



MŁODZI W PALEONTOLOGII

**MATERIAŁY KONFERENCYJNE
EDYCJA XIV - GDYNIA 2026**



Ogólnopolska Konferencja Naukowa

Młodzi w Paleontologii

edycja XIV

Gdynia 28 – 29.03.2026

MATERIAŁY KONFERENCYJNE

POD REDAKCJĄ

Wiktor Czabok, Michalina Dzwoniarek-Konieczna, Łucja Maksymowicz,
Kornelia Statkiewicz, Zuzanna Szałach, Zbigniew Ziarek

Gdynia 2026

RECENZENCI

prof. dr hab. Zofia Dubicka, WG UW
dr hab. Anna Fijałkowska - Mader, prof PIG, PIG-PIB
dr hab. inż. Marcin Krajewski, prof. AGH, WGGIOŚ AGH
dr hab. Tomasz Sulej, prof. IPal PAN, IPal PAN
dr hab. Anna Hrynowiecka, PIG-PIB
dr Łukasz Czepiński, IPal PAN
dr Patrycja Jernas, WOIG UG
dr Grzegorz Pacyna, IB UJ
dr Wojciech Pawlak, IBE UW
dr inż. Monika Pilarz, WGGIOŚ AGH
dr Dawid Surmik, WNP UŚ
dr Natalia Szymańska, IO PAN
mgr Katarzyna Grygorczyk, PIG-PIB
inż. Zbigniew Ziarek, WGGIOŚ AGH

OPRAWA GRAFICZNA

Oliwia Boguszevska, Adam Durkiewicz, Amelia Figurska,
Zuzanna Szałach, Anastazja Toch

Copyright © by Authors, Gdynia 2026

ISBN 978-83-945891-3-4

Młodzi w Paleontologii XIV

Gdynia 28 - 29.03.2026

ORGANIZATOR

Wydział Oceanografii i Geografii Uniwersytetu Gdańskiego

KOMITET NAUKOWY

dr hab. Ewa Głowniak, WG UW

dr hab. Małgorzata Witak, prof. UG, WOIG UG

dr Agnieszka Marcinowska, WOIG UG

dr Patrycja Jernas, WOIG UG

dr Angelika Szmytkiewicz, WOIG UG

KOMITET ORGANIZACYJNY

Geologiczne Koło Naukowe WOIG UG

dr Agnieszka Marcinowska

dr Robert Sokołowski

Wiktor Czabok

Amelia Figurska

Kinga Kołek

Tomasz Królikowski

Kornelia Statkiewicz

Zuzanna Szałach

Maja Tomaszczuk

Koło Naukowe Oceanografii Operacyjnej WOIG UG

dr Jakub Idczak

Dagmara Chrzanowska

Gabriela Dobies

Łucja Maksymowicz

Studenckie Koło Naukowe Oceanografii WOIG UG

Maksymilian Łuczkiwicz

Katedra Oceanografii Chemicznej i Geologii Morza WOIG UG

dr Michałina Dzwoniarek-Konieczna



WYCIECZKI PRZEDKONFERENCYJNE

dr Jakub Idczak
dr Patrycja Jernas
dr Robert Sokołowski
Wiktor Czabok
Kinga Kołek
Łucja Maksymowicz
Kornelia Statkiewicz
Zuzanna Szalach

STRONA INTERNETOWA

Koło Naukowe Informatyki L!der

Weronika Ostrowska

Patronat Honorowy

JM Rektor Uniwersytetu Gdańskiego
Dziekan Wydziału Oceanografii i Geografii UG
Minister Klimatu i Środowiska
Marszałek Województwa Pomorskiego
Prezydent Miasta Gdańsk
Prezydent Miasta Gdyni
Przewodniczący Rady Miasta Gdyni
Państwowy Instytut Geologiczny - PIB
Instytut Paleobiologii im. R. Kozłowskiego Polskiej Akademii Nauk

Sponsorzy

Prorektor ds. Studenckich Uniwersytetu Gdańskiego
Dziekan Wydziału Oceanografii i Geografii UG
Ingeo Sp. z o.o.
Silstop Sp. z o.o.

Partnerzy

DETECT - Wykrywacze metali
Muzeum Bursztynu. Oddział Muzeum Gdańska
Akwarium Gdyńskie MIR

Młodzi w Paleontologii XIV

Gdynia 28 - 29.03.2026

Tegorocznym gospodarzem XIV edycji Ogólnopolskiej Konferencji Naukowej „Młodzi w Paleontologii” jest Wydział Oceanografii i Geografii Uniwersytetu Gdańskiego, który jest jednym z wielu wydziałów Uniwersytetu Gdańskiego, będących wiodącą jednostką naukową w regionie z zakresu Nauk o Ziemi.

Obrady konferencji odbędą się na Kampusie Gdynia, pod adresem:

**Wydział Oceanografii i Geografii Uniwersytetu Gdańskiego
al. Marszałka Piłsudskiego 46
81-378 Gdynia**

(w niedalekiej odległości od przystanku SKM Gdynia Wzgórze Świętego Maksymiliana)



Budynek Wydziału Oceanografii i Geografii Uniwersytetu Gdańskiego,
Kampus Gdynia



Symbolem XIV edycji konferencji „Młodzi w Paleontologii”, odbywającej się na wybrzeżu Morza Bałtyckiego, jest *Cibicides wuellerstorfi*. Wybór tej bentonicznej otwornicy na logo wydarzenia podkreśla ścisły związek nauk paleontologicznych z badaniami środowiska morskiego oraz promuje taksony o kluczowym znaczeniu badawczym.

Cibicides wuellerstorfi to jednokomórkowy, ameboidalny organizm morski z gromady Foraminifera, który odróżnia się od typowych ameb posiadaniem twardej skorupki. W swoim naturalnym środowisku organizm ten formuje z protoplazmy wielofunkcyjne nibynóżki (pseudopodia), które służą mu do poruszania się, przyczepiania do podłoża oraz odżywiania. Gatunek ten jest szczególnie istotny dla nauki jako stały mieszkaniec strefy batialnej, gdzie pełni rolę precyzyjnego paleowskaźnika.

Wybór tego taksonu jako symbolu konferencji ma na celu zwrócenie uwagi na jego fundamentalne znaczenie w rekonstrukcji warunków panujących w dawnych oceanach. Dzięki analizie składu chemicznego pancerzyka oraz izotopów stabilnych węgla i tlenu, badacze są w stanie odtworzyć wentylację mórz, zasolenie oraz temperaturę wód przydennych. Jako niezwykle czuły „paleotermometr”, *Cibicides* pozwala naukowcom na chronologiczne odtworzenie zdarzeń klimatycznych, co idealnie koresponduje z nadmorskim charakterem spotkania młodych badaczy.

SPIS TREŚCI

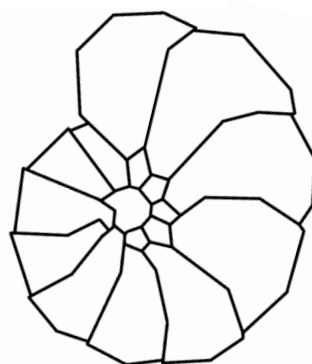
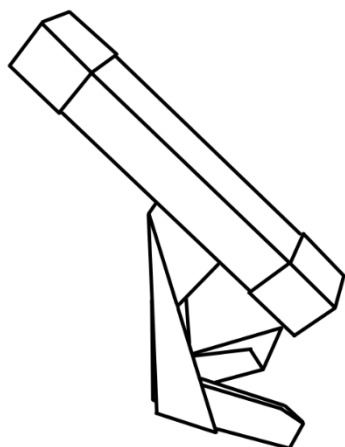
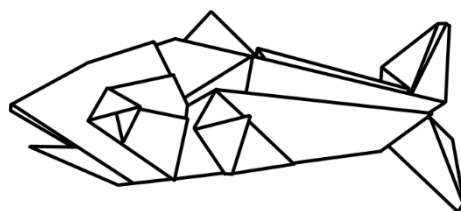
SZCZEGÓŁOWY PLAN KONFERENCJI	11
WYCIEZKI PRZEDKONFERENCYJNE	12
BUDOWA GEOLOGICZNA KLIFU CHŁAPOWSKIEGO – MODEL FACJALNY I ICHNOFACJE OSADÓW MIOCENU.....	13
MIKROSKAMIEŃAŁOŚCI OTWORNIC W OSADACH POŁODOWCOWYCH SPITSBEREGNU	24
ROZWÓJ GEOLOGICZNY MORZA BAŁTYCKIEGO I ZRÓŻNICOWANIE OSADÓW DENNYCH	28
ROZWÓJ INWAZYJNYCH I BEZINWAZYJNYCH METOD WYKORZYSTYWANYCH W BADANIACH DNA MORSKIEGO	36
WYKŁADY KONFERENCYJNE	50
POSTGLACJALNA EWOLUCJA GŁĘBI GDAŃSKIEJ W ŚWIELE BADAŃ BIOSTRTYGRAFICZNYCH, SEDYMENTOLOGICZNYCH I GEOCHEMICZNYCH.....	51
PALEOEKOLOGICZNE I GEOCHEMICZNE METODY REKONSTRUKCJI ZMIAN ŚRODOWISKOWYCH Z WYKORZYSTANIEM MORSKICH MIKROSKAMIEŃAŁOŚCI.....	52
SKAMIEŃAŁOŚĆ, GATUNEK, CZAS GEOLOGICZNY	53
EKOSYSTEM GÓRNOTRIASOWEGO STANOWISKA PORĘBA NA GÓRNYM ŚLĄSKU.....	54
NOWE METODY BADAŃ PALEOCEANOGRAFICZNYCH Z UŻYCIEM OTWORNIC.....	55
SESJA REFERATOWA I	56
PONOWNE SPOJRZENIE NA RZEKOMĄ SŁODKOWODNOŚĆ MEZOZOICZNYCH SKRZYPŁOCZY	57
WPROWADZENIE DO ZAPISU KOPALNEGO MAŁŻY DRAŻĄCYCH W DREWNI	58
WĄWAŁ: KLASYCZNY PROFIL DOLNEJ KREDY W ŚWIELE NOWYCH BADAŃ MIKROPALEONTOLOGICZNYCH	59
TRIAS GÓRNY W OLKUSZU – WSTĘPNE ROZPOZNANIE ODSŁONIĘCIA FORMACJI CHRZANOWSKIEJ. 60	
DLACZEGO WYŚCİÓŁKI TUBOTHALAMEA WYMYKAJĄ SIĘ FOSYLIZACJI? ANALIZA PORÓWNAWCZA MIKROSTRUKTURY I SKŁADU W OBU GROMADACH	61
EWOLUCJA WIEDZY O KAPSUŁACH JAJOWYCH RYB CHRZĘSTNOSZKIELETOWYCH I PLAKODERMÓW	62
ANALIZA ZMIAN EKOLOGICZNYCH OKOLIC ALWERNI NA PODSTAWIE MALAKOFAUNY SUBFOSYLNEJ GAUDYNOWSKICH SKAŁEK	63
FAUNA KREDOWYCH ERATYKÓW POMORZA WSCHODNIEGO	64
MAŁŻORACZKI Z UTWORÓW GÓRNEJ KREDY ROWU KLESZCZOWA –WSTĘPNE WYNIKI BADAŃ.....	65
SESJA REFERATOWA II	66
ŻAR MIEDAR: ARCHOZAUROMORFY ZE ŚRODKOWEGO TRIASU (LADYN) GÓRNEGO ŚLĄSKA.....	67
PROCERATOSAURIDAE (DINOSAURIA, THEROPODA): PALEOBIOGEOGRAFIA I PALEOEKOLOGIA (PRZEGLĄD).....	68
ZRÓŻNICOWANA FAUNA WĘŻY Z PÓŽNEGO MIOCENU Z KLYMENTOVYCHI, UKRAINA	69
RÓŻNORODNOŚĆ NIEPTASICH DINOZAUROW (DINOSAURIA) NA ŚWIECIE W MEZOZOIKU	70
REKONSTRUKCJA PALEOEKOLOGII ZAUROPODA <i>NEMEGTOSAURUS MONGOLIENSIS</i>	71
SESJA REFERATOWA III	73
OCENA PRZYDATNOŚCI CECH UŻĘBIENIA W IDENTYFIKACJI TAKSONOMICZNEJ KONI PLEJSTOCENSKICH Z EUROPY ŚRODKOWEJ.....	74
NOWE DANE DOTYCZĄCE WYMIANY UŻĘBIENIA U <i>CHULSANBAATAR VULGARIS</i> (MULTITUBERCULATA, MAMMALIA)	75

