródszkieletu rekinów paleozoicznych ograniczała się z reguły do pojedynczej warstwy pryzmatycznie zwapniałej chrząstki, otaczającej element zbudowany zasadniczo z niemineralej chrząstki szklistej. W związku z tym, potencjał fosylizacyjny elementów śródszkieletu w stosunku do elementów szkieletu skórno, utworzonych z odpornej zębiny, dramatycznie się różni. O ile znalezienie zęba czy łuski rekina paleozoicznego w odślonięciu nie stanowi większego problemu, o tyle odkrycie kompletnego, a nawet fragmentarycznego śródszkieletu jest dużą rzadkością.

Z punktu widzenia paleontologa, pragnącego w jak najpełniejszy sposób poznać świat kopalnych rekinów, bardzo negatywną rzeczą jest fakt, że tam, gdzie ich zróżnicowanie jest największe, prawdopodobieństwo przetrwania szkieletów w dobrym stanie zachowania jest bardzo niskie. Chodzi tu o dobrze natlenione, względnie płytkie akweny, z dużą ilością fauny bentonicznej. W takich warunkach, ciała ryby natychmiast po jej śmierci i opadnięciu na dno staje się obiektem działania padlinożerców i innych organizmów rozkładających części miękkie. Luźne elementy szkieletowe są rozpraszane przez falowanie i prądy morskie, a chrząstka ulega utlenieniu. Nawet odporne elementy zębinowe mogą ulec obtoczeniu bądź rozkruszeniu.

Przykładem takiego środowiska jest facja wapieni krynowidowych, tworzących się we wczesnym karbonie, przede wszystkim w wizenie, na platformach węglanowych. Jednym z najsłynniejszych obszarów tego typu są okolice Armagh, prastarej stolicy biskupiej św. Patryka, obecnie w Irlandii Północnej. Prace budowlane i drogowe prowadzone w tzw. Mountain Limestone (wizen) doprowadziły do nagromadzenia setek okazów, przede wszystkim zębów ryb chrzęstnoszkieletowych zarówno spodoustych, jak i zrosłogł-

wych. Różnicowanie tych szczątków, opisanych po raz pierwszy przez Agassiza w latach 1837-1843, jest ogromne i stanowi fundament dla dalszych prac nad rekinami paleozoicznymi. Jednak wśród tych skamieniałości nie ma w ogóle elementów śródszkieletu, a więc na ich podstawie nie byłibyśmy w stanie określić, jak wyglądały ryby, które się nimi posługiwały.

Na odsiecz paleoichtologom przyszło odkrycie szczątków późnowęglanowych ryb w łupkach kłiwlandzkich (Cleveland Shale, famen), odsłaniających się w dolinach rzecznych w północnej części stanu Ohio, w latach osiemdziesiątych XIX wieku. Tutaj, obok świetnie zachowanych szkieletów ryb pancernych, m.in. ze słynnego rodzaju *Dunkleosteus*, znaleziono nieco spleśnione, ale w pełni nadające się do rekonstrukcji szkielety rekinów z uzębieniem, elementami chrzęstnymi, a nawet z zarysem skóry na krawędziach płetw i wypełnieniem żołądka. Co spowodowało tak dobry stan zachowania skamieniałości? Uważa się, że środowiskiem tworzenia się łupków była zatoka, do której z brzegów była dostarczana duża ilość materii organicznej; znajdowane są m.in. fragmenty pni pierwotnych drzew, w asocjacji ze szkieletami rekinów. Gnicie szczątków roślinnych powodowało przy dnie i w obrębie miękkiego osadu warunki redukcyjne, które z kolei uniemożliwiały rozwój i działalność padlinożerców, a także utlenianie chrząstki. Ciała padłych ryb opadały na dno i zanurzały się głęboko w osadzie, przez co nie były poddane bezpośredniemu działaniu ruchów wody.

Ujemną stroną takich warunków jest fakt, że zespół znajdowanych rekinów ogranicza się do form pływakowych wysoko w toni wodnej, takich jak *Ctenacanthus*, *Cladoselache* czy *Phoebodus*, a w ogóle nie ma gatunków przydennych (poza nielicznymi znaleziskami w postaci skupień zębów, będących najprawdopodobniej wypełnieniami przewodu pokarmowego większych myśliwych). W ten sposób otrzymujemy zubożony obraz fauny rekinów z danego okresu i nadal nie wiemy, jak wyglądały chrzęstnoszkieletowe z płytkich wód.

Istnieją jednak takie stanowiska, które są źródłem bogatej informacji na temat kształtu i budowy ciała paleozoicznych rekinów z grup preferujących płytsze i dobrze natlenione wody. Jednym z nich, zupełnie unikatowym, jest stanowisko Bear Gulch w środ-

4. KONFERENCJA NAUKOWA

ZMIANY KLIMATYCZNE W PRZESZŁOŚCI GEOLOGICZNEJ • REFERATY

kowej Montanie (wczesny karbon, serpuchow), eksploatowane od końca lat sześćdziesiątych ubiegłego stulecia. W występujących tam bardzo cienko warstwowanych, droбноziarnistych wapieniach, uważanych za mikroturbidyty i porównywanych do jurajskich wapieni z Solnhofen, znajduje się niezwykle bogaty i zróżnicowany zespół chrzęstnoszkieletowych. Jest on złożony przede wszystkim ze zrosłogłowych i ich najbliższych krewniaków, takich jak petalodonty, ale także reprezentantów zupełnie innych grup, np. preferujących warunki pełnomorskie symmoridów (m.in. słynna para rekinów z rodzaju *Falcatus*, ukazująca wyraźnie dymorfizm płciowy) i tajemniczych karkopłetwych, niepodobnych do żadnej z dzisiejszych ryb. Kolejne odkrycia kompletnych szkieletów wraz z zarysami ciał zweryfikowały wcześniejsze poglądy i spekulacje na temat anatomii licznych gatunków znanych wcześniej wyłącz-

nie z izolowanych szczątków. Nie jest do końca jasne, dlaczego w takiej właśnie facji stan zachowania okazów jest tak doskonały, ale najczęściej uważa się, że ciała ryb były napławiane z pobliskich platform i błyskawicznie zagrzebywane w miękkim, wapnistym osadzie.

Powyższe trzy przykłady ukazują, jak bardzo zróżnicowane były środowiska morskie, w których żyły i umierały chrzęstnoszkieletowe w paleozoiku. Poszukiwanie nowych źródeł informacji, przy pomocy udoskonalanych metod, wciąż przynosi rezultaty, takie jak odkrycie trójwymiarowo zachowanych szkieletów rekinów w konkracjach z famenu Madene el Mrakib w Maroku, badanych od 2015 r. przez zespół kierowany przez Christiana Kluga z Zurychu. Stopniowo świat rekinów paleozoicznych otwiera się przed nami i coraz lepiej rozumiemy ich sposób życia oraz preferencje środowiskowe.

Podatność magnetyczna i chemostratygrafia interwału granicy jura/kreda w basenie słoweńskim: implikacje paleoklimatyczne

Magnetic susceptibility and chemostratigraphy in the Jurassic/Cretaceous boundary interval of the Slovenian Basin: Palaeoclimatic implications

Jacek Grabowski(1), Jolanta Iwańczuk(1), Daniela Reháková(2), Boštjan Rožič(3), Petra Žvab-Rožič(3), Andrzej Chmielewski(1), Artur Teodorski(4), Lucja Słapnik(3), David Gercar(3)

(1) Państwowy Instytut Geologiczny – Państwowy Instytut Badawczy, ul. Rakowiecka 4, 00-975 Warszawa; jacek.grabowski@pgi.gov.pl; jolanta.iwanczuk@pgi.gov.pl; andrzej.chmielewski@pgi.gov.pl

(2) Comenius University, Faculty of Natural Sciences, Department of Geology and Paleontology, Bratislava, Slovakia; daniela.rehakova@uniba.sk

(3) University of Ljubljana, Faculty of Natural Sciences and Engineering, Department of Geology, Ljubljana, Slovenia; bostjan.rozic@ntf.uni-lj.si; petra.zvabrozic@geo.ntf.uni-lj.si; lucja.slapnik@geo.ntf.uni-lj.si; david.gercar@geo.ntf.uni-lj.si

(4) Uniwersytet Warszawski, Szkoła Doktorska Nauk Ścisłych i Przyrodniczych, ul. Banacha 2c, 02-097 Warszawa; a.teodorski@student.uw.edu.pl

Przedmiotem badań była pelagiczna sukcesja w basenie słoweńskim, obejmująca interwał stratygraficzny od tytonu dolnego do beriasu górnego o miąższości ok. 40 m (profil Petrovo Brdo). W najniższej części profilu (5 m) zaobserwowano ostrą granicę pomiędzy radiolarytami formacji tolminskiej a wapieniami kalpionellowymi formacji Maiolica. Zespoły kalpionellidów są nieliczne i słabo zachowane, co pozwoliło na jedynie przybliżoną kalibrację biostratygraficzną profilu. Poziom kalpionellidowy *Crassicollaria* (tyton górny) został udokumentowany pomiędzy 8 a 13 m profilu, natomiast spąg podpoziomu *Calpionella alpina* (obecna granica jura/kreda) jest usytuowany ok. 20 metra profilu. Zmiana sedymentacji z krzemionkowej na wapienną jest korelowana z zoną radiolarytów UAZ 12, na pograniczu tytonu dolnego i górnego (Goričan i in., 2012).

W profilu przeprowadzono wysokorozdzielcze profilowanie podatności magnetycznej, pomiary spektrometryczne gamma, oraz badania geochemiczne ręcznym spektrometrem XRF, weryfikowane pilotowymi analizami geochemicznymi metodą ICP-MS. Zawartości pierwiastków terygenicznych (Al, Ti, K, Rb, Zr) oraz podatności magnetycznej wykazują gwałtowny spadek na granicy formacji tolminskiej i Maiolica i osiągają minimalne wartości w tytonie gór-

nym i beriasie dolnym. Dopytywanie materiału terygenicznego wzrasta ok. 30 metra profilu. Na podstawie analogii z profilami z Tatr, Karpat Słowackich, północnych Alp Wapiennych, Średniogórza Zadunajskiego i Bałkanów, wzrost ten następuje najprawdopodobniej na pograniczu beriasu dolnego i górnego, w zonie *Calpionellopsis* (dolna część magnetozyony M16n). Wahanie względnych zawartości potasu i tytanu (Ti/K, Ti/Al, K/Al) wskazują na wzbogacenie w K i zubożenie w Ti w środkowej części profilu (tyton górny-berias dolny). Obserwacja ta może świadczyć o wysuszeniu klimatu i spadku intensywności wietrzenia chemicznego na obszarach źródłowych. Interwał ten wykazuje także podwyższone koncentracje pierwiastków śladowych (Cu, Zn, Cd) oraz zwiększenie udziału lekkiego izotopu węgla w węglanach (spadek $\delta^{13}\text{C}$), związane ze stratyfikacją i zubożeniem w tlen strefy wód dennych. Zmiany parametrów geochemicznych wskazują na wysuszenie klimatu w tytonie górnym-beriasie dolnym oraz wilgotniejsze epizody w tytonie dolnym i beriasie górnym. Trendy te korelują się w wielu porfiach zachodniej Tetydy, zostały także potwierdzone w profilach basenu polskiego i niemieckiego (Schneider i in., 2018; Grabowski i in., 2021).

Badania wykonano w ramach projektu NCN nr 2016/21/B/ST/10/02941.

4. KONFERENCJA NAUKOWA

ZMIANY KLIMATYCZNE W PRZESZŁOŚCI GEOLOGICZNEJ • REFERATY

Literatura

Goričan S., Pavšič J., Rožič B., 2012 – Bajocian to Tithonian age of radiolarian cherts in the Tolmin Basin (NW Slovenia). *Bulletin de la Société Géologique de France*, 183: 369–382.

Grabowski J., Chmielewski A., Ploch I., Smoleń J., Rogov M., Wójcik-Tabol P., Leszczyński K., Maj-Szeliga K., 2021 – Palaeoclimatic changes and inter-regional correlations in the Jurassic/Cretaceous boundary interval of the Polish Basin: portable XRF and magnetic susceptibility study. *Newsletters on Stratigraphy*, 54, 2: 123–158.

Schneider A.C., Heimhofer U., Heunisch C., Mutterlose J., 2018 – From arid to humid – the Jurassic-Cretaceous boundary interval in northern Germany. *Review of Palaeobotany and Palynology*, 255: 57–69.

Palaeoenvironmental and climatic changes in Cenozoic – records from the Antarctic bryozoan biota

Zmiany paleośrodowiskowe i klimatyczne w kenozoiku zapisane w zespołach faun mszywiolowych Antarktyki

Urszula Hara(1)

(1) Emerytowany pracownik Państwowego Instytutu Geologicznego – Państwowego Instytutu Badawczego;
urszulagrazynahara@gmail.com

The fossiliferous shallow-marine clastic succession of the late Early – Late Eocene of the LMF (Telm1–Telm7) provides an ideal opportunity to study the effects of cooling on high-latitudes using the bryozoans as a tool for the paleontological and geochemical data (Hara, 2001, 2002, 2003, 2022).

In the 800-meters thick stratigraphical profile of the LMF, in the basal facies of the lowermost part of the formation (Telm1), the earliest recognized – late Early Eocene bryozoan fauna is represented by the internal moulds of the loosely encrusting (membraniporiform), and unizoidal, flexible articulated or rooted colonies belonging to cheilostome buguloids and catenelloideans, which are taxonomically and morphologically different from the overlying fauna. At present, representatives of those families (such as Beanidae, Catenicellidae, Savignyellidae and Calwelliidae) are widely distributed in the tropical-warm temperate latitudes and deposited in the shallow-water settings (Hara, 2015). Within 2 meters thick interval of the basal transgressive facies of the shallow-marine-estuarine clastic succession of the LMF, Telm1 unit, the most common are spectacular in size, massive multilamellar colonies, showing a great variety of shapes dominated by cheilostome celleporiforms and cyclostome cerioporids (Hara, 2001).

The stable isotopic $\delta^{18}\text{O}$ analyses of the bryozoan skeletons from the lower part of the La Meseta Fm. show the temperature range from 13.4 to 14.6°C (according to the equation given by Anderson, Arthur, 1983), see Hara, 2021; what is consistent with the isotopic data of other marine macrofaunal fossil records (see Ivany *et al.*, 2008).

Bryozoans from the middle part of the La Meseta Fm. (Telm4–6, Cucullaea I–II; lower part of the Submeseta Allomember) are represented by the microporoideans and the distinct disc-shaped, free-living lunulitiform colonies. In the Recent environment, the free-living lunulitiforms such as *Lunulites* and *Otionellina* are valuable climatic indicators, inhabited by the circumpolar to warm-temperate waters, shallow-shelf conditions, at temperatures of 10–29°C, on coarse, sandy to muddy bottom with the

temperature, which is never lower than 10 to 12°C (Hara *et al.*, 2018). Geochemical analyses of the *Lunulites*, *Otionellina*, *Uharella* skeletons (Telm4–5) show the presence of the intermediate-Mg calcite (IMC) with the 4.5 mol% of MgCO_3 . Their bimineralic zoaria (with the traces of aragonite, calcite and strontium apatite) are indicative for the temperate shelf environment, sandy and often shifting substrate.

Contrary to occurrence of the rich bryozoan faunas in the shallow-marine-estuarine sediments of the lower part of the LMF (Telm1–2), the bryozoans from the upper part of the LMF (Telm6–7) are represented by the scarce lepraliomorphs accompanied by the crustaceans, brachiopods and gadiform fish remains. The bryozoan-bearing horizon composed of the single taxon tentatively assigned to *Goodonia* Bishop and Hayward, 1989, terminates the occurrence of the bryozoan fauna, showing a sharp decline in bryozoan biodiversity between the lower and upper part of the formation (Hara, 2001), what is consistent with the an overall pattern of Eocene cooling up to around 10.5°C in Telm6 and 7 (Ivany, 2007). 10 million years older, the Cape Melville Formation on King George Island, dated as Early Miocene is dominated by the infaunal bivalves, which provide a unique fossil record in the Antarctic Peninsula region during the latest Oligocene to earliest Miocene interglacial to glacial transition. Only one bryozoan was described identified as *Aspidostoma melvillensis* (Hara, Crame, 2004).

The Pliocene well-preserved bryozoans, which occur encrusting the extinct scallop, *Australochlamys anderssoni* (Hennig), the dominant macroinvertebrate fossil of the Cockburn formation, in term of the higher taxa are moderately rich comprising cheilostome umbonulomorphs represented by the family Romancheiniidae Jullien, 1888 as well as the lepraliomorphs comprising family Smittinidae Levinsen, 1909; Microporellidae Hincks, 1872; Lacerinidae Jullien, 1888, and Celleporidae Johnston, 1838. Exclusively encrusting colony growth-form of the Pliocene biota suggests sedimentation in the shallow-water environment and indicates an interglacial palaeoenvironment of the CIF Formation (Hara, Crame, 2010, in revision).

4. KONFERENCJA NAUKOWA ZMIANY KLIMATYCZNE W PRZESZŁOŚCI GEOLOGICZNEJ • REFERATY

The taxonomic analyses of the cold-water Recent bryozoans from the Admiralty Bay (South Shetland Islands, Antarctica) shows the dominant ascophoran umbonulomorphs, mostly represented by endemic species and accompanied by lepraliomorphs, schizoporellids, phidoloporoids, flustrinids, hippothoomorphs and cel-laroids (Hara *et al.*, 2010; Pabis *et al.*, 2014). The majority of the studied fauna form large-sized erect robust zoaria either bilamel-lar folded sheets or erect rigid cylindrical branches (Hara *et al.*, 2010). Their skeletons are composed of intermediate magnesian

calcite (IMC), where Mg content varies from *ca.* 4.3 to 6.5 wt% MgCO₃, showing the typical $\delta^{18}\text{O}$ values of cold marine waters (ac-cording to the aquition given by Friedman, O'Neil, 1977), see Hara, 2022.

Considering the evolution of the Cenozoic bryozoans it is possible that the evolution of the modern community structure occurred more recently, due to the factors such as further cooling and iso-lation of the continent leading to widespread glaciation, which resulted in a loss of shallow shelf habitats (Whittle *et al.*, 2014).

References:

- Anderson T.F., Arthur M.A., 1983 — Stable isotopes of oxygen and carbon and their application to sedimentologic and paleoenvironmental problems. *SEPM Short Course*, 10: 1–151.
- Bishop J.D.D., Hayward P.J., 1989 — SEM atlas of the type and figured material from Robert Lagaij's "The Pliocene Bryozoa of the Low Countries" (1952). *Mededelingen Rijks Geologische Dienst*, 43, 2: 1–64.
- Friedman I., O'Neil J.R., 1977 — Compilation of stable isotope fractionation factors of geochemical interest. Geological Survey Professional Paper 440-KK, Washington.
- Hara U., 2001 — Bryozoa from the Eocene of Seymour Island, Antarctic Peninsula. *Palaeontologia Polonica. In: Palaeontological Results of the Polish Antarctic Expeditions, Part III*, 60: 33–156.
- Hara U., 2002 — A new macroporid bryozoan from Eocene of Seymour Island, Antarctic Peninsula. *Polish Polar Research*, 23, 3/4: 213–225.
- Hara U., 2003 — Migration routes and biogeographical connections of the Eocene bryozoan fauna from the La Meseta Formation, Antarctica. *Przegląd Geologiczny*, 51, 3: 251–252.
- Hara U., 2015 — Bryozoan internal moulds from the La Meseta Formation (Eocene) of Seymour Island, Antarctic Peninsula. *Polish Polar Research*, 36: 25–49.
- Hara U., 2021 — Environmental/climatic changes during the Eocene: biotic and geochemical evidences based on the bryozoan fauna (Antarctic Peninsula), EGU General Assembly 2021, online, 19–30 Apr 2021, EGU21-15673, <https://doi.org/10.5194/egusphere-egu21-15673>.
- Hara U., 2022 — Geochemistry of the fossil and Recent bryozoan faunas in the natural diagenetic environments and their significance for the reconstruction of the biota and climatic regimes in Cenozoic. Archive of the Polish Geological Institute-National Research Institute, nr. 5210/2022.
- Hara U., Crame J.A., 2004 — A new aspidostomatid bryozoan from the Cape Melville Formation (lower Miocene) of King George Island, West Antarctica. *Antarctic Sciences*, 16, 319–327.
- Hara U., Crame J.A., 2010 — Late Cenozoic bryozoans of the Cockburn Island Formation, Cockburn Island, "West Antarctica". Oslo Science Conference, 2010, Oslo 8–12 June, 2010, Polar Science – Global Impact, Abstract number 2648.
- Hara U., Crame J.A., [in review] — Taxonomy, paleobiology and biogeography of the Pliocene bryozoan biota: (Cockburn Island, Antarctic Peninsula).
- Hara U., Jasionowski M., Presler P., 2010 — Geochemistry and mineralogy of the bryozoan skeletons from the Admiralty Bay (South Shetland Islands), Antarctica: A preliminary account. *Terra Nostra*, 4: 56.
- Hara U., Mors T., Hagstrom J., Reguero M.A., 2018 — Eocene bryozoans assemblages from the La Meseta Formation of Seymour Island. *Geological Quarterly*, 62: 705–728.
- Ivany L.C., 2007 — Contribution to the Eocene climate records of the Antarctic Peninsula, in Antarctica. A Keystone in a Changing World – Online Proceedings of the 10th ISEAS X (eds. A.K. Cooper *et al.*). USGS Open-File Report 2007-1047. Extended Abstract 068.
- Ivany L.C., Lohmann K.C., Hasiuk F., Blake D.B., Glass A., Aronson R.B., Moody R.M., 2008 — Eocene climate record of the high southern latitude continental shelf: Seymour Island, Antarctica. *Geological Society of America Bulletin*, 120: 659–678.
- Pabis K., Hara U., Presler P., Siciński J.U., 2014 — Structure of bryozoan communities along the glacial disturbance gradient of the Antarctic fjord (Admiralty Bay, South Shetlands). *Polar Biology*, 37: 737–751.
- Whittle R.J., Quaglio F., Griffiths H.J., Linse K., Crame J.A., 2014 — The Early Miocene Cape Melville Formation fossil assemblage and the evolution of modern Antarctic marine communities. *Naturwissenschaften* DOI 10.1007/s00114-013-1128-0.

Skład chemiczny w profilu osadów torfowiska funkcjonującego w obniżeniu między krętymi wałami z erozji subglacialnej wód (GCLs) z obszaru Suwalszczyzny

Chemical composition in the sediment profile of a peat bog functioning in a depression between glacial curvilineations formed by erosional subglacial waters (GCLs) from the Suwałki Region

Tomasz Karasiewicz⁽¹⁾

(1) Uniwersytet Mikołaja Kopernika w Toruniu, Wydział Nauk o Ziemi i Gospodarki Przestrzennej, Katedra Geomorfologii i Paleogeografii Czwartorzędu, ul. Lwowska 1, 87-100 Toruń; mtkar@umk.pl

Obszar Pojezierza Suwalskiego cechuje duża dynamika rzeźby terenu, która jest związana z licznymi zlodowaceniami plejstoceńskimi. Szczególne piętno pozostawiło po sobie zlodowacenie vistuliańskie, które nadało rzeźbie cech krajobrazu młodoglacjalnego. Silne zmiany w topografii tego terenu zaszły podczas fazy pomorskiej ostatniego zlodowacenia, kiedy doszło do powodzi roztopowej (Weckwerth i in., 2019; Wysota i in., 2020). W otoczeniu jeziora Hańcza różnice względne wysokości sięgają 150–160 m.

Rdzeń o nieruszonej strukturze pobrano z torfowiska wysokiego niedaleko jeziora Hańcza, koło miejscowości Błaskowizna za pomocą sondy typu instorf. Sięgał podłoża mineralnego i miał 11,5 m miąższości. Podłoże osadów biogenicznych stanowił piasek mułkowy o miąższości 0,3 m. Powyżej zalegało 0,58 m mułku. Następnie było 3,23 m gytii drobnodetrytusowej, miejscami laminowanej. Wyżej stwierdzono 2 m gytii grubodetrytusowej z widocznymi szczątkami roślinnymi. Strop stanowi 5,4 m torf mszysty o średnim rozkładzie, gdzie wierzchnią warstwę stanowi torf świeży (0,25 m). W warunkach laboratoryjnych osady rdzenia podzielono na mniejsze odcinki. Do dalszych badań przeznaczono próbki pobrane co 10 cm, w sumie przeanalizowano ich 120. Oznaczono odczyn osadów (pH), zawartość węgla wapnia (CaCO_3), całkowity węgiel organiczny (TOC), azot (N_t) oraz pierwiastki główne (Ca,

Mg, Mn, Fe, Na, K), a także pierwiastki rzadkie i ciężkie (Sr, Pb, Zn, Cu, Cd i Ni).

Policzono wskaźniki geochemiczne takie jak: TOC/N_t , Na/K , Fe/Mn , Ca/Mg , Sr/Ca , Cu/Zn oraz $\text{Na}+\text{K}+\text{Mg}/\text{Ca}$. Są to podstawowe wskaźniki informujące o zmianach zachodzących w obrębie zlewni i związanych ze zmianami klimatu. Zbiór otrzymanych danych poddano analizie skupienia w celu wydzielenia lokalnych poziomów geochemicznych. Pozwoliło to na wyróżnienie aż 11 takich poziomów, które podkreślają zmienność geochemiczną osadów związaną z ponadlokalnymi zmianami środowiska i wpływem czynników lokalnych. W niektórych wyróżnionych poziomach geochemicznych są wydzielane podpoziomy.

Badane zagłębienie funkcjonowało jako stosunkowo wąski, długi i głęboki zbiornik wodny (gytia jeziorna), który następnie zaczął zarastać (gytia grubodetrytusowa) i wypływać się, aż w końcu przekształcił się w torfowisko. Skład współczesnej roślinności, właściwości osadów i wody na torfowisku wskazują, że jest to torfowisko typu przejściowego. Porastają je mchy typu *Sphagnum*, żurawina błotna (*Oxycoccus palustris*) czy wełnianka pochwowata (*Eriophorum vaginatum*). Według wstępnych danych rozwój sedymentacji jeziornej rozpoczął się w tym zbiorniku w późnym glacialu w okresie Bøllingu (Gałka, Sznel, 2013).

4. KONFERENCJA NAUKOWA

ZMIANY KLIMATYCZNE W PRZESZŁOŚCI GEOLOGICZNEJ • REFERATY

Literatura:

Gałka M., Sznajder M., 2013 – Late Glacial and Early Holocene development of lakes in northeastern Poland in view of plant macrofossil analyses. *Quaternary International*, 292: 124–135. doi.org/10.1016/j.quaint.2012.11.014.

Weckwerth P., Wysota W., Piotrowski J.A., Adamczyk A., Krawiec A., Dąbrowski M., 2019 – Late Weichselian glacier outburst floods in North-Eastern Poland: Landform evidence and palaeohydraulic significance. *Earth-Science Reviews*, 194: 216–233.

Wysota W., Weckwerth P., Adamczyk A., Piotrowski J.P., Sokółska A., 2020 – Morphology and origin of glacial curvilineations (GCLs) east of Hańcza Lake, Suwałki Lakeland. W: Glacial megaflood landforms and sediments in North-Eastern Poland, NCU Toruń (red. P. Weckwerth i in.): 61–69.

Klimat i oceanografia przełomu jury i kredy zachodniej Tetydy

Climate and oceanography of the Jurassic/Cretaceous transition in the Western Tethys

Damian Gerard Lodowski(1,2), Ottilia Szives(3), Jacek Grabowski(2)

(1) Uniwersytet Warszawski, Wydział Geologii, ul. Żwirki i Wigury 93, 02-089 Warszawa; damian.lodowski@uw.edu.pl

(2) Państwowy Instytut Geologiczny – Państwowy Instytut Badawczy, ul. Rakowiecka 4, 00-975 Warszawa;
jacek.grabowski@pgi.gov.pl

(3) Department of Palaeontology and Geology, Hungarian Natural History Museum, 1431 10 Budapest, Pf. 137, Hungary; o.szives@gmail.com.

Przełom jury i kredy charakteryzował się występowaniem całej serii różnej skali procesów paleośrodowiskowych, między innymi arydyzacją klimatu w późnym tytonie-wczesnym beriasie oraz reaktywacją tektoniczną obszaru neotetydzkiego pasa kolizyjnego w późnym beriasie. W niniejszym wystąpieniu w kontekście warunków i ewolucji paleośrodowiska zostały zintegrowane i zinterpretowane dane geochemiczne oraz nanoskamieniałości pochodzące z utworów tytonu-beriasu Średniogórza Zadunajskiego (Węgry). Pozycja paleogeograficzna tego obszaru, tj. lokalizacja pomiędzy oceanami Neotetydy oraz Atlantyku Alpejskiego, w połączeniu z wysoką rozdzielczością oprobówania oraz dostępnością licznych różnego rodzaju danych literaturowych sprawia, że z powodzeniem może on służyć za obszar referencyjny dla ewentualnych rozważań ponadregionalnych. Scenariusz zmian paleośrodowiskowych, którym podlegał obszar Średniogórza Zadunajskiego, został skorelowany i porównany z danymi paleoklimatycznymi, paleoredoks oraz paleoproduktywności, pochodzącymi z innych stref depozycji zachodniej Tetydy (serii wierchowej oraz regłowej dolnej Tatr, a także Pienińskiego Pasa Skałkowego), dzięki czemu możliwym było odpowiedzenie na pytanie, czy istniał jakiś nadrzędny mechanizm kontrolujący warunki depozycji w nich napulające.

Przeprowadzone badania wskazują, że sygnał wysuszenia klimatu w późnym tytoniu-wczesnym beriasie, zaobserwowany we

wskaźnikach ługowania potasu, jest typowy zarówno dla obszaru Średniogórza Zadunajskiego, jak i profili pomocniczych. Co istotne, proces współwystępował razem z warunkami względnego zubożenia dna morskiego w tlen (na co wskazują m.in. uran autogeniczny oraz Fe/Al) oraz podwyższonym pogrzebaniem mikro-
nutrientów (np. wskaźniki wzbogacenia w P i Zn). Z kolei zespoły nanoskamieniałości wapiennych (m.in. obfite występowanie dużych form z rodzaju *Watznaueria*, czy *Nannoconus*) wskazują na panującą w tym czasie oligotrofię oraz stosunkowo niskie temperatury przypowierzchniowej strefy oceanu.

Powyższe obserwacje są związane z dużej rangi zmianami klimatycznymi, wpływającymi zarówno na cyrkulację atmosferyczną, jak i oceaniczną. Odpowiednio, uznaje się, że ochłodzenie klimatu w późnym tytonie mogło doprowadzić do obniżenia gradientu termicznego pomiędzy masami lądowymi a oceanem, skutkiem czego obniżeniu uleg mogła intensywność cyrkulacji atmosferycznej. To z kolei doprowadzić mogło – w wyniku osłabionej cyrkulacji monsunowej – nie tylko do osuszenia się klimatu, ale również do obniżenia wydajności transportu Ekmana (tj. mechanizmu indukującego up- i downwellingi). Uznaje się, że zmiany te sprawiły, że znaczne obszary oceanu zostały poddane stratyfikacji, czego skutkiem było zubożenie jego stref przydennych w tlen z jednej strony oraz ograniczenie wynoszenia substancji odżywczych ku jego górnej części z drugiej.

Palinologiczny zapis zmian klimatu w pensylwanie na podstawie danych z niecki śródsudeckiej

Palynological record of climate change in Pennsylvanian from the Intra-Sudetic Basin

Adrianna Maćko(1), Anna Górecka-Nowak(2)

(1) Państwowy Instytut Geologiczny – Państwowy Instytut Badawczy, Oddział Dolnośląski im. Henryka Teisseyre'a we Wrocławiu, al. Jaworowa 19, 53-122 Wrocław; adrianna.macko@pgi.gov.pl

(2) Uniwersytet Wrocławski, Instytut Nauk Geologicznych, ul. Cybulskiego 30, 50-205 Wrocław; anna.gorecka-nowak@uwr.edu.pl

Globalne zmiany klimatu miały bezpośredni wpływ na skład paleozoicznych zbiorowisk roślinnych. Skąty karbońskie prawdopodobnie są najlepiej rozpoznane pod względem florystycznym, ze względu na licznie zachowane skamieniałości roślinne. Na podstawie kopalnej flory zachowanej w konkrecjach węglanowych z pokładów węgla prowincji euroamerykańskiej i zespołów miospor z węgla oraz analizy ich zmienności w czasie, możliwe było udokumentowanie zmian klimatu w pensylwanie na obszarze Europy i Ameryki Północnej (Phillips, Peppers, 1984). Dzięki znanej przynależności botanicznej większości rodzajów miospor możliwa jest próba przeprowadzenia rekonstrukcji paleośrodowisk również na podstawie samych danych palinologicznych. Skład zbiorowisk florystycznych, odtworzonych na podstawie zespołów miospor, stanowi zapis bioróżnorodności flory porastającej większy obszar, a analiza zmienności tego składu w czasie może świadczyć o wpływie zmian środowiska o ponadlokalnej skali np. zmian klimatu.

Analiza zmienności zbiorowisk roślinnych w niniejszych badaniach została przeprowadzona dla profilu formacji białokamieńskiej odśladającej się wzdłuż nieczynnej linii kolejowej w Wałbrzychu (NW część synklinorium śródsudeckiego). Przebadano palinologicznie łącznie 24 próbki. Oznaczone zespoły miospor powiązane z czterema grupami roślin porastających łądy w pensylwanie, tj. widłakami, skrzypami, paprociami oraz kordaitami. Rekonstrukcja paleośrodowiska przeprowadzona dla formacji białokamieńskiej została uzupełniona wynikami podobnych analiz przeprowadzonych wcześniej dla formacji wałbrzyskiej (Górecka-Nowak, Majewska, 2003) i żaclerskiej (Górecka-Nowak, 1995, 2002). Uzyskane dane zestawiono z diagramem rozmieszczenia głównych grup flory w różnych środowiskach oraz wykresem zmian klimatu w Europie i Ameryce Północnej (Phillips, Peppers, 1984), co umożliwiło prześledzenie zmienności zbiorowisk roślinnych i klimatu w pensylwanie.

We wszystkich porównywanych profilach zaobserwowano istotne różnice składu zbiorowisk roślinnych. Asocjacje florystyczne

formacji wałbrzyskiej i dolnej części formacji białokamieńskiej (serpuchow środkowy-baszkir dolny) były zdominowane przez widłaki oraz skrzypy. Udział paproci nie był duży, a kordaity występowały nielicznie. Taki zapis kopalnego zespołu florystycznego odpowiada zbiorowisku porastającemu głównie obszary podmokłe i świadczy o stosunkowo wysokiej wilgotności powietrza. Nieznaczny wzrost udziału paproci zaobserwowano w wyższej części profilu formacji białokamieńskiej (baszkir środkowy). W dolnej części profilu formacji żaclerskiej tendencja ta utrzymywała się (baszkir górny). W zbiorowisku rola miospor skrzypów i paproci zwiększyła się kosztem udziału widłaków w środkowej części profilu formacji żaclerskiej (baszkir/moskow). Spadek frekwencji widłaków przy równoczesnym wzroście udziału paproci należy wiązać z globalnym spadkiem wilgotności. W górnej części profilu formacji żaclerskiej (moskow) ponownie dominowały widłaki, ale ich udział nie był już tak wysoki jak na początku baszkiru. Proporcje występowania skrzypów, paproci oraz kordaitów były zbliżone i odzwierciedlają zapis urozmaiconego zespołu florystycznego obszarów podmokłych.

Różnice w zapisie florystycznym pomiędzy pensylwanem dolnym a środkowym odzwierciedlają wpływ tzw. pierwszego okresu suchego (Phillips, Peppers, 1984), który charakteryzował się znacznym spadkiem wilgotności powietrza prowadzącym do stepowienia obszarów prowincji euroamerykańskiej. Nasilająca się susza nie sprzyjała rozwojowi roślin drzewiastych, a nisze środowiskowe wypełniały niskie skrzypy, paprocie i kordaity. Jednak wzrost udziału paproci w zespole zdominowanym przez skrzypy i kordaity już w baszkirze środkowym wskazuje na wcześniejsze rozpoczęcie się procesu osuszania klimatu w niecce śródsudeckiej niż na innych obszarach prowincji euroamerykańskiej. Okres ponownie wysokiej wilgotności powietrza w niecce śródsudeckiej pokrywa się prawdopodobnie z zapisem ponownej dominacji widłaków w zbiorowisku roślinnym w moskowie.

4. KONFERENCJA NAUKOWA

ZMIANY KLIMATYCZNE W PRZESZŁOŚCI GEOLOGICZNEJ • REFERATY

Literatura:

Górecka-Nowak A., 1995 – Następstwo westfalskich zespołów miosporowych z depresji śródsudeckiej jako wskaźnik zmian paleoklimatu i paleośrodowiska. *Acta Universitatis Wratislaviensis*, 1795: 95–106.

Górecka-Nowak A., 2002 – Palynological record of paleoclimatic changes in Late Carboniferous – an example from the Intra-Sudetic Basin. *Review of Paleobotany and Palynology*, 118: 101–114.

Górecka-Nowak A., Majewska M., 2003 – The palynostratigraphy and palynofacies of the Namurian Wałbrzych Formation in the northern part of the Intra-Sudetic Basin (SW Poland). W: *Proceedings of the XVth International Congress on Carboniferous and Permian Stratigraphy*: 333–342.

Phillips T.L., Peppers R.A., 1984 – Changing patterns of Pennsylvanian coal-swamp vegetation and implications of climatic control on coal occurrence. *International Journal of Coal Geology*, 3, 3: 205–255.

Dewońskie i współczesne rafy – podobieństwa, zagrożenia i perspektywy dalszych badań

Devonian and modern reefs – similarities, threats and prospects for further research

Aleksander Majchrzyk(1), Michał Jakubowicz(2), Mikołaj K. Zapalski(1)

(1) Uniwersytet Warszawski, Wydział Geologii, ul. Żwirki i Wigury 93, 02-089 Warszawa; a.majchrzyk@uw.edu.pl, m.zapalski@uw.edu.pl

(2) Uniwersytet Adama Mickiewicza w Poznaniu, Pracownia Izotopowa, ul. B. Krygowskiego 10, 61-680 Poznań; mjakub@amu.edu.pl

Współczesne ekosystemy rafowe są jednymi z najbogatszych i najbardziej zróżnicowanych na Ziemi. Ich rozprzestrzenienie jest jednak mocno ograniczone warunkami środowiska, a rafy koralowe podlegają silnej presji wynikającej z działalności człowieka i zmian klimatycznych. Historia raf nie jest jednak ograniczona do czasów współczesnych, a sięga aż 550 mln lat, z szeregiem okresów rozkwitu i wymierania organizmów rafowych.

Dewon był okresem największego w historii Ziemi rozwoju ekosystemów rafowych, ze szczytem bioróżnorodności przypadającym na żywe i wczesny fran i rafami obecnymi nawet na szerokości 50 równoleżnika (dziś rafy płytkowodne nie przekraczają 30°S i N). Ten niezwykły rozwój został umożliwiony przez szereg czynników, takich jak: ciepły klimat, wysoki poziom morza i związany z nim rozwój rozległych mórz szelfowych, korzystny układ kontynentów i prądów morskich, czy ekologia ówczesnych budowniczych raf i ich symbiontów (np. Jakubowicz i in., 2019; Majchrzyk i in., 2022a). Jednymi z głównych budowniczych dewońskich raf były wymarłe koralowce z grupy denkowców (Tabulata).

Do niedawna denkowce uważano za odległe pod względem ekologii od ich współczesnych odpowiedników (m.in. Scrutton, 1998), jednak w ostatnich latach ten obraz zaczyna się zmieniać. Celem niniejszego wystąpienia jest analiza i podsumowanie najnowszych badań nad ekologią koralowców Tabulata i czynników kształtujących dewońskie ekosystemy rafowe, a także zarysowanie perspektyw wykorzystania tej wiedzy w badaniach nad współczesnymi ekosystemami tego typu. Badania te pokazują, że koralowce Tabulata były znacznie bardziej podobne pod względem ekologii do

współczesnych koralowców Scleractinia niż do tej pory uważano. Podobieństwa te przejawiają się poprzez m.in. wykształcenie fotosymbiozy i idących za tym przystosowań do środowiska o słabym naświetleniu, związanym z głębokością lub przejrzystością wody (np. Zapalski, 2014; Zapalski i in., 2017, 2021; Majchrzyk i in., 2022a), a także w charakterystyce plastyczności fenotypowej (Majchrzyk i in., 2023), przystosowaniach do silnych prądów (Zapalski i in., 2022), czy w sposobach rozmnażania i dyspersji (Majchrzyk i in., 2022b). Ze względu na tę ekologiczną bliskość, koralowce Tabulata mogły kształtować zespoły rafowe o podobnej charakterystyce jak dzisiejsze zarówno te płytkowodne (Majchrzyk i in., 2022b), jak i głębsze, mezofotyczne (np. Zapalski i in., 2017). Co znaczące, analogii można szukać nie tylko w ekologii koralowców i rozwoju ekosystemów rafowych, ale również we wpływie zmian klimatu na owe ekosystemy. Upadek dewońskich ekosystemów rafowych podczas wymierania fran/famen był spowodowany najpewniej m.in. wzrostem temperatur i idącym za tym blaknięciem fotosymbiotycznych koralowców (Bridge i in., 2022), co jest również jednym z głównych zagrożeń dla dzisiejszych raf. Co kluczowe, ekosystemy rafowe po tym wydarzeniu na odbudowę potrzebowały dziesiątków milionów lat.

Wydaje się więc, że z racji znacznych podobieństw ekologicznych koralowce Tabulata mogą być doskonałym przedmiotem analiz porównawczych ze współczesnymi koralowcami Scleractinia, a badania nad rozwojem i upadkiem dewońskich raf są cenne dla zrozumienia działania i dynamiki współczesnych ekosystemów rafowych, a także zagrożeń związanych ze zmianami klimatu.

Literatura:

- Bridge T.C., Baird A.H., Pandolfi J.M., McWilliam M.J., Zapalski M.K., 2022 – Functional consequences of Palaeozoic reef collapse. *Scientific reports*, 12, 1, 1–10.
- Jakubowicz M., Król J., Zapalski M.K., Wrzosek T., Wolniewicz P., Berkowski B., 2019 – At the southern limits of the Devonian reef zone: Palaeoecology of the Aferdou el Mrakib reef (Givetian, eastern Anti-Atlas, Morocco). *Geological Journal*, 54, 1, 10–38.
- Majchrzyk A., Jakubowicz M., Berkowski B., Bongaerts P., Zapalski M.K., 2022a – In the shadow of a giant reef: Palaeoecology of mesophotic coral communities from the Givetian of Anti-Atlas (Morocco). *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, 602: 111177.

4. KONFERENCJA NAUKOWA

ZMIANY KLIMATYCZNE W PRZESZŁOŚCI GEOLOGICZNEJ • REFERATY

Majchrzyk A., Jakubowicz M., Zapalski M.K., 2022b – Is the present the key to the past? paleoecology of a Middle Devonian reef community from Madene el Mrakib (Anti-Atlas, Morocco). In: *Geological Society of America Abstracts with Programs*, 54, 5.

Majchrzyk A., Jakubowicz M., Bongaerts P., Zapalski M.K., 2023 – Different times, similar mechanism? Convergent patterns in light-induced phenotypic plasticity in Devonian and modern corals. *Coral Reefs*, 42: 893–903.

Scrutton C.T., 1998 – The Palaeozoic corals, II: structure, variation and palaeoecology. *Proceedings of the Yorkshire Geological Society*, 52, 1: 1–57.

Zapalski M.K., 2014 – Evidence of photosymbiosis in Palaeozoic tabulate corals. *Proceedings of the Royal Society of London. Series B*, 281: 20132663. <http://dx.doi.org/10.1098/rspb.2013.2663>.

Zapalski M.K., Wrzosek T., Skompski S., Berkowski B., 2017 – Deep in shadows, deep in time: the oldest mesophotic coral ecosystems from the Devonian of the Holy Cross Mountains (Poland). *Coral Reefs*, 36: 847–860.

Zapalski M.K., Baird A.H., Bridge T., Jakubowicz M., Daniell J., 2021 – Unusual shallow water Devonian coral community from Queensland and its recent analogues from the inshore Great Barrier Reef. *Coral Reefs*, 40, 2: 417–431.

Zapalski M.K., Król J.J., Halamski A.T., Wrzosek T., Rakociński M., Baird A.H., 2022 – Coralliths of tabulate corals from the Devonian of the Holy Cross Mountains (Poland). *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, 585: 110745.

Współczesne ocieplenie na tle zmian klimatu w holocenie

Present warming against climate change in the Holocene

Leszek Marks(1)

(1) Państwowy Instytut Geologiczny – Państwowy Instytut Badawczy, ul. Rakowiecka 4, 00-975 Warszawa; leszek.marks@pgi.gov.pl

Współczesne ocieplenie klimatu na Ziemi objawia się wzrostem temperatury, co stymuluje zmianę innych parametrów klimatu i wpływa na różne procesy naturalne i gospodarcze. Natomiast dominująca w obiegu medialnym koncepcja globalnego ocieplenia antropogenicznego została sformułowana przez Międzyrządowy Zespół ds. zmian klimatu (IPCC), założony przez Organizację Narodów Zjednoczonych i Światową Organizację Meteorologiczną w 1988 r. do oceny ryzyka związanego z wpływem człowieka na zmianę klimatu. Według IPCC przyczyną współczesnego ocieplenia jest zwiększanie zawartości CO₂ w atmosferze wskutek spalania paliw kopalnych, co skutkuje podnoszeniem poziomu morza, topnieniem lodowców, zakwaszaniem oceanu, częstszym występowaniem i bardziej intensywnymi ekstremalnymi zjawiskami pogodowymi oraz wymieraniem licznych gatunków flory i fauny. Związane z tym, katastrofalne wizje zmian klimatu w przyszłości są oparte na modelach klimatycznych, które opierają się na wynikach pomiarów instrumentalnych, gromadzonych w globalnych bazach danych klimatycznych (głównie NOAA NCDC, HadCRUT, NASA GISS), ale nie są poddawane weryfikacji przez rekonstruowanie zmian klimatu w przeszłości. Z kolei, zbieranie w sposób ujednolicony danych w stacjach meteorologicznych odbywa się dopiero od kilkudziesięciu lat, ale zasady selekcji danych pierwotnych i ich homogenizacja w klimatycznych bazach danych budzą zastrzeżenia. Szczególna krytyka spotkała wykres średniej temperatury globalnej dla ostatniego tysiąclecia (tzw. klimatyczny „kij hokejowy”), opracowany przez Manna w 1998 r. i rozpowszechniony w 3. raporcie IPCC z 2001 r., który mimo nieprawdziwości jest często i bezrefleksyjnie powielany do dziś.

Rozdzielczość geologicznych danych klimatycznych jest nieporównanie mniejsza niż instrumentalnych danych meteorologicznych. Badania geologiczne dowodzą jednak bez żadnej wątpliwości, że

klimat holocenu charakteryzował się występowaniem cyklicznych ociepleń (m.in. epoka brązu, okres rzymski i średniowiecze) i ochłodzeń (wydarzenia Bonda, w tym epoka żelaza, ciemne stulecie i mała epoka lodowa). W okresach ociepleń temperatura była wyższa od obecnej, w optimum holocenu nawet o 2–3°C, co spowodowało znaczne ograniczenie pokrywy lodowej w Arktyce i zanikanie lodowców górskich (m.in. w Skandynawii), natomiast Sahara była wówczas sawanną. Na początku holocenu temperatura na Spitsbergenie była o 2°C wyższa niż obecnie, mimo występowania w tym czasie znacznie większego lądolodu grenlandzkiego oraz pozostałości lądolodów laurentyjskiego, skandynawskiego i islandzkiego.

Obecne ocieplenie wpisuje się w cykl zmian klimatu po ochłodzeniu małej epoki lodowej, której ostatni epizod występował na początku XIX wieku. Okres występowania niskich temperatur w czasie małej epoki lodowej jest określany przez zwolenników globalnego ocieplenia antropogenicznego jako przedindustrialny, co umożliwia uznanie późniejszego (szczególnie w XX wieku) zwiększenia zawartości CO₂ w atmosferze wskutek działalności człowieka za jedyny czynnik sprawczy wzrostu temperatury na Ziemi. Tymczasem wzajemne relacje temperatury globalnej i zawartości CO₂ w atmosferze w okresie 1980–2019 wskazują na dominującą rolę temperatury, w stosunku do której zmiana zawartości CO₂ jest opóźniona o ~6 miesięcy. Dowodem na mały znaczący wpływ CO₂ jest stabilny wzrost jego zawartości w atmosferze w czasie ostatniej pandemii, mimo wyraźnego zmniejszenia zużycia energii wskutek ograniczenia działalności gospodarczej, transportu (podróży) i produkcji przemysłowej. Istnieje więc więcej dowodów na to, że zmiany klimatu w holocenie aż do czasów współczesnych były kształtowane przede wszystkim przez czynniki naturalne, a zawartość CO₂ w atmosferze nie może odgrywać jedynie marginalną rolę.

Analiza sumarycznych rozkładów gęstości prawdopodobieństwa (PDFs) dat radiowęglowych i luminescencyjnych z nieciągłych profili osadów rzecznych na tle zmian klimatycznych zapisanych w rdzeniu NGRIP

Analysis of summed probability density functions (PDFs) of radiocarbon and luminescence dates from discontinuous profiles of river deposits against the background of climate changes recorded in the NGRIP core

Danuta J. Michczyńska(1), Danuta A. Dzieduszyńska(2), Piotr Gębica(3), Dariusz Krzyszkowski(4), Małgorzata Ludwikowska-Kędzia(5), Joanna Petera-Zganiacz(2), Lucyna Wachecka-Kotkowska(2), Dariusz Wieczorek(6)

(1) Politechnika Śląska, Instytut Fizyki, Zakład Geochronologii i Badań Izotopowych Środowiska, Centrum Naukowo-Dydaktyczne, ul. S. Konarskiego 22B, 44-100 Gliwice; Danuta.Michczynska@polsl.pl

(2) Uniwersytet Łódzki, Wydział Nauk Geograficznych, Katedra Geologii i Geomorfologii, ul. G. Narutowicza 88, 90-139 Łódź; danuta.dzieduszyńska@geo.uni.lodz.pl; joanna.petera@geo.uni.lodz.pl; lucyna.wachecka@geo.uni.lodz.pl;

(3) Uniwersytet Rzeszowski, Instytut Archeologii, Katedra Archeologii Średniowiecza i Nowożytności, ul. Moniuszki 10, 35-015 Rzeszów; pgebica@ur.edu.pl

(4) Uniwersytet Wrocławski, Wydział Nauk o Ziemi i Kształtowania Środowiska, Instytut Geografii i Rozwoju Regionalnego, Zakład Geografii Fizycznej, ul. W. Cybulskiego 34, 50-205 Wrocław; dariusz.krzyszkowski@uwr.edu.pl

(5) Uniwersytet Jana Kochanowskiego w Kielcach, Wydział Nauk Ścisłych i Przyrodniczych, Instytut Geografii i Nauk o Środowisku, Zakład Badań Środowiska i Geoinformacji, ul. Uniwersytecka 7, 25-406 Kielce; malgorzata.ludwikowska@ujk.edu.pl

(6) Państwowy Instytut Geologiczny – Państwowy Instytut Badawczy, Oddział Świętokrzyski im. Jana Czarnockiego, ul. Zgoda 21, 25-378 Kielce; dwie@pgi.gov.pl

Autorzy podjęli próbę zbiorczej analizy dostępnych wyników datowania radiowęglowego i luminescencyjnego z regionów, w których od wielu lat prowadzą badania terenowe, a następnie porównania uzyskanego zapisu z wysokorozdzielczymi danymi z grenlandzkiego rdzenia lodowego NGRIP i stratygrafią INTIMATE. Obszar badań jest zlokalizowany na południe od linii maksymalnego zasięgu ostatniego zlodowacenia (LGM – *Last Glacial Maximum*) i obejmuje region łódzki, rejon Gór Świętokrzyskich, Kotliny Podkarpackie i Karpaty. Jest to kontynuacja wcześniejszych prac (Michczyńska i in., 2022), ale obecne analizy dotyczą tylko środowiska fluwialnego. Próbkę pobierano z miejsc, w których następowały istotne

zmiany w zapisie sedymentologicznym, np. zmiany facjalne osadów rzecznych, spąg i strop wklędek organicznych, znaczące zmiany w diagramach palinologicznych w wypełnieniach starorzeczy. Przyjęto założenie, że zmiany te w wielu przypadkach musiały być odpowiedzią na wielkoskalowe impulsy klimatyczne.