ANALIZA OSTEOMETRYCZNA KOŚCI KOŃCZYN RENIFERA (<i>RANGIFER TARANDUS</i>) JAKO NARZĘDZIE REKONSTRUKCJI MOBILNOŚCI W PÓŻNYM PLEJSTOCENIE	76
PROBLEMY Z LĄDOWYM RETYKIEM - RÓŻNORODNOŚĆ LĄDOWYCH CZWORONOGÓW POD KONIEC PÓŻNEGO TRIASU	77
RADIACJA MIOCEŃSKICH HIENOWATYCH (<i>HYAENIDAE, CARNIVORA</i>) I OPIS SZCZĄTKÓW Z OBSZARU POLSKI	78
REDUKCJA PALCÓW U KONI JAKO ADAPTACJA DO ŚRODOWISK OTWARTYCH – UJĘCIE BIOMECHANICZNE I PALEOŚRODOWISKOWE	79
ZASTOSOWANIA SZTUCZNEJ INTELIGENCJI (AI) W PALEOBIOLOGII. MOŻLIWOŚCI I OGRANICZENIA AUTOMATYCZNEJ SEGMENTACJI I MORFOMETRII SKAMIENTAŁOŚCI	80
NIEOCZEKIWANY STEPOWY GOŚĆ - REWIZJA SZCZĄTKÓW RODZAJU <i>VULPES</i> Z JASKINI W ROGÓŹCE	81
SESJA REFERATOWA IV	82
NIE BYŁO NAS – BYŁ LAS? HISTORIA NAJNOWSZA SZATY ROŚLINNEJ W EUROPIE	83
DOSTĘPNOŚĆ EDUKACJI PALEONTOLOGICZNEJ I GEOLOGICZNEJ Z PERSPEKTYWY OSÓB Z NIEPEŁNOSPRAWNOŚCIĄ WZROKU	84
AKTYWNOŚĆ TEKTONICZNA A SUKCESJA ROŚLINNA W MIOCEŃSKICH OSADACH KONIŃSKIEGO ZAGŁĘBIA WĘGLA BRUNATNEGO	85
UNIKALNIE ZACHOWANA FAUNA KAMBRYJSKA Z BRZECZOWA	86
ŚLADY PIJAWKI KOŃSKIEJ (<i>HAEMOPIS SANGUISUGA</i>) UZYSKANE W EKSPERYMENTACH NEOICHOLOGICZNYCH	87
ZAGADKOWE PASOŻYTY. UWAGI O POZYCJI SYSTEMATYCZNEJ I FILOGENETYCZNEJ WRZĘCH (PENTASTOMIDA)	88
POSTERY	89
SKAMIENTAŁOŚCI SPOD GDYŃSKICH KLIFÓW	90
ZMIANY ONTOGENETYCZNE W BUDOWIE SZKIELETU <i>TARBOSAURUS BATAAR</i>	91
ANALIZA ZESPOŁÓW OTWORNIC POGRANICZA KAMPANU I MASTRYCHTU PROFILU DOLINY ŚRODKOWEJ WISŁY (PIOTRAWIN, KAMIEŃ, KŁUDZIE)	92
STAN WIEDZY O UBARWIENIU SINOSAUROPTERYX PRIMA W OBLICZU WYDZIELENIA SINOSAUROPTERYX LINGYUANENSIS ORAZ HUADANOSAURUS SINENSIS	93
ZRÓŻNICOWANIE TAKSONOMICZNE GADÓW MORSKICH DOLNEGO-ŚRODKOWEGO TRIASU Z GOGOLINA (GÓRNY ŚLĄSK, POLSKA)	94
TRÓJWYMIAROWA REKONSTRUKCJA CZASZKI GÓRNOKREDOWEJ JASZCZURKI Z BAYN DZAK (PUSTYNIA GOBI, MONGOLIA)	95
NA ROZDROŻU: EWOLUCJA WCZESNYCH EUFILLOFITÓW	96
DESIGN DOSKONAŁY? OD TRIASU DO DZIŚ: PRZEKOPNICE	97
REDESKRYPCJA <i>ARCHAEORNITHOIDES DEINOSAURISCUS</i> , ENIGMATYCZNEGO TEROPODA Z GÓRNEJ KREDY MONGOLII	98
KRÓTKI PRZEGLĄD WYBRANYCH KREDOWYCH SKAMIENTAŁOŚCI ŚLADOWYCH Z FLISZU KARPACKIEGO	99
ROLA GRZBIETÓW APIKOBAZALNYCH W CHWYTANIU ZDOBYCZY, CZYLI ANALIZA PORÓWNAWCZA MECHANIKI ZĘBÓW NOTOZAUROW I DZISIEJSZYCH DRAPIEŻNIKÓW MORSKICH	100
WYKORZYSTANIE ZAAWANSOWANYCH MODELI STATYSTYCZNYCH W KLASYFIKACJI MIKROSKAMIENTAŁOŚCI	101
CZY PTAKI TO NADAL TEROPODY? CELUROZAURY SĄ POTECJALNIE POZA NEOTEROPODAMI	102
ŚLADY BIOMINERALIZACJI U MILIOLIDÓW: SKŁAD ORGANICZNEJ MATRYCY MUSZLI <i>PENEROPLIS</i> SPP.	103
MORFOLOGIA WEWNĄTRZCZASZKOWA PACHYCEFALOZAUROW	104
PRZYPUSZCZALNY NOWY GATUNEK RECEPTAKULITA	105
BIOGEOGRAFIA OSTATNICH PLAGIOZAUROW (TEMNOSPONDYLII, PLAGIOSAURIDAE)	106

HARMONOGRAM KONFERENCJI MŁODZI W PALEONTOLOGII XIV	
GODZINA	SOBOTA - I DZIEŃ KONFERENCJI
08:00 - 09:00	REJESTRACJA UCZESTNIKÓW
09:00 - 11:30	OTWARCIE KONFERENCJI I WYKŁADY INAGURACYJNE
9:30 - 10:00	dr hab. Małgorzata Witak prof. UG (Uniwersytet Gdański) - Postglacialna ewolucja Głębi Gdańskiej w świetle badań biostratygraficznych, sedimentologicznych i geochemicznych
10:00 - 10:30	dr Patrycja Jernas (Uniwersytet Gdański) - Paleoeologiczne i geochemiczne metody rekonstrukcji zmian środowiskowych z wykorzystaniem morskich mikroskamieniałości
10:30 - 11:00	dr hab. Ewa Głowniak (Uniwersytet Warszawski) - Skamieniałość, gatunek, czas geologiczny
11:00 - 11:30	dr Grzegorz Pacyna (Uniwersytet Jagielloński) - Ekosystem górnortriasowego stanowiska Poręba na Górnym Śląsku
11:30 - 12:00	PRZERWA KAWOWA 30 MIN
12:00 - 14:15	I SESJA REFERATOWA
12:00 - 12:15	Jonatan Audycki - Ponowne spojrzenie na rzekomą słodkowodność mezozoicznych skrzypłoczy
12:15 - 12:30	Agata Bonk - Wprowadzenie do zapisu kopalnego małży drążących
12:30 - 12:45	Joanna Chrzastowska - Wąwał: klasyczny profil dolnej kredy w świetle nowych badań mikropaleontologicznych
12:45 - 13:00	Wiktor Czabok - Trias górny w Olsztynie - wstępne rozpoznanie odsłonięcia Formacji Chrzastowskiej
13:00 - 13:15	Karolina Godos - Dlaczego wyściółki Tubothalamea wymykają się fosylizacji? Analiza porównawcza mikrostruktur i składu w obu gromadach
13:15 - 13:30	Katarzyna Grygorczyk - Ewolucja wiedzy o kapsułach jajowych ryb chrzęstnoszkieletowych i plakodermów
13:30 - 13:45	Paulina Laskowska-Piekoszewska - Analiza zmian ekologicznych okolic Alwerni w późnym holocenie na podstawie malakofauny subfossylnej Gaudynowskich Skalek
13:45 - 14:00	Szymon Sweboski - Fauna kredowych eratyków Pomorza Wschodniego
14:00 - 14:15	Zbigniew Ziarek - Małżorazki z utworów górnej kredy Rowu Kleszczowa - wstępne wyniki badań
14:15 - 16:00	PRZERWA OBIADOWA 2H
16:00 - 17:00	SESJA POSTEROWA ORAZ PREZENTACJA PRAC ARTYSTYCZNYCH
17:00 - 17:30	PRZERWA KAWOWA 30 MIN
17:30 - 18:45	II SESJA REFERATOWA
17:30 - 17:45	Łukasz Czepiński - Żar Miedar - Archozauromorfy ze środkowego triasu (Iadyn) Górnego Śląska
17:45 - 18:00	Kamil Gadzina - Proceratosauridae (Dinosauria, Theropoda) - paleobiogeografia i paleoekologia (przegląd)
18:00 - 18:15	Olaf Lizak - Zróżnicowana fauna węży z późnego miocenu z Klymentovychi, Ukraina
18:15 - 18:30	Krzysztof Stuchlik - Różnorodność nieptasich dinozaurów (Dinosauria) na świecie w Mezozoiku
18:30 - 18:45	Marceli Witasik - Rekonstrukcja paleoekologii zauropoda <i>Nemegtosaurus mongoliensis</i>
WYDARZENIE INTEGRACYJNE	
20:00-21:00	Nocne poszukiwania bursztynów na plaży
21:30	Impreza integracyjna: Degustatoria - ul. Świętojańska 130, 81-404 Gdynia
NIEDZIELA - II DZIEŃ KONFERENCJI	
08:30 - 09:00	Wykład otwierający: dr Natalia Szymańska (Instytut Oceanologii Polskiej Akademii Nauk) Nowe metody badań paleoceanograficznych z użyciem otwornic.
9:00 - 11:00	III SESJA REFERATOWA
9:00 - 9:15	Karol Karbowski - Ocena przydatności cech uzębienia w identyfikacji taksonomicznej koni plejstocentrycznych z Europy Środkowej
9:15 - 9:30	Paweł Muniak - Nowe dane dotyczące wymiany uzębienia u <i>Chulsanbaatar vulgaris</i> (Multituberculata, Mammalia)
9:30 - 9:45	Oliwia Oszczępalińska - Analiza osteometryczna kości kończyn renifera (<i>Rangifer tarandus</i>) jako narzędzie rekonstrukcji mobilności w późnym plejstocenie
9:45 - 10:00	Michał Siedlicki - Problemy z lądowym retykiem - różnorodność lądowych czworonogów pod koniec późnego triasu
10:00 - 10:15	Maciej Strusiński - Radiacja mioceńskich hienowatych (<i>Hyaenidae</i> , <i>Carnivora</i>) i opis szczątków z obszaru Polski
10:15 - 10:30	Zuzanna Szalach - Redukcja palców u koni jako adaptacja do środowisk otwartych - ujęcie biomechaniczne i paleośrodowiskowe
10:30 - 10:45	Adam Urbański - Zastosowania sztucznej inteligencji (AI). Możliwości i ograniczenia automatycznej segmentacji i morfometrii skamieniałości w paleobiologii
10:45 - 11:00	Aleksandra Kropczyk - Nieoczekiwany stepowy gość - rewizja szczątków rodzaju <i>Vulpes</i> z jaskini w Rogórze
10:45 - 11:15	PRZERWA KAWOWA 30 MIN
11:15 - 12:45	IV SESJA REFERATOWA
11:15 - 11:30	Krzysztof Bajkowski - Nie było nas - był las? Historia najnowsza szaty roślinnej w Europie
11:30 - 11:45	Jakub Nowicki - Dostępność edukacji paleontologicznej i geologicznej z perspektywy osób z niepełnosprawnością wzroku
11:45 - 12:00	Anastazja Piaskowska - Aktywność tektoniczna a sukcesja roślinna w mioceńskich osadach Konińskiego Zagłębia Węgla Brunatnego
12:00 - 12:15	Kamil Poteralski - Unikalne zachowana fauna kambryjska z Brzechowa
12:15 - 12:30	Franciszek Wrona - Ślady pijawki końskiej (<i>Haemopsis sanguisuga</i>) uzyskane w eksperymentach neoichnologicznych
12:30 - 12:45	Edwin Sieredziński - Zagadkowe pasożyty. Uwagi o pozycji systematycznej i filogenetycznej wrzecz (<i>Pentastomida</i>)
12:45 - 13:30	UROCZYSTE ZAKOŃCZENIE KONFERENCJI I WRĘCZENIE WYRÓŻNIEN
13:30 - 16:30	PRZERWA OBIADOWA 3H
16:30 - 18:00	WYDARZENIE FAKULTATYWNE: Wspólne zwiedzanie Muzeum Bursztynu w Gdańsku



WYCIECZKI PRZEDKONFERENCYJNE



KLIF CHŁAPOWO

BUDOWA GEOLOGICZNA KLIFU CHŁAPOWSKIEGO – MODEL FACJALNY I ICHNOFACJE OSADÓW MIOCENU

Robert J. Sokołowski

Katedra Geofizyki, Wydział Oceanografii i Geografii al. Marszałka Piłsudskiego 46, 81-378 Gdynia

Wstęp

Klif Chłapowski jest jednym z kilku aktywnych klifów na Pobrzeżu Kaszubskim, gdzie odsłaniają się osady kenozoiku. Położony jest pomiędzy Łebskim Żlebem koło Przylądka Rozewie na zachodzie, a Władysławowem na wschodzie wzdłuż wybrzeża południowego Bałtyku (Ryc. 1). Wysokość krawędzi Klifu Chłapowskiego dochodzi do 56m n.p.m., a długość odsłonięć osadów go tworzących wynosi około 3,6km. Krawędź Klifu w kilku miejscach rozcięta jest kilkoma wąwozami (suchymi dolinkami), z których największy jest Wąwóz Rudnik w zachodniej części Chłapowa oraz bezimienny wąwóz w Cetniewie.



Ryc. 1. Lokalizacja Klifu Chłapowskiego na tle innych odsłonięć osadów miocenu na Pomorzu Gdańskim (źródło: geoportal.gov.pl).

Budowa geologiczna Klifu Chłapowskiego jest dwuczłonowa. Dolną część tworzą osady miocenu dolnego i środkowego. Ich odsłonięcia w zależności od stopnia odsłonięcia ścian ciągną się od Cetniewa do rejonu na zachód od Wąwozu Rudnik i dochodzą do wysokości około 15m. Ponad nimi zalegają osady plejstocenu o miąższości do 30m. Obydwie serie rozdziela wyraźna granica erozyjna, podkreślona obecnością bruku erozyjnego o wielkości otoczaków do 1m średnicy (Ryc. 2). Osady

plejstocenu tworzyły się w środowiskach wodnolodowcowych i fluwialnych, a w górnej części występują soczewki iłów warwowych oraz poziom gliny lodowcowej z ostatniego nasunięcia lądolodu skandynawskiego (Moskalewicz i Sokołowski, 2014; Moskalewicz i in., 2016).



Ryc. 2. Granica erozyjna pomiędzy osadami miocenu dolnego i plejstocenu z widocznymi dużymi głazami w spągu

Historia badań

Odsłonięcia osadów piaszczystych w Klifie Chłapowskim budziły zainteresowanie naukowców począwszy od XIX-go wieku. Pierwszą publikację na temat wieku i pochodzenia osadów miocenu przedstawił Heer (1869), który na podstawie badań kopalnej makroflory określił ich wiek na mioceniński. Zostało to potwierdzone w późniejszych badaniach paleobotanicznych (Passendorfer i Zabłocki, 1946) i palinologicznych (Grabowska, 1976). Pierwsze bardziej szczegółowe badania litologiczne osadów paleogenu i neogenu przedstawili Marzec i Woźny (1972). Stwierdzili oni, że osady te występują *in situ* i osiagają miąższość do około 130m. Oparli się oni głównie na wierceniach, ale przeprowadzili badania także w odsłonięciach Klifu Chłapowskiego. Kolejne kompleksowe badania paleogenu i neogenu przedstawiła Kramarska (2006). Według w/w badań osady piaszczysto-mułkowe, odsłaniające się w Klifie Chłapowskim, powstawały podczas miocenu dolnego (formacja gorzowska) i miocenu środkowego (formacja krajeńska) w śródlądowym środowisku fluwialnym. Poniżej osadów miocenu dolnego występują ily i mułki piaszczyste z piaskiem glaukonitowym w spągu (formacja czempińska, piętro rupel) dolnego oligocenu. Są to osady morskie i brakiczne. Od wyżej ległych osadów miocenu oddziela je luka stratygraficzna. Najniższą część profilu kenozoiku stanowią piaski glaukonitowe z fosforytami, przechodzące ku górze w mułowce piaszczyste z bursztynem (Kramarska, 2006).