Analizami objęto łącznie 487 dat radiowęglowych i 121 luminescencyjnych. Korzystając z programu OxCal v.4.4.4 (Bronk, Ramsey, 2009, 2017) i najnowszej krzywej kalibracyjnej IntCal20 (Reimer i in., 2020) stworzono krzywe PDF (z ang. *Probability Density Functions*) i porównano ich przebieg ze stratygrafią INTIMATE (Rasmussen i in., 2014). Analizy przeprowadzono również dla podgrup dat

4. KONFERENCJA NAUKOWA

ZMIANY KLIMATYCZNE W PRZESZŁOŚCI GEOLOGICZNEJ • REFERATY

z poszczególnych regionów (region łódzki, Góry Świętokrzyskie, Kotliny Podkarpackie i Karpaty).

Zbiorka analiza oznaczeń wieku osadów wykazała bardzo dobrą korelację lokalnych zmian aktywności środowiska fluwialnego z wielkoskalowymi zmianami warunków klimatycznych zapisa-

nymi w rdzeniu NGRIP. Datowana metodą radiowęglową materia organiczna dokumentuje zmiany w funkcjonowaniu środowiska fluwialnego głównie w okresach interstadiałów. Natomiast nagromadzenia dat luminescencyjnych są skorelowane z okresami stadiałów.

Literatura:

- Bronk Ramsey Ch., 2009 – Bayesian analysis of radiocarbon dates. *Radiocarbon*, 51, 1: 337–360. DOI: 10.1017/s0033822200033865.
- Bronk Ramsey Ch., 2017 – Methods for summarizing radiocarbon datasets. *Radiocarbon*, 59, 6: 1809–1833. DOI: 10.1017/RDC.2017.108.
- Michczyńska D.J., Dzieduszyńska D.A., Petera-Zganiacz J., Wachecka-Kotkowska L., Krzyszkowski D., Wieczorek D., Ludwikowska-Kędzia M., Gębica P., Starkel L., 2022 – Climatic oscillations during MIS 3-2 recorded in sets of ^{14}C -and OSL dates – A study based on data from Poland. *Radiocarbon*, 64, 6: 1373–1386, DOI: 10.1017/RDC.2022.69.
- Rasmussen S.O., Bigler M., Blockley S.P., Blunier T., Buchardt S.L., Clausen H.B., Cvijanovic I., Dahl-Jensen D., Johnsen S.J., Fischer H., Gkinis V., Guillevic M., Hoek W.Z., Lowe J.J., Pedro J.B., Popp T., Seierstad I.K., Steffensen J.P., Svensson A.M., Vallelonga P., Vinther B.M., Walker M.J.C., Wheatley J.J., Winstrup M., 2014 – A stratigraphic framework for abrupt climatic changes during the Last Glacial period based on three synchronized Greenland ice-core records: refining and extending the INTIMATE event stratigraphy. *Quaternary Science Reviews*, 106: 14–28, DOI: 10.1016/j.quascirev.2014.09.007.
- Reimer P.J., Austin W.E.N., Bard E., Bayliss A., Blackwell P.G., Bronk Ramsey Ch., Butzin M., Cheng H., Edwards R.L., Friedrich M., Grootes P.M., Guilderson T.P., Hajdas I., Heaton T.J., Hogg A.G., Hughen K.A., Kromer B., Manning S.W., Muscheler R., Palmer J.G., Pearson C., Van Der Plicht J., Reimer R.W., Richards D.A., Scott E.M., Southon J.R., Turney C.S.M., Wacker L., Adolphi F., Büntgen U., Capano M., Fahrni S.M., Fogtmann-Schulz A., Friedrich R., Köhler P., Kudsk S., Miyake F., Olsen J., Reinig F., Sakamoto M., Sookdeo A., Talamo S., 2020 – The IntCal20 Northern Hemisphere Radiocarbon Age Calibration Curve (0–55 cal kBP). *Radiocarbon*, 62, 4: 725–757, DOI: 10.1017/RDC.2020.41.

Kolorostratyfikacja sekwencji lessowo-glebowych i jej paleoklimatyczna interpretacja

Colorostratification of loess-palaeosol sequences and its paleoclimatic interpretation

Przemysław Mroczek(1), Maria Łanczont(1)

(1) Uniwersytet Marii Curie-Skłodowskiej, Instytut Nauk o Ziemi i Środowisku, al. Kraśnicka 2d, 20-718 Lublin;
przemyslaw.mroczek@mail.umcs.pl; maria.lanczont@mail.umcs.pl

Barwa jest podstawową cechą morfologiczną powszechnie dokumentowaną podczas opisu warstw lessów i gleb wykształconych na lessach – współczesnych i kopalnych. Zazwyczaj są one identyfikowane bezpośrednio w odstąpieniu jako konkretne kolory odpowiadające barwom wskazanym w palecie według wzorca *Munsell Soil Colour Chart*. W każdym przypadku taka identyfikacja jest wysoce subiektywna. Jej jakość jest uzależniona od umiejętności i doświadczenia obserwatora. Zastosowanie cyfrowych spektrometrów pozwala na dodanie obiektywizmu do identyfikacji kolorów, określanych w laboratorium na sproszkowanych próbkach. Tego typu analizy przeprowadzono na kolekcji próbek górnoplejstoceńskich sekwencji lessowo-glebowych (L2-S1-L1-S0) z dorzecza Dniepru na Ukrainie opróbowanych w interwale 5 centymetrów. Celem analiz laboratoryjnych było określenie parametrów chromatycznych reprezentatywnych dla poszczególnych warstw lessów o różnych cechach i różnej randze stratygraficznej oraz współczesnych i kopalnych poziomów glebowych o różnym stopniu zaawansowania procesów pedogenicznych. Do podstawowych parametrów określających kolor zaliczono: jasność (L^*), zaczerwienie (a^*), żółżółcenie (b^*), chroma (c^*) oraz R-index. Opracowana baza danych spektrofotometrycznych posłużyła do wskazania wzorców kolorystycznych reprezentatywnych dla poszczególnych członów badanych sekwencji.

Przeprowadzone analizy wykazały dużą zmienność wszystkich mierzonych parametrów z zachowaniem specyfiki barw typowych dla lessów i oddzielnie dla gleb. Ponadto, opracowano cyfrowy zapis barw zgodny z analogową skalą *Munsella*, dodając obiektywizm do tego typu opisu kolorów. Wyniki tych analiz pokazują, że identyfikacja cyfrowa znacznie odbiega od „analogowego” określenia barw. Dodatkowo, zastosowanie 3-, a nawet 4-stopniowego tunin-

gu RGB według propozycji Sprafke i in. (2020), pozwoliło na konstrukcje modeli o realistycznej kolorystyce odpowiadającej barwie osadów obserwowanych bezpośrednio w odstąpieniu.

Udokumentowane parametry chromatyczności pozwalają na analizy profili geologicznych w układzie pionowym zgodnym z ich stratygrafią oraz w ujęciu przestrzennym – subpołudnikowo, wzdłuż doliny Dniepru i subrównoleżnikowo – w poprzek basenu tej rzeki. Profile kolorystyczne odzwierciedlają zmienność procesów lito-, pedo- i diagenetycznych przemienne w poszczególnych stadiach genetycznych. Przede wszystkim określono diagnostyczne cechy barwne typowe dla lessów pierwotnych (L2 vs. L1) oraz gleb z uwzględnieniem ich typologii, stopnia wykształcenia (w tym pełnoprofilowe vs. zredukowane) i formy zachowania (współczesne vs. kopalne).

Duża rozdzielczość analiz oraz wysoka czułość spektrofotometru umożliwiły wychwycenie zmian szeregu parametrów chromatycznych, mających często skokowy charakter. To pozwoliło na wskazanie makroskopowo niewidocznych powierzchni erozyjnych oraz ukrytych granic wskazujących na zmiany w litologii osadów lessowych lub w stopniu i kierunku zaawansowania procesów glebotwórczych. Udokumentowane zmiany barw odzwierciedlają wysoką dynamikę ewolucji środowiska przyrodniczego zarówno podczas akumulacji pokryw lessowych (zimne stadiały), jak i ich transformacji w gleby (jednostki ciepłe o różnej randze).

Badania realizowane w ramach grantu Narodowego Centrum Nauki jako projekt nr 2018/31/B/ST10/01507 pt. „Globalne, regionalne i lokalne czynniki warunkujące zapis paleoklimatyczny i paleośrodowiskowy w ukraińskich sekwencjach lessowo-glebowych wzdłuż doliny Dniepru – od obszarów proksymalnych do dystalnych strefy peryglacialnej”.

Literatura:

Sprafke T., Schulte S., Meyer-Heintze S., Händel M., Einwögerer T., Simon U., Peticzka R., Schäfer C., Lehmkuhl F., Terhorst B., 2020 – Paleoenvironments from robust loess stratigraphy using high-resolution color and grain-size data of the last glacial Krems-Wachtberg record (NE Austria). *Quaternary Science Reviews*, 248, 106602, <https://doi.org/10.1016/j.quascirev.2020.106602>.

Średniowieczne optimum klimatyczne w zapisie paleopedologicznym: gleba typu Grębociny w osadach wydm śródlądowych

Palaeopedological record of the Medieval Climatic

Optimum: Grębociny soil in the inland dune deposits

Krzysztof Ninard⁽¹⁾, Mateusz Stolarczyk⁽²⁾, Piotr Łapcik⁽¹⁾, Alfred Uchman⁽¹⁾

⁽¹⁾ Uniwersytet Jagielloński, Instytut Nauk Geologicznych, ul. Gronostajowa 3a, 30-387 Kraków; krzysztof.ninard@uj.edu.pl, piotr.lapcik@uj.edu.pl, alfred.uchman@uj.edu.pl

⁽²⁾ Uniwersytet Jagielloński, Instytut Geografii i Gospodarki Przestrzennej, ul. Gronostajowa 7, 30-387 Kraków; mateusz.stolarczyk@uj.edu.pl

Kopalne poziomy glebowe zachowane w osadach czwartorzędowych pozwalają wnioskować o lokalnych warunkach środowiska i klimatu. Mogą też mieć zastosowanie jako poziomy korelacyjne. Paleogleby występujące w osadach wydm śródlądowych środkowej Europy to najczęściej inicjalne arenosole, a znacznie rzadziej gleby bielice. Dotychczas w osadach wydmych wyróżniano glebę typu Usselo, reprezentującą ocieplenie Allerødu (ok. 14–13 tys. lat

temu), a wykształconą zwykle jako bielcowany arenosol. Celem pracy jest udokumentowanie dziesięciu nowych wystąpień dobrze rozwiniętych bielcowych paleogleb, które stwierdzono w wydmych śródlądowych w Polsce (fig. 1). Kalibrowany wiek radiowęglowy wszystkich dziesięciu przypadków odpowiada okresowi historycznego średniowiecza (V–XV w.; fig. 2). Podobne wykształcenie i wiek gleb dają podstawy do wyróżnienia korelacyjnego

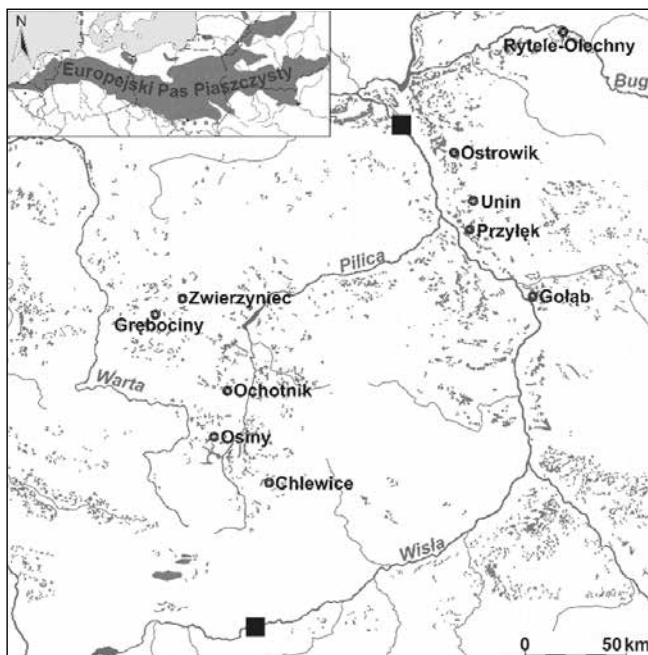


Fig. 1. Lokalizacja badanych stanowisk na tle rozmieszczenia pól wydmych i większych pojedynczych wydmy
Fig. 1. Location of study sites against the distribution of dune fields and larger individual dunes

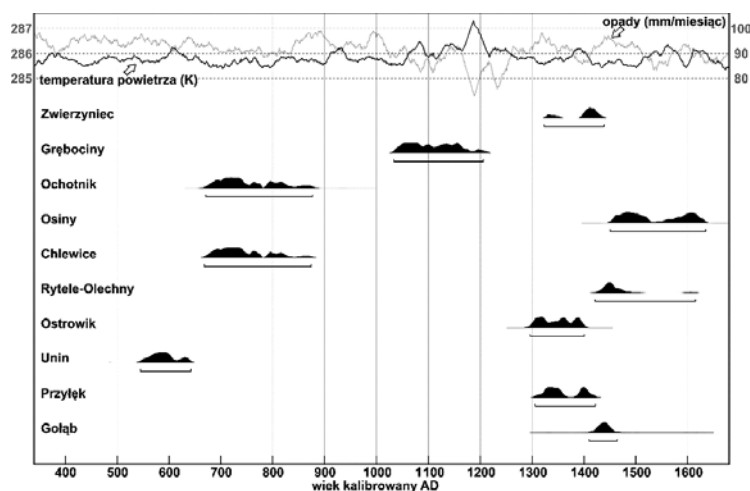


Fig. 2. Rozkłady wieku kalibrowanego badanych paleogleb (poz. ufności 95,4%) na tle modelowanych temperatur i opadów dla środkowej Europy

Fig. 2. Calibrated radiocarbon age distributions (95.4% confidence) of studied palaeosols against the background of modelled Central Europe temperature and precipitation

poziomu pedostratygraficznego pod nazwą gleba typu Grębociny (Ninard i in., 2023). Rozwój procesów bielnicowania w okresie średniowiecza mógł być stymulowany przez działalność człowieka, np. rolnictwo i gospodarka leśna, ale także przez intensywny roz-

wój roślinności, któremu sprzyjał stosunkowo ciepły i wilgotny klimat optimum średniowiecznego (Mann, 2002; lata ok. 900-1400). Badania finansowane przez Narodowe Centrum Nauki w ramach programu Daina 1, grant nr 2017/27/L/ST10/03370.

Literatura:

Mann M.E., 2002 – Medieval climatic optimum. W: Encyclopedia of Global Environmental Change (red. M.C. MacCracken, J.S. Perry). Wiley, Chichester: 514–516.

Ninard K., Stolarczyk M., Łapcik P., Uchman A., 2023 – Buried Podzols as a pedostratigraphic marker for the Medieval Climatic Optimum: Grębociny soil in the dune deposits of the European Sand Belt. *The Holocene*, 09596836231185838.

Stable isotopes of the fossil vertebrate enamel as the climate change proxy during the Late Cretaceous to Cenozoic of Mongolia

Stabilne izotopy szkliva kopalnych kręgowców jako proxy zmian klimatu od późnego mezozoiku do kenozoiku Mongolii

Krzysztof Owocki(1), Łucja Fostowicz-Frelik(1)

(1) Polska Akademia Nauk, Instytut Paleobiologii, ul. Twarda 51/55, 00-818 Warszawa; kowoc@twarda.pan.pl; lfost@twarda.pan.pl

The carbon and oxygen stable isotopes of tooth enamel are increasingly being used to evaluate paleoclimate, paleoecology, and the diet preferences of fossil vertebrates. We serially sampled tooth enamel carbonate apatite along the growth axes of large vertebrates identified as obligatory drinkers from three geological formations of Mongolia ranging in age from the early Maastrichtian (Late Cretaceous) to the early Pliocene. Our results show that the Late Cretaceous Nemegt Basin biota flourished when exposed to a cool temperate monsoon-influenced climate (mean annual temperature [MAT] ~6°C; mean annual precipitation [MAP] between 775–835 mm) with distinct precipitation/humidity maxima during summer months. The investigated tooth specimens of Mongolian

perissodactyls (the Ergilin Dzo Formation; Late Eocene) suggest a mosaic of different biomes placing these fossil sites on the borderline between a semi-arid climate and humid subtropical climate (MAT ~10°C; MAP between 320–580 mm). Our results from the early Pliocene Altan Teli Formation point to MAT averaging 2°C and annual precipitation about 360 mm. The above megafauna data correlate with global climate trends and record the influence of major tectonic events (formation of the Himalayan Belt and later uplift of the Qinling Mountains; East Tibetan Plateau) on the gradual climate cooling and shift to drier conditions (aridification) of Mongolia. This work was supported by National Science Center grant No. UMO-2012/07/N/ST10/03355 to KO.

Czy makroszczątki roślin z późnego triasu Polski są wskaźnikiem paleoklimatu?

Are plant macroremains from the Late Triassic of Poland an indicator of the paleoclimate?

Grzegorz Pacyna⁽¹⁾

⁽¹⁾ Uniwersytet Jagielloński, Wydział Biologii, Instytut Botaniki, Zakład Taksonomii, Fitogeografii i Paleobotaniki, ul. Gronostajowa 3, 30-387 Kraków; grzegorz.pacyna@uj.edu.pl. ORCID: 0000-0003-4365-3549

Makroszczątki roślin z polskiego późnego triasu są rzadkie i słabo poznane (Pacyna, 2014), choć najwcześniejsze opisy pochodzą już z pierwszej połowy XIX w. (np. Goeppert, 1846). Odkrycia makroflor z ostatnich lat, wciąż będących w opracowaniu, mogą zmienić ten obraz. Dobrze poznane są za to mikroflory, przede wszystkim dzięki wieloletnim badaniom T. Orłowskiej i A. Fijałkowskiej-Mader (np. Orłowska-Zwolińska, 1983, 1985; Fijałkowska-Mader, 1999; Fijałkowska-Mader i in., 2015). Badania palinologiczne dostarczyły istotnych danych do rekonstrukcji klimatu i jego zmian w późnym triasie Polski i to w odniesieniu do globalnych zdarzeń. Niedawne znaleziska dobrze zachowanych makroflor późnotriasowych głównie ze śląskich stanowisk kręgowców wzbogacają wiedzę o składzie taksonomicznym flor, umożliwiając powiązanie makroszczątków z mikroszczątkami (sporomorfy *in situ* w organach rozrodczych roślin, np. Pacyna i in., 2017), a także pozwalają na próby oceny klimatu i jego zmian na podstawie makroszczątek. Karnijskie zdarzenie pluwialne jest palinologicznie znakomicie udokumentowane z Polski (Fijałkowska-Mader i in., 2021), niestety nie ma makroflor z tego czasu, ani z początku karniku. Makroflora z Krasiejowa (pogranicze ogniwa z Ożmikiem z ogniwem z Patoki formacji z Grabowej) jest już wyraźnie sucholubna, zdominowana przez rośliny iglaste, z bardzo podrzędnym udziałem elementów higrofilnych, takich jak skrzypy i paprocie (Pacyna, 2019). Większość znalezionych w ostatnich latach makroflor pochodzi z ogniwa z Patoki (Patoka, Poręba, Marciszów-Zawiercie,

Lipie Śląskie-Lisowice). Są to flory zdominowane przez iglaste o drobnych liściach typu *Brachyphyllum-Pagiophyllum* (np. Pacyna i in., 2017; Wawrzyniak, Filipiak, 2023), w budowie ich kutikuli widać przystosowania do suchego klimatu. Rzadziej pojawiają się na tych stanowiskach iglaste o większych blaszkach liściowych typu *Elatocladus*, ale ich budowa mikromorfologiczna niesie podobną informację paleoklimatyczną. Inne grupy roślin są bardzo rzadkie. Nieliczne okazy skrzypów i paproci, które zapewne rosły lokalnie nad ciekami i zbiornikami wodnymi nie zmieniają ogólnego obrazu narzucanego przez dominację sucholubnych iglastych. Jak dotychczas zwilgotnienie klimatu w środkowym noryku nie jest widoczne w tych florach. Flora z ogniwa wapieni z Woźnik jest również zdominowana przez drobnolistne iglaste typu *Brachyphyllum-Pagiophyllum* i zasadniczo nie różni się od flor z ogniwa z Patoki. Bogatsze taksonomicznie flory, zawierające wielolistne nagonasienne należące do paproci nasiennych, sagowców i beneitytów, z dużym udziałem paproci i skrzypów, pochodzą z okolic Kluczborka i Czerwonych Żlebków w Tatrach i wskazują na retyckie zwilgotnienie klimatu. Podsumowując, makroflory dają mniej dokładny i o słabszej rozdzielczości stratygraficznej obraz zmian klimatycznych niż palinoflory, mogą jednak uzupełnić dane palinologiczne i dopełnić obrazu klimatu oraz jego przemian w późnym triasie Polski.

Badania finansowane przez Narodowe Centrum Nauki, grant nr 2021/43/B/ST10/00941.

Literatura:

- Fijałkowska-Mader A., 1999 – Palynostratigraphy, palaeoecology and palaeoclimatology of the Triassic in South-Eastern Poland. *Zentralblatt für Geologie und Paläontologie*. Teil I, 1998 (7/8): 601–627.
- Fijałkowska-Mader A., Heunisch C., Szulc J., 2015 – Palynostratigraphy and palynofacies of the Upper Silesian Keuper (southern Poland). *Annales Societatis Geologorum Poloniae*, 85, 4: 637–661.
- Fijałkowska-Mader A., Jewuła K., Bodor E., 2021 – Record of the Carnian Pluvial Episode in the Polish microflora. *Palaeoworld*, 30, 1: 106–125.
- Goeppert H., 1846 – Ueber die fossile Flora der mittleren Juraschichten in Oberschlesien. Uebersicht der Arbeiten und Veränderungen der Schlesischen Gesellschaft für vaterländische Cultur im Jahre 1845, 139–149.
- Orłowska-Zwolińska T., 1983– Palinostratygrafia epikontynentalnych osadów wyższego triasu w Polsce. *Prace Instytutu Geologicznego*, 104: 1–89.
- Orłowska-Zwolińska T., 1985– Palynological zones of the Polish epicontinental Triassic. *Bulletin of the Polish Academy of Sciences. Earth Sciences*, 33: 107–117.

4. KONFERENCJA NAUKOWA

ZMIANY KLIMATYCZNE W PRZESZŁOŚCI GEOLOGICZNEJ • REFERATY

Pacyna G., 2014 – Plant remains from the Polish Triassic. Present knowledge and future prospects. *Acta Palaeobotanica*, 54, 1: 3–33.

Pacyna G., 2019 – Sphenopsid and fern remains from the Upper Triassic of Krasiejów (SW Poland). *Annales Societatis Geologorum Poloniae*, 89, 3: 307–316.

Pacyna G., Barbacka M., Zdebska D., Ziaja J., Fijałkowska-Mader A., Bóka K., Sulej T., 2017 – A new conifer from the Upper Triassic of southern Poland linking the advanced voltzialean type of ovuliferous scale with *Brachyphyllum*-*Pagiophyllum*-like leaves. *Review of Palaeobotany and Palynology*, 245: 28–54.

Wawrzyniak Z., Filipiak P., 2023 – Fossil floral assemblage from the Upper Triassic Grabowa Formation (Upper Silesia, southern Poland). *Annales Societatis Geologorum Poloniae*, 93: 1–29.

Zróznicowany zapis interglacjału eemskiego w profilach osadów organicznych Równiny Garwolińskiej: Puznówka, Żabieniec i Kozłów – studia przypadku

A differentiated record of the Eemian Interglacial in organic sediment profiles of the Garwolin Plain: Puznówka, Żabieniec and Kozłów – case studies

Irena Agnieszka Pidek(1), Anna Hryniewiecka(2), Kamil Kultys(1), Dorota Brzozowicz(3), Karolina Łabecka(1), Sławomir Terpiłowski(1), Marcin Żarski(4)

(1) Uniwersytet Marii Curie-Skłodowskiej, Instytut Nauk o Ziemi i Środowisku, al. Kraśnicka 2 d, 20-718 Lublin; irena.pidek@mail.umcs.pl, kamilkultys8@o2.pl, slawomir.terpilowski@mail.umcs.pl, karolina.labecka21@gmail.com

(2) Państwowy Instytut Geologiczny – Państwowy Instytut Badawczy, Oddział Geologii Morza, ul. Kościarska 5, 80-328 Gdańsk; AHRY@pgi.gov.pl

(3) Uniwersytet Łódzki, Wydział Nauk Geograficznych, ul. Narutowicza 88, 90-139 Łódź; dorota.brzozowicz@geo.uni.lodz.pl

(4) Państwowy Instytut Geologiczny – Państwowy Instytut Badawczy, ul. Rakowiecka 4, 00-975 Warszawa, mzar@pgi.gov.pl

Na stosunkowo niewielkim obszarze Równiny Garwolińskiej sąsiadują ze sobą stanowiska eemskich paleojezior, których zapis palinostratygraficzny różni się znacząco. Wśród nich są trzy stanowiska (Puznówka, Żabieniec, Kozłów) kluczowe dla rozpoznania sukcesji roślinności interglacjału eemskiego oraz zinterpretowania zmian klimatu. Stanowiska zostały odkryte podczas prac nad reambulacją arkusza Garwolin Szczegółowej Mapy Geologicznej Polski w skali 1: 50 000 (Żarski, 2020). Na stanowisku Puznówka przebadano trzy profile osadów biogenicznych pochodzących z jednego zbiornika kopalnego. Przyniosły one zapis zmian paleośrodowiska obejmujący okres od późnego glacjału warty (MIS 6) do schyłku interglacjału eemskiego (MIS 5e).

Badania litostratygraficzne i palinologiczne zostały uzupełnione wynikami analiz kopalnych zespołów Cladocera. Podjęto rekonstrukcję sukcesji roślinnej zarejestrowanej w analizowanych profilach sygnowanych Pu-0, Pu-19 i Pu2-19, pobranych odpowiednio – w przegłębieniu misy kopalnego jeziora (Pu-0) oraz w jego części litoralnej (Pu-19 i Pu2-19). Wyniki odniesiono do regionalnych poziomów zespołów pyłkowych E1-E7 RPAZs (ang. *Regional Pollen Assemblage Zones*) dla interglacjału eemskiego w Polsce (Mamkowska, 1989; Granoszewski, 2003). Starsza część interglacjału jest zapisana w gytii jeziornej, natomiast młodsza część w torfach. Zwraca uwagę obecność wyraźnego hiatusu obejmującego młodszy odcinek E5 (*Carpinus*) RPAZ w profilu Pu-0 z najgłębszej części

paleojeziora oraz zupełny brak poziomów E5 i E6 (*Picea-Abies*) RPAZ w profilach Pu-19 i Pu2-19. Osady biogeniczne są przykryte vistuliańską serią piaszczystą.

Na stanowisku Żabieniec odkryto dwie misy jeziorne (Pidek i in., 2022), z których najgłębsza (ponad 11 m) rejestruje sukcesję pyłkową obejmującą interglacjał eemski (E1-E7 RPAZ) oraz blisko sześciometrową serię torfów wczesnego vistulianu. Podobnie jak w Puznówce starsza część interglacjału jest zapisana w gytii jeziornej, natomiast młodsza część – w torfach. Diagram pyłkowy najpełniejszego z profili (Ża-19) nawiązuje do sukcesji zarejestrowanej w profilu z najgłębszej części zbiornika eemskiego w Puznówce (Pu-0). Ponownie zwraca uwagę hiatus w tym samym odcinku zapisu torfowego E5 (*Carpinus*) RPAZ, w którym występuje on w profilach z Puznówki.

Paleojezioro w Kozłowie wyróżnia się na tle wyżej opisanych stanowisk Puznówka i Żabieniec bardzo miąższą serią gytii jeziornej, w której przebiega cały zapis interglacjału eemskiego (Suchora i in., 2022). Reprezentowane są fazy E1-E5 RPAZ, przy czym znacznej miąższości gytia jeziorna obejmująca E5 RPAZ pozwala na subzonację fazy E5 na cztery podpoziomy zgodnie ze szczegółową palinostratygrafią interglacjału eemskiego (Kupryjanowicz, Granoszewski, 2018). Natomiast zapis E6 i E7 (*Pinus*) RPAZ w profilu Kozłów nie wydaje się kompletny i nie pozwala na szczegółową interpretację zmian roślinności i klimatu w otoczeniu zbiornika w telokratycznym okresie eemu.

4. KONFERENCJA NAUKOWA

ZMIANY KLIMATYCZNE W PRZESZŁOŚCI GEOLOGICZNEJ • REFERATY

W optimum klimatycznym interglacjału eemskiego (poziomy E4 *Corylus* i E5 *Carpinus* RPAZ) we wszystkich diagramach pyłkowych zwraca uwagę obecność taksonów wskaźnikowych dla klimatu ciepłego i wilgotnego (m.in. *Tilia tomentosa*). Skład taksonomiczny roślin wodnych i szuwarowych oraz wyniki analiz kopalnych Cladocera potwierdzają, że najwyższy poziom wody w badanych paleojeziorach zarejestrowano podczas E4 RPAZ. Koresponduje to z wynikami badań eemskich jezior w środkowej Polsce (m.in. Roman i in., 2021).

Pomimo stwierdzonych przerw sedymentacyjnych w badanych paleozbiornikach, które to przerwy powodują trudności interpretacyjne, całość przemian roślinności i klimatu na niewielkim obszarze Równiny Garwolińskiej może zostać odtworzona na bazie zapisu w dobrze zachowanych odpowiednio miększych seriach osadów organogenicznych w blisko sąsiadujących ze sobą zbiornikach.

Badania finansowane w ramach projektu Narodowego Centrum Nauki nr 2017/27 / B / ST10 / 01905.

Literatura:

Granoszewski W., 2003 – Late Pleistocene vegetation history and climatic changes at Horoszki Duże, E Poland: a palaeobotanical study. *Acta Palaeobotanica, Suppl.*, 4: 3–95.

Kupryjanowicz M., Granoszewski W., 2018 – Detailed palynostratigraphy of the Eemian Interglacial in Poland. W: Eemian history of vegetation in Poland based on isopollen maps (red. M. Kupryjanowicz i in.). W. Szafer Institute of Botany, Polish Academy of Sciences, Kraków: 17–20.

Mamakowa K., 1989 – Late middle Polish glaciation, Eemian and Early Vistulian vegetation at Imbramowice near Wrocław and the pollen stratigraphy of this part of the Pleistocene in Poland. *Acta Palaeobotanica*, 29, 1: 11–176.

Pidek I.A., Poska A., Hrynowiecka A., Brzozowicz D., Żarski M., 2022 – Two pollen-based methods of Eemian climate reconstruction employed in the study of the Żabieniec-Jagodne palaeolakes in central Poland. *Quaternary International*, 362: 21–35.

Roman M., Mirośław-Grabowska J., Niska M., 2021 – The Eemian Lakeland of the central Polish Plain: Environmental changes and palaeogeography. *Palaeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, 561: 110087.

Suchora M., Kultys K., Stachowicz-Rybka R., Pidek I.A., Hrynowiecka A., Terpiłowski S., Łabęcka K., Żarski M., 2022 – Palaeoecological record of long Eemian series from Kozłów (Central Poland) with reference to palaeoclimatic and palaeohydrological interpretation. *Quaternary International*, 632: 36–50.

Żarski M., 2020 – Szczegółowa mapa geologiczna Polski w skali 1: 50 000, ark. Garwolin (566). Państwowy Instytut Geologiczny – Państwowy Instytut Badawczy, Warszawa.

Zmiany szaty roślinnej na przełomie interglacjału eemskiego i wczesnego vistulianu na stanowisku Srebrna (centralna Polska)

Vegetation changes at the turn of the Eemian Interglacial and Early Vistulian at the Srebrna site (central Poland)

Dominika Sieradz(1), Joanna Rychel(1)

(1) Państwowy Instytut Geologiczny – Państwowy Instytut Badawczy, ul. Rakowiecka 4, 00-975 Warszawa;
dominika.sieradz@pgi.gov.pl; joanna.rychel@pgi.gov.pl

Stanowisko Srebrna jest zlokalizowane ok. 2 km na E od miejscowości o tej samej nazwie i ok. 11 km na N od Czerwińska n. Wisłą. Wiercenie sondą Geoprobe do głębokości 6 m wykonano w obniżeniu w obrębie kemu zlodowacenia Warty na kontakcie z piaskami rezydualnymi i piaskami zastoiskowymi zlodowacenia Wisły (Krawczyk, Pochocka-Szwarc, 2021). Dolna część profilu obejmuje 2,9 m warstwę osadów organogenicznych – torfów i gytii oraz gytii piaszczystych i mułków, które zostały nadbudowane warstwą mułków piaszczystych o miąższości 1,5 m. Powyżej występuje 1,6 m warstwa osadów rezydualnych – piasków drobnoziarnistych ze żwirem, piasków gliniastych oraz piasków drobnoziarnistych.

Analizę palinologiczną wykonano dla osadów z głęb. 1,6–6,0 m. Wyniki potwierdziły przynależność osadów z głęb. 3,17–6,00 m do schyłkowej części interglacjału eemskiego. W tym czasie początkowo dominowały lasy grabowe z domieszkami innych ciepłolubnych gatunków, stopniowo jednak zastępowane borami sosnowymi. Przebudowa zbiorowisk leśnych była związana z ochładzaniem się klimatu. Początek wczesnego vistulianu odzwierciedlają próbki z głęb. 1,60–3,17 m. Dalsze ochłodzenie klimatu doprowadziło do ustąpienia zwartych stanowisk leśnych i szybkiego rozprzestrzenienia się mozaiki zbiorowisk siedlisk otwartych. Roślinność zielna tego okresu była zdominowana przez trawy, turzycę i bylice.

Literatura:

Krawczyk M., Pochocka-Szwarc K., 2021 – Objasnienia do Szczegółowej mapy geologicznej Polski: Arkusz Czerwińsk n. Wisłą 1: 50 000. Wydaw. Geologiczne.

Reakcja roślinności na zmiany klimatu i środowiska zapisana w środkowomiocenijskim węglu brunatnym z zagłębia konińskiego odtworzona na podstawie badań palinologicznych

Vegetation response to climate and environmental changes recorded in Middle Miocene lignite from the Konin basin, reconstructed on the palynological studies

Barbara Słodkowska(1), Marek Widera(2)

(1) Państwowy Instytut Geologiczny – Państwowy Instytut Badawczy, ul. Rakowiecka 4, 00-975 Warszawa; barbara.slodkowska@pgi.gov.pl

(2) Uniwersytet im. Adama Mickiewicza, Instytut Geologii, ul. Krygowskiego 12, 62-028 Poznań; marek.widera@amu.edu.pl

W kilku odkrywkach z konińskiego zagłębia węglowego badanym palinologicznie poddano środkowomiocenijskie węgle brunatne. Były to węgle z odkrywek: Józwin IIB (Słodkowska, Widera, 2021), Tomisławice (Słodkowska, Widera, 2022), Adamów (Worobiec i in., 2020) i Drzewce (Worobiec i in., 2022).

Bardzo bogate zespoły pyłkowe, uzyskane z węgla brunatnego w odkrywkach Józwin IIB i Tomisławice, pozwoliły na prześledzenie rozwoju sedimentacji fitogenicznej i sukcesji zbiorowisk roślinnych podczas akumulacji i środkowopolskiego pokładu węgla brunatnego, który jest najszerzej rozprzestrzenionym poziomem węgla brunatnego na obszarze Niżu Polskiego (Piwocki, 1998). W okolicach Konina I pokład osiąga pełne wykształcenie i miąższość dochodzącą do 20 m. Tworzył się w warunkach lądowych na równiach aluwialnych (Kasiński, Słodkowska, 2016). Profil palinologiczny wskazuje, że pod względem palinostratygraficznym zespoły były do siebie zbliżone i reprezentowały ten sam VIII poziom pyłkowy *Celtipollenites verus* według palinostratygraficznego podziału neogenu Niżu Polskiego (Piwocki, Ziemińska-Tworzydło, 1997). W kompleksie węglowym z obu odkrywek zrekonstruowano szatę roślinną z obszaru akumulacji torfowej i terenów przyległych. Podczas całego okresu sedimentacji temperatura i wilgotność były sprzyjające rozwojowi bujnej roślinności torfotwiskowej, o czym świadczy dość jednolity i zwarty charakter I pokładu. Pyłek zachowany w osadzie pochodził zarówno z siedlisk torfotwórczych, jak i z lasów porastających obszar poza torfowiskiem. Znaczenie torfotwórcze mają głównie zbiorowiska roślinności wodnej i ba-

giennej (mszystej, szuwarowej i lasu bagiennej), w mniejszym stopniu torfowiska krzewiastego. Jest to na ogół roślinność azonalna, niewrażliwa na zmiany termiczne. Ze względu na podobne warunki sedimentacji osadów torfowych, zbiorowiska torfotwórcze, rejestrowane w obu badanych profilach, miały zbliżony skład florystyczny. Natomiast zapis pyłkowy z otaczających torfowisko mieszanych lasów mezofilnych z obu odkrywek wykazuje pewne różnice. W profilu Józwin IIB w rosnących na obrzeżu torfowiska mezofilnych lasach mieszanych były widoczne zmiany udziału elementów uwarunkowanych klimatycznie. W niższej części profilu odnotowano większą ilość taksonów roślin o wysokich wymaganiach termicznych, co ma związek ze środkowomiocenijskim optimum klimatycznym (*Middle Miocene Climatic Optimum* – MMCO). W wyższej części mniejsza ilość roślinności wysokociepłolubnej wskazuje na rozpoczynający się trend ochładzający (*Middle Miocene Climatic Transition*). Zmieniające się warunki klimatyczne i środowiskowe przerwały sedimentację torfowiskową i warunki dogodne do tworzenia się grubych pokładów węgla brunatnego więcej już nie zaistniały.

Te oscylacje klimatyczne nie zaznaczyły się w profilu Tomisławice, w którym zmiany sukcesji zbiorowisk roślinnych rejestrują cykle wezbraniowo-odwodnieniowe (cykle podtopienia – osuszenia), spowodowane wahaniami poziomu wód gruntowych. Akumulacja torfowa następowała w zbiornikach związanych z facjami rzecznyymi, a brak wśród zwartych pokładów węgla wyraźnych poziomów utworów mineralnych wskazuje na niską dynamikę tych

4. KONFERENCJA NAUKOWA

ZMIANY KLIMATYCZNE W PRZESZŁOŚCI GEOLOGICZNEJ • REFERATY

rzek. Podniesienie się poziomu wód gruntowych i/lub powierzchniowych spowodowało zalanie bagien i utworzenie rozległego, płytkiego zbiornika jeziornego, którego obecność dokumentuje obecność glonów słodkowodnych i pyłku roślin wodnych. W całym profilu Tomisławice nie rejestruje się zwiększonego udziału taksonów roślin o wysokich wymaganiach termicznych. We florze na ogół dominowały gatunki ciepłumiarkowane i ciepłolubne, bez udziału roślinności wysoce ciepłolubnej (subtropikalnej), co wskazuje, że pokład węgla brunatnego w odkrywcze Tomisławice

ukształtował się w ogólnie stabilnych warunkach klimatu ciepłumiarkowanego.

Obraz zbiorowisk roślinnych zrekonstruowanych na podstawie zespołów pyłkowych z odkrywek Adamów i Drzewce jest zbliżony do zarejestrowanych w odkrywcze Tomisławice, w których zaznaczające się niewielkie różnice w składzie zespołów pyłkowych wskazywały na różne etapy rozwoju zbiornika torfotwórczego, uzależnione głównie od zmiennej dynamiki wód, a mniej od oscylacji klimatycznych.

Literatura:

- Kasiński J.R., Słodkowska B., 2016 – Factors controlling Cenozoic anthracogenesis in the Polish Lowlands. *Geological Quarterly*, 60: 959–974.
- Piwocki M., 1998 – An outline of the palaeogeographic and palaeoclimatic developments. W: *Palynology and palaeogeography of the Neogene in the Polish Lowlands* (red. H. Ważyńska). *Prace Państwowego Instytutu Geologicznego*, 160: 8–12.
- Piwocki M., Ziemińska-Tworzydło M., 1997 – Neogene of the Polish Lowlands – lithostratigraphy and pollen-spore zones. *Geological Quarterly*, 41: 21–40.
- Słodkowska B., Widera M., 2021 – Vegetation response to environmental changes based on palynological research on the Middle Miocene lignite at the Józwin IIB open-cast mine (Konin region, central Poland). *Annales Societatis Geologorum Poloniae*, 91: 149–166.
- Słodkowska B., Widera M., 2022 – Reconstruction of the sedimentary environment of phytogenic deposits in the Tomisławice opencast mine (Konin region, central Poland). *Geological Quarterly*, 66: 34, doi: 10.7306/gq.1666.
- Worobiec E., Widera M., Worobiec G., Kurdziel B., 2020 – Middle Miocene palynoflora from the Adamów lignite deposit, central Poland. *Palynology*, 45: 59–71. DOI: 10.1080/01916122.2019.1697388.
- Worobiec E., Widera M., Worobiec G., 2022 – Palaeoenvironment of the middle Miocene wetlands at Drzewce, Konin region, central Poland. *Annales Societatis Geologorum Poloniae*, 92: 201–218.

Środkowomiocieńskie przegrzebki (Pectinidae) i sercówki (Cardiidae) z Polski: świadkowie zmian środowiska w Paratetydzie Scallops (Pectinidae) and cockles (Cardiidae) from the middle Miocene of Poland: Witnesses of environmental changes in the Paratethys

Barbara Studencka(1)

(1) Polska Akademia Nauk Muzeum Ziemi w Warszawie, al. Na Skarpie 20/26, 00-488 Warszawa; e-mail: bstudencka@mz.pan.pl

Miocen środkowy (baden-wczesny sarmat) to czas istotnych zmian klimatycznych i paleogeograficznych w Paratetydzie Środkowej, rozległego śródładowego morza, złożonego z kilku połączonych ze sobą akwenów. Po środkowomiocieńskim optimum klimatycznym (MMCO – *Middle Miocene Climatic Optimum*) trwającym do 14,7 mln lat temu i fazie przejściowej (MMCT – *Middle Miocene Climatic Transition*), ok. 13,82 mln lat temu temperatura uległa znacznemu obniżeniu. Dane uzyskane z badań izotopów trwałych tlenu i węgla z muszli ostryg *Crassostrea gryphoides* pozwoliły na oszacowanie temperatur podczas MMCO i MMCT (Harzhauser i in., 2010). Spadek wartości średniej rocznej temperatury o 3–4°C mógł być przyczyną regionalnego wymierania większości termofilnych ciepłolubnych organizmów. Natomiast kryzys faunistyczny wyznaczający granicę baden/sarmat to skokowy spadek bioróżnorodności (określany jako BSEE – *Badenian Sarmatian Extinction Event*), którego przyczyny należy doszukiwać się nie tylko w przerwaniu połączenia Paratetydy Środkowej z obszarem śródziemnomorskim ok. 12,65 mln lat temu, ale również w powstaniu szerokiego połączenia z niemal trzykrotnie większą Paratetydą Wschodnią, której wody przez większość środkowego miocenu charakteryzowały się obniżonym zasoleniem, nigdy nie osiągającym 25‰ (Nevesskaja i in., 2005; Studencka, Jasionowski, 2011).

Małże są jedną z najlepiej poznanych grup występujących w osadach miocenu środkowego Paratetydy Środkowej. Rozpoznanie składu gatunkowego zespołów małżowych ma kluczowe znaczenie dla rekonstrukcji paleośrodowiska.

Badania dotyczyły składu taksonomicznego dwóch rodzin: Pectinidae (przegrzebki) i Cardiidae (sercówki) z polskiej części basenu

przedkarpackiego, który w miocenie środkowym stanowił najbardziej północną strefę Paratetydy Środkowej. Zespół przegrzebek z badenu Polski tworzy 29 gatunków. Występowanie 11 z nich jest ograniczone do badenu wczesnego. Natomiast zespół sercówek to 17 gatunków, spośród których 5 znanych jest tylko z badenu wczesnego. W utworach sarmatu dolnego Polski znaleziono 10 gatunków sercówek, z których tylko dwa są wspólne z zespołami badeńskimi.

Brak w zespołach późnobadeńskich ciepłolubnych przegrzebek, takich jak *Cristatopecten cristatum badense*, *Cristatopecten spinulosus attenuatus*, *Gigantopecten nodosiformis*, *Austrohinna brussoni* i *Aequipecten opercularis* jak też sercówek *Procardium danubianum*, *Procardium kunstleri* i *Discors spodyloides* jest związany z postępującym ochłodzeniem wód Paratetydy Środkowej podczas MMCT. Cechą charakterystyczną zespołów wczesnosarmackich jest wysoka frekwencja przedstawicieli sercówek z podrodziny Lymnycardiinae, którą reprezentują trzy endemiczne rodzaje – *Inaequicostata*, *Plicatiforma* i *Obsoletiforma*. Przegrzebki, podobnie jak inne morskie gatunki stenohalinowe, nie przeżyły zmian środowiska, w wyniku których pełnomorski zbiornik późnobadeński przekształcił się w silnie izolowany basen sarmatu wczesnego o znacznych fluktuacjach w poziomie zasolenia (18–30‰), malejącym w kierunku wschodnim: grupy tej nie spotyka się w osadach młodszych od badenu górnego (Studencka, Jasionowski, 2011). Skład taksonomiczny obu badanych rodzin w modelowy sposób odzwierciedla reakcję małżów na zmiany środowiska w miocenie środkowym Paratetydy, ale nie jest uzależniony od rodzaju zasiedlanego przezeń dna.

4. KONFERENCJA NAUKOWA

ZMIANY KLIMATYCZNE W PRZESZŁOŚCI GEOLOGICZNEJ • REFERATY

Literatura:

- Harzhauser M., Piller W.E., Müllegger S., Grunert P., Micheels A., 2010 – Changing seasonality patterns in Central Europe from Miocene Climate Optimum to Miocene Climate Transition deduced from the *Crassostrea* isotope archive. *Global and Planetary Change*, 76, 1/2: 77–84.
- Nevejskaja L.A., Goncharova I.A., Iljina L.B., 2005 – Types of Neogene marine and nonmarine basins exemplified by the Eastern Paratethys. *Paleontological Journal*, 39, 3: 227–235.
- Studencka B., Jasionowski M., 2011 – Bivalves from the Middle Miocene reefs of Poland and Ukraine: A new approach to Badenian/Sarmatian boundary in the Paratethys. *Acta Geologica Polonica*, 61, 1: 79–114.

Rozwój lądolodów plejstoceńskich w północno-środkowej Polsce

Development of Pleistocene ice sheets in north-central Poland

Artur Teodorski^(1,2)

(1) Uniwersytet Warszawski, Szkoła Doktorska Nauk Ścisłych i Przyrodniczych, ul. Banacha 2c, 02-097 Warszawa;
a.teodorski@student.uw.edu.pl

(2) Państwowy Instytut Geologiczny – Państwowy Instytut Badawczy, ul. Rakowiecka 4, 00-975 Warszawa

Jednym ze skutków licznych i nagłych zmian klimatu w plejstocenie był cyklicznie występujący rozwój i zanik lądolodu, szczególnie wyraźnie zachodzący na półkuli północnej. Badanie tej cykliczności w skali globalnej (glacjał/interglacjał) lub bardziej regionalnej (np. faza/interfaza) pozwala odtworzyć zmiany paleoklimatyczne, a wnioski wysnute z rekonstrukcji paleoklimatu mogą być wykorzystane do zrozumienia współczesnych zmian klimatu.

Rzeźba terenu północno-środkowej Polski została ukształtowana głównie przez lądolody skandynawskie dwóch najmłodszych zlodowaceń. Wschodnia część należąca do Wysoczyzny Płońskiej ostatni raz została przykryta przez lądolód zlodowacenia Odry, podczas gdy rzeźba zachodniej części wchodzącej w skład Pojezierza Dobrzyńskiego oraz Równiny Urszulewskiej została uformowana przez lądolód zlodowacenia Wisły (Marks i in., 2016; Solon i in., 2018). Na badanym obszarze występują liczne ciągi moren czołowych wyznaczające położenie czoła lądolodu w poszczególnych etapach jego funkcjonowania. Na podstawie ich orientacji, a także innych form lodowcowych oraz metody anizotropii podatności magnetycznej (AMS) (Hrouda, 1982) określono kierunki ruchu lądolodu. Na Wysoczyźnie Płońskiej podczas recesji zlodowacenia Odry zinterpretowano na nowo transgresję lądolodu. W czasie tej odrębnej transgresji lądolód zmienił kierunek ruchu z N-S w północnej części Wysoczyzny na WNW-ESE w części centralnej. Zachowania lądolodu zlodowacenia Wisły na obszarze północno-środkowej Polski można podzielić na cztery odrębne etapy. Pierwszy z nich jest związany z maksymalnym zasięgiem lądolodu (LGM) w okolicach

Płocka i Sierpca. Zasięg czoła lądolodu podczas LGM miał charakter oscylacyjny, podkreślony występowaniem kilku ciągów moren czołowych. Kierunki ruchu lądolodu przyjmowały promienisty rozkład, typowy dla końcowej części lobu lodowcowego. Kolejny etap jest związany z postojem czoła lądolodu w okolicach Rembeline na Pojezierzu Dobrzyńskim. Czoło lądolodu najprawdopodobniej stagnowało w tym miejscu przez dłuższy czas, czego potwierdzeniem może być powstanie na Równinie Urszulewskiej rozległy sandr. Lądolód podczas tego etapu poruszał się na linii NW-SE. Następny etap jest związany z transgresją lądolodu w centralnej części Pojezierza Dobrzyńskiego (Teodorski, 2023). Lądolód przekroczył swoim zasięgiem moreny z poprzedniego etapu zlodowacenia. Lądolód został rozczłonkowany na kilka mniejszych lobów lodowcowych, a lód poruszał się na linii zbliżonej do WNW-ESE. Ostatni etap jest związany z transgresywno-regresywną subfazą kujawsko-dobrzyńską, w którym lądolód ponownie przekroczył starsze moreny w północnej części Pojezierza (Teodorski, 2023). Lądolód poruszał się na linii NNW-SSE.

Zmienność w zasięgu i charakterystyce pokrywy lodowej lądolodu zlodowaceń Odry i Wisły w północno-środkowej Polsce wskazuje na złożoność procesów lokalnych związanych z dynamiką lądolodu, takimi jak np. warunki termiczne lądolodu czy ilość wód roztopowych, a także bardziej regionalnych warunków klimatycznych. Nie można też wykluczyć wpływu czynnika tektonicznego i geomorfologicznego na przebieg transgresji i recesji lądolodu na tym obszarze.

Literatura:

- Hrouda F., 1982 – Magnetic anisotropy of rocks and its application in geology and geophysics. *Geophysical Surveys*, 5: 37–82.
Marks L., Dzierżek J., Janiszewski R., Kaczorowski J., Lindner L., Majecka A., Makos M., Szymanek M., Tołoczko-Pasek A., Woronko B., 2016 – Quaternary stratigraphy and palaeogeography of Poland. *Acta Geologica Polonica*, 66, 3: 403–427.
Solon J., Borzyszkowski J., Bidłasik M. i in., 2018 – Physico-geographical mesoregions of Poland: verification and adjustment of boundaries on the basis of contemporary spatial data. *Geographia Polonica*, 91, 2: 143–170.
Teodorski A., 2023 – Palaeogeographic reconstruction of the Late Weichselian ice sheet in north-central Poland based on relief analysis; *Journal of Quaternary Science*; <https://doi.org/10.1002/jqs.3510>.