Najwięcej uwagi poświęcono badaniom paleobiologicznym. Głównym przedmiotem badań był pyłek roślinny, makroszczałki roślin oraz fitoplankton (m.in. Grabowska i Ważyńska, 1997;

Ślodka, 2004). Badania sedymentologiczne i litologiczne najczęściej uwagi poświęcały obecności soczewek i wkładek węgla brunatnego w rejonie Chłapowa (Wagner, 2007; Widera, 2010).

Wyniki badań

Dzięki rozległości i dostępności profili osadów miocenu odsłaniających się w Klifie Chłapowskim, możliwe było przeprowadzenie szczegółowych badań litofacyjnych, i litologicznych (w tym skład granulometryczny, skład minerałów ciężkich oraz stopień obtoczenia ziaren kwarcu) oraz analizy skamieniałości śladowych, które dotychczas nie były przedmiotem badań.

Sedymentologia

Analiza litofacyjna została oparta o metodykę przedstawioną przez Mialla (1978, 2006), z późniejszymi modyfikacjami Zielińskiego (2014). Wykorzystano także metodykę przedstawioną przez Martinus i Van den Berg (2011), Dalrymple i in. (2012) i Davis (2012). W oparciu o analizę litofacyjną opracowano trzypoziomowy model hierarchiczny jednostek: litofacja (podstawowa jednostka osadowa powstała w wyniku pojedynczego procesu sedymentacyjnego, Ryc. 3), zespół litofacyjny (środowisko sedymentacyjne) oraz kompleks litofacyjny (całe środowisko sedymentacyjne).

Na podstawie przeprowadzonych badań wydzielono trzy główne jednostki depozycyjne (kompleksy litofacyjne), które odpowiadają trzem odmiennym środowiskom depozycyjnym. Wszystkie zrekonstruowane środowiska sedymentacyjne stanowią różne części przybrzeżnego obszaru, gdzie następowała depozycja osadów klastycznych oraz organicznych.

	Fo	Organic mud, massive or laminated		Deformations		Diplocraterion (D)
	Li	Lignite		Erosional surface		Conichnus (Co)
	Tih	Tidal horizontal lamination		Intraclast pavement		Cylindrichnus (Cy)
	Fm, Fh	Fine sediments: massive or horizontal laminated		Erosional surface with intraclast pavement		Fugichnia (Fu)
	Fle	Muds with lenticular lamination		Plant detritus		Planolites (Pl)
	Sfl	Sands and silts with flaser lamination		Palaeocurrent direction		Skolithos (Sk)
	Sfl(b)	Sands and silts with bifurcated flaser lamination		Fining-upward sedimentary cycle		Rosselia (Ro)
	Sw, Fw	Sands and silts with wavy lamination				Ophiomorpha (Op)
	Sr(c)	Sands with climbing ripple cross-lamination				Plant roots (Rt)
	Sr	Sands with ripple cross lamination				
	Shb	Sands with herring-bone cross stratification				
	Sti	Sands with tidal-bundle cross stratification				
	IHS	Sands with inclined heterolithic stratification (IHS)				
	Sh	Sands with horizontal lamination (stratification)				
	Sp	Sands with tabular cross-stratification				
	St	Sands with trough cross-stratification				
	So	Sands with oscillation ripple cross-lamination				
	HCS	Sands with hummocky cross-stratification (HCS)				
	EC	Erosional channels				

Ryc. 3. Kod litofacyjny wraz z symbolami struktur różnego typu i głównymi skamieniałościami śladowymi

Kompleks litofacyjny dolny

Ta jednostka zbudowana jest z trzech zespołów litofacyjnych (Ryc. 4A). Najniższy zespół zbudowany jest z mułków sinobłękitnych i brunatnych o laminacji smużystej i falistej bez bioturbacji o miąższości co najmniej 1m. Te litofacje odsłaniają się u samego podnóża klifu (Ryc. 4B). Powyżej występuje litofacja piasków gruboziarnistych z domieszką drobnego żwiru w spągu o miąższości około 1m i niewyraźnym

warstwowaniu przekątnym małokątowym (Ryc. 4C). Miejscami obserwuje się niewielkie soczewki mułkowe. Powyżej nich występuje rytmit piasków gruboziarnistych o laminacji riplemarków oscylacyjnych oraz typu *HCS* przechodzące w mułki o laminacji horyzontalnej i falistej (Ryc. 4D). Dolne granice cykli piaszczysto-mułkowych są typu erozyjnego. W członach mułkowych występują bioturbacje. Miąższość całości wynosi około 1-2m. Powyżej zalegają piaski drobnoziarniste i pylaste o laminacji soczewkowej i warstwowaniu typu *HCS* (Ryc. 4E) o miąższości wynoszącej od 2 do 4m.



Ryc. 4. Kompleks litofacjalny dolny. A – kontakt erozyjny osadów kompleksu dolnego i środkowego; B – mułki o laminacji horyzontalnej i falistej; C – piaski gruboziarniste o słabo widocznym warstwowaniu przekątnym małokątowym; D – rytmit piasków o laminacji riplemarków falowych (So) i mułków i laminacji falistej; E – piaski pylaste o laminacji smużystej (Sfl). W górnej części widoczne warstwowanie typu *HCS*

Kompleks litofacjalny środkowy

Osady tej jednostki występują niemalże na całej długości Klifu Chłapowskiego. Ich największa miąższość, dochodząca do 10 m, jest widoczna na zachód od Wąwozu Rudnik (Ryc. 5A). Spąg tego kompleksu ma wyraźny erozyjny charakter, podkreślony niekiedy występowaniem bruku intraklastów mułków organicznych oraz frakcji żwirowej (Ryc. 5B). Dominują piaski średnio i gruboziarniste

o warstwowaniu przekątnym nachylonym oraz typu *IHS* o miąższości do 7m (Ryc. 5C). W ich obrębie występują niekiedy mniejsze rozcięcia erozyjne wypełnione piaskiem oraz liczne klasty mułów organicznych i różnej wielkości fragmenty konarów i całe pnie drzew ułożone poziomo (Ryc. 5D). W środkowej części dominują piaski różnoziarniste o warstwowaniu przekątnym tabularnym wspinające się pod górę stoku depozycyjnego (Ryc. 5E). Ku górze osady piaszczyste przechodzą stopniowo piaski drobnoziarniste i mułki organiczne laminowane horyzontalnie, niekiedy o laminacji typu *Thl* (Ryc. 5F). W stropowej części pojawiają się coraz bardziej miększe przewarstwienia mułów organicznych, przechodzące niekiedy w soczewki węgla brunatnego (Ryc. 5G). W niektórych litofacjach piaszczystych o warstwowaniu typu *Sp* pojawiają się draperie mułowe w ich spągowej części (Ryc. 5H).

Kompleks litofacjalny górny

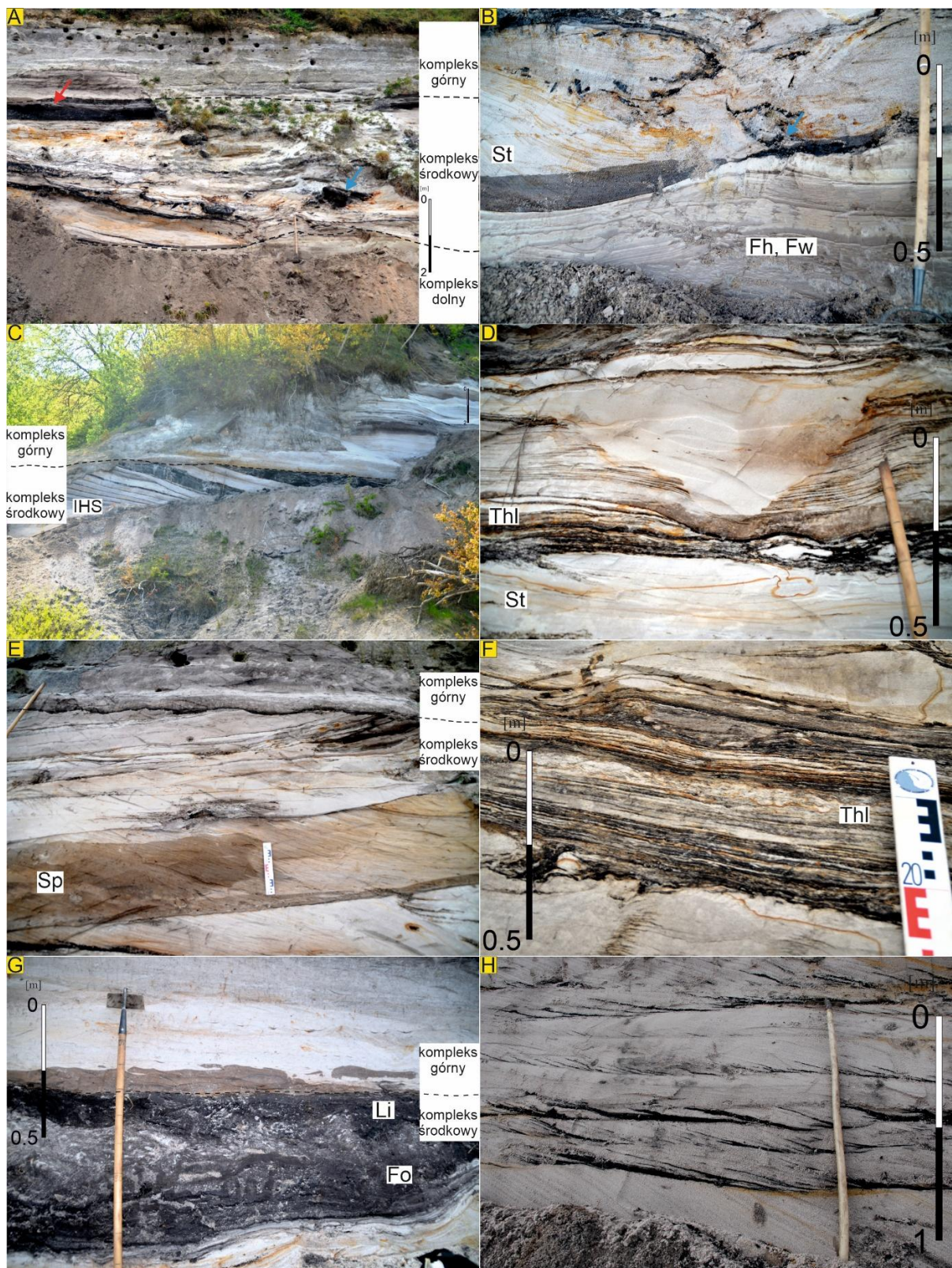
Osady tego kompleksu litofacjalnego zachowały się w strefach o największej miąższości osadów miocenu. Miejscami są one całkowicie zerodowane przez późniejsze procesy w plejstocenie. Miąższość tej jednostki dochodzi do 5-6m. W miejscach, w których nie występuje kompleks środkowy, osady kompleksu górnego spoczywają bezpośrednio na dolnej serii i mają kontakt sedymentacyjny, podkreślony występowaniem warstwy uwęglonego torfu, lub jego porwaków w spągu (Ryc. 6A). Kontakt z niżej ległymi osadami kompleksu środkowego ma z reguły charakter erozyjny (Ryc. 6B). Powyżej powierzchni spągowej występują piaski gruboziarniste ze żwirem kwarcowym o laminacji riplemarków falowych (Ryc. 6C). Tworzą one miejscami kilka cykli rytmików z piaskami drobnoziarnistymi i pylastymi o laminacji falistej i smużystej z licznymi ichnoskamieniałościami (Ryc. 6D). Ku górze stopniowo przechodzą w miększą litofację (2-3m) piasków drobnoziarnistych o laminacji smużystej i mułków o laminacji soczewkowej (Ryc. 6E-F). W górnej części tego kompleksu litofacjalnego występują różnej wielkości rozcięcia kanałów erozyjnych wypełnione rytmicznie laminowanymi piaskami i mułkami organicznymi (Ryc. 6G-H).

Ichnofacje

W całym profilu osadów miocenu w Klifie Chłapowskim występują skamieniałości śladowe. Koncentrują się one przede wszystkim w osadach dolnego i górnego kompleksu litofacjalnego. Na podstawie ich składu gatunkowego można wydzielić dwie główne ichnofacje: *Skolithos* i *Cruziana*. Obydwie ichnofacje charakteryzują się zubożeniem pod względem liczby gatunków oraz miejscami silnym zbioturbowaniem osadów (wysokim współczynnikiem bioturbacji – BI). Środkowy kompleks litofacjalny jest praktycznie pozbawiony ichnoskamieniałości, z wyjątkiem stropowej, bardziej drobnoziarnistej części.

Ichnofacja *Skolithos*

W całym profilu osadów ta ichnofacja dominuje. W jej skład wchodzi ichnogatunki *Skolithos*, *Ophiomorpha*, *Diplocraterion* (Ryc. 7A-D). Nieco rzadziej występują *Bergaueria*, czy *Macaronichnus* (Ryc. 7D,F). Stopień zbioturbowania jest z reguły niski do średniego. Te ichnoskamieniałości występują w osadach piaszczystych. W osadach najgrubszych (litofacje *HCS*, *So*) dominują *Skolithos*, podczas gdy w osadach piaszczystych wzbogaconych w substancję organiczną (litofacja *Sfl*) częściej spotykane są ichnoskamieniałości *Diplocraterion* i *Macaronichnus* (Ryc. 7C-D).