Cykliczność sedimentacji i zmiany cyrkulacji w dolnojurajskim basenie Cardigan w Wielkiej Brytanii

Cyclicity of deposition and circulation changes in the Lower Jurassic Cardigan Basin, Great Britain

Alfred Uchman(1), Grzegorz Pieńkowski(2), Krzysztof Ninard(1), Stephen P. Hesselbo(3)

(1) Uniwersytet Jagielloński, Instytut Nauk Geologicznych, ul. Gronostajowa 3a, 30-387 Kraków; alfred.uchman@uj.edu.pl, krzysztof.ninard@uj.edu.pl

(2) Państwowy Instytut Geologiczny – Państwowy Instytut Badawczy, ul. Rakowiecka 4, 00-975 Warszawa

(3) University of Exeter, Department of Earth and Environmental Sciences, Penryn, Cornwall TR10 9FE, UK; S.P.Hesselbo@exeter.ac.uk

Kompletny rdzeń wiertniczy wiercenia badawczego Mochras (Mochras Farm Borehole) reprezentuje ciągły profil osadów najwyższego synemuru-toarku basenu Cardigan (Cardigan Bay Basin) w Walii (Wielka Brytania). Są to hemipelagiczne mułowce wapniste, pyłowce/wakstony, miejscami piaskowce/pakstony. Wiele ławic wykazuje symetryczne uziarnienie i struktury sedimentacyjne typowe dla konturytów. Większość z nich ukazuje przejście od masywnych mułowców wapnistych bogatych w materię organiczną do pyłowców lub bardzo drobnoziarnistych piaskowców/kalkarenitów z płytkowodnymi bioklastami, a następnie z powrotem do masywnych mułowców. Wiele warstw pyłowców/bardzo drobnoziarnistych piaskowców/kalkarenitów wykazuje „prążkową” (pin-stripe) laminację i laminację riplemarkową małej skali, które są często zaburzone przez bioturbację.

Konturyty są silnie zbioturbowane. Pyłowce/bardzo drobnoziarniste piaskowce/kalkarenity zawierają najbardziej zróżnicowane i najlepiej widoczne skamieniałości śladowe. Przeciwnie do poglądów, że *Phycosiphon* jest generalnie rzadki w konturytach, *Phycosiphon incertum* (w czterech morfotypach Ph1-Ph4) jest powszechnym i silnie dominującym ichnotaksonem w utworach profilu Mochras. Był on produkowany przez oportunistycznych osadożerców w natlenionych i bogatych w pożywienie (materię organiczną) osadach. Struktury mieszkalne i żerowiskowe, takie jak *Thalassinoides*, *Schaubcylindrichnus* i *Teichichnus* są stosunkowo częste. Współwystępują one z mniej licznymi *Zoophycos* (kategoria etologiczna fodinichnia), *Planolites* (pascichnia), *Palaeophycus* (pascichnia), *Trichichnus* (chemichnia), *Lockeia* (kubichnia) oraz rzadkimi strukturami mieszkalnymi, takimi jak cf. *Polykladichnus*, *Siphonichnus*, *Monocraterion*, *Arenicolites* i *Skolithos*. Zespół skamieniałości śladowych przypomina ichnofację Zoophycos, lecz *Zoophycos* jest tu dość rzadki. Intensywne zbioturbowanie osadów jest związane ze stosunkowo stabilną dostawą materii organicznej i dobrym natlenieniem wód porowych.

Przypuszczalnie, konturyty profilu Mochras były deponowane przez termohalinowe prądy geostroficzne przepływające pomiędzy Oceanem Borealnym a Perytetydą poprzez wąski i stosunkowo głęboki przesmyk basenu Cardigan o przebiegu NE-SW. Detaliczna dokumentacja rozmieszczenia skamieniałości śladowych, struktur sedimentacyjnych i zmian litologicznych oraz ich matematyczna analiza (analiza spektralna danych binarnych) wskazują na ściśle związek konturytów z hierarchiczne uporządkowanymi cyklami orbitalnymi, a tym samym ze zmianami klimatycznymi (Pieńkowski i in., 2021). Są to cykle 4. rzędu (precesji i skośności), 3. rzędu (krótkiej ekscentryczności), 2. rzędu (długiej ekscentryczności) i 1. rzędu (rezonansu orbitalnego Ziemia-Mars).

Stabilność zmian klimatycznych i depozycji została zaburzona na przełomie pliensbachu i toarku i na początku negatywnej anomalii izotopów węgla znaczącej toarckie wydarzenie anoksyczne. Jest to zaznaczone słabszym zbioturbowaniem, spadkiem wapnistości osadu, spadkiem ilości *Phycosiphon* i wzrostem ilości *Trichichnus*. Osady anoksyczne z niezburzoną bioturbacyjnie pierwotną laminacją są rozwinięte marginalnie. Szczyt wspomnianej anomalii i faza jej zaniku charakteryzują się spadkiem ilości *Trichichnus* i lepszym natlenieniem osadu. Tendencja do anoksji jest silniejsza w interwale przełomu pliensbach-toark niż w interwale toarckiej anomalii izotopowej, gdzie jest szeroko znana jako toarckie wydarzenie anoksyczne. Ekstremalne ocieplenie postulowane dla czasu toarckiej anomalii izotopowej spowodowało zmianę w dynamice wód, co w basenie Cardigan wzmogło i odwróciło głęboką cyrkulację (wptynięcie ciężkich wód od południa), a w konsekwencji poprawiło natlenienie na dnie. Niewielkie wydarzenia dysoksydacyjne występujące na dnie miały też miejsce w najwyższej części amonitowej zony thouarsense i w zonie dispansum.

Badania finansowane przez Narodowe Centrum Nauki w ramach programu Opus 13, grant nr /25/B/ST10/02235, grant wewnętrzny Państwowego Instytutu Geologicznego nr 62.9012.2016.00.0, oraz w ramach ICDP i NERC projektu JET, grant nr NE/N018508/1.

4. KONFERENCJA NAUKOWA

ZMIANY KLIMATYCZNE W PRZESZŁOŚCI GEOLOGICZNEJ • REFERATY

Literatura:

Pieńkowski G., Uchman A., Ninard K., Hesselbo S.P., 2021 – Ichnology, sedimentology, and orbital cycles in the hemipelagic Early Jurassic Laurusian Seaway (Pliensbachian, Cardigan Bay Basin, UK. *Global and Planetary Change*, 207, 103648. <https://doi.org/10.1016/j.gloplacha.2021.103648>.

Zmiany klimatyczne triasu górnego – perspektywa palinologiczna

Climatic changes of Upper Triassic from palynological perspective

Alicja Warzecha(1)

(1) Uniwersytet Jagielloński w Krakowie, Wydział Biologii, Szkoła Doktorska Nauk Ścisłych i Przyrodniczych, Instytut Botaniki, ul. Gronostajowa 3, 30-387 Kraków; alicja.a.dyba@gmail.com. Nr ORCID 0000-0002-8768-5182

Trias górny jest epoką geologiczną bogatą w ważne wydarzenia ewolucyjne, takie jak pojawienie się pierwszych dinozaurów, czy dywersyfikacja roślin nagonasiennych, wszystkie mające dobry zapis kopalny.

Zainteresowanie triasem górnym mogą wzbudzić również zmiany klimatyczne dziejące się w tamtym czasie. Po wielkim wymieraniu pod koniec permu, klimat triasowy był z zasady nieprzyjazny, z utrzymującymi się wysokimi temperaturami i długimi porami suchymi. Znaleźiska w warstwach górnotriasowych wskazują jednak na zachodzące wtedy zmiany klimatyczne, cechujące się rosnącą wilgotnością klimatu i wydłużającą się porą deszczową.

Zmiany te można zaobserwować między innymi w zapisie palinologicznym (Orłowska-Zwolińska, 1983, 1985). Klimat ma wpływ na skład gatunkowy roślin, dlatego zmiany klimatyczne będą znajdowały odzwierciedlenie w palinomorfach pochodzących z triasu górnego.

Trzeba jednak zwrócić uwagę, że, o ile wpływ klimatu na skład palinomorf jest znany faktem, to szczegółowe zmiany w składzie nie tylko wymagają dalszych badań, ale mogą dostarczyć wiele dodatkowych informacji na przykład na temat diety żyjących

w tamtych czasach zwierząt czy ewolucji roślin występujących w triasie górnym.

Tą tematyką zajmuję się w swoim projekcie doktoranckim. Dzięki dużej ilości stanowisk w południowej Polsce, z których można pobrać (i częściowo już pobrano) próbki zawierające palinomorfy, mogę potencjalnie pozyskać dużo materiału do badań. Trzeba jednak zauważyć, że metodyka pozyskiwania próbek w przeszłości różni się od tej przyjętej w moim projekcie. W poprzednich badaniach, przeprowadzanych m.in. przez dr. Fijałkowską-Mader (Fijałkowska-Mader, 1999; Fijałkowska-Mader i in., 2015, 2021), używano głównie próbek z rdzeni wiertniczych do analizy palinologicznej. Takie próbki zapewniają dużo informacji na temat ogólnego składu roślinności i jej zmian w czasie, jednak nie dostarczają szczegółowej wiedzy na temat pełnej różnorodności palinoflory w danym poziomie stratygraficznym.

Celem mojego wystąpienia będzie pokazanie, jak poprzez wspomnianą wyżej zmianę w metodyce można poszerzyć naszą wiedzę o szczegółowe informacje na temat zmian klimatycznych, ewolucyjnych oraz ekologicznych w epoce tak ważnej dla historii życia na Ziemi.

Literatura:

- Fijałkowska-Mader A., 1999 – Palynostratigraphy, palaeoecology and palaeoclimatology of the Triassic in South-Eastern Poland. *Zentralblatt für Geologie und Paläontologie*, Teil I, 1998(7-8): 601-627.
- Fijałkowska-Mader A., Heunisch C., Szulc J., 2015 – Palynostratigraphy and palynofacies of the Upper Silesian Keuper (southern Poland). *Annales Societatis Geologorum Poloniae*, 85, 4: 637-661.
- Fijałkowska-Mader A., Jewuła K., Bodor E., 2021 – Record of the Carnian Pluvial Episode in the Polish microflora. *Palaeoworld*, 30, 1: 106-125.
- Orłowska-Zwolińska T., 1983 – Palinostatygrafia epikontynentalnych osadów wyższego triasu w Polsce. *Prace Instytutu Geologicznego*, 104: 1-89.
- Orłowska-Zwolińska T., 1985 – Palynological zones of the Polish epicontinental Triassic. *Bulletin of the Polish Academy of Sciences. Earth Sciences*, 33: 107-117.

Chemostratygrafia i materia organiczna górnajurajskich utworów formacji pałuckiej środkowej Polski – ponadregionalne korelacje wskaźników paleośrodowiska i ich znaczenie dla rekonstrukcji krótko- i długoterminowych zmian klimatu

Chemostratigraphy and organic matter of the Upper Jurassic Pałuki Formation from central Poland – supraregional correlations of palaeoclimatic indices and their significance for reconstruction of short- and long-term climatic variations

Hubert Wierzbowski(1), Jacek Grabowski(1), Barbara Massalska(1), Anna Feldman-Olszewska(1)

(1) Państwowy Instytut Geologiczny – Państwowy Instytut Badawczy, ul. Rakowiecka 4, 00-975 Warszawa;
hubert.wierzbowski@pgi.gov.pl, jacek.grabowski@pgi.gov.pl, barbara.massalska@pgi.gov.pl, anna.feldman-olszewska@pgi.gov.pl

Łowcowo-mułowcowo-drobnopiaszczyste utwory formacji pałuckiej, które są datowane na kimeryd górny – tyton dolny, występują w środkowej i północnej Polsce. Zawierają one zmienną domieszkę węgla wapnia i znaczne ilości (do 11% wag.) materii organicznej pochodzenia morskiego. Badania geochemiczne prowadzone pod kątem możliwości generacji węglowodorów wykazały generalną niedojrzałość materii organicznej ww. osadów, co za tym idzie brak ich znaczenia ekonomicznego (por. Więclaw, 2016; Wierzbowski, Wierzbowski, 2019).

Uzyskane w ostatnim czasie wyniki szczegółowych analiz chemostratygraficznych i dane odnośnie do rozkładu materii organicznej w dobrze datowanych profilach wiekowych formacji pałuckiej z wierceń, ze środkowo-wschodniej części niecki łódzkiej, wskazują, że sedymentacja ww. utworów miała miejsce w okresie zwilgotnienia późnojurajskiego klimatu.

Znaczna zmienność wskaźników uziarnienia oraz bioproduktywności i natlenienia osadów, a także występowanie szeregu horyzontów wzbogaconych w materię organiczną świadczy jednak o występowaniu krótkotrwałych zmian poziomu morza i środowiska sedymentacji epikontynentalnego basenu Polski w późnej jurze (fig. 1).

Porównanie litologii utworów formacji pałuckiej z równowiekowymi utworami formacji Kimmeridge Clay Anglii (por. Morgans-Bell i in., 2001) wskazuje na ścisłą korelację wiekową horyzontów wzbogaconych w materię organiczną. Dowodzi to synchronizacji krótkoczasowych zmian klimatycznych w środkowej i zachodniej Europie, co można łączyć z cyklami orbitalnymi. Badania wykonano w ramach tematu nr 22 5205 1902 011 PIG-PIB finansowanego przez Narodowy Fundusz Ochrony Środowiska i Gospodarki Wodnej.

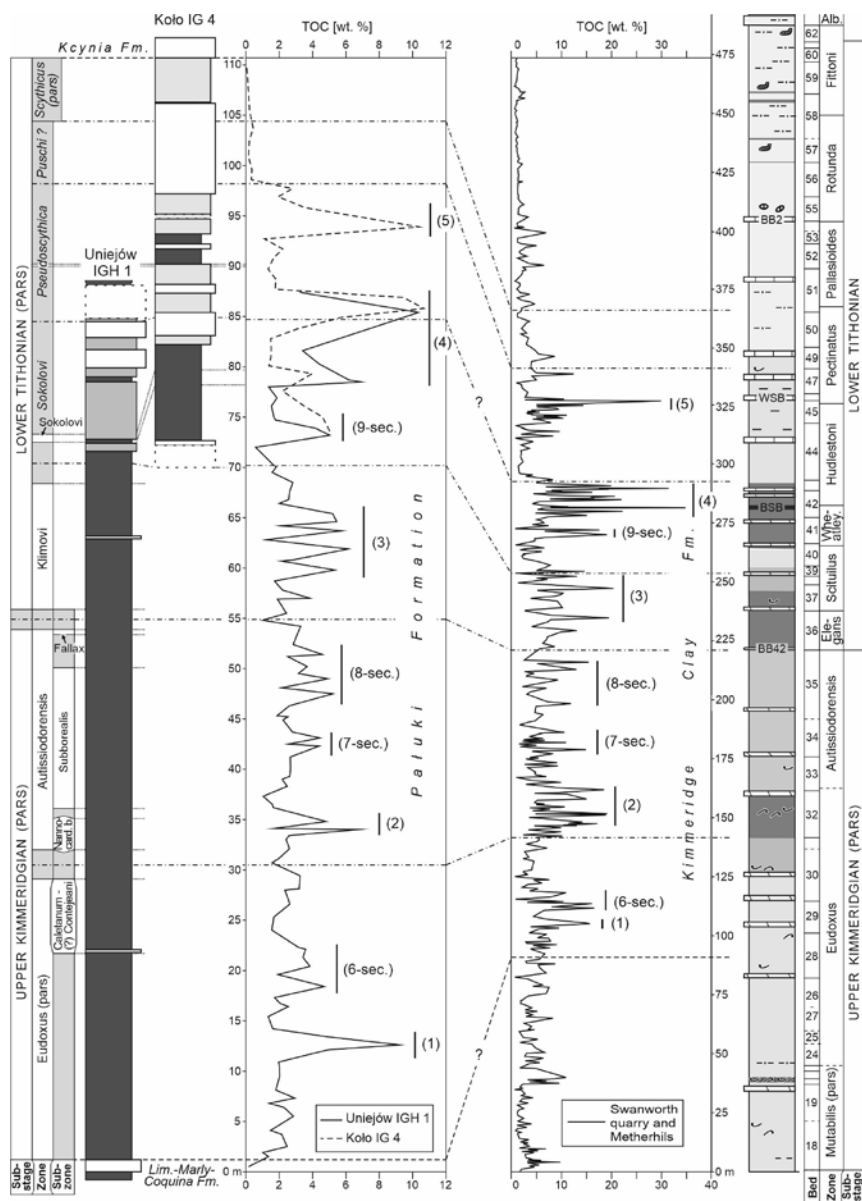


Fig. 1. Biostratygrafia i rozkład zawartości materii organicznej formacji pałuckiej oraz formacji Kimmeridge Clay (Morgans-Bell i in., 2001). Ścisła korelacja horyzontów wzbogaconych w materię organiczną jest prawdopodobnie związana z cyklami orbitalno-klimatycznymi

Fig. 1. Biostratigraphy and TOC trends of the Pałuki Formation and the Kimmeridge Clay Formation (after Morgans-Bell et al., 2001). Strict correlation of horizons enriched in organic matter is likely linked to Milankovitch (orbital) cycles

Literatura:

Morgans-Bell H.S., Coe A.L., Hesselbo S.P., Jenkyns H.C., Weedon G.P., Marshall J.E.A., Tyson R.V., Williams C.J., 2001 – Integrated stratigraphy of the Kimmeridge Clay Formation (Upper Jurassic) based on exposures and boreholes in south Dorset, UK. *Geological Magazine*, 138, 511–539.

Wierzbowski A., Wierzbowski H., 2019 – Ammonite stratigraphy and organic matter of the Pałuki Fm. (Upper Kimmeridgian – Lower Tithonian) from central-eastern part of the Łódź Synclinorium (Central Poland). *Volumina Jurassica*, 17, 49–80.

Więclaw D., 2016 – Habitat and hydrocarbon potential of the Kimmeridgian strata in the central part of the Polish Lowlands. *Geological Quarterly*, 60, 192–210.

Zapis zmian klimatycznych MIS 11c na Polesiu Zachodnim (Zakłęśność Sosnowicka, Garb Włodawski oraz Wysoczyzna Parczewsko- -Kodeńska) a implikacje paleogeograficzne Record of climate changes MIS 11c in West Polesie (Sosnowicka Depression, Włodawa Heights and Parczew-Kodeń Heights) and palaeogeographical implications

Marcin Żarski(1), Katarzyna Pochocka-Szwarc(1), Anna Hrynowiecka(2), Irena Agnieszka Pidek(3), Marcin Szymanek(4),
Artur Górecki(5)

(1) Państwowy Instytut Geologiczny – Państwowy Instytut Badawczy, ul. Rakowiecka 4, 00-975 Warszawa;
marcin.zarski@pgi.gov.pl, katarzyna.pochocka-szwarc@pgi.gov.pl

(2) Państwowy Instytut Geologiczny – Państwowy Instytut Badawczy, Oddział Geologii Morza, ul. Kościarska 5, 80-328 Gdańsk;
AHRY@pgi.gov.pl

(3) Uniwersytet Marii Curie-Skłodowskiej, Wydział Nauk o Ziemi i Gospodarki Przestrzennej, Instytut Nauk o Ziemi i Środowisku,
al. Kraśnicka 2d, 20-718 Lublin; irena.pidek@mail.umcs.pl

(4) Uniwersytet Warszawski, Wydział Geologii, Katedra Geologii Klimatycznej, ul. Żwirki i Wigury 93, 02-089 Warszawa;
m.szymanek@uw.edu.pl

(5) Uniwersytet Jagielloński, Instytut Botaniki, 30-387 Kraków, ul. Gronostajowa 3; artur.gorecki@doctoral.uj.edu.pl

Najpełniejszy obraz zmian klimatycznych plejstocenu jest zapisany w osadach jeziornych. Na podstawie badań paleobotanicznych można odtworzyć z dużą precyzją warunki paleośrodowiskowe dla okresów interglacjalnych. W plejstocenie środkowym najlepiej rozpoznany okresem interglacjalnym jest interglacjał mazowiecki (MIS 11c).

Prezentowane stanowiska należą do zespołu 18 udokumentowanych paleobotanicznie stanowisk interglacjału mazowieckiego znajdujących się na Polesiu Zachodnim. Stanowiska te odgrywają kluczową rolę w rekonstrukcji paleogeografii oraz stratygrafii plejstocenu środkowego tego regionu.

Na obszarze Zakłęśności Sosnowickiej i Garbu Włodawskiego znajdują się liczne stanowiska z osadami interglacjału mazowieckiego (fig. 1), w tym nowo opracowane palinologicznie: Włynanka, Zahajki i Korolówka (Hrynowiecka i in., 2014; Hrynowiecka, 2020; Pidek, 2020) oraz paleofaunistycznie – Włynanka (Szymanek, 2020).

Wyniki badań paleofaunistycznych wykazały obecność dość licznych szczątków malakofauny i małżoraczków typowych dla płytkich

zbiorników wód stojących z obfitą roślinnością, w tym wymarłych gatunków *Scottia browniana* i *Scottia tumida*, często spotykanych w osadach interglacjału mazowieckiego (Szymanek, 2020).

Diagramy pyłkowe noszą typowe cechy sukcesji mazowieckiej. Wszystkie trzy profile rejestrują brzoźowo-sosnowy początek interglacjału oraz następujący po nim okres świerkowo-olszowy, po którym do zbiorowisk wkracza cis. We wszystkich diagramach jest również widoczny zapis OH0 (*Older Holsteinian Oscillation*) wyrażony znacznym wzrostem wartości procentowych pyłku sosny po spadku udziału cisa. OH0 zidentyfikowano także w profilach interglacjału mazowieckiego z pobliskiego Brusa k. Sosnowicy (Hrynowiecka, Pidek, 2017). Okres OH0 uznaje się za chłodniejszą i/lub suchszą oscylację klimatyczną w obrębie sukcesji interglacjału mazowieckiego. Sukcesja pyłkowa w Włynance kończy się w okresie OH0. Natomiast profile Zahajki i Korolówka przynoszą zapis także młodszej fazy interglacjału mazowieckiego cechujący się udziałem jodły i graba oraz następującego po niej okresu telokratycznego, zamykającego interglacjał i cechującego się bardzo wysokim udziałem sosny.

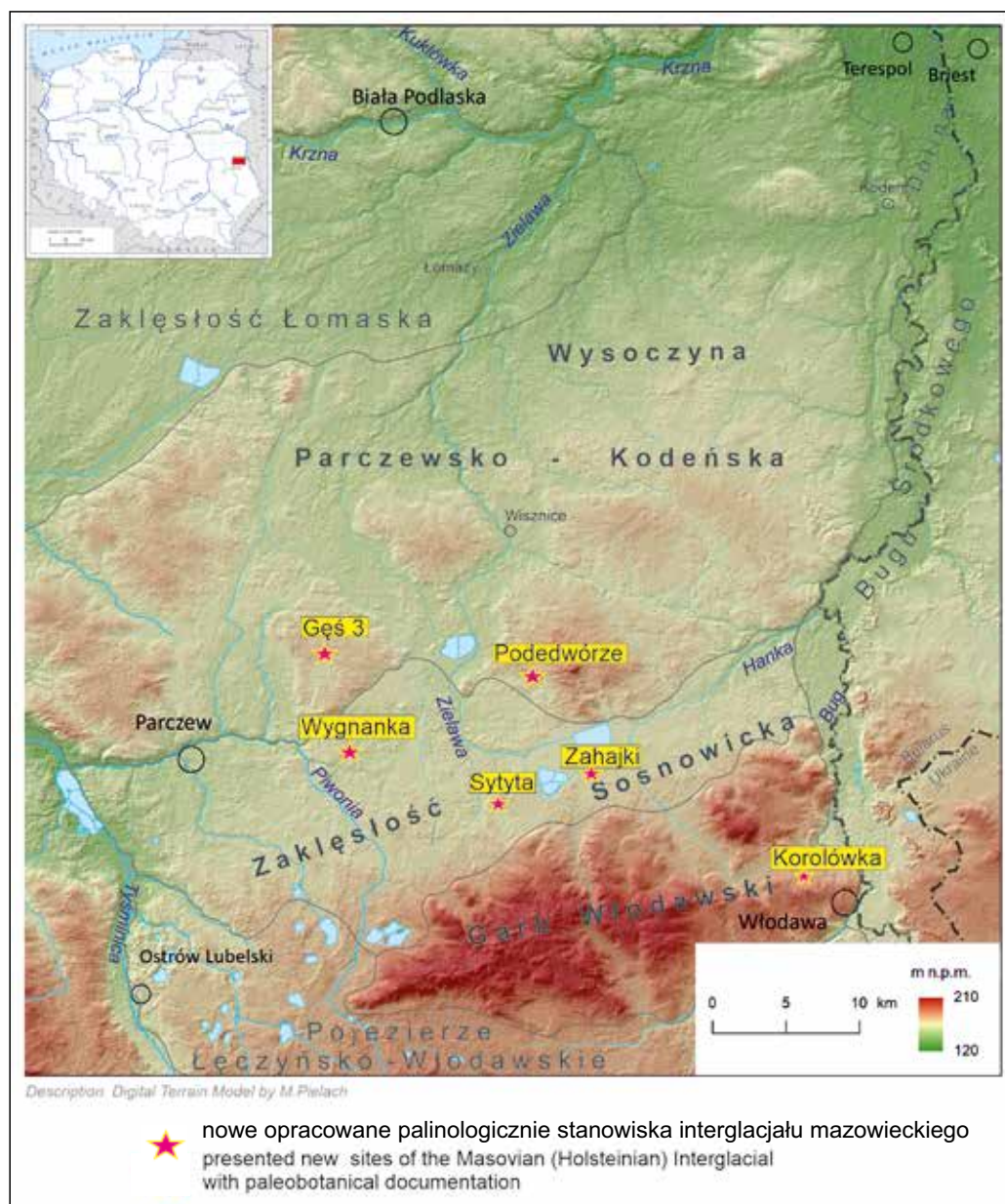


Fig. 1. Lokalizacja stanowisk z udokumentowanymi osadami interglacjału mazowieckiego na Zakłęśności Sosnowickiej i Garbie Włodzisławskim

Fig. 1. Location of the sites with Masovian interglacial documented sediments

Powyżej opisywanych osadów z udokumentowanym interglacjałem mazowieckim, występuje przykrycie mineralne lub biogeniczne (piaski pyłowe, mułki i torfy) o miąższości do 2 m, reprezentujące akumulację w młodszych okresach (Pochocka-Szwarc i in., 2021; Pochocka-Szwarc, 2023).

Osady biogeniczne interglacjału mazowieckiego wypełniają paleozbiorniki zachowane w powierzchni wodnolodowcowej zlodow-

wacenia Sanu 2 (MIS 12). Jak wynika z interpretacji geologicznych (Hryniewiecka i in., 2014; Pochocka-Szwarc, 2023; Żarski, Pochocka-Szwarc, 2023), piaski i żwiry wodnolodowcowe wypełniają obniżenie Zakłęśności Sosnowickiej, tworząc rozległą powierzchnię kopalnego sandru.

Obecność osadów jeziornych z okresu interglacjału mazowieckiego potwierdza tezę, wysuniętą po raz pierwszy przez Żarskiego

4. KONFERENCJA NAUKOWA

ZMIANY KLIMATYCZNE W PRZESZŁOŚCI GEOLOGICZNEJ • REFERATY

(2004, 2006), według której obszar południowego Podlasia (w tym Polesia Zachodniego) nie był objęty lądolodem zlodowacenia Odry (zlodowaceniami środkowopolskimi s. *lato*).

Zasięg naj młodszego w tej części Polski lądolodu – zlodowacenia Odry – znajduje się w odległości ok. 60 km na północny zachód od oma-

wianego terenu, na Wysoczyźnie Siedleckiej (Żarski, 2007; Żarski i in., 2009; Małek, 2011; Hrynowiecka i in., 2019; Kucharska i in., 2020; Żarski, Kucharska, 2020; Górecki i in., 2022). W świetle faktów geologicznych, nie występują zatem osady glacialne zlodowaceń środkowopolskich na obszarze Polesia Zachodniego (Żarski i in., 2023).

Literatura:

Górecki M., Żarski M., Drzewicki W., Pleśniak Ł., Zalewska-Gałosz J., Hrynowiecka A., 2022 – New climatic oscillations during MIS 11c in the record of the Skrzynka II site (Eastern Poland) based on palynological and isotope analysis. *Quaternary International*, 632, 4–20.

Hrynowiecka A., 2020 – Orzeczenie palinologiczne dla stanowiska Sytyta ark. Sosnowica SMGP w skali 1: 50 000. Narod. Arch. Geol. PIG-PIB, Warszawa.

Hrynowiecka A., Pidek I.A., 2017 – Older and Younger Holsteinian climate oscillations in the palaeobotanical record of the Brus profile (SE Poland). *Geological Quarterly*, 61, 4: 723–737.

Hrynowiecka A., Żarski M., Winter H., 2014 – Vegetation and stratigraphy of the Mazovian (Holsteinian) interglacial sections from Dobropól and other new sites in western Polesie Region (south-eastern Poland). *Studia Quaternaria*, 31, 1: 17–30.

Hrynowiecka A., Żarski M., Drzewicki W., 2019 – The rank of climatic oscillations during MIS 11c (OH0 and YH0) and post-interglacial cooling during MIS 11b and MIS 11a in eastern Poland. *Geological Quarterly*, 63, 2: 375–394.

Kucharska M., Żarski M., Przasnyska J., Tekielska A., 2020 – Mapa geologiczna Polski w skali 1: 200 000 ark. Siedlce, mapa A i B. Narod. Arch. Geol. PIG-PIB, Warszawa.

Małek M., 2011 – Mapa geologiczna Polski w skali 1:200 000 arkusz Łuków (51). Narod. Arch. Geol. PIG-PIB, Warszawa.

Pidek I.A., 2020 – Opracowanie palinologiczne próbek z profilu Wygnanka z arkusza Sosnowica 679 SMGP w skali 1:50 000. Narod. Arch. Geol. PIG-PIB, Warszawa.

Pochocka-Szwarc K., 2023 – Aktualizacja SMGP w skali 1:50 000 ark. Sosnowica 679. Narod. Arch. Geol. PIG-PIB, Warszawa.

Pochocka-Szwarc K., Żarski M., Pidek I., Hrynowiecka A., Szymanek M., 2021 – Nowe stanowiska interglacjału mazowieckiego na Zakłęstości Sosnowickiej (Polesie Zachodnie) i ich znaczenie paleogeograficzne i stratygraficzne. W: *Glacja i peryglacja Europy środkowej* (red. R. Dobrowolski i in.). Wydaw. UMCS, Lublin. ISBN 978-83-227-9496-8.

Szymanek M., 2020 – Opracowanie fauny mięczaków i małżoraczków z profilu Wygnanka z arkusza Sosnowica 679 SMGP w skali 1:50 000. Narod. Arch. Geol. PIG-PIB, Warszawa.

Żarski M., 2004 – Strefa marginalna lądolodu zlodowacenia Warty na Wysoczyźnie Żelechowskiej. W: *Zlodowacenie Warty w Polsce* (red. M. Harasimiuk, S. Terpiłowski). Wydaw. UMCS, Lublin.

Żarski M., 2006 – Problem zasięgu zlodowacenia Odry na Nizinie Południowopodlaskiej. W: *Plejstocen południowej Warmii i zachodnich Mazur na tle struktur podłoża* (red. W. Morawski). Mat. XIII Konf. Stratygrafia plejstocenu Polski, Maróz, 4–6.09.2006. ISBN 93-7372-911-9.

Żarski M., 2007 – Szczegółowa mapa geologiczna Polski w skali 1:50 000 arkusz Adamów (639). Narod. Arch. Geol. PIG-PIB, Warszawa.

Żarski M., Kucharska M., 2020 – Objasnienia do Mapy geologicznej Polski w skali 1: 200 000 ark. Siedlce. Narod. Arch. Geol. PIG-PIB, Warszawa.

Żarski M., Pochocka-Szwarc K., 2023 – Aktualizacja SMGP 1:50 000 ark. Wisznice. Materiały rękopiśmienne.

Żarski M., Małek M., Albrycht A., 2009 – Plejstocen południowego Podlasia. W: *XVI Konferencja Stratygrafia Plejstocenu Polski*. Zimna Woda k. Łukowa 31.08–4.09.2009. Materiały konferencyjne. PIG-PIB Warszawa.

Żarski M., Pochocka-Szwarc K., Hrynowiecka A., Marks L., 2023 – Stratygrafia i paleogeografia czwartorzędu. Rozdział w *Objasnieniach do Mapy Geologicznej pogranicza polsko-białorusko-ukraińskiego w skali 1:250 000*. Rejon Włodawy.

Reakcja roślinności na chłodne oscylacje klimatyczne podczas holocenu – wstępne wyniki analizy pyłkowej osadów Jeziora Boczego (Kraina Wielkich Jezior Mazurskich)

Vegetation response to cold climate oscillations during the Holocene – preliminary results of the pollen analysis of the sediments of Lake Boczne (the Great Masurian Lakes District)

Edyta Żuk-Kempa(1), Magdalena Fiłoc(2), Mirosława Kupryjanowicz(2)

(1) Uniwersytet w Białymstoku, Szkoła Doktorska Nauk Ścisłych i Przyrodniczych, ul. K. Ciołkowskiego 1K, 15-245 Białystok; ezuk@uwb.edu.pl

(2) Uniwersytet w Białymstoku, Wydział Biologii, Katedra Paleobiologii, ul. K. Ciołkowskiego 1J, 15-245 Białystok; m.filoc@uwb.edu.pl, kuprbot@uwb.edu.pl

Holocen, podobnie jak inne czwartorzędowe interglacjaty, charakteryzował się względnie stabilnym klimatem, który stopniowo się ocieplał, a następnie ochładzał. Jednak wiele z najnowszych badań pokazuje, że dość regularnie pojawiały się nagłe, krótkotrwałe (ok. 50–150 lat) ochłodzenia, które tworzą serię zmian klimatycznych powtarzających się z cyklicznością co ok. 1470 ± 500 lat. Epizody te zostały szczegółowo rozpoznane zarówno w rdzeniach lodowych z Grenlandii, jak i w osadach oceanicznych, a następnie opisane także w innych rejonach świata.

W Katedrze Paleobiologii Wydziału Biologii Uniwersytetu w Białymstoku od wielu lat są prowadzone badania nad reakcją roślinności północno-wschodniej Polski na te oscylacje (np. Kupryjanowicz, 2007; Fiłoc i in., 2017, 2018). Kontynuacją tego nurtu badawczego są badania podjęte obecnie w Krainie Wielkich Jezior Mazurskich. Ich celem jest ustalenie wpływu, jaki na przebieg postglacjalnej sukcesji roślinności tego regionu wywierały krótkotrwałe ochłodzenia klimatu. Szczególnie interesującym aspektem jest sprawdzenie, czy reakcja roślinności na przejściowe ochłodzenia ograniczała się wyłącznie do czasu ich trwania, czy też ochłodzenia te inicjowały nowe długotrwałe trendy w przemianach roślinności.

Teren badań jest położony na pograniczu strefy klimatu oceanicznego i kontynentalnego, gdzie wiele gatunków roślin ma granice swoich geograficznych zasięgów i w związku z tym wszelkie, nawet krótkotrwałe zmiany klimatu, odzwierciedlają się w szacie ro-

ślinnej wyjątkowo wyraźnie. Sprawia to, że obszar ten jest szczególnie predysponowany do badań nad relacją klimat/roślinność w przeszłości, w tym także nad reakcją roślinności na chłodne krótkotrwałe oscylacje klimatyczne.

Badaniom metodą analizy pyłkowej są poddawane osady Jeziora Boczego. Ich wstępne wyniki dowiodły, że akumulacja osadów jeziornych rozpoczęła się w badanym zbiorniku podczas allerođu. Udokumentowano ponadto istnienie w analizowanym profilu łuki sedymentacyjnej obejmującej znaczną część holocenu środkowego. Datowanie radiowęglowe osadów leżących bezpośrednio pod i nad zarejestrowanym hiatusem pozwoliło stwierdzić, że obejmuje on okres ok. trzech tysięcy lat (od ok. 5916–5752 do ok. 2753–2721 lat kal. BP). Ustalenie przyczyn powstania odnotowanej łuki sedymentacyjnej i jej ewentualnego związku z globalnym ochłodzeniem i/lub zwilgotnieniem klimatu datowanym na ok. 2800 kal. BP, będzie przedmiotem dalszych analiz.

W zapisie pyłkowym reprezentującym holocen wczesny zarejestrowano okresowe znaczne rozprzestrzenienie się brzozy, powiązane z przejściowym ograniczeniem arealu sosny. Zmiany tego typu notowane na początku holocenu są zwykle interpretowane jako odzwierciedlenie reakcji roślinności na krótkotrwałe ochłodzenie klimatu znane jako preborealna oscylacja klimatyczna (PBO).

Kolejna zmiana roślinności, która może odzwierciedlać krótkotrwałą oscylację klimatu jest widoczna w zapisie pyłkowym jako

4. KONFERENCJA NAUKOWA

ZMIANY KLIMATYCZNE W PRZESZŁOŚCI GEOLOGICZNEJ • REFERATY

spadek udziału leszczyny odnotowany zaraz po jej pojawieniu się i pierwszej kulminacji. Zmiana ta może być reakcją na globalne ochłodzenie klimatu datowane na ok. 9400 kal. BP.

Następna zmiana szaty roślinnej zarejestrowana w zapisie pyłkowym z Jeziora Bocznego, która może być efektem chłodnej oscylacji klimatu, jest wyrażona głęboką depresją wartości procento-

wych pyłku leszczyny oraz niewielkimi kulminacjami pyłku sosny i brzozy. Zmiana ta może reprezentować ochłodzenie znane jako wydarzenie 8.2 ka BP. Chociaż może też być, wynikiem obecności w tym rejonie mezolitycznych grup ludzkich.

Badania zostały częściowo sfinansowane przez Uniwersytet Warszawski w ramach projektu BOB 662-73/2022 IDUB IV.4.1.

Literatura:

Fiłoc M., Kupryjanowicz M., Szeroczyńska K., Suchora M., Rządziejewicz M., 2017 – Environmental changes related to the 8.2 ka event and other climate fluctuations during the middle Holocene: Evidence from two dystrophic lakes in NE Poland. *The Holocene*, 27: 1550–1566.

Fiłoc M., Kupryjanowicz M., Rządziejewicz M., Suchora M., 2018 – Response of terrestrial and lake environments in NE Poland to Preboreal cold oscillations (PBO). *Quaternary International*, 475: 101–117.

Kupryjanowicz M., 2007 – Postglacial development of vegetation in the vicinity of the Lake Wigry. *Geochronometria*, 27: 53–66.



A vibrant, painterly illustration of a prehistoric underwater scene. In the foreground, a large, colorful trilobite with a segmented, red and yellow body is swimming. To its left, a nautilus with a brown and white striped shell is visible. In the background, a blue, tentacled creature swims near a large, green, leafy plant. The scene is set against a backdrop of a bright blue sky and a green, hilly landscape. The word "Postery" is written in a white, cursive font inside a yellow circle in the center of the image.

Postery

Rozwój eemskiego jeziora w rejonie Woli Starogrodzkiej (Równina Garwolińska) Evolution of the Eemian lake at the Wola Starogrodzka site (Garwolin Plain)

Danuta Drzymulska(1), Magdalena Fiłoc(1), Mirosława Kupryjanowicz(1), Joanna Mirosław-Grabowska(2),
Magdalena Suchora(3), Marcin Żarski(4)

(1) Uniwersytet w Białymstoku, Wydział Biologii, Katedra Paleobiologii, ul. K. Ciołkowskiego 1J, 15-245 Białystok;
drzym@uwb.edu.pl, m.filoc@uwb.edu.pl, kuprbot@uwb.edu.pl

(2) Polska Akademia Nauk, Instytut Nauk Geologicznych, ul. Twarda 51/55, 00-818 Warszawa; jmirosla@twarda.pan.pl

(3) Uniwersytet Marii Curie-Skłodowskiej, Instytut Nauk o Ziemi i Środowisku, Katedra Geomorfologii i Paleogeografii,
al. Kraśnicka 2d, 20-718 Lublin; magdalena.suchora@mail.umcs.pl,

(4) Państwowy Instytut Geologiczny – Państwowy Instytut Badawczy, ul. Rakowiecka 4, 00-975 Warszawa; mzar@pgi.gov.pl

Na Równinie Garwolińskiej znajduje się szereg stanowisk z udokumentowanymi osadami eemskimi, do czego przyczyniły się prace nad reambulacją arkusza Garwolin Szczegółowej Mapy Geologicznej Polski 1:50 000 (2016–2019).

Rdzeń PWS2-19 (miąższość 7,8 m) pobrano do badań paleoekologicznych w rejonie Woli Starogrodzkiej. Osad poddano analizom: pyłkowej, roślinnych szczątków makroskopowych, fosylnych Cladocera oraz geochemicznym, w tym izotopowym. Stwierdzono pełny zapis sukcesji roślinności typowy dla interglacjału eemskiego, co pozwoliło na przypisanie wydzielonych lokalnych poziomów pyłkowych do wszystkich regionalnych poziomów pyłkowych tego interglacjału (E1–E7 R PAZ) wyróżnionych dla obszaru Polski. Uzyskane dane pyłkowe i makroszczątkowe dokumentują, że badany zbiornik wodny funkcjonował od początku interglacjału. Jak wskazują dane Cladocera było to jezioro stosunkowo płytkie (E1–E5), z dobrze rozwiniętym fitolitoralem. Jezioro następnie uległo transformacji w torfowisko (E6–E7).

W pierwszym etapie istnienia, przypadającym na fazę brzożowo-sosnową (E1 R PAZ), jezioro było otoczone szuwarem wysokich turzyc (*Carex rostrata*) z domieszką innych taksonów szuwarowych. W otoczeniu zbiornika rosły mchy brunatne, a w samym zbiorniku występowały jeziora morska (*Najas marina*), rdzestnice (*Potamogeton*), grążele (*Nuphar*) i zielenice *Botryococcus*. Na stosunkowo niską trofiję zbiornika wskazuje obecność taksonu *Alonopsis elongata*.

Następnie w zbiorniku wodnym obficie występowały *Najas marina*, *N. flexilis* i *Potamogeton*. Ten etap rozwoju jeziora przypadał na bardzo długi okres, trwający od fazy sosnowo-wiązowo-dębowej aż do fazy grabowej (E2, E3, E4 i częściowo E5 R PAZ). Podczas fazy sosnowo-wiązowo-dębowej (E2 R PAZ) i dębowej (E3 R PAZ) w toni wodnej występował nadal *Botryococcus*. Obecne były także nimfeidy. W fazie E2 odnotowano bardzo skąpy zapis Cladocera. W fazie E3 miejsce gatunku *A. elongata*, związanego z piaszczystym podłożem i niższą trofiją, zajął *Monospilus dispar*, preferujący również ten typ podłoża, ale wyższą trofiję. Jezioro otaczały

szuwały turzycowe, także ze *Sparganium* i *Typha angustifolia*. We wczesnym eemie (E1–E3) zanotowano najniższe zawartości węgla organicznego, średnio do 2%, i azotu, poniżej 0,1%. Materia organiczna wówczas akumulowana pochodziła z łąd i z produkcji pierwotnej (TOC/TN 17–26; $\delta^{13}\text{C}$ ok. -27 – -30 ‰).

W fazie leszczynowej (E4 R PAZ) spadło znaczenie zielenic z rodzaju *Botryococcus*, natomiast wciąż dominowały gatunki litoralne wioślarek. W fazie grabowej (E5 R PAZ) udział *Botryococcus* wzrósł ponownie. Wzrost taki odnotowano wówczas także dla *Pediastrum*. Podwyższoną trofiję udokumentowano przez obecność gatunków *Leydigia acanthocercoides* i *Disparalona rostrata*. Stwierdzony wzrost trofii koreluje się z zanikiem *B. longirostris*, a więc najprawdopodobniej wiąże się on ze spadkiem poziomu wody. Na odcinek odpowiadający środkowej części fazy grabowej (E5 R PAZ) przypada w profilu PWS2-19 luka sedimentacyjna. Na jej istnienie wskazują wyniki analizy pyłkowej, natomiast nie znalazła ona odzwierciedlenia w wynikach analizy makroszczątkowej. Ilość deponowanej materii organicznej wraz z postępującym ociepleniem (w optimum eemu, fazy E4–E5) zwiększała się do 16% TOC i 0,8% TN.

Zmiany w obrębie zbiornika wodnego, jakie przypadały na fazę świerkową i sosnową interglacjału eemskiego (E6 i E7 R PAZ), wskazują na jego zarastanie, być może poprzez nasuwające się na taflę wody pło mszyste. Odnotowano także obecność turzyc, skrzypów, *Thelypteris palustris*, a nawet zakrzewień. Stwierdzona w fazach E6 i E7 dominacja gatunków Cladocera jest typowa dla warunków torfowiskowych (torfowisko niskie). W post-optimum eemu (E6–E7) ilość węgla organicznego wzrosła maksymalnie do 50% TOC i 2,8% TN. Znaczna część materii pochodziła z łąd (TOC/TN śr. 30). Zmierzone wartości stosunków izotopów trwałych węgla i azotu były zróżnicowane: $\delta^{13}\text{C}$ od -30 do $-24,4$ ‰, a $\delta^{15}\text{N}$ od $-0,8$ do $3,1$ ‰, co świadczy o niejednorodnych warunkach środowiskowych podczas akumulacji tych osadów.

Źródło finansowania: projekt Narodowego Centrum Nauki nr 017/27/B/ST10/01905.

Środowisko życia i geochemia dewońskich Heterocorallia

Habitat and geochemistry of the Devonian heterocorals

Patrycja Dworczak(1), Błażej Berkowski(2), Michał Jakubowicz(3)

(1) Państwowy Instytut Geologiczny – Państwowy Instytut Badawczy, ul. Rakowiecka 4, 00-975 Warszawa;
patrycja.dworczak@pgi.gov.pl

(2) Uniwersytet im. Adama Mickiewicza, Instytut Geologii, ul. B. Krygowskiego 12, 61-680 Poznań; bbrk@amu.edu.pl

(3) Uniwersytet im. Adama Mickiewicza w Poznaniu, Pracownia Izotopowa, ul. B. Krygowskiego 10, 61-680 Poznań;
mjakub@amu.edu.pl

Heterokoralia to enigmatyczna grupa paleozoicznych koralowców, które występowały w stosunkowo krótkim okresie od dewonu do karbonu (z wyjątkiem żywetu, franu i turneju). Ich wachlarzowate kolonie charakteryzowały się stosunkowo długimi gałązkami ułożonymi w jednej płaszczyźnie i masywnymi strefami korzeniowymi (holdfastami). Zamieszkiwały one środowiska płytkowodne, a także głębokowodne (mezofotyczne i afotyczne). Szkielety heterokorali były zbudowane z niskomagnezowego kalcytu, który jest bardziej odporny na zmiany diagenetyczne niż pozostałe polimorfy węglanu wapnia. Stąd postanowiliśmy wykonać pomiary względnej zawartości izotopów stabilnych tlenu i węgla w bardzo dobrze zachowanych szkieletach heterokorali. Badaniom poddaliśmy fragmenty szkieletów należących do gatunków *Oligophylloides maroccanus* Weyer,

2016 (AntyAtlas, Maroko) oraz *Oligophylloides pachythecus* Chwieduk, 1991 (Góry Świętokrzyskie). Analizy izotopowe wykazały, że najmniej zmienione diagenetycznie części okazów wykazują sygnatury zbliżone do sygnatur ówczesnej wody morskiej. Umiarkowane efekty frakcjonowania izotopowego w heterokoralach musiały być kontrolowane przez skład izotopowy wód i czynniki metaboliczne. Taka ograniczona zmienność wartości $\delta^{13}\text{C}$ i $\delta^{18}\text{O}$ jest charakterystyczna dla środowisk głębokomorskich preferowanych przez rodzaj *Oligophylloides*. Różnice pomiędzy wartościami stosunków izotopowych w okazach z Maroka i Polski mogą odpowiadać różnym temperaturom i składowi izotopowemu wody morskiej, w której powstały dane szkielety, ponieważ w późnym dewonie obie lokalizacje znajdowały się po przeciwnych stronach Oceanu Reik.

Klimat wczesnego triasu w zapisie osadów lądowych Gór Świętokrzyskich (centralna Polska)

Record of the Early Triassic climate from the continental deposits of the Holy Cross Mountains (central Poland)

Anna Fijałkowska-Mader(1), Karol Jewuła(2), Wiesław Trela(1)

(1) Państwowy Instytut Geologiczny – Państwowy Instytut Badawczy, Oddział Świętokrzyski, ul. Zgoda 21, 25-953 Kielce; anna.mader@pgi.gov.pl, wieslaw.trela@pgi.gov.pl

(2) Polska Akademia Nauk, Instytut Nauk Geologicznych, Ośrodek Badawczy w Krakowie, ul. Senacka 1, 31-002 Kraków; kajor86@gmail.com

We wczesnym triasie (późny ind-olenek, 251–247 mln lat) obszar Gór Świętokrzyskich znajdował się na SE brzegu śródlądowego basenu germańskiego (Szulc, 2000), nazywanego także centralno-europejskim, w strefie klimatu zwrotnikowego monsunowego (Kutzbach, Gallimore, 1989).

Sedymencja wczesnotriasowa w regionie świętokrzyskim zachodziła w szerokim spektrum środowisk lądowych. W profilu triasu dolnego dominują osady rzeczne oraz równi zalewowych z poziomami paleogleb (Kuleta, Zbroja, 2006; Jewuła i in., 2021).

Analiza sedymentologiczna osadów triasu dolnego z 7 odsonień i ponad 20 rdzeni wiertniczych, uzupełniona obserwacją zmienności wykształcenia morfologicznego paleogleb oraz wynikami badań palinologicznych, umożliwiła dość szczegółowe odtworzenie zmian wilgotności klimatu wczesnego triasu na omawianym obszarze.

Na granicy permu i triasu oraz we wczesnym triasie (wczesny ind) miało miejsce zwilgotnienie klimatu, w stosunku do suchego, jaki panował w późnym permie, które zapisało się wzrostem ilości elementów higrofilnych – spor widłaków i paproci we wczesnotriasowych zespołach sporowo-pyłkowych formacji z Jaworznej

i Opoczna (Fijałkowska-Mader, 1999). W środkowym indzie nastąpił spadek wilgotności, a jego facjalnym wyrazem są piaskowce eoliczne ogniwa z Tumlina. W interwale przejściowym od indu do oleneku klimat w regionie świętokrzyskim cechował się okresową zmiennością, na co wskazuje obecność osadów formacji z Goleniaw i Stachury będących zapisem depozycji w zbiornikach wodnych korelowanych z epizodami zwilgotnienia w basenie germańskim (Fijałkowska, Kuleta, 1994). Wyniki badań paleogleb potwierdzają wyraźną sezonowość klimatyczną w oleneku, która w dolnej części formacji z Samsonowa wyraża się rozwojem gleb typu calcisoli oraz vertisoli, odpowiednio w okresach suchych lub wilgotnych oraz dominacją zawodnionych paleogleb w interwale przejściowym do leżącej wyżej formacji z Baranowa.

Zarówno w profilach, jak i zespołach palinologicznych nie odnotowano ani późnosmickiego maksimum termicznego ani zdarzenia na granicy smit-spat w środkowym oleneku, które wiązało się z osuszeniem klimatu (Fijałkowska-Mader, Jewuła, 2020). Wyraźny spadek wilgotności miał miejsce dopiero pod koniec oleneku i we wczesnym anizyku, kiedy pojawiły się osady ewaporatowe retu (por. Senkowiczowa, 1966).

Literatura:

- Fijałkowska A., Kuleta M., 1994 – Palinostratygrafia oraz aspekty paleogeograficzne i paleoklimatyczne dolnego i środkowego pstręgo piaskowca w NW części Gór Świętokrzyskich. *Posiedzenia Naukowe Państwowego Instytutu Geologicznego*, 50, 1: 115–116.
- Fijałkowska-Mader A., 1999 – Palynostratygraphy, palaeoecology and palaeoclimatology of the Triassic in South-Eastern Poland. *Zentralblatt für Geologie und Paläontologie*, T. I, 1998, H. 7/8: 601–627
- Fijałkowska-Mader A., Jewuła K., 2020 – Odzwierciedlenie globalnych zmian klimatycznych na granicy smitu i spatu (wczesny trias) w mikroflorze Polski. W: 3. Konferencja naukowa pn. Zmiany paleoklimatyczne w przeszłości geologicznej, 9–11 grudnia 2020, Warszawa. Państwowy Instytut Geologiczny – Państwowy Instytut Badawczy, Warszawa: 8–9.
- Jewuła K., Trela W., Fijałkowska-Mader A., 2021 – Sedimentary and pedogenic record of seasonal humidity during the Permian-Triassic transition on the SE margin of Central European Basin (Holy Cross Mountains, Poland). *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, 157: 1767–1780.
- Kuleta M., Zbroja S., 2006 – Wczesny etap rozwoju pokrywy permsko-mezozoicznej Gór Świętokrzyskich. W: Procesy i zdarzenia w historii geologicznej Gór Świętokrzyskich (red. S. Skompski, A. Zylńska). LXXVII Zjazd Naukowy Polskiego Towarzystwa Geologicznego, Ameliówka k. Kielc, 28–30 czerwca 2006. Państwowy Instytut Geologiczny, Warszawa: 105–125

4. KONFERENCJA NAUKOWA

ZMIANY KLIMATYCZNE W PRZESZŁOŚCI GEOLOGICZNEJ • POSTERY

Kutzbach J.E., Gallimore R.G., 1989 – Pangaeen climates: megamonsoons of the megacontinent. *Journal of Geophysical Research*, 94: 3341–3357.