Ryc. 5. Kompleks litofacialny środkowy. A - Duży kanał fluwialny w obrębie kompleksu środkowego z pniami drzew (niebieska strzałka) i mulami organicznymi (czerwona strzałka); B – kontakt erozyjny osadów kanału fluwialnego z osadami kompleksu dolnego.; C – warstwowanie nachylone heterolityczne (IHS) z różnej miąższości warstwami mulów węglistych; D – niewielki kanał erozyjny rozcinający rytm piasków i mulków organicznych; E – zespół piasków o przekątnym warstwowaniu tabularnym (Sp) migrujących pod stok depozycyjny; F – rytm piaszczysto-mułkowy (Thl) w górnej części dużego kanału fluwialnego; G – wypełnienie przez mule węgliste przechodzące ku górze w węgiel brunatny opuszczonego kanału fluwialno-żyłowego w stropie kompleksu środkowego; H – piaski o warstwowaniu przekątnym żyłowym z zachowanymi draperiami mulków organicznych

Ichnofacja *Cruziana*

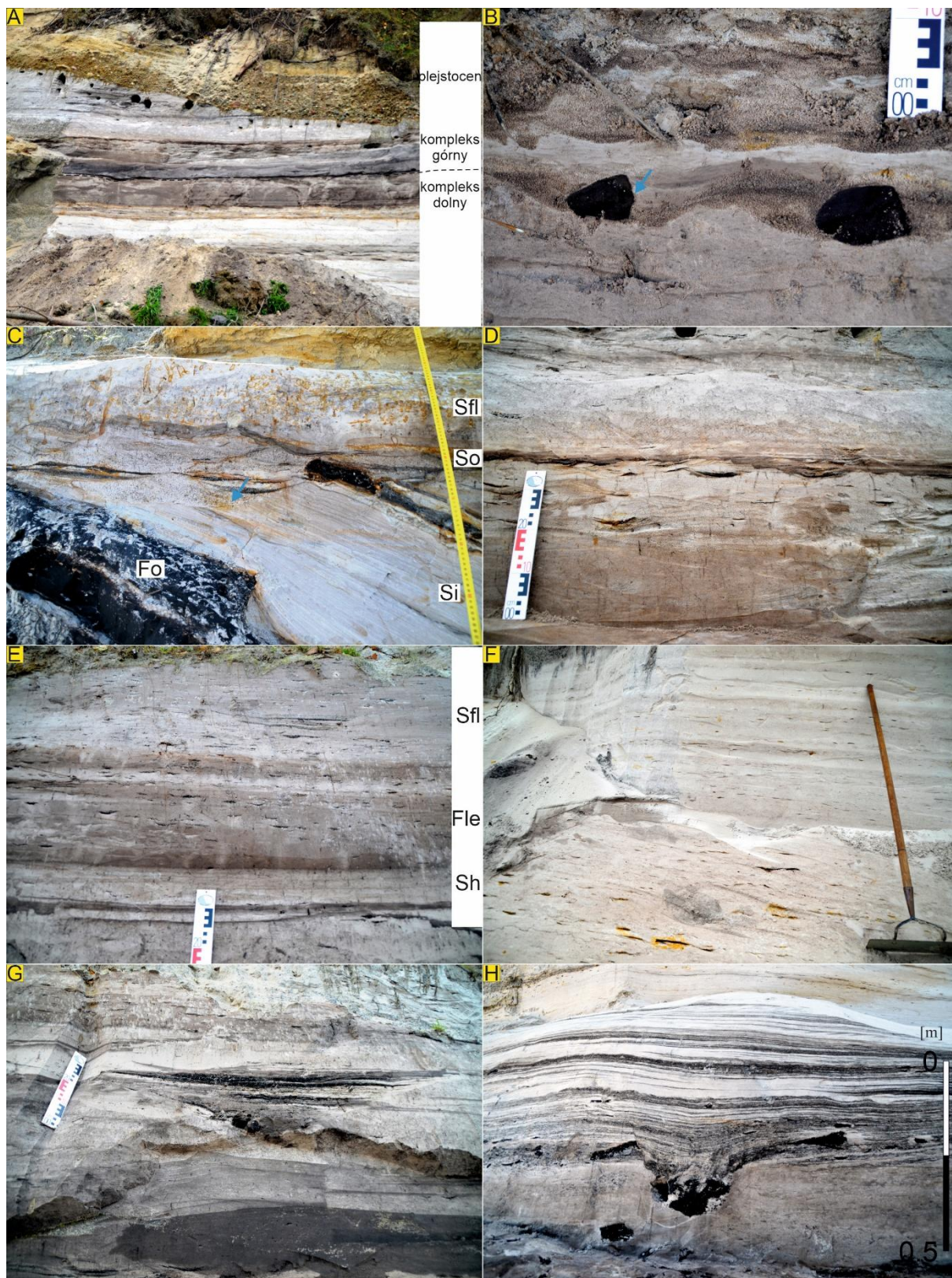
Ta ichnofacja jest reprezentowana głównie przez ichnogatunek *Planolites* (Ryc. 7G-H). Występuje w osadach mułkowatych, wzbogaconych w substancję organiczną. Przeważnie są to przewarstwienia o miąższości od kilku do kilkunastu cm.

Interpretacja

Zintegrowana analiza litofacyjna i analiza ichnofacji pozwoliła wydzielić trzy główne kompleksy litofacyjne. Na ich podstawie określono środowiska depozycji oraz warunki środowiskowe, w jakich one powstawały.

Dolny kompleks litofacyjny rozpoczyna się droбноziarnistymi osadami, które były deponowane z zawiesiny przy stagnacji wody. Efektem tego były przypuszczalnie warunki beztlenowe przy dnie. Sprzyjało to z jednej strony zachowaniu rozproszonej substancji organicznej, a z drugiej strony ograniczało możliwości rozwoju organizmów bentonicznych. Skutkiem tego osady nie noszą śladów bioturbacji. Tego typu warunki wskazują na depozycję w zbiorniku z ograniczoną wymianą wody, przypuszczalnie częściowo odciętej od otwartego morza laguny. Znajdujące się powyżej osady piaszczyste powstały w środowisku wysokoenergetycznym w wyniku migracji w kierunku zbiornika formy piaszczystej podwodnego wału (rewy?). Obecne w tych osadach ichnoskamieniałości typu *Skolithos* wskazują na ich systematyczną kolonizację przez organizmy mieszkające w osadzie i żywiące się zawieszoną organiczną wychwytywaną z toni wodnej w płytkich wodach przybrzeżnych o stosunkowo dużej energii (Dashtgard i Gingras, 2012). Występujący powyżej rytm piaszczysty (*So*→*Sfl*, *Sw*) wskazuje na cykliczną zmianę energii środowiska od silnego falowania dochodzącego do dna zbiornika do spokojnej sedimentacji drobnego piasku i mułku. Można to interpretować jako zapis epizodów sztormowych, powodujących częściową erozję wcześniej zdeponowanych osadów, a następnie opadanie drobniejszego materiału. W okresach normalnego falowania ruch wody dominowała sedimentacja typowa dla strefy podpływowej z pojawiającym się przepływem wody przy dnie i stagnacją, gdy opadał drobniejszy materiał. Człony droбноziarniste rytmitów zawierają ichnoskamieniałości, głównie *Skolithos*. W górnej części kompleksu dolnego dominują facje deponowane na rozległej równi pływowej, głównie piaszczystej (Martinius i Van den Berg, 2011). Osady równi pływowej są w różnym stopniu zbioturbowane, głównie reprezentują zubożoną ichnofację *Skolithos*, a w przewarstwieńiach mułków wzbogaconych w materię organiczną również *Cruziana* (MacEachern i in., 2010; Desjardins i in., 2012; Gingras i MacEachern, 2012).

Człony droбноziarniste rytmitów zawierają ichnoskamieniałości, głównie *Skolithos*. W górnej części kompleksu dolnego dominują facje deponowane na rozległej równi pływowej, głównie piaszczystej (Martinius i Van den Berg, 2011). Osady równi pływowej są w różnym stopniu zbioturbowane, głównie reprezentują zubożoną ichnofację *Skolithos*, a w przewarstwieńiach mułków wzbogaconych w materię organiczną również *Cruziana* (MacEachern i in., 2010; Desjardins i in., 2012; Gingras i MacEachern, 2012).



Ryc. 6. A – kontakt sedimentacyjny z cienką warstwą toru uwęglonego pomiędzy kompleksami litofacjalnymi środkowym i górnym; B – kontakt erozyjny pomiędzy kompleksami litofacjalnymi środkowym i górnym z intraklastami mułków węglistych (niebieska strzałka). Powyżej rytm piasków o laminacji riplemarków falowych i piasków o laminacji smużystej; C – kontakt erozyjny pomiędzy kompleksami litofacjalnymi środkowym i górnym. Powyżej piaski z warstwowaniem typu HCS przykryty piaskami z laminacją smużystą i licznymi skamieniałościami śladowymi; D – piaski o laminacji smużystej z rytmem mułkowo-piaszczystym w centralnej części; E-F – piaski drobne i pylaste równi pływowej z laminacją smużystą i soczewkową; G-H – rozcięcia erozyjne kanałów pływowych z rytmem mułkowo-piaszczystym i intraklastami mułków węglistych w spągu



Ryc. 7. Be - *Bergaueria*, Di – *Diplocraterion*, Ma – *Macaronichnus*, Op – *Ophiomorpha*, Pl – *Planolites*, Sk – *Skolithos*

Kontakt erozyjny kompleksu środkowego wskazuje na wyraźne wcięcie się w podłoże wcześniej zdeponowanych osadów równi pływowej, rzędu 7-8m. Występujący w podłożu piasek gruboziarnisty i żwir wskazuje na dużą energię przepływu. Wskaźnikowymi litofacjami są tu przede wszystkim piaski i mułki o warstwowaniu nachylonym (IHS – Thomas i in., 1987). Są one interpretowane jako efekt migracji bocznej odsypów meandrowych w ujściowym odcinku rzeki (Sisulak i Dashtgard, 2012; Martinus i in., 2017). Na ujściowy charakter koryt może też wskazywać liczna obecność pni drzew i mniejszych fragmentów gałęzi, które pochodziły przypuszczalnie z erozji bocznej migrujących kanałów, których brzegi były porośnięte drzewami typowymi dla dolnego i środkowego miocenu w ciepłych warunkach klimatycznych na obszarze Polski pozakarpackiej (Piwocki i Ziemińska-Tworzydło, 1997; Słodkowska i Kasiński, 2016). Wielkość zachowanych form korytowych wskazuje, że były to duże koryta rozprawdzające rzeki lub rzek, których ujście znajdowało się w rejonie dzisiejszego Klifu Chłapowskiego. Materiał był przypuszczalnie transportowany z obszaru Skandynawii. Oddziaływanie pływów jest widoczne szczególnie w górnej części kompleksu środkowego oraz w strefach przemian pomiędzy poszczególnymi odsypami meandrowymi, gdzie są zachowane odsypy z draperiami mułowymi w ich spągowej części (Friedman i Chakraborty, 2006; Davis, 2012). Powstają one w wyniku dwukierunkowego przepływu wody, z których jeden kierunek jest dominujący (przeważnie odpływ). Podczas maximum przypływu dochodzi do stagnacji wody, w wyniku której z zawiesiny opada drobny osad wzbogacony w materię organiczną. W następującym później przepływie górna część pokrywy mułkowej jest w mniejszym lub większym stopniu erodowana, a zachowuje się w dolnej części migrującego odsypu. Ze względu na zmienną siłę pływów wykazują one niekiedy rytm 7-, 14- lub 28-dniowy (Coughenour i in., 2009; Kvale, 2012). Kolejnym przykładem są wypełnienia mniejszych kanałów w górnej części środkowego kompleksu litofacjalnego, które wykazują wyraźny rytm pływowy (Ryc. 6G-H).

Kontakt górnego kompleksu litofacjalnego jest zróżnicowany. W sytuacji, gdy zalega on na dolnym kompleksie litofacjalnym widoczna jest warstwa mułków węglistych przechodzących w węgiel sapropelowy. Warstwa ta jest obocznie zerodowana i zachowana tylko w postaci intraklastów, co wskazuje na udział erozji (Ryc. 6A-B). Kontakt erozyjny jest znacznie wyraźniejszy na kontakcie ze środkowym kompleksem litofacjalnym, gdzie widoczne są ślady erozji falowej. Wskazuje to na transgresję morza i powstanie powierzchni erozji falowej (*ravinement surface*; Catuneanu i in., 2009).

Powiązana literatura:

- Catuneanu, O., Abreu, V., Bhattacharya, J.P., Blum, M.D., Dalrymple, R.W., Eriksson, P.G., Fielding, C.R., Fisher, W.L., Galloway, W.E., Giblin, M.R., Giles, K.A., Holbrook, J.M., Jordan, R., Kendall, C.G.St.C., Macurda, B., Martinsen, O.J., Miall, A.D., Neal, J.E., Nummedal, D., Pomar, L., Posamentier, H.W., Pratt, B.R., Sarg, J.F., Shanley, K.W., Steel, R.J., Strasser, A., Tucker, M.E., Winker, C. (2009). Towards the standardization of sequence stratigraphy. *Earth-Sci. Rev.* 92, 1–33.
- Coughenour, C.L., Archer, A.W., Lacovara, K.J. (2009). Tides, tidalites, and secular changes in the Earth–Moon system. *Earth-Science Reviews*, 97(1-4), 59–79.
- Dalrymple, R.W., Mackay, D.A., Ichaso, A.A., Choi, K.S. (2012). Processes, morphodynamics and facies of tide-dominated estuaries. [w:] Davis Jr., R.A., Dalrymple, R.W. (red.), *Principles of Tidal Sedimentology*. Elsevier, Dordrecht, pp. 79–107.
- Dashtgard, S.E., Gingras, M.K. (2012). Marine invertebrate neoichnology. [w:] Knaust D., Bromley R.G. (red.) *Trace fossils as indicators of Sedimentary environments. Developments in Sedimentology* 64, pp. 273–295.
- Davis, R., Jr. (2012). Tidal Signatures and Their Preservation Potential in Stratigraphic Sequences. [w:] Davis Jr., R.A., Dalrymple, R.W. (red.), *Principles of Tidal Sedimentology*. Springer, Dordrecht, pp. 35–55.