Senkowiczowa H., 1966 – Podział i rozwój facjalny retu w Górach Świętokrzyskich. *Kwartalnik Geologiczny*, 10, 3: 769–785.

Szulc A., 2000 – Middle Triassic evolution of the northern Peri-Tethys area as influenced by early opening of the Tethys ocean. *Annales Societatis Geologorum Poloniae*, 70, 1: 1–48.

Modelowanie REVEALS w rekonstrukcji dynamiki holocenijskiej migracji świerka na tle chłodnych oscylacji klimatycznych w północno-wschodniej Polsce

REVEALS modelling in the reconstruction of Holocene spruce migration dynamics on the background of cold climatic oscillations in NE Poland

Magdalena Fiłoc(1), Mirosława Kupryjanowicz(1)

(1) Uniwersytet w Białymstoku, Wydział Biologii, Katedra Paleobiologii, ul. K. Ciołkowskiego 1J, 15-245 Białystok, Polska

Świerk pospolity (*Picea abies* (L.) Karst.) to drzewo rosnące na półkuli północnej charakterystyczne dla borealnych i mieszanych lasów liściastych. W Europie, w tym w Polsce, ma dwa zasięgi występowania: (1) północno-wschodni (północny) lub borealny, obejmujący północne obszary kontynentu o klimacie kontynentalnym oraz (2) południowy, obejmujący górskie obszary gór alpejsko-bałkańskich i tereny wyżynne.

Występowanie świerka pospolitego na terenie północno-wschodniej Polski, gdzie ma on limitowaną klimatycznie granicę swojego borealnego zasięgu pozwala przypuszczać, że nawet niewielkie i/ lub krótkotrwałe zmiany klimatu mogą skutkować w tym rejonie powiększaniem się areálu świerka, gdy zmiany te są korzystne dla tego drzewa lub jego zmniejszaniem się, gdy zmiany są dla niego niekorzystne. Celem badań było sprawdzenie, czy przejściowe rozprzestrzenienie się świerka w późnym holocenie zarejestrowane w zapisie palinologicznym z kilku jezior leżących w północno-wschodniej Polsce (jezioro Suchar Wielki, jezioro Suchar II,

Jezioro Ślepe i jezioro Szurpiły) było spowodowane działalnością człowieka czy też przyczyną tego zjawiska były krótkotrwałe ochłodzenia klimatu przypadające ok. 4200, 3400 i 2800 lat kalendarzowych BP.

Opracowany model pokrycia terenu przez roślinność wskazał, że okresy ekspansji świerka w badanym regionie bardzo dobrze koreluje się z zarejestrowanymi w całej Europie, krótkotrwałymi fazami ochłodzenia i wzrostu wilgotności datowanymi na 4300–4100 i 3500–3300 lat kal. BP, podczas których nie zaobserwowano wzrostu wskaźników antropogenicznych. Natomiast, podczas oscylacji klimatycznej, przypadającej między 2900 a 2700 lat kal. BP, nastąpiło zahamowanie sukcesji świerka. Jednocześnie w tym czasie miał miejsce rozwój zbiorowisk antropogenicznych, co wiązało się ze wzmożeniem osadnictwa pod koniec epoki brązu i na początku epoki żelaza.

Badania były dofinansowane przez NCN (M.F., 2019/03/X/ST10/01114).

Habitat azdarchów w świetle zapisu ichtologicznego

Azhdarchid habitat according to the ichnological record

Gerard Gierliński(1)

(1) Państwowy Instytut Geologiczny – Państwowy Instytut Badawczy, ul. Rakowiecka 4, 00-975 Warszawa;
gerard.gierlinski@pgi.gov.pl

Do rodziny azdarchów należały największe z pterozaurów. Ich najbardziej znanym przedstawicielem był późnokredowy kecalcoatli. Tradycyjnie uważano kecalcoatla za olbrzymiego rybożernego pterozaura latającego na długich dystansach nad morzami. Odnalezione jednak tropy azdarchów zaklasyfikowane do ichtnorodzaju *Haenamichnus* podważają ten pogląd. Przedstawiają one azdarchy jako wtórne nietoly zasiedlające śródlądowe równiny, które istotnie mogły wchodzić do wody, ale brak jednoznacznych argumentów świadczących o ich obligatoryjnej rybożerności.

Pierwsze ślady *Haenamichnus* zostały opisane przez Hwanga i innych (2002) z kredy górnej Korei, z formacji Uhangri reprezentującej utwory równi aluwialnej. Ślady te, określone nazwą *Haenamichnus uhangriensis* (fig. 1), różniły się od wówczas znanych tropów pterozaurów wąskim typem szlaku tropów, sugerującym zwierzę dobrze dostosowane do chodu po stałym lądzie, gdzie skrzydła pełniły wyłącznie funkcję podporową podczas czworonożnego marszu lub biegu. Jednakże kolejne odkrycia podobnych tropów z kredy dolnej Korei, Kolorado (USA) i Maroka (fig. 2) ujawniły, że ich sprawcy potrafili się również poruszać na kończynach tylnych w pozycji dwunożnej (Kim i in., 2012). Środowiska, w których zostały pozostawione kolejne znalezione tropy ichtnorodzaju *Haenamichnus* są związane w ogólnym zarysie z równinami zalewowymi. Przy czym znaleziska z Kolorado (Lockley i in., 2014) wskazują, że zwierzęta te również brodziły na podmokłych obszarach nadbrzeżnych, w wilgotnym i ciepłym klimacie panującym tam podczas sedymentacji formacji Naturita, z której pochodzi omawiany materiał. Tak na przykład okaz CU 207.54 (fig. 2c) ze zbiorów Uniwersytetu Kolorado nosi ślad wyraźnie odcisniętej pięty i śródstopia, co przeczy pozostawieniu go przez pływające zwierzę, a z drugiej strony widzimy charakterystyczne wydłużone ślady zadrapań pazurami dna powstałe podczas unoszenia się ciała w wodzie.

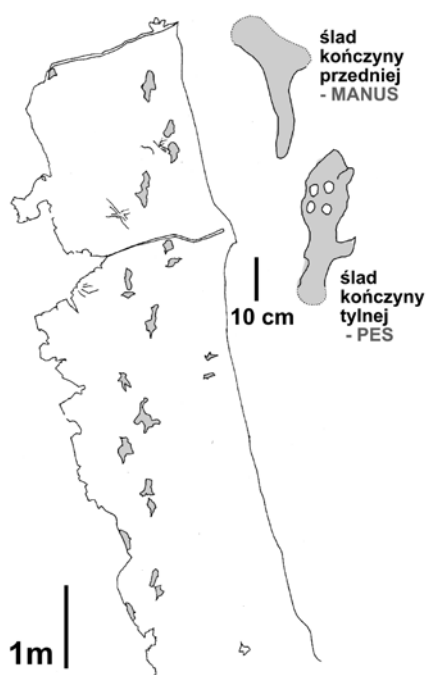


Fig. 1. Czworonożne tropy *Haenamichnus uhangriensis* z formacji Uhangri w Korei Południowej, według Hwanga i in. (2002)

Fig. 1. Quadrupedal tracks of *Haenamichnus uhangriensis* from Uhangri Formation in South Korea, after Hwang et al. (2002)

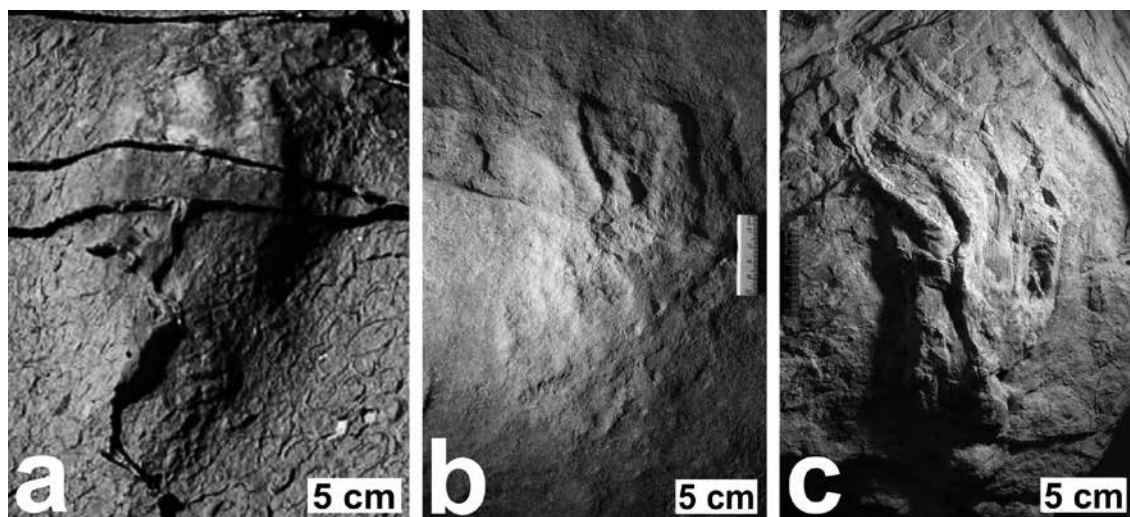


Fig. 2. Dwunożne tropy *Haenamichnus*: ślad *Haenamichnus gainensis* z formacji Haman w Korei Południowej (a); *Haenamichnus* isp. z formacji Midelt w Maroku (b); *Haenamichnus* isp., okaz CU 207.54 z formacji Naturita z zachodniego Kolorado, USA (c)

Fig. 2. Bipedal tracks of *Haenamichnus*: footprint of *Haenamichnus gainensis* from Haman Formation in South Korea (a); *Haenamichnus* isp. from Midelt Formation in Morocco (b); *Haenamichnus* isp., specimen CU 207.54 from Naturita Formation in western Colorado, USA (c)

Literatura:

Hwang K.G., Huh M., Lockley M.G., Unwin D.M., Wright J.L., 2002 – New pterosaur tracks (Pteraidnidae) from the Late Cretaceous Uhangri Formation, southwestern Korea. *Geological Magazine*, 139: 421–435.

Kim J.Y., Lockley M.G., Kim K.S., Seo S.J., Lim D.J., 2012 – Enigmatic giant pterosaur tracks and associated Ichnofauna from the cretaceous of Korea: Implication for the bipedal locomotion of pterosaurs. *Ichnos*, 19: 50–65.

Lockley M.G., Cart K., Martin J., Prunty R., Houck K., Hups K., Lim J.-D., Kim K-S., Gierliński G., 2014 – A bonanza of new tetrapod tracksites from the Cretaceous Dakota Group, western Colorado: Implications for paleoecology. *New Mexico Museum of Natural History and Science Bulletin*, 62: 393–410.

Sedymentologiczny i geochemiczny zapis toarckiego wydarzenia anoksycznego (TOAE) w jednostce Križniańskiej w reglach Tatr Wysokich

Sedimentological and geochemical record of the Toar anoxic event (TOAE) in the Križna unit in the High Tatra Mountains

Jolanta Iwańczuk(1), Hubert Wierzbowski(1), Kinga Bobek(1)

(1) Polish Geological Institute – National Research Institute, ul. Rakowiecka 4, 00-975 Warszawa; Jolanta.iwanczuk@pgi.gov.pl, Hubert.wierzbowski@pgi.gov.pl, kinga.bobek@pgi.gov.pl

Prowadzone badania koncentrują się na pokrywie osadowej polskiej części Tatr Wysokich obejmującej ok. 120-metrową sukcesję jury dolnej Doliny Suchej Wody. Wiek badanych utworów określono na podstawie amonitów na pliensbach-toark. W niższej części odsłonięcia datowanego na pliensbach występują spikulity i wapienie spikulitowe (wakstony i pakstony w obrazie mikrofakcyjnym). Wyższa część odsłonięcia, należąca do toarku, składa się z margli i wapieni marglistych przeławiconych łupkami o zmiennej miąższości (mikrofakcjalnie są to wakstony i pakstony z radiolariami). Szczególnie interesujący jest odcinek toarku dolnego, gdzie zanotowano anomalie w postaci bardzo niskich wartości $\delta^{13}\text{C}$ skał. W profilu badanych osadów na ich krótkim odcinku obserwuje się wyraźne negatywne odchylenie wartości $\delta^{13}\text{C}$, które spadają od 1,4 do $-6,4\text{‰}$ VPDB. Horyzont ten może być korelowany z toarckim wydarzeniem anoksycznym (TOAE, zwanym także wydarzeniem Jenkynsa) mającym charakter globalny.

W celu określenia zmian środowiska depozycji badanych utworów przeprowadzono pomiary podatności magnetycznej (MS) oraz analizę promieniowania gamma spektrometrem z rozdzielaniem frakcji pochodzących od wybranych pierwiastków (K, U, Th). Powyżej horyzontu identyfikowanego z TOAE zanotowano wzrost zawartości K i Th oraz podwyższone wartości MS, co sugeruje zwiększoną podaż materiału terygenicznego do zbiornika i spadek tempa wietrzenia chemicznego. Zjawiska te mogą być związane ze zwiększonym tempem wietrzenia mechanicznego obszarów lądowych i dostawą słabiej zwietrzałego chemicznie materiału do basenu. Jednoczesny wysoki dopływ nutrientów do oceanów był prawdopodobnie odpowiedzialny za wzrost bioproduktywności oceanów, co wraz z rozwarstwieniem wody przełożyło się bezpośrednio na ograniczone natlenienie osadów na dnie basenu.

Paleogenomika refugium środkowoeuropejskich: dynamika flory arktyczno-alpejskiej w czasie i przestrzeni pomiędzy strefą polarną a umiarkowaną. Nowy projekt

Palaeogenomics of the Central European refugia: Spatio-temporal dynamics of the arctic-alpine flora between northern and temperate latitudes. A new project

Anna Janiczek(1), Katarzyna Izworska(1), Tomasz Suchan(1), Agnieszka Wacnik(1), Michał Słowiński(2), Inger Greve Alsos(3),
Michał Ronikier(1)

(1) Polska Akademia Nauk, Instytut Botaniki im. W. Szafera, ul. Lubicz 46, 31-512 Kraków; a.janiczek@botany.pl,
k.izworska@botany.pl, t.suchan@botany.pl, a.wacnik@botany.pl, m.ronikier@botany.pl

(2) Polska Akademia Nauk, Instytut Geografii i Przestrzennego Zagospodarowania, ul. Twarda 51/55, 00818 Warszawa;
michal.slowinski@geopan.torun.pl

(3) Norweskie Muzeum Uniwersytetu Arktycznego, N-9037 Tromsø, Norwegia; inger.g.alsos@uit.no

Cykliczne wahania klimatu w czwartorzędzie – naprzemienne epizody zlodowaceń (glacjatorów) i cieplejszych okresów pomiędzy nimi (interglacjatorów) – ukształtowały w głównej mierze współczesną florę i faunę w Europie, jej rozmieszczenie i różnorodność. Flora arktyczno-alpejska, na której skupia się projekt, obejmuje gatunki szeroko rozprzestrzenione w północnych regionach (sub)polarnych oraz obecne również w górach strefy umiarkowanej w postaci wyspowych, izolowanych części zasięgu w obrębie chłodnych ekosystemów wysokogórskich. Karpaty i Sudety, w odróżnieniu od Alp, nie były podczas glacjatorów silnie zlodowalone i mogły zapewnić odpowiednie siedliska dla roślin wysokogórskich zarówno w czasie zimnych, jak i cieplejszych okresów, a także być źródłem rekolonizacji północnych rejonów Europy.

Aby zrozumieć funkcjonowanie flory arktyczno-alpejskiej w kontekście zachodzących zmian klimatycznych istotne jest zrozumienie procesów biogeograficznych zachodzących w przeszłości. Badania w projekcie opierają się zarówno na analizie

współczesnych populacji, jak i śladów populacji historycznych, zakonserwowanych w osadach dennych górskich jezior w postaci środowiskowego DNA. Badania paleoekologiczne oparte na analizie sedaDNA (ang. *sedimentary ancient DNA*) są dynamicznie rozwijającą się dziedziną, która umożliwia rekonstrukcję długoterminowych zmian w środowisku. Badania paleo-filogeograficzne wykorzystujące sedaDNA mogą być kluczowym przełomem w badaniach biogeografii roślin. Wykorzystanie metabarkodingu do analiz próbek z chronologicznie ułożonych warstw osadów sięgających ostatniego zlodowacenia, pozwoli na określenie, jak skład gatunkowy roślin zmieniał się w czasie na badanych obszarach i tym samym pozwoli na określenie roli gór środkowej Europy w utrzymaniu różnorodności gatunkowej i genetycznej flory arktyczno-alpejskiej. Analizy zmienności historycznych populacji wybranych gatunków pozwolą z kolei na prześledzenie dynamiki migracji gatunków powiązanych z dawnymi zmianami klimatycznymi.

Mikro- i makroflora górnourajskich osadów z Wólki Bałtowskiej (NE obrzeżenie Gór Świętokrzyskich)

Micro- and macroflora of the Upper Jurassic deposits from Wólka Bałtowska (NE surrounding of the Holy Cross Mts)

Agata Jarzynka(1), Jadwiga Ziaja(2), Maria Barbacka(2), Grzegorz Pacyna(3)

(1) Polska Akademia Nauk, Instytut Nauk Geologicznych, ul. Senacka 1, 31-002 Kraków; a.jarzynka@ingpan.krakow.pl. ORCID: 0000-0001-9865-6283

(2) Polska Akademia Nauk, Instytut Botaniki im. Władysława Szafera, ul. Lubicz 46, 31-512 Kraków; j.ziaja@botany.pl, maria.barbacka@gmail.com. ORCID: 0000-0002-3562-4812 (J.Z.); ORCID: 0000-0002-1685-7741 (M.B.)

(3) Uniwersytet Jagielloński, Wydział Biologii, Instytut Botaniki, Zakład Taksonomii, Fitogeografii i Paleobotaniki, ul. Gronostajowa 3, 30-387 Kraków; grzegorz.pacyna@uj.edu.pl. ORCID: 0000-0003-4365-3549

Stanowisko z górnourajską florą w Wólce Bałtowskiej zostało odkryte w 1967 r. przez Liszkowskiego. W 1972 r., na podstawie niepublikowanych danych Reymanówny, przedstawił on listę roślin obejmującą skrzypowe (*Equisetites* sp.), rośliny nagozalążkowe (*Ctenozamites* sp., *Pachypteris* sp., *Pseudotorellia* sp., *Pagiophyllum connivens* i *Brachyphyllum* aff. *crucis*) oraz fragmenty benetytów. Wspominał także o obecności ziaren pyłku *Classopollis* i *Araucariopollites*, a także cyst *Dinoflagellata*. Wstępne badania palinologiczne z tego stanowiska prowadzili Gedl i Ziaja (2004).

Obecnie prowadzone badania oryginalnego materiału Liszkowskiego (wapienie z makroflorą oraz wapienie oolityczne) obejmują analizy makroflorystyczne, palinologiczne oraz palinofacjalne. Ich celem, obok badań taksonomicznych, jest próba określenia dokładnego wieku badanych osadów oraz odtworzenie warunków paleośrodowiskowych.

Na podstawie badań cyst *Dinoflagellata* oceniono wiek wapieni z Wólki Bałtowskiej na późny oxford lub wczesny kimeryd.

W wyniku przeprowadzonych analiz paleobotanicznych stwierdzono obecność paproci nasiennych *Pachypteris* cf. *papillosa*, roślin iglastych *Brachyphyllum crucis*, *Araucarites* sp. 1, *Araucarites* sp. 2 oraz *Tritaeonia* sp. Nie potwierdzono obecności *Pagiophyllum connivens* oraz *Ctenozamites* sp. Sporomorfy są reprezentowane przez zarodniki roślin skrzypowych (cf. *Calamospora* sp.) i paproci (*Cyatheidites minor*) oraz ziarna pyłku paproci nasiennych (*Alisporites robustus*), roślin szpilkowych (*Araucariacites australis*, *Alisporites robustus*, *Callialasporites dampieri*, *C. trilobatus*, *Classopollis* sp.) i roślin nagozalążkowych z wymarłej rodziny *Erdtmanitheaceae* (*Eucommiidites troedssonii* oraz *E. minor*).

Analizy mikro- i makroflory pozwoliły na odtworzenie przypuszczalnych warunków, w jakich rozwijała się roślinność. Zespoły najprawdopodobniej reprezentują roślinność środowisk suchych i ciepłych (Liszkowski, 1972; Abbink, 1998), przy czym *Araucariaceae* i *Cheirolepidiaceae* mogły porastać wybrzeża morskie (Harris, 1979; Alvin, 1982; Abbink, 1998), drzewa iglaste *Pinaceae* i *Podocarpaceae* bardziej suche obszary w głębi lądu, a paprocie i skrzypowe, preferujące tereny podmokłe, mogły rosnąć wzdłuż brzegów rzek (Gedl, Ziaja, 2004).

Indeks aparatów szparkowych dla *Brachyphyllum crucis* z Wólki Bałtowskiej – SI wynosi 4,14, co wskazuje na stężenie dwutlenku węgla równe 1666,66 ppm. Klimat obszaru, na którym była położona Wólka Bałtowska, można określić na podstawie roślinności oraz indeksu aparatów szparkowych jako ciepły.

Paleośrodowisko depozycji było interpretowane na podstawie m.in. cech sedymentacyjnych oraz analiz palinofacjalnych jako przybrzeżne, płytkomorskie (Liszkowski, 1972; Gedl, Ziaja, 2004). Według Liszkowskiego (1972) zmiany litologiczne odzwierciedlają pogłębianie basenu, od warunków bardzo płytkowodnych po warunki lagunowe. Na podstawie makroflory nie można udowodnić ani zaprzeczyć tej interpretacji. Fragmenty roślin są niewielkie – maksymalnie do 30 mm długości, przy czym rozmiar większości fragmentów mieści się w przedziale 10–20 mm. Dobrze zachowane odciski w bardzo drobnym osadzie (liście *Brachyphyllum*, łuski szyszek) z dobrze zachowanymi kutykulami sugerują depozycję w lagunie.

Badania były finansowane ze środków Narodowego Centrum Nauki (2022/45/B/NZ8/02000) i z funduszy statutowych Instytutu Botaniki im. W. Szafera Polskiej Akademii Nauk w Krakowie.

4. KONFERENCJA NAUKOWA

ZMIANY KLIMATYCZNE W PRZESZŁOŚCI GEOLOGICZNEJ • POSTERY

Literatura:

Abbink O.A., 1998 – Palynological investigations in the Jurassic of the North Sea region. *Laboratory of Palaeobotany and Palynology Contributions Series, LPP Foundation, Utrecht*, 8: 1–191.

Alvin K.L., 1982 – Cheirolepidiaceae: biology, structure and palaeoecology. *Review of Palaeobotany and Palynology*, 37, 1: 71–98.

Gedl P., Ziaja J., 2004 – Wstępne wyniki badań palinologicznych górnójurajskich utworów z florą z Wólki Bałtowskiej (NE obrzeżenie Gór Świętokrzyskich, Polska). *Tomy Jurajskie (Volumina Jurassica)*, 2: 49–59.

Harris T.M., 1979 – The Yorkshire Jurassic flora. V. Coniferales. 1–166. Trustees of the British Museum (Natural History), London.

Liszkowski J., 1972 – Pierwsze górnójurajskie stanowisko paleoflorystyczne w Polsce. *Przegląd Geologiczny*, 8/9: 388–393.

Laboratorium ^{14}C i Spektrometrii Mas, Gliwice – możliwości badawcze zmian klimatu holocenu i plejstocenu

^{14}C and Mass Spectrometry Laboratory, Gliwice – research possibilities of climate changes for Holocene and Pleistocene

Adam Michczyński(1), Natalia Piotrowska(1), Sławomira Pawełczyk(1), Marzena Kłusek(1), Danuta Michczyńska(1), Fatima Pawełczyk(1), Alicja Ustrzycka(1)

(1) Politechnika Śląska, Instytut Fizyki – Centrum Naukowo-Dydaktyczne, Zakład Geochronologii i Badań Izotopowych Środowiska, ul. Konarskiego 22B, 44-100 Gliwice; adam.michczynski@polsl.pl

Laboratorium ^{14}C i Spektrometrii Mas funkcjonuje w Instytucie Fizyki – Centrum Naukowo-Dydaktycznym Politechniki Śląskiej od ponad 50 lat i współpracuje z naukowcami z zakresu nauk przyrodniczych oraz archeologii. Infrastrukturą badawczą Laboratorium opiekują się pracownicy Zakładu Geochronologii i Badań Izotopowych Środowiska. Laboratorium ^{14}C i Spektrometrii Mas jest unikalnym laboratorium badawczym, w którym można wykonywać zarówno datowanie radiowęglowe (^{14}C) przy pomocy różnych technik pomiarowych (LSC i AMS), analizy składu lekkich izotopów stabilnych węgla, azotu, tlenu i wodoru różnorodnych materiałów, jak i analizy dendrochronologiczne. W ostatnich latach Laboratorium wykonywało rocznie ok. 400 analiz radiowęglowych i podobną liczbę analiz izotopowych do celów badań własnych, projektów badawczych krajowych i międzynarodowych oraz zleczanych prac naukowo-badawczych.

Dzięki realizacji projektu „Centrum Metod Izotopowych CEMIZ”, dofinansowanego ze środków europejskich (EFRR), w 2022 r. w Laboratorium zainstalowano nowoczesny akceleratorowy spektrometr masowy (AMS) typu MICADAS (Synal i in., 2007), produkcji szwajcarskiej firmy IonPlus. Rozmiary urządzenia są stosunkowo niewielkie (3,2×2,6 m), a zastosowanie magnesów stałych oraz chłodzenia powietrzem zapewnia stosunkowo niewielki pobór mocy. Spektrometr AMS pozwala na pomiary próbek o masach od 0,5 mg C do 1,0 mg C (są prowadzone testy dla niższych mas) przy czasie pomiaru rzędu 1 godziny na próbkę. Gwarantuje to dużą przepustowość Laboratorium, ograniczoną jedynie możliwościami pracowni preparatyki wstępnej próbek. Osiągana standardowo precyzja pomiarów wynosi 0,3%, a zasięg datowania 45–48 kaBP (są prowadzone prace zmierzające do obniżenia tła, a co za tym idzie zwiększenia tego zasięgu). Do pomiarów stosunków stabilnych izotopów węgla, tlenu i wodoru wykorzystuje się spektrometr IsoPrime (GV instruments) pracujący w trybie przepływu ciągłego. Dzięki bezpośredniemu połączeniu z analizatorem elementarnym

EuroEA3000 (EuroVector) lub systemem MultiFlow (Elementar Analysensysteme GmbH) jest możliwe wykonanie pomiarów online dla próbek stałych, ciekłych i gazowych. Długości izotopowe są wyrażane w ‰ w stosunku do międzynarodowych wzorców.