- Desjardins, P.R., Buatois, L.A., Mangano, M. G. (2012). Tidal flats and subtidal sand bodies. [w:] Knaust, D., Bromley R.G. (red.) *Trace Fossils as Indicators of Sedimentary Environments. Developments in Sedimentology* 64, 529–561, Elsevier.
- Friedman, G.M., Chakraborty, C. (2006). Interpretation of tidal bundles: two reasons for a paradigm shift. *Carbonates and Evaporites* 21(2), 170–175.
- Gingras, M.K., MacEachern, J.A. (2012). Tidal ichnology of shallow-water clastic settings. [w:] Davis Jr, R.A., Dalrymple, R.W. (red.) *Principles of Tidal Sedimentology*. Springer, Berlin, pp. 57–77.
- Grabowska, I. (1976). Palinologiczna charakterystyka osadów mioceńskich w klifie nadbałtyckim w okolicach Chłapowa. *Kwartalnik Geologiczny* 20, 406–407.
- Grabowska, I., Ważyńska, H. (1997). Badania palinologiczne i fitoplanktonowe osadów trzeciorzędowych z Pobrzeża Gdańskiego i z Bałtyku. *Biuletyn Państwowego Instytutu Geologicznego* 375, 5–32.
- Heer, O. (1869). Miocene baltische Flora. Beiträge zur Naturkunde Preussens, Königsberg, 2, 1–104.
- Kvale, E.P. (2012). Tidal constituents of modern and ancient tidal rhythmites: criteria for recognition and analyses. [w:] Davis Jr., R.A., Dalrymple, R.W. (red.), *Principles of Tidal Sedimentology*. Springer, Dordrecht, pp. 1–17.
- MacEachern, J.A., Pemberton, S.G., Gingras, M.K., Bann, K.L. (2010). Ichnology and facies models. [w:] James, N.P., Dalrymple, R.W. (red.), *Facies Models 4*. Geological Association of Canada, St. John's, pp. 19–58.
- Martinus, A.W., Van den Berg, J.H. (2011). *Atlas of sedimentary structures in estuarine and tidally-influenced river deposits of the Rhine-Meuse-Scheldt system: Their application to the interpretation of analogous outcrop and subsurface depositional systems*. EAGE Publications, Houten, pp. 298.
- Martinus, A.W., Fustic, M., Garner, D.L., Jablonski, B.V.J., Strobl, R.S., MacEachern, J.A., Dashtgard, S.E. (2017). Reservoir characterization and multiscale heterogeneity modelling of inclined heterolithic strata for bitumen-production forecasting, McMurray Formation, Corner, Alberta, Canada. *Mar. Pet. Geol.* 82, 336–361.
- Moskaiewicz, D., Sokołowski, R.J. (2014). Kenozoiczne sekwencje fluwialne w klifie. [w:] Sokołowski, R.J., (red), *Ewolucja środowisk sedymentacyjnych regionu Pobrzeża Kaszubskiego*. University of Gdansk, 39–49.
- Moskaiewicz, D., Sokołowski, R.J., Fedorowicz, S. (2016). River response to climate and sea level changes during the Late Saalian/Early Eemian in northern Poland—a case study of meandering river deposits in the Chłapowo cliff section. *Geologos*, 22, 1–14.
- Passendorfer, E., Zabłocki, J. (1946). O trzeciorzędowych i czwartorzędowych utworach brzegu Bałtyku, pomiędzy Wielką Wsią a Jastrzębią Górą. *Rocznik Polskiego Towarzystwa Geologicznego* 16, 169–176.
- Pemberton, S.G., MacEachern, J.A., Saunders, T. (2004). Stratigraphic applications of substrate-specific ichnofacies: delineating discontinuities in the fossil record. [w:] McIlroy, D. (red.), *The Application of Ichnology to Palaeoenvironmental and Stratigraphic Analysis*. Geological Society Special Publication 228, 29–62.
- Pemberton, S.G., MacEachern, J.A., Dashtgard, S.E., Bann, K.L., Gingras, M.K., Zonneveld, J.P., 2012. Shorefaces. [w:] Knaust, D., Bromley, R.G. (red.), *Trace Fossils as Indicators of Sedimentary Environments. Developments in Sedimentology* 64, 563–604.
- Piwocki, M., Ziemińska-Tworzydło, M. (1997). Neogene of the Polish Lowlands – lithostratigraphy and pollen-spore zones. *Geological Quarterly* 41, 21–40.
- Sisulak, C.F., Dashtgard, S.E., 2012. Seasonal control on the development and character of inclined heterolithic stratification in a tide-influence, fluvially dominated channel: Fraser River, Canada. *Journal of Sedimentary Research* 82, 244–257.
- Słodkowska, B., Kasiński, J.R. (2016). Paleogen i neogen: czas dynamicznych zmian klimatycznych. *Przegląd Geologiczny* 64, 15–25.
- Thomas, R.G., Smith, D.G., Wood, J.M., Visser, J., Calverley-Range, E.A., Koster, E.H. (1987). Inclined heterolithic stratification - terminology, description, interpretation and significance. *Sedimentary Geology* 53, 123–179.
- Słodkowska, B. (2004). Palynological studies of the Paleogene and Neogene deposits from the Pomeranian Lakeland area (NW Poland). *Polish Geological Institute Special Papers*, 14.
- Wagner, M. (2007). Węglowe osady miocenu Kępy Swarzewskiej na wybrzeżu bałtyckim. *Geologia* 33, 69–90.
- Widera, M. (2019). What can be learned about the deposition and compaction of peat from the Miocene lignite seam exposed in the Chłapowo Cliff on the Polish coast of the Baltic Sea?. *Geology, Geophysics and Environment* 45(2), 111–119.

WARSZTATY NA STATKU BADAWCZYM R/V OCEANOGRAF

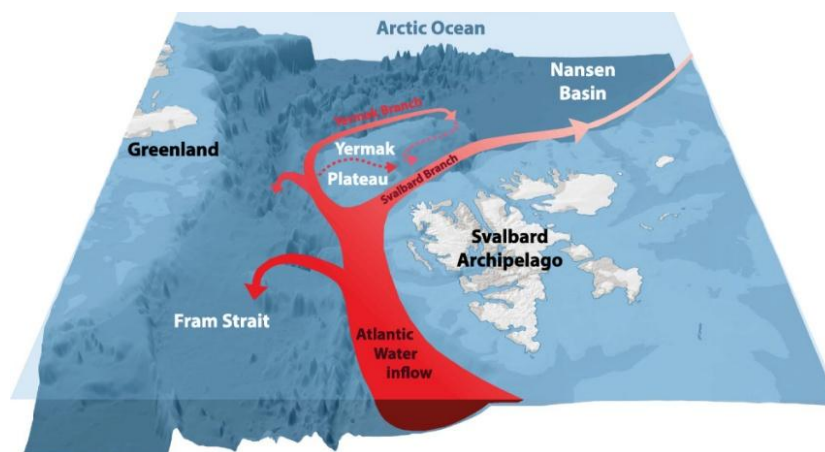
MIKROSKAMIENIAŁOŚCI OTWORNIC W OSADACH POŁODOWCOWYCH SPITSBEREGNU

Patrycja Jernas¹, Aleksandra Szulc²

¹Pracownia Geologii Morza, Katedra Oceanografii Chemicznej i Geologii Morza, Wydział Oceanografii i Geografii, Uniwersytet Gdański

²Oceanografia, Wydział Oceanografii i Geografii, Uniwersytet Gdański

Spitsbergen, największa wyspa archipelagu Svalbard, jest jednym z najbardziej klimatycznie wrażliwych obszarów na Ziemi. Wynika to z jego położenia w Arktyce, gdzie zachodzi zjawisko tzw. amplifikacji arktycznej, czyli szybszego wzrostu temperatury niż średnia globalna. Związane jest to m.in. z napływem ciepłych wód atlantyckich (Ryc.1.) W efekcie obserwuje się tam intensywne topnienie lodowców, zmniejszanie pokrywy lodu morskiego oraz zmiany temperatury i zasolenia wód. Dodatkowo wzrasta dopływ wód słodkich pochodzących z topniejącego lodu, co znacząco wpływa na funkcjonowanie ekosystemów morskich.



Ryc. 1. Schemat cyrkulacji regionalnej napływu ciepłych wód atlantyckich (Atlantic Water inflow) w Cieśninie Fram i Basenie Nansena, na zachód i północ od Archipelagu Svalbard (Meyer i in., 2017)

W tym kontekście szczególne znaczenie mają otwornice (Foraminifera; Ryc. 2 i 3.), czyli jednokomórkowe organizmy zaliczane do protistów, które budują charakterystyczne skorupki wapienne lub aglutynowane. Występują zarówno w osadach dennych, jak i w toni wodnej, a ich ogromną zaletą z punktu widzenia nauki jest wysoka wrażliwość na zmiany środowiskowe. Dzięki temu stanowią one doskonałe bioindykatory, pozwalające śledzić zarówno współczesne procesy, jak i zmiany zachodzące w przeszłości. Badania otwornic prowadzone na Spitsbergenie umożliwiają przede wszystkim rekonstrukcję dawnych warunków klimatycznych. Na podstawie składu gatunkowego oraz analizy chemicznej ich skorupki naukowcy mogą odtworzyć takie parametry jak temperatura i zasolenie wód

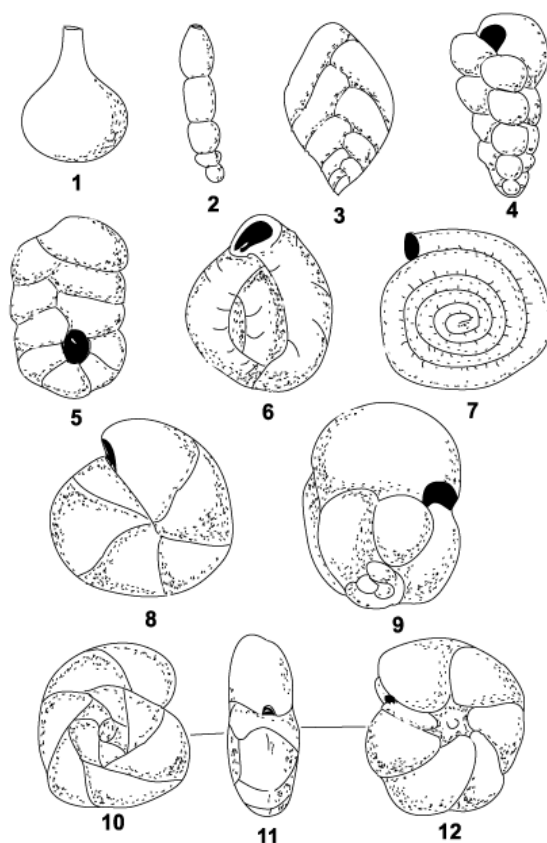
czy obecność lodu morskiego w różnych okresach historii Ziemi. Szczególnie cenne są dane obejmujące ostatnie tysiące lat, które pozwalają lepiej zrozumieć naturalną zmienność klimatu i porównać ją z obecnymi zmianami. Otwornice są również niezwykle przydatne w monitorowaniu współczesnych zmian środowiskowych. Reagują one bardzo szybko na dopływ wód roztopowych z lodowców, zakwaszenie oceanów oraz zmiany w cyrkulacji prądów morskich. Zmiany w strukturze ich zespołów mogą więc stanowić wczesny sygnał zachodzących przemian klimatycznych, zanim będą one widoczne w innych elementach środowiska. Znaczenie tych badań wykracza daleko poza region Arktyki. Wyniki uzyskane na Spitsbergenie pomagają przewidywać przyszłe zmiany klimatu, lepiej rozumieć reakcje ekosystemów na globalne ocieplenie oraz udoskonalać modele klimatyczne. Arktyka, w tym Spitsbergen, pełni zatem rolę swego rodzaju systemu wczesnego ostrzegania dla całej planety, a otwornice stanowią jedno z kluczowych narzędzi w jego analizie.

Identyfikacja taksonomiczna otwornic (Foraminifera) polega na określeniu ich przynależności systematycznej na podstawie cech morfologicznych, a niekiedy także chemicznych i środowiskowych.



Ryc.2. Gatunki najpowszechniej występujących otwornic z rejonu Svalbardu: 1- *Alveolophragmium crassimargo* (Norman, 1892); 2- *Adercotryma glomeratum* (Brady, 1878); 3- *Ammotium cassis* (Parker, 1870); 4- *Recurvoides turbinatus* (Brady, 1881); 5- *Reophax subfusiformis* Earland, 1933; 6- *Silicosigmoilina groenlandica* (Cushman, 1933); 7- *Nonionellina labradorica* (Dawson, 1860); 8- *Globobulimina auriculata* (Bailey, 1894); 9- *Elphidium excavatum* f. *clavatum* Cushman, 1930; 10- *Melonis barleeianum* (Williamson, 1858); 11- *Cassidulina reniforme* Nørvang, 1945; 12- *Islandiella helenae* Feyling-Hanssen & Buzas, 1976; 13- *Islandiella norcrossi* (Cushman, 1933); 14- *Buccella frigida* (Cushman, 1922); 15- *Cibicides lobatulus* (Walker i Jacob, 1798); 16- *Trifarina fluens* (Todd, 1947); 17- *Stainforthia feylingi* Knudsen & Seidenkrantz, 1994; 18- *Stainforthia loeblichii* (Feyling-Hanssen, 1954); 19- *Bolivina pseudopunctata* Höglund, 1947, (Jernas i in., 2018; Jernas i in., 2025)

Proces rozpoczyna się od przygotowania próbki osadu, który należy przesiać, wypłukać i wysuszyć, aby oddzielić drobne organizmy. Następnie pod binokulem izoluje się pojedyncze skorupki, wykorzystując do tego cienki pędzelek lub igłę preparacyjną. Kolejnym etapem jest obserwacja mikroskopowa, podczas której analizuje się kształt skorupki, układ komór, ornamentację oraz typ ściany. Szczególną uwagę zwraca się na cechy diagnostyczne, takie jak liczba i rozmieszczenie komór (Ryc.2 i 3.), typ apertury oraz budowa ściany. Uzyskane obserwacje porównuje się z danymi zawartymi w literaturze i kluczach taksonomicznych, odnosząc je do znanych rodzajów, takich jak *Globigerina*, *Nummulites* czy *Textularia*. Na tej podstawie przypisuje się organizm do odpowiedniego rzędu, rodziny, rodzaju, a czasem również gatunku. W razie potrzeby stosuje się dodatkowe analizy, takie jak badania izotopowe czy obrazowanie w mikroskopie elektronowym, które pozwalają na dokładniejsze określenie cech mikrostrukturalnych i środowiska życia organizmu. Morfologia skorupek otwornic jest niezwykle zróżnicowana, jednak z punktu widzenia klasyfikacji taksonomicznej istotne znaczenie mają dwie cechy: układ komór (Ryc. 3.) oraz kształt otworu-apertury.



Ryc. 3. Podstawowe typy aranżacji komór; 1 - jednokomorowe, 2 - monoserialne, 3 - biserialne, 4 - triserialne, 5 - planispiralne, 6 - milionilne, 7 - planispiralne ewolutive, 8 - planispiralne inwolutive, 9 - streptospiralne, 10-12 - trochospiralne (grzbiet, krawędź, spód) (Loeblich i Tappan, 1964)

Ważnym aspektem zajęć laboratoryjnych jest rozwijanie podstawowych umiejętności identyfikacji taksonomicznej. Uczestnicy uczą się rozpoznawania cech diagnostycznych organizmów, takich jak kształt, wielkość, struktura powierzchni czy obecność charakterystycznych elementów budowy. W przypadku otwornic szczególną uwagę zwraca się na budowę i typ skorupki, ich komorowość oraz ornamentację. Na tej podstawie możliwe jest przyporządkowanie organizmów do odpowiednich grup

systematycznych. Ważnym elementem jest także korzystanie z kluczy do oznaczania oraz literatury naukowej, co pozwala na samodzielne pogłębianie wiedzy i weryfikację wyników identyfikacji. W efekcie pozwala to uczestnikom nie tylko na zdobycie praktycznych umiejętności laboratoryjnych, ale także na lepsze zrozumienie różnorodności organizmów oraz zasad ich klasyfikacji. Stanowi to istotną podstawę do dalszych badań naukowych i pracy w dziedzinach związanych z analizą środowiska przyrodniczego, w tym przypadku charakterystyką polarnego środowiska fiordów Spitsbergenu.

Powiązana literatura:

- Jernas, P., Husum, K., Klitgaard-Kristensen, D., Koc, N., Tverberg, V. (2025). Seasonal variations of recent benthic foraminifera in the surface sediments of Kongsfjorden, Svalbard. *Marine Micropaleontology*, 201: 102528.
- Jernas, P., Husum, K., Klitgaard-Kristensen, D., Koc, N., Tverberg, V. (2018). Annual changes in Arctic fjord environment and modern benthic foraminiferal fauna; evidence from Kongsfjorden, Svalbard. *Global and Planetary Change*, 163:119-140.
- Meyer, A., Sundfjord, A., Fer, I., Provost, C., Robineau, N., Koenig, Z., Onarheim, I., H., Smedsrud, L., H., Duarte, P., Dodd, P., A., Graham, R., M., Schmidtke, S., Kauko, H., M. (2017). Winter to summer oceanographic observations in the Arctic Ocean north of Svalbard. *Journal of Geophysical Research: Oceans*, 122, 6218–6237.
- Loeblich, A.R.; Tappan, H. (1964). *Treatise on Invertebrate Paleontology, Part C: Protista 2*. Geological Society of America and University of Kansas Press, Lawrence.

ROZWÓJ GEOLOGICZNY MORZA BAŁTYCKIEGO I ZRÓŻNICOWANIE OSADÓW DENNYCH

Zuzanna Szałach

Wydział Oceanografii i Geografii Uniwersytetu Gdańskiego

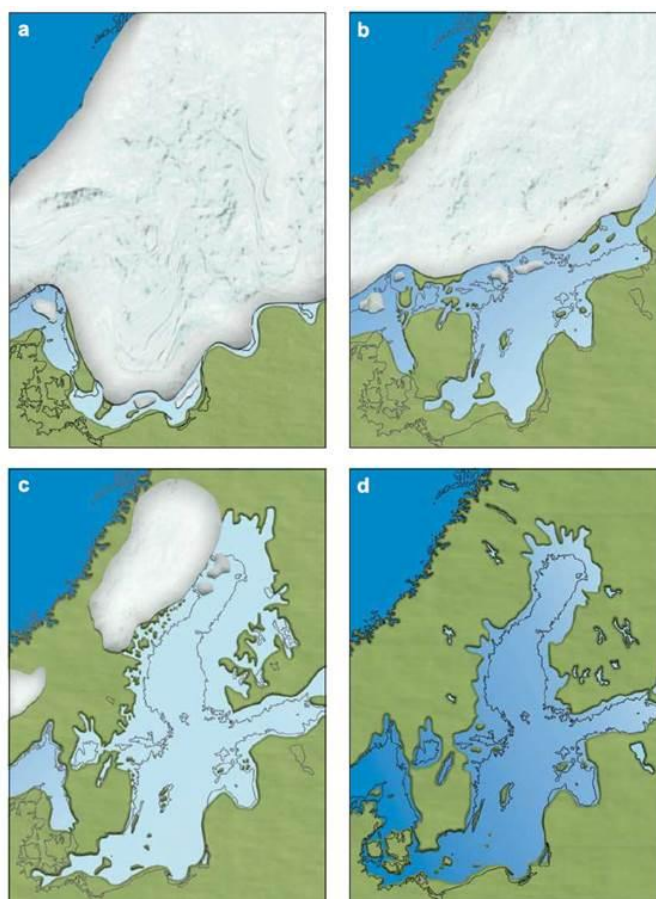
Zarys ewolucji Morza Bałtyckiego z uwzględnieniem Basenu Gdańskiego

Morze Bałtyckie jest młodym morzem wewnątrzkontynentalnym, którego obecna forma ukształtowała się głównie po ustąpieniu ostatniego lądolodu skandynawskiego pod koniec plejstocenu i w holocenie. Proces powstawania Bałtyku był związany z topnieniem lądolodu, izostatycznym podnoszeniem się lądu oraz okresowymi zmianami połączenia z oceanem. W wyniku tych procesów powstało zagłębienie wypełnione wodą, które przechodziło kolejne etapy rozwoju od zbiornika słodkowodnego do współczesnego morza brakicznego (Uścińowicz, 2011a; Witak, 2013).

Najstarszym etapem była faza Bałtyckiego Jeziora Lodowego, które powstało około 14,5–14 tys. lat temu w wyniku topnienia lądolodu skandynawskiego (Ryc. 1a). Powstał wtedy rozległy zbiornik słodkowodny, w którym osadzały się przede wszystkim ropy i muły warwowe powstające w warunkach sedymentacji jeziornej (Uścińowicz, 2011a). W kolejnej fazie, około 11,5 tys. lat temu, powstało Morze Yoldia (Ryc. 1b), które pojawiło się w wyniku krótkotrwałego połączenia Bałtyku z Oceanem Atlantyckim. Doprowadziło to do częściowego zasolenia wód Bałtyku, choć w jego południowej części warunki pozostawały nadal słodkowodne lub słabo brakiczne (Uścińowicz, 1997; Witak, 2013).

Następnie, po ponownym odcięciu połączenia z oceanem, powstało Jezioro Ancylus (Ryc. 1c). Był to zbiornik słodkowodny, w którym poziom wody stopniowo wzrastał wskutek dopływu wód rzecznych oraz topnienia pozostałości lądolodu. Kolejnym etapem było Morze Littorina (Ryc. 1d), które powstało około 8 tys. lat temu w wyniku ponownego połączenia z Oceanem Atlantyckim przez cieśniny duńskie. W tym czasie zasolenie Bałtyku było najwyższe w jego historii. Ostatnim etapem rozwoju jest współczesne Morze Bałtyckie, określane często jako Morze Post-Littorina, charakteryzujące się wodami słabosłonymi, dużym dopływem wód rzecznych oraz ograniczoną wymianą wód z Morzem Północnym (Uścińowicz, 2011a; Witak, 2013).

Basen Gdański, obejmujący Zatokę Gdańską oraz Głębię Gdańską, stanowi jeden z ważniejszych lokalnych basenów sedymentacyjnych południowego Bałtyku. Najgłębszą jego część stanowi Głębia Gdańska, osiągająca głębokość ponad 100m. Basen ten został ukształtowany głównie przez procesy glacialne w plejstocenie, które doprowadziły do zniszczenia wcześniejszej pokrywy osadowej oraz uformowania rzeźby dna przez erozję lodowcową i akumulację osadów glacialnych i fluwioglacialnych. W późniejszym okresie, w holocenie, obszar ten był stopniowo wypełniany przez osady morskie i rzeczne (Uścińowicz, 1997).



Ryc. 1. Rozwój Morza Bałtyckiego: a – Bałtyckie Jezioro Lodowe (14,5-14,0 tys. lat temu); b – Morze Yoldia (11,5 tys. lat temu); c – Jezioro Ancylus (10,4 tys. lat temu); d – Morze Littorina (8,0 tys. lat temu); wiek wg lat kalendarzowych (źródło: Uścińowicz, 2011)

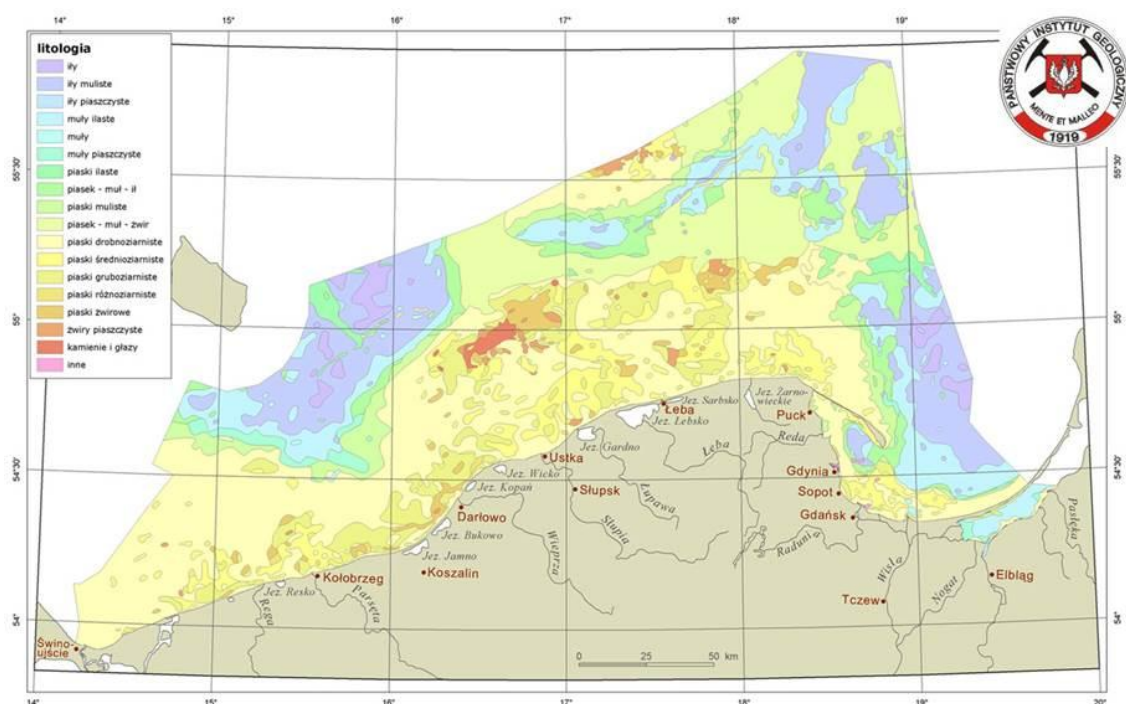
Częścią Zatoki Gdańskiej jest Zatoka Pucka wraz z Zalewem Puckim, ich jest ściśle związana z rozwojem południowego Bałtyku w plejstocenie i holocenie oraz z działalnością lądolodu skandynawskiego i późniejszymi zmianami poziomu morza. W plejstocenie obszar dzisiejszej Zatoki Puckiej był wielokrotnie pokrywany przez lądolód skandynawski podczas kolejnych zlodowaceń. Lądolód pozostawił po sobie liczne osady glacialne (m.in. gliny zwałowe, osady wodnolodowcowe i zastoiskowe) oraz charakterystyczne formy rzeźby takie jak moreny, sandry i pradoliny. Kolejne nasunięcia i recesje lądolodu doprowadziły do ukształtowania podłoża morfologicznego, które stało się podstawą dla późniejszego rozwoju akwenu Zatoki Puckiej. W okresach cieplejszych (interglacialnych) powstawały osady jeziorne, rzeczne i bagienne, które lokalnie wypełniały obniżenia terenu między osadami glacialnymi (Tylmann i Witak, 2022).

W holocenie, wraz z ustąpieniem ostatniego lądolodu i wzrostem poziomu wód Bałtyku, nastąpiło stopniowe zalewanie wcześniej ukształtowanej rzeźby polodowcowej. Zmiany poziomu morza związane z kolejnymi fazami rozwoju Bałtyku doprowadziły do powstania współczesnej formy Zatoki Puckiej. Szczególnie ważnym elementem było uformowanie się Półwyspu Helskiego, który oddzielił płytką wewnętrzną część zatoki - Zalew Pucki - od głębszej zewnętrznej części Zatoki Puckiej. W wyniku tego procesu powstał płytki akwen o ograniczonej wymianie wód, w którym dominują procesy akumulacji osadów piaszczystych, mułowych i organicznych (Witak, 2022).

Charakterystyka osadów dennych

Osady Morza Bałtyckiego zbudowane są z utworów czwartorzędowych. W ich skład wchodzi osady plejstoceńskie, takie jak gliny morenowe, osady fluwioglacjalne oraz ły powstałe w Bałtyckim Jeziorze Lodowym. Na nich zalegają osady holocenne związane z kolejnymi etapami rozwoju Bałtyku, obejmujące m.in. ły Morza Yoldia, osady Jeziora Ancylus oraz osady morskie powstałe w czasie transgresji litorynowej (Uścinowicz, 2011b).

Rozmieszczenie osadów dennych w Morzu Bałtyckim jest ściśle związane z głębokością basenów, energią środowiska hydrodynamicznego oraz dopływem materiału z rzek i erozji wybrzeży (Błaszczyszyn, 1982). W strefie przybrzeżnej, gdzie oddziaływanie falowania i prądów jest najsilniejsze, dominują osady gruboziarniste reprezentowane przez piaski oraz lokalnie żwiry (Ryc. 2). Powstają one w wyniku intensywnego transportu i redepozycji materiału osadowego w warunkach wysokiej energii środowiska.



Ryc. 2. Mapa osadów powierzchniowych (źródło: www.pgi.gov.pl/gdansk/geologia-morza-i-wybrzeza/opracowania/6393-mapa-geologiczna-dna-baltyku.html)

Wraz ze wzrostem głębokości i zmniejszeniem energii hydrodynamicznej następuje przejście do osadów drobniejszych. Na stokach basenów i w strefie przejściowej występują najczęściej piaski drobne oraz piaski muliste (Ryc. 2). Natomiast w najgłębszych częściach basenów bałtyckich, takich jak Głębia Gotlandzka czy Głębia Gdańska, dominują osady bardzo drobnoziarniste - muły i ły, często bogate w materię organiczną. W tych obszarach, ze względu na ograniczoną cyrkulację wód i niedobór tlenu przy dnie, mogą powstawać osady laminowane oraz osady siarczkowe (Uścińowicz, 2011a).

W Basenie Gdańskim występuje wyraźne zróżnicowanie osadów w zależności od głębokości i energii środowiska sedymentacyjnego. W strefie przybrzeżnej, zwłaszcza w Zatoce Gdańskiej, dominują osady piaszczyste oraz piaszczysto-żwirowe, które powstają w wyniku intensywnego falowania i transportu materiału wzdłuż brzegu. Materiał osadowy jest tu również dostarczany przez erozję klifów oraz przez dopływ rzeczny, przede wszystkim z Wisły (Stoch i in., 1980).

Wraz ze wzrostem głębokości następuje przejście do osadów drobniejszych - piasków drobnych, piasków mulistych oraz mułów. W najgłębszych częściach basenu, szczególnie w Głębi Gdańskiej, dominują osady mulisto-ilaste o bardzo drobnej granulacji. Osady te często wykazują laminację, która odzwierciedla sezonowe zmiany warunków sedymentacji oraz ograniczoną aktywność organizmów bentonicznych w warunkach niedoboru tlenu. W wielu miejscach głębokiego basenu występują także warunki beztlenowe, sprzyjające akumulacji materii organicznej (Uścińowicz, 1997).

Osady denne Zatoki Puckiej są silnie zróżnicowane zarówno pod względem uziarnienia, jak i genezy, co wynika ze złożonej historii geologicznej akwenu oraz współczesnych procesów sedymentacyjnych. Występują tu zarówno współczesne osady morskie i lagunowe, jak i wychodnie starszych osadów lądowych - bagiennych i limnicznych, które często są przykryte cienką warstwą młodszych osadów morskich (Szymczak i in., 2025).

Największy udział w pokrywie osadów dna mają piaski różnej frakcji (Ryc. 2), zwłaszcza piaski drobnoziarniste i średnioziarniste, które dominują na płytszych obszarach zatoki oraz w pobliżu brzegów i mielizn. W głębszych częściach akwenu, szczególnie w zewnętrznej Zatoce Puckiej, występują osady drobniejsze - muły piaszczyste, muły ilaste oraz ily muliste, których miąższość może dochodzić do kilku metrów.

Rozmieszczenie osadów jest ściśle związane z głębokością oraz dynamiką środowiska - wraz ze wzrostem głębokości rośnie udział drobniejszych frakcji. Materiał osadowy pochodzi głównie z erozji wysoczyzn morenowych, dopływu rzecznego (np. z Redy), transportu eolicznego oraz procesów sztormowych, które przemieszczają i redeponują materiał piaszczysty (Szymczak i in., 2025).

Powiązana literatura:

- Błaszczyszyn A. (1982). Osady denne [w:] W.K. Gudelis; J.M. Jemielianow (red.), *Geologia Morza Bałtyckiego*, Wydawnictwa Geologiczne.
- Stoch L., Gorlich K., Pieczka F. (1980). Litologia i skład mineralny osadów z dna Basenu Gdańskiego. *Kwartalnik Geologiczny*, 24(2).
- Szymczak E., Rucińska-Zjadacz M., Szmytkiewicz A. (2025). Osady powierzchniowe Zatoki Puckiej [w:] J. Bolałek, D. Burska (red.), *Zatoka Pucka*, Wydawnictwo Uniwersytetu Gdańskiego.
- Tylmann K., Witak M., (2025). Ewolucja Zatoki Puckiej w plejstocenie [w:] J. Bolałek, D. Burska (red.) *Zatoka Pucka*, Wydawnictwo Uniwersytetu Gdańskiego.
- Uścińowicz S. (1997). Basen Gdański. *Przegląd Geologiczny*, 45(6).
- Uścińowicz S. (2011a). Współczesne osady powierzchniowe i procesy sedymentacyjne. [w:] S. Uścińowicz (red.), *Geochemia osadów powierzchniowych Morza Bałtyckiego*, Państwowy Instytut Geologiczny – Państwowy Instytut Badawczy.
- Uścińowicz S., (2011b). Zarys historii morza Bałtyckiego. [w:] S. Uścińowicz (red.), *Geochemia osadów powierzchniowych Morza Bałtyckiego*, Państwowy Instytut Geologiczny – Państwowy Instytut Badawczy.
- Witak M. (2013). *Zarys postglacialnej ewolucji Bałtyku Południowego*. [w:] J. Cyberski (red.) *Ochrona wybrzeża w polityce morskiej państwa. Kaszubsko-pomorska Szkoła Wyższa w Wejherowie*.
- Witak M. (2025). Ewolucja Zatoki Puckiej w holocenie na tle faz rozwojowych Morza Bałtyckiego [w:] J. Bolałek, D. Burska (red.) *Zatoka Pucka*, Wydawnictwo Uniwersytetu Gdańskiego
- www.pgi.gov.pl/gdansk/geologia-morza-i-wybrzeza/opracowania/6393-mapa-geologiczna-dna-baltyku.html [dostęp: 14.03.2026]

Makroskopowy opis osadów dennych

Makroskopowy opis osadów dennych powinien być wykonywany bezpośrednio po pobraniu próbki, ponieważ kontakt z powietrzem może powodować zmiany niektórych cech osadu, zwłaszcza barwy i zapachu. W opisie uwzględnia się przede wszystkim barwę, zapach, uziarnienie (frakcję), domieszki, reakcję z HCl oraz cechy strukturalno-teksturalne.

Barwa osadu

Określenie barwy w badaniach morskich osadów jest bardzo istotne. Zależy ona od wielu czynników m.in.: utleniania, działania słońca czy wysychania osadu. Dlatego barwę należy określić możliwie szybko. Barwa osadu może wynikać ze składu mineralnego, a także występujących w osadzie domieszek.

W celu określenia barwy osadu wykorzystuje się różnego rodzaju wzorce kolorów. Najpopularniejszym jest tablica kolorów Munsell'a (*Munsell Soil Color Chart*) (Ryc.1). Są to zebrane w formie skoroszytu tabele barw oraz odcieni, które umożliwiają porównanie i określenie barwy pobranego osadu, a także nadanie mu numeru odpowiadającego barwie. Trzeba jednak pamiętać, że morskie osady bardzo często są wielobarwne. Dlatego też ważne jest, aby dokonać opisu całej badanej próbki, ewentualne zmiany barwy oraz występujące przebarwienia (Ryc. 2).



Ryc. 1. Wykorzystanie tablicy kolorów Munsell'a (*Munsell Soil Color Chart*) do opisu pobranych próbek osadów (zdj. W. Czabok)

Interpretacja barwy osadu:

- czerwone i brunatne - obecność żelaza trójwartościowego (Fe^{3+}), warunki utleniające,
- zielone lub zielonawoszare - środowisko dobrze natlenione, czasem obecność glaukonitu,
- czarne - duża zawartość materii organicznej lub warunki beztlenowe z siarkowodorem.



Ryc. 2. Laminowana próbka o naruszonej strukturze (zdj. W. Czabok)

Zapach osadu

Zapach odgrywa istotną rolę w przypadku pobierania osadów w miejscach silnie zanieczyszczonych lub w miejscach występowania środowisk beztlenowych. W miejscach zanieczyszczonych bardzo często wyczuwalny jest zapach substancji ropopochodnych np. olejów czy paliwa. W warunkach beztlenowych typowy jest zapach siarkowodoru lub metanu biogenicznego. Najczęściej spotykane zapachy:

- siarkowodór (H_2S) – zapach „zgniłych jaj”, świadczący o warunkach beztlenowych,
- ropopochodne – zapach oleju lub paliwa, wskazujący na zanieczyszczenie antropogeniczne.



Ryc. 3. Osad pobierany do analizy makroskopowej (zdj. W. Czabok)

Uziarnienie osadu (frakcja)

Bezpośrednio po pobraniu osadu można w przybliżeniu określić jego rodzaj biorąc pod uwagę średnicę ziaren, które dominują w próbce, a także w miarę możliwości skład mineralny. W celu makroskopowego określania frakcji osadów dennych można zastosować następujący uproszczony podział:

- frakcja żwirowa (psefitowa): ziarna o średnicy powyżej 2 mm.
- frakcja piaskowa (psamitowa): ziarna od 0,1 do 2 mm.
- frakcja mułowa (pyłowa): ziarna od 0,01 do 0,1 mm.
- frakcja iłowa (pelitowa): ziarna poniżej 0,01 mm.

W opisie warto zaznaczyć, czy osad jest np. „tłusty w dotyku”, co jest charakterystyczne dla iłów i mułów.

Skład chemiczny i domieszki

Reakcja z HCl

Polanie próbki 10% roztworem kwasu solnego (HCl) pozwala wykryć obecność węglanu wapnia (CaCO_3). Silne pienienie oznacza obecność minerałów węglanowych lub fragmentów muszli.

Szczątki organiczne

W osadach mogą występować: fragmenty muszli, szczątki roślin, torf, detrytus organiczny.

Zanieczyszczenia

W próbkach mogą pojawić się także elementy antropogeniczne, np.: szkło, plastik, żużel, fragmenty kabli.

Cechy strukturalno-teksturalne osadu

Podczas opisu należy zwrócić uwagę na sposób ułożenia osadu (Ryc. 2):

- warstwowanie (laminacja) – cienkie warstwy o różnej barwie lub uziarnieniu,
- bioturbacje – zaburzenia struktury przez organizmy bentosowe,
- zmiany uziarnienia w obrębie warstwy – uziarnienie normalne lub odwrócone.

Powiązana literatura:

- Pędziński J., Szymczak E. (2020). Opis makroskopowy morskich osadów dennych [w:] E. Szymczak (red.), *Podstawy interdyscyplinarnych badań Morza Bałtyckiego: skrypt do zajęć dla studentów studiów licencjackich na kierunku Oceanografia*, Gdańsk, Wydawnictwo Uniwersytetu Gdańskiego, s.86-93.
- Wojcieszek D., Piekarek-Jankowska H. (2010). Opis makroskopowy osadów dennych. [w:] J. Bolałek (red.). *Fizyczne, biologiczne i chemiczne badania morskich osadów dennych*, Wydawnictwo Uniwersytetu Gdańskiego.

ROZWÓJ INWAZYJNYCH I BEZINWAZYJNYCH METOD WYKORZYSTYWANYCH W BADANIACH DŃA MORSKIEGO

Łucja Maksymowicz

Wydział Oceanografii i Geografii, Uniwersytet Gdański

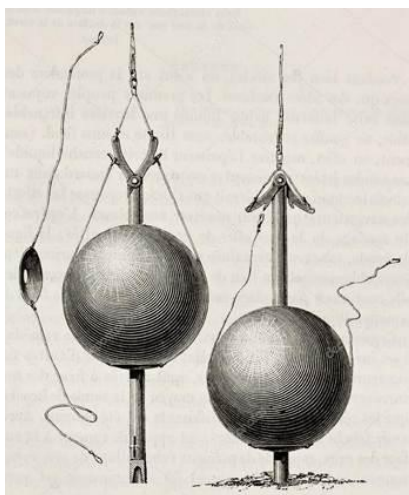
Od starożytności do XIX w.

Zainteresowanie badaniem dna zbiorników wodnych datuje się już na czasy starożytnego Egiptu i Rzymu. Pierwotnie pomiary były wykonywane, w celu zapewnienia jednostce bezpiecznej przeprawy po płytkich akwenach, np. w trakcie transportu przez Nil. O ile w strefach przybrzeżnych wykorzystywano proste *tyczki bambusowe*, tak na większych głębokościach stosowano *sondę ręczną* (ang. *lead line*). Przyrząd był zbudowany z ołowianego ciężarka zamocowanego na linie konopnej z zaznaczonymi interwałami głębokości (Ryc. 1). Procedura pomiarowa polegała na ręcznym opuszczeniu sondy z unieruchomionej jednostki, a następnie wyciągnięciu jej po odczytaniu głębokości. Istotnym elementem konstrukcyjnym było wgłębienie na spodzie ciężarka wypełnione łożem. Umożliwiało to pobranie próbek osadu i określenie charakteru litologicznego, np. muł, piasek czy żwir, co stanowiło fundament wczesnej analizy dna (Kemp i D'Olier, 2015).



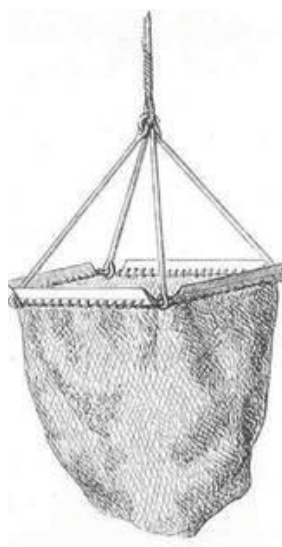
Ryc.1. Tradycyjna sonda ręczna (źródło: Royal Museums Greenwich)

Sonda ręczna była używana do XIX w., w którym to nastąpił przełom. Dokładnie w 1854 r., John Mercer Brooke skonstruował innowacyjny aparat do pomiarów głębokowodnych, zwany *Brooke's Deep-Sea Sounding Apparatus*. Do sondy ręcznej wprowadził mechanizm składający się z bębna kołowego, a do ciężarka zamontował element zwalniający oraz rurkę (Ryc. 2). Dawało to możliwość dokładniejszego odczytania głębokości, nawet do 3000m, jak również urządzenie wykorzystywane było w badaniach osadów powierzchniowych, do kilku centymetrów w głąb dna. Z czasem do rurki wprowadzono zawór zapobiegający wymywaniu osadu, dzięki czemu metoda ta stała się jeszcze skuteczniejsza (Anonim, 1873).



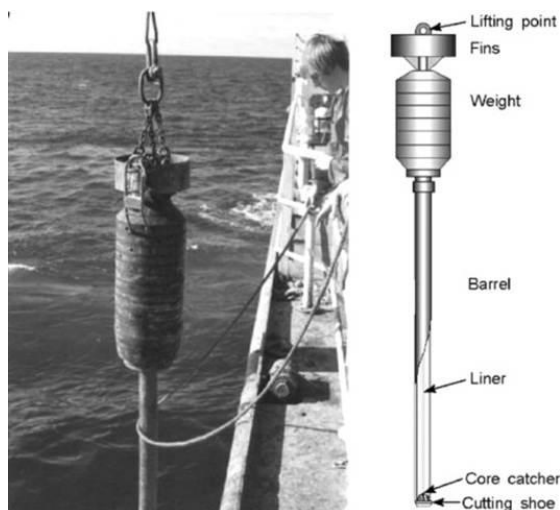
Ryc.2. Aparat do pomiaru głębokości Brooke's Deep-Sea Sounding Apparatus (źródło: Tissandier G., Hac w L'Eau)

Sondy nie były jedynymi urządzeniami do określania osadów na dnie oceanu. W tym celu wykorzystywano również *dragi* (Ryc. 3). Pierwsze badania na ten temat opublikował w swojej książce Otho Friedrich Müller w 1779 r., opisał w niej sposób działania dragi oraz wyniki swojej pracy. Draga składała się ze stalowej ramy oraz siatki zaczepionej na długiej linie, co umożliwiała ciągnięcie jej za statkiem po dnie akwenu. Stalowa rama przeciwstawiała się oporom wody, a zawieszona sieć, podobna do rybackiej z oczkami, przez którą woda mogła swobodnie przepływać, zbierała osady i organizmy, które po wyjęciu z dragi można było klasyfikować (Anonim, 1873).



Ryc.3. Draga Otho Frederick Müller A.D. 1750 (źródło: Linda Hall Library)

W tym samym czasie swoje początki miał również pobór pierwszych rdzeni osadów. Odbывał się on za pomocą tak zwanego *rdzeniownika grawitacyjnego* (ang. *gravity corer*) (Ryc. 4), który składał się z przezroczystej rury z obciążnikiem i zaworem na dnie zatrzymującym osad. Urządzenie opuszczane było na linie i służyło do poboru nienaruszonego rdzenia osadu dennego penetrując dno wyłącznie pod wpływem własnej masy i grawitacji. Ze względu na ograniczenia technologiczne próbki osadów nie były pobierane w sposób dokładny. Często po penetracji dna osady wypadały z rury bądź zostawały wymieszane, a także, ze względu na wysoką siłę tarcia, rdzenie były bardzo krótkie (Thomson i Murray, 1873–1876).



Ryc.4. Rdzeniownik grawitacyjny (źródło: Audibert i Huang 2005)

Wyprawa HMS Challenger

Opisane powyżej urządzenia (*Brooke's Deep-Sea Sounding Apparatus*, dragi oraz rdzeniowniki) zostały wykorzystane podczas pierwszej ekspedycji morskiej prowadzącej badania środowiskowe na okręcie badawczym *HMS Challenger* (1872–1876). Badania trwające 4 lata objęły ponad 127 000km żeglugi po Oceanie Atlantyckim, Pacyfiku i Oceanie Indyjskim. Zespół wykonał tysiące pomiarów temperatury, głębokości i zasolenia. Zidentyfikował około 4700 nowych gatunków morskich oraz zmapował dno oceaniczne. Zmierzono również najgłębszy punkt Rowu Mariańskiego, znany dziś jako Głębia Challenger. Wyniki ekspedycji opublikowano w latach 1880–1895 w 50-tomowym dziele *Report on the Scientific Results of the Voyage of HMS Challenger*.



Ryc.5. Maszyna sondująca Kelvina, *Kelvin Sounding Machine* (źródło: Royal Museums Greenwich)

Wyprawa Challenger uświadomiła badaczom, jak małą skuteczność posiada sonda wprowadzona przez Johna Mercera Brooke'a. Głównym powodem była lina konopna używana do badań. Otóż nie była ona odporna na działanie prądów i fal, co generowało błędy pomiarowe. W celu ich ograniczenia Sir William Thomson (Lord Kelvin) w 1872 r. opracował *Kelvin sounding machine* (Ryc. 5). Urządzenie, które wykorzystywało cienki drut stalowy, wykonany ze struny fortepianowej, a lina

konopna służyła jedynie do amortyzacji pracy bębna. Co więcej, na bębnie zamontowano licznik, a nad ciężarkiem chemiczne rurki Wigzella, barwiące się pod wpływem zmiany ciśnienia i zasolenia wody, ze względu na będący w nich chromian srebra (Kelvite sounding machine - *HandWiki*).

Konstrukcja Kelvina stała się również podstawą późniejszych modeli, takich jak *Sigsbee Sounding Machine* (Ryc. 6), który przede wszystkim posiadał mechaniczną wyciągarkę liny, dokładniejszy licznik obrotów oraz sprężynowe amortyzatory. Dzięki nim lina reagowała nie tylko na prądy w wodzie, ale również na zmiany położenia statku względem fali. Nad ciężarkiem domontowano również termometr głębinowy. Dzięki tak skonstruowanemu urządzeniu badacze otrzymywali informacje na temat trzech parametrów: głębokości, rodzaju osadów oraz temperatury. Przed erą sonarów akustycznych sonda ta przez kilkadziesiąt lat była standardowym narzędziem do prowadzenia pomiarów batymetrycznych na wszystkich akwenach (Littlehales, 1894).



Rys.6. *Sigsbee Sounding Machine* na pokładzie statku U.S. Albatross (źródło: Sea and Sky Ocean Exploration Timeline)

Titanic i początek XX w.

Prawdziwym impulsem do zmian stała się największa katastrofa statku pasażerskiego swoich czasów *RMS Titanic* w 1912 r. Wydarzenie to dało nowe spojrzenie na bezpieczeństwo żeglugi, co również poruszyło branżę hydrograficzną. Głównym problemem był brak technologii do wykrywania podwodnych przeszkód oraz możliwości wykonywania badań w trakcie pływania (Fessenden, 1914). W odpowiedzi na to wydarzenie Reginald Fessenden opracował *Fessenden oscillator* (Ryc. 7). Urządzenie to miało postać dużego metalowego cylindra w wodoodpornej obudowie. Było montowane do kadłuba statku lub opuszczane do wody dzięki wciągarni. Działało na zasadzie indukcji elektromagnetycznej. W celu wykrywania przeszkód w toni wodnej wysyłany był sygnał akustyczny, generowany za pomocą układu elektromagnetycznego, w który był on zaopatrzony. Tak wygenerowana fala akustyczna propaguje w wodzie, a gdy natrafiała na obiekt o odmiennej impedancji akustycznej (będącej iloczynem gęstości i prędkości dźwięku ośrodka, w którym fala propaguje, np. stalowa łódź podwodna) odbijała się od niego, a część energii fali odbitej powraca do przetwornika. W ten sposób, w przypadku urządzenia *Fessenden*

oscillator, rejestrowane były drgania, które były słyszalne dla osoby posiadającej słuchawki przymocowane do oscylatora. Pozwalało to zarówno na nadawanie, jak i odbieranie sygnałów dźwiękowych w toni wodnej. Wynalazek Fressendena pozwalał wykrywać duże obiekty, takie jak np. góry lodowe oddalone nawet o 3km od odbiornika, a także umożliwiał komunikację kodem Morse'a z jednostkami podwodnymi, gdzie zasięg sięgał aż do 31 mil morskich (Blake, 1914).



Ryc.7. Reginald Fessenden i *Fessenden oscillator*, 1914r. (źródło: Wikipedia)

W momencie, w którym Fessender opracował „głośnik akustyczny”, Alexander Behm zrewolucjonizował system badania dna morskiego. Odkrył on, że w porównaniu do gór lodowych dźwięk od dna morskiego odbija się intensywniej. To odkrycie doprowadziło do stworzenia w 1913 r. *Behm-Echolot* (Ryc. 8). Było to małe urządzenie, które precyzyjnie wyliczało czas potrzebny na dotarcie fali akustycznej do dna i z powrotem. Następnie na podstawie prostego równania $h = \frac{v \cdot t}{2}$, gdzie v to prędkość dźwięku w wodzie, zaś t czas przebiegu sygnału do dna i z powrotem, można było wyliczyć głębokość (h) do dna w metrach (Behm, 1928).



Ryc.8. Echo sonda Behm z katalogu firmy *Behm-Echolot-Gesellschaft* z 1918 r. (źródło: SH von A bis Z A. Behm)

I Wojna Światowa

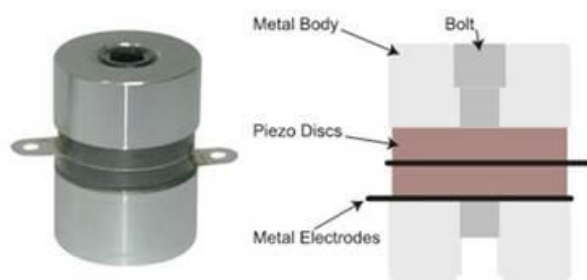
Wypadek RMS *Titanic* był tylko impulsem do wykorzystania fal dźwiękowych w celu wykrywania przeszkód. Główny rozwój urządzeń akustycznych przypada na lata wojenne, w tym wybuch I wojny światowej w 1914 r. Problemem na skalę światową stały się wówczas niemieckie U-booty i okręty podwodne innych państw. Co prawda w trakcie wojny wykorzystywano oscylator Fessendena (w tym czasie urządzenie Behma zostało utajnione przez wojsko niemieckie i nie było wykorzystywane w przemyśle (Behm, 1928)), jednakże nie generował on wystarczająco silnego impulsu akustycznego, aby określić dokładną odległość od przeszkody, jak i małych łodzi podwodnych. Wówczas swoje badania zaczęli francuski fizyk Paul Langevin oraz rosyjski fizyk Constantin Chilowsky. Bazując na pierwszych badaniach akustycznych z 1824 r. oraz piezoelektrycznej właściwości kwarcu, stworzyli prototyp przetwornika akustycznego, którego zasada działania wykorzystywana jest w sonarach po dziś dzień.

W ten sposób 1917 r. powstał *hydrofon* (Ryc. 9.), który, przymocowany do dna statku, stał się nieodłącznym elementem żeglugi w trakcie wojny. Kwarc w przetworniku pod wpływem padającej na niego fali akustycznej wibrował przekazując sygnał elektryczny. Umożliwiało to odsłuch zarówno dźwięków słyszalnych jak i ultradźwięków w odległości do ok. 2,7km. Dzięki temu możliwe stało się wychwytywanie wrogich jednostek pod wodą. Jednakże określenie ich dokładnej pozycji było niezwykle trudne ze względu na zagłuszanie sygnału przez napędy statku, na którym znajdował się system nasłuchujący (Tango, 2023).



Ryc.9. Hydrofon używany do detekcji statków podwodnych w trakcie I wojny światowej (źródło: Science photo Library)

Zaraz przed zakończeniem I wojny światowej Langevin i Chilowskim rozszerzyli funkcjonalność swojego hydrofonu dodając do niego możliwość wysyłania sygnałów (Ryc. 10), tworząc tym znaczną konkurencję dla wynalazku Behma. Najistotniejszą różnicą dzielącą te dwa urządzenia było wykorzystanie kwarcu, który pozwalał na wysyłanie ultradźwięków. Wysyłane dźwięki były bardziej precyzyjne co pozwalało na dokładniejsze określenie kierunkowości sygnału, zaś krótsze fale ultradźwiękowe potrafiły wykrywać mniejsze obiekty (IEEE History Center).



Ryc.10. Schemat aktywnego sonaru wynalezionej przez Langevina i Chilowskiego (źródło: Carter)

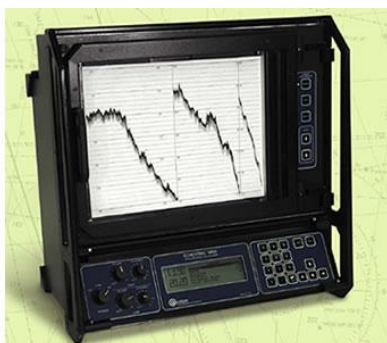
II Wojna Światowa

Po pierwszej wojnie światowej opatentowane urządzenia odnalazły swoje zastosowanie w żegludze. Dzięki nim nawigacja morska stała się znacznie bezpieczniejsza. W latach 20-tych XX w. zaczęto je powszechnie instalować na statkach pomiarowych *Royal Navy Hydrographic Office* oraz niemieckim okręcie badawczym *Meteor*. Z zebranych danych zaczęto tworzyć pierwsze dokładniejsze mapy batymetryczne, oraz prowadzić badania geomorfologiczne z wykorzystywaniem metod inwazyjnych (Fornshell i Tesei, 2013).

Jednakże to wybuch II wojny światowej spowodował przysłowiowe „bum hydrograficzne”. Zaczęła się wtedy silna współpraca między wojskiem a naukowcami, na których zostało wymuszone jak najszybsze opracowanie lepszych systemów akustycznych. Potrzebne były bardziej precyzyjne urządzenia, które dawałyby również m.in. możliwość badania tego co znajduje się w bliskiej odległości od burt statku, a nie tylko pod nim. W 1939 r. jednocześnie, niezależnie od siebie, trzy państwa ZSRR, Japonia i USA zaczęły prace nad ulepszeniem systemu kwarcowego Langevina i Chilowskiego, a w 1941 r. powstała pierwsza syntetyczna piezoceramika. W tym celu wykorzystano tytanian baru, który jest bardziej wytrzymały i czulszy od kwarcu, nawet 20-krotnie. Zmiana elementu kwarcowego pozwoliła na wysyłanie dźwięków penetrujących dno do kilku metrów w głąb. Dodatkowo, plastyczność tytanianu baru, umożliwiła budowę potężniejszych sonarów nowej generacji o mniejszej wielkości (Vul, 1945). W 1952 r. tytanian baru został zastąpiony cyrkoniano-tytanianem ołowiu, który okazał się być jeszcze lepszym materiałem do budowy przetworników akustycznych.

Po II Wojnie Światowej i *Deep Sea Drilling Project*

Po zakończeniu wojny urządzenia sonarowe trafiły do użytku komercyjnego, co pozwoliło na powstanie nowych patentów i ulepszeń. Echosondy przede wszystkim odnalazły swoje zastosowanie w badaniach naukowych. W 1954 r. na statki wprowadzono *Precision Depth Recorder PDR* (Ryc. 11), które było ulepszoną wersją echosondy akustycznej wykorzystującą matryce piezoceramicznych elementów, zbudowaną w taki sposób, że rejestrowała echogram na kartce papieru. Wyniki charakteryzowały się dużą szczegółowością i rozdzielczością (Vilming, 1998). Dzięki dokładności do 1m w tym samym roku została odkryta dolina ryftowa na Grzbiecie Śródatlantyckim (Heezen i in. 1959).



Ryc.11. Echosonda, później nazwana jednowiązkową, z ryciną papieru na której zapisywane są dane i profil dna (źródło: Geodat Trading and Service)

W kolejnych latach