Przykładem możliwości badawczych Laboratorium ^{14}C i Spektrometrii Mas w zakresie badań nad rekonstrukcją zmian klimatu w holocenie i plejstocenie jest opublikowane w tym roku opracowanie (Sykut i in., 2023) dotyczące badań składu izotopowego węgla i azotu w datowanych radiowęglowo kościach jelenia szlachetnego (*Cervus elaphus*) oraz jelenia kanadyjskiego (*Cervus canadensis*) z terenu Europy i Azji. W badaniach tych stwierdzono m.in., że zmiany wartości $\delta^{13}\text{C}$ w kościach jelenia szlachetnego na obszarze Europy w holocenie można powiązać z zmianami zalesienia oraz średnią temperaturą lipca, natomiast zmiany $\delta^{15}\text{N}$ korelują się z średnią temperaturą, rocznymi opadami oraz wysokością nad poziomem morza. Dodatkowo, łącząc wyniki z danymi izotopowymi, dotyczącymi jelenia szlachetnego zebranymi z opublikowanych wcześniej źródeł, stwierdzono, że wartości $\delta^{13}\text{C}$ i $\delta^{15}\text{N}$ w kościach zmieniały się w zależności od oscylacji środowiskowych zachodzących w Europie w ciągu ostatnich 50 000 lat.

W Laboratorium ^{14}C i Spektrometrii Mas do badań paleoklimatycznych wykorzystuje się również metody dendrochronologiczne. Jednym z przykładów takich badań jest wielowiekowa rekonstrukcja warunków termalnych środowiska przeprowadzona na podstawie drewna pochodzącego z obszaru Alp Austriackich. Do badań użyto chronologii świerkowej stworzonej na podstawie drewna współczesnego oraz subfossylowego pochodzącego z drzew rosnących wokół niewielkiego górskiego jeziora Schwarzensee. Materiał ten pozwolił na złożenie chronologii liczącej dwa tysiące lat. Pomiary szerokości, gęstości drewna, zawartości izotopów stabilnych węgla oraz tlenu, przeprowadzone w obrębie poszczególnych przyrostów, posłużyły do odtworzenia temperatury miesięcy okresu wegetacyjnego maj–wrzesień z rozdzielczością roczną.

4. KONFERENCJA NAUKOWA

ZMIANY KLIMATYCZNE W PRZESZŁOŚCI GEOLOGICZNEJ • POSTERY

Literatura:

Sykut M., Pawełczyk S., Piotrowska N., Stefaniak K., Ridush B., Makowiecki D., Kosintsev P., Wilkens B., Borowik T., Fyfe R., Woodbridge J., Niedziałkowska M., 2023 – Variability in feeding habitats of red deer sensu lato in Eurasia in the Late Pleistocene and Holocene. *Journal of Archaeological Science*, 150. <https://doi.org/10.1016/j.jas.2023.105726>.

Synal H. A., Stocker M., Suter M., 2007 – MICADAS: A new compact radiocarbon AMS system. *Nuclear Instruments and Methods in Physics Research Section B: Beam Interactions with Materials and Atoms*, 259, 1: 7–13. <https://doi.org/10.1016/J.NIMB.2007.01.138>.

Klimat – cel czy środek do celu

Climate – goal or means to the goal

Patrycja Piekarska(1)

(1) Eurofins Ośrodek Badań i Kontroli Środowiska Sp. z o.o. w Katowicach, ul. Owocowa 8, 40-158 Katowice;
patrycja.piekarska80@gmail.com

Komponent klimatu dominuje w przekazach o transformacji, przez co cel przemian energetycznych jest przedstawiany z bardzo wąskiej perspektywy. Niniejszy poster uwypukla pozostałe cele transformacji, wobec których klimat pełni rolę legitymacyjną. Tak zwane inwestycje klimatyczne mają charakter globalny i wywołują, ale też umożliwiają, rywalizację i agresję polityczną. To nasuwa pytanie, jak długo narracja klimatyczna jest w stanie obsługi-

wać cele tej wagi i czy sztucznie regulowana rewolucja osiągnie rozmiar Rewolucji Przemysłowej, której szczytem stał się klimat z uwagi na jej wymiar energetyczny. W tym celu przedstawiono najważniejsze globalne trendy związane z ogólnie pojętą dekarbonizacją, jak magazynowanie energii czy wodoryzacja oraz ich możliwe, choć trudne do przewidzenia, następstwa na podstawie Konferencji Bezpieczeństwa Energetycznego w latach 2021-2022.

Znaczenie palinomorf grzybowych jako wskaźników paleośrodowiskowych służących do rekonstrukcji klimatu i roślinności miocenu The importance of fungal palynomorphs as palaeoenvironmental indicators for the reconstruction of Miocene climate and vegetation

Grzegorz Worobiec(1), Elżbieta Worobiec(1), Marek Widera(2)

(1) Polska Akademia Nauk, Instytut Botaniki im. W. Szafera, ul. Lubicz 46, 31-512 Kraków; g.worobiec@botany.pl;
e.worobiec@botany.pl

(2) Uniwersytet im. Adama Mickiewicza, Instytut Geologii, ul. B. Krygowskiego 12, 61-680 Poznań; widera@amu.edu.pl

Badania palinologiczne są jednym z kluczowych narzędzi do rekonstrukcji paleośrodowisk depozycji miocenijskich węgla brunatnych. Sporomorfy oraz palinomorfy niepyłkowe (NPP) są podstawą do określenia składu roślinnych zbiorowisk węglotwórczych oraz towarzyszących im warunków klimatycznych w okresie formowania się złóż torfu. Palinomorfy grzybowe (m.in. pozostałości owocników i spor grzybów) mogą być cennymi wskaźnikami paleośrodowiskowymi, jednak ich potencjał jako źródła danych do interpretacji paleoekologicznych często pozostaje niewykorzystany. Analiza palinologiczna pierwszego środkowopolskiego pokładu węgla brunatnego (środkowy miocen) z kopalni Adamów w Konińskim Zagłębiu Węgla Brunatnego wykazała obecność roślinności mokradeł oraz zbiorowisk mezofitycznych. Badany obszar porastały zbiorowiska bagienne o składzie zbliżonym do współczesnych zbiorowisk krzewiastych typu *pocosin*. Klimat był umiarkowany ciepły i wilgotny ze średnią roczną temperaturą 15,7–18,0°C. (Worobiec i in., 2021). Taki charakter klimatu środkowego miocenu okolic Adamowa potwierdzają palinomorfy grzybów saprofitycznych, znalezione w próbkach z pokładu węgla brunatnego. Grzyby te rosły na butwiejącym drewnie i opadłych liściach, w bardzo wilgotnym, okresowo zalewanym środowisku. Sporodochia *Neomycoleptodiscus pertusus* (Dilcher) G. Worobiec oraz askospory *Potamomyces* sp. wskazują na ciepły i wilgotny klimat z wysokimi sumami rocznymi opadów (Worobiec G. i in., 2022). Zespoły sporowo-pyłkowe ze środkowomiocenijskiego pokładu węgla brunatnego ze złoża Drzewce, należą-

cego do Kopalni Węgla Brunatnego Konin, sugerują, że, podobnie jak w środkowym miocenie pobliskiego Adamowa, obszar ten był porośnięty przez zbiorowiska mokradłowe przypominające dzisiejsze *pocosin*. Klimat w tym czasie był umiarkowany ciepły i wilgotny ze średnią roczną temperaturą około 15,7–17,8°C. (Worobiec E. i in., 2022). Zespół palinomorf grzybowych z Drzewiec (grzybów nalistnych, grzybów ryzosfery i mitosporowych grzybów ziemnowodnych) wskazuje na obecność gęstej roślinności na podmokłych glebach oraz małych, płtykich, być może okresowych zbiorników wodnych (Worobiec E. i in., 2022). Szczątki roślin (sporomorfy i liście) ze stanowiska KRAM-P 218 w Kopalni Węgla Brunatnego Bełchatów sugerują obecność w środkowym i późnym miocenie roślinności bagiennej i łęgowej oraz, w miejscach wyniesionych, zbiorowisk mezofilnych. Klimat był umiarkowany ciepły i wilgotny z łagodnymi zimami, ze średnią roczną temperaturą 13,5–16,5°C (Worobiec, Szykiewicz, 2016; Worobiec E., Worobiec G., 2016). Palinomorfy grzybowe ze stanowiska KRAM-P 218 (zwłaszcza *Neomycoleptodiscus pertusus*) potwierdzają obecność ciepłego, nawet subtropikalnego klimatu (Worobiec G., Worobiec E., 2017). Wyniki przedstawionych wyżej badań wskazują, że palinomorfy grzybowe są cennymi wskaźnikami do analiz paleośrodowiskowych, potwierdzając i uzupełniając rezultaty klasycznych analiz sporowo-pyłkowych. Badania sfinansowano ze środków statutowych Instytutu Botaniki im. W. Szafera Polskiej Akademii Nauk oraz przez Narodowe Centrum Nauki, grant nr 2017/27/B/ST10/00001.

4. KONFERENCJA NAUKOWA

ZMIANY KLIMATYCZNE W PRZESZŁOŚCI GEOLOGICZNEJ • POSTERY

Literatura:

Worobiec E., Worobiec G., 2016 – Miocene palynoflora from the KRAM-P 218 leaf assemblage from the Bełchatów Lignite Mine (Central Poland). *Acta Palaeobotanica*, 56, 2: 499–517.

Worobiec G., Szynkiewicz A., 2016 – Neogene wetland vegetation based on a leaf assemblage from the Bełchatów Lignite Mine (Central Poland). *Acta Palaeobotanica*, 56, 2: 441–497.

Worobiec G., Worobiec E., 2017 – Epiphyllous fungi from Miocene deposits of the Bełchatów Lignite Mine (Central Poland). *Mycosphere*, 8, 8: 1003–1013.

Worobiec E., Widera M., Worobiec G., Kurdziel B., 2021 – Middle Miocene palynoflora from the Adamów lignite deposit, central Poland. *Palynology*, 45, 1: 59–71.

Worobiec E., Widera M., Worobiec G., 2022 – Palaeoenvironment of the middle Miocene wetlands at Drzewce, Konin region, central Poland. *Annales Societatis Geologorum Poloniae*, 92, 2: 201–218.

Worobiec G., Worobiec E., Widera M., 2022 – Middle Miocene wetland fungi from the Adamów Lignite Mine, central Poland. *Historical Biology*, 34, 5: 841–856.

Spis treści

REFERATY	5
Moje dowody na zmiany klimatu w przeszłości Ziemi – Jan Dzierżek	6
Zmiany środowiskowe i klimatyczne na przełomie eocenu i oligocenu na podstawie nanoplanktonu wapiennego i otwornic (polskie Karpaty zewnętrzne) – Małgorzata Garecka, Andrzej Szydło	8
Późnomiocenejskie ichnoasocjacje ze śladami homininów w rejonie śródziemnomorskim – Gerard Gierliński	10
Gdzie lepiej żyć, a gdzie lepiej umrzeć: różnorodność środowisk życia rekinów w paleozoiku – Michał Ginter	12
Podatność magnetyczna i chemostratygrafia interwału granicy jura/kreda w basenie słoweńskim: implikacje paleoklimatyczne – Jacek Grabowski, Jolanta Iwańczuk, Daniela Reháková, Boštjan Rožič, Petra Žvab-Rožič, Andrzej Chmielewski, Artur Teodorski, Lucja Ślupnik, David Gercar	14
Zmiany paleośrodowiskowe i klimatyczne w kenozoiku zapisane w zespołach faun mszywołowych Antarktyki – Urszula Hara	16
Skład chemiczny w profilu osadów torfowiska funkcjonującego w obniżeniu między krętymi wałami z erozji subglacialnej wód (GCLs) z obszaru Suwalszczyzny – Tomasz Karasiewicz	18
Klimat i oceanografia przełomu jury i kredy zachodniej Tetydy – Damian Gerard Lodowski, Ottilia Szives, Jacek Grabowski	20
Palinologiczny zapis zmian klimatu w pensylwanii na podstawie danych z niecki śródsudeckiej – Adrianna Maćko, Anna Górecka-Nowak	21
Dewońskie i współczesne rafy – podobieństwa, zagrożenia i perspektywy dalszych badań – Aleksander Majchrzyk, Michał Jakubowicz, Mikołaj K. Zapalski	23
Współczesne ocieplenie na tle zmian klimatu w holocenie – Leszek Marks	25
Analiza sumarycznych rozkładów gęstości prawdopodobieństwa (PDFs) dat radiowęglowych i luminescencyjnych z nieciągłych profili osadów rzecznych na tle zmian klimatycznych zapisanych w rdzeniu NGRIP – Danuta J. Michczyńska, Danuta A. Dzieduszyńska, Piotr Gębica, Dariusz Krzyszkowski, Małgorzata Ludwikowska-Kędzia, Joanna Petera-Zganiacz, Lucyna Wachecka-Kotkowska, Dariusz Wieczorek	26
Kolorostratyfikacja sekwencji lessowo-glebowych i jej paleoklimatyczna interpretacja – Przemysław Mroczek, Maria Łanczont	28
Średniowieczne optimum klimatyczne w zapisie paleopedologicznym: gleba typu Grębociny w osadach wydym śródlądowych – Krzysztof Ninard, Mateusz Stolarczyk, Piotr Łapcik, Alfred Uchman	29
Stabilne izotopy szklawa kopalnych kręgowców jako proxy zmian klimatu od późnego mezozoiku do kenozoiku Mongolii – Krzysztof Owocki, Łucja Fostowicz-Frelik	31
Czy makroszczątki roślin z późnego triasu Polski są wskaźnikiem paleoklimatu? – Grzegorz Pacyna	32
Zróznicowany zapis interglacjału eemskiego w profilach osadów organicznych Równiny Garwolińskiej: Puznówka, Żabieniec i Kozłów – studia przypadku – Irena Agnieszka Pidek, Anna Hrynowiecka, Kamil Kultys, Dorota Brzozowicz, Karolina Łabęcka, Sławomir Terpiłowski, Marcin Żarski	34
Zmiany szaty roślinnej na przełomie interglacjału eemskiego i wczesnego vistulianu na stanowisku Srebrna (centralna Polska) – Dominika Sieradz, Joanna Rychel	36
Reakcja roślinności na zmiany klimatu i środowiska zapisana w środkowomiocenijskim węglu brunatnym z zagłębia konińskiego odtworzona na podstawie badań palinologicznych – Barbara Słodkowska, Marek Widera	37
Śródkowomiocenijskie przegrzebki (Pectinidae) i sercówki (Cardiidae) z Polski: świadkowie zmian środowiska w Paratetydzie – Barbara Studencka	39
Rozwój łądodolów plejstocenijskich w północno-środkowej Polsce – Artur Teodorski	41
Cykliczność sedymentacji i zmiany cyrkulacji w dolnojurańskim basenie Cardigan w Wielkiej Brytanii – Alfred Uchman, Grzegorz Pieńkowski, Krzysztof Ninard, Stephen P. Hesselbo	42
Zmiany klimatyczne triasu górnego – perspektywa palinologiczna – Alicja Warzecha	44

Chemostratygrafia i materia organiczna górnourajskich utworów formacji pałuckiej środkowej Polski – ponadregionalne korelacje wskaźników paleośrodowiska i ich znaczenie dla rekonstrukcji krótko- i długoterminowych zmian klimatu – Hubert Wierzbowski, Jacek Grabowski, Barbara Massalska, Anna Feldman-Olszewska	45
Zapis zmian klimatycznych MIS 11c na Polesiu Zachodnim (Zakłęśko Sosnowicka, Garb Włodawski oraz Wysoczyzna Parczewsko-Kodeńska) a implikacje paleogeograficzne – Marcin Żarski, Katarzyna Pochocka-Szwarc, Anna Hrynowiecka, Irena Agnieszka Pidek, Marcin Szymanek, Artur Górecki	47
Reakcja roślinności na chłodne oscylacje klimatyczne podczas holocenu – wstępne wyniki analizy pyłkowej osadów Jeziora Bocznego (Kraina Wielkich Jezior Mazurskich) – Edyta Żuk-Kempa, Magdalena Fiłoc, Mirosława Kupryjanowicz	50
POSTERY	53
Rozwój eemskiego jeziora w rejonie Woli Starogrodzkiej (Równina Garwolińska) – Danuta Drzymulska, Magdalena Fiłoc, Mirosława Kupryjanowicz, Joanna Mirosław-Grabowska, Magdalena Suchora, Marcin Żarski	54
Środowisko życia i geochemia dewońskich Heterocorallia – Patrycja Dworcak, Błażej Berkowski, Michał Jakubowicz	55
Klimat wczesnego triasu w zapisie osadów lądowych Gór Świętokrzyskich (centralna Polska) – Anna Fijałkowska-Mader, Karol Jewuła, Wiesław Trela	56
Modelowanie REVEALS w rekonstrukcji dynamiki holocenijskiej migracji świerka na tle chłodnych oscylacji klimatycznych w północno-wschodniej Polsce – Magdalena Fiłoc, Mirosława Kupryjanowicz	58
Habitat azdarchów w świetle zapisu ichnologicznego – Gerard Gierliński	59
Sedymentologiczny i geochemiczny zapis toarckiego wydarzenia anoksycznego (TOAE) w jednostce Kriżniańskiej w reglach Tatr Wysokich – Jolanta Iwańczuk, Hubert Wierzbowski, Kinga Bobek	61
Paleogenomika refugium środkowoeuropejskich: dynamika flory arktyczno-alpejskiej w czasie i przestrzeni pomiędzy strefą polarną a umiarkowaną. Nowy projekt – Anna Janiczek, Katarzyna Izworska, Tomasz Suchan, Agnieszka Wacnik, Michał Słowiński, Inger Greve Alsos, Michał Ronikier	62
Mikro- i makroflora górnourajskich osadów z Wólki Bałtowskiej (NE obrzeżenie Gór Świętokrzyskich) – Agata Jarzynka, Jadwiga Ziaja, Maria Barbacka, Grzegorz Pacyna	63
Laboratorium ¹⁴ C i Spektrometrii Mas, Gliwice – możliwości badawcze zmian klimatu holocenu i plejstocenu – Adam Michczyński, Natalia Piotrowska, Sławomira Pawełczyk, Marzena Kłusek, Danuta Michczyńska, Fatima Pawełczyk, Alicja Ustrzycka	65
Klimat – cel czy środek do celu – Patrycja Piekarska	67
Znaczenie palinomorf grzybowych jako wskaźników paleośrodowiskowych służących do rekonstrukcji klimatu i roślinności miocenu – Grzegorz Worobiec, Elżbieta Worobiec, Marek Widera	68

Table of contents

LECTURES	5
My own evidence of climate change in Earth's past – Jan Dzierżek	6
Environmental and climatic changes at the turn of the Eocene and Oligocene based on calcareous nanoplankton and foraminifera (Polish Outer Carpathians) – Małgorzata Garecka, Andrzej Szydło	8
Late Miocene hominin ichnoassemblages in the Mediterranean region – Gerard Gierliński	10
Where is better to live and where to die: Diversity of habitats of sharks in the Palaeozoic – Michał Ginter	12
Magnetic susceptibility and chemostratigraphy in the Jurassic/Cretaceous boundary interval of the Slovenian Basin: Palaeoclimatic implications – Jacek Grabowski, Jolanta Iwańczuk, Daniela Reháková, Boštjan Rožič, Petra Žvab-Rožič, Andrzej Chmielewski, Artur Teodorski, Lucja Ślapnik, David Gercar	14
Palaeoenvironmental and climatic changes in Cenozoic – records from the Antarctic bryozoan biota – Urszula Hara	16
Chemical composition in the sediment profile of a peat bog functioning in a depression between glacial curvilinearations formed by erosional subglacial waters (GCLs) from the Suwałki Region – Tomasz Karasiewicz	18
Climate and oceanography of the Jurassic/Cretaceous transition in the Western Thetys – Damian Gerard Lodowski, Otilia Szives, Jacek Grabowski	20
Palynological record of climate change in Pennsylvanian from the Intra-Sudetic Basin – Adrianna Maćko, Anna Górecka-Nowak	21
Devonian and modern reefs – similarities, threats and prospects for further research – Aleksander Majchrzyk, Michał Jakubowicz, Mikołaj K. Zapalski	23
Present warming against climate change in the Holocene – Leszek Marks	25
Analysis of summed probability density functions (PDFs) of radiocarbon and luminescence dates from discontinuous profiles of river deposits against the background of climate changes recorded in the NGRIP core – Danuta J. Michczyńska, Danuta A. Dzieduszyńska, Piotr Gębica, Dariusz Krzyszkowski, Małgorzata Ludwikowska-Kędzia, Joanna Petera-Zganiacz, Lucyna Wachecka-Kotkowska, Dariusz Wieczorek	26
Colorostratification of loess-palaeosol sequences and its paleoclimatic interpretation – Przemysław Mroczek, Maria Łanczont	28
Palaeopedological record of the Medieval Climatic Optimum: Grębociny soil in the inland dune deposits – Krzysztof Ninard, Mateusz Stolarczyk, Piotr Łapcik, Alfred Uchman	29
Stable isotopes of the fossil vertebrate enamel as the climate change proxy during the Late Cretaceous to Cenozoic of Mongolia – Krzysztof Owocki, Łucja Fostowicz-Frelik	31
Are plant macroremains from the Late Triassic of Poland an indicator of the paleoclimate? – Grzegorz Pacyna	32
A differentiated record of the Eemian Interglacial in organic sediment profiles of the Garwolin Plain: Puznówka, Żabieniec and Kozłów – case studies – Irena Agnieszka Pidek, Anna Hrynowiecka, Kamil Kultys, Dorota Brzozowicz, Karolina Łabęcka, Sławomir Terpiłowski, Marcin Żarski	34
Vegetation changes at the turn of the Eemian Interglacial and Early Vistulian at the Srebrna site (central Poland) – Dominika Sieradz, Joanna Rychel	36
Vegetation response to climate and environmental changes recorded in Middle Miocene lignite from the Konin basin, reconstructed on the palynological studies – Barbara Słodkowska, Marek Widera	37
Scallops (Pectinidae) and cockles (Cardiidae) from the middle Miocene of Poland: Witnesses of environmental changes in the Paratethys – Barbara Studencka	39
Development of Pleistocene ice sheets in north-central Poland – Artur Teodorski	41
Cyclicity of deposition and circulation changes in the Lower Jurassic Cardigan Basin, Great Britain – Alfred Uchman, Grzegorz Pieńkowski, Krzysztof Ninard, Stephen P. Hesselbo	42
Climatic changes of Upper Triassic from palynological perspective – Alicja Warzecha	44

Chemostratigraphy and organic matter of the Upper Jurassic Pałuki Formation from central Poland – supraregional correlations of palaeoclimatic indices and their significance for reconstruction of short- and long-term climatic variations – Hubert Wierzbowski, Jacek Grabowski, Barbara Massalska, Anna Feldman-Olszewska	45
Record of climate changes MIS 11c in West Polesie (Sosnowicka Depression, Włodawa Heights and Parczew-Kodeń Heights) and palaeogeographical implications – Marcin Żarski, Katarzyna Pochocka-Szwarc, Anna Hrynowiecka, Irena Agnieszka Pidek, Marcin Szymanek, Artur Górecki	47
Vegetation response to cold climate oscillations during the Holocene – preliminary results of the pollen analysis of the sediments of Lake Boczne (the Great Masurian Lakes District) – Edyta Żuk-Kempa, Magdalena Fiłoc, Mirosława Kupryjanowicz	50
POSTERS	53
Evolution of the Eemian lake at the Wola Starogrodzka site (Garwolin Plain) – Danuta Drzymulska, Magdalena Fiłoc, Mirosława Kupryjanowicz, Joanna Mirosław-Grabowska, Magdalena Suchora, Marcin Żarski	54
Habitat and geochemistry of the Devonian heterocorals – Patrycja Dworczak, Błażej Berkowski, Michał Jakubowicz	55
Record of the Early Triassic climate from the continental deposits of the Holly Cross Mountains (central Poland) – Anna Fijałkowska-Mader, Karol Jewuła, Wiesław Trela	56
REVEALS modelling in the reconstruction of Holocene spruce migration dynamics on the background of cold climatic oscillations in NE Poland – Magdalena Fiłoc, Mirosława Kupryjanowicz	58
Azhdarchid habitat according to the ichnological record – Gerard Gierliński	59
Sedimentological and geochemical record of the Toar anoxic event (TOAE) in the Križna unit in the High Tatra Mountains – Jolanta Iwańczuk, Hubert Wierzbowski, Kinga Bobek	61
Palaeogenomics of the Central European refugia: Spatio-temporal dynamics of the arctic-alpine flora between northern and temperate latitudes. A new project – Anna Janiczek, Katarzyna Izworska, Tomasz Suchan, Agnieszka Wacnik, Michał Słowiński, Inger Greve Alsos, Michał Ronikier	62
Micro- and macroflora of the Upper Jurassic deposits from Wólka Bałtowska (NE surrounding of the Holy Cross Mts) – Agata Jarzynka, Jadwiga Ziaja, Maria Barbacka, Grzegorz Pacyna	63
¹⁴ C and Mass Spectrometry Laboratory, Gliwice – research possibilities of climate changes for Holocene and Pleistocene – Adam Michczyński, Natalia Piotrowska, Sławomira Pawełczyk, Marzena Kłusek, Danuta Michczyńska, Fatima Pawełczyk, Alicja Ustrzycka	65
Climate – goal or means to the goal – Patrycja Piekarska	67
The importance of fungal palynomorphs as palaeoenvironmental indicators for the reconstruction of Miocene climate and vegetation – Grzegorz Worobiec, Elżbieta Worobiec, Marek Widera	68



ISBN 978-83-67807-90-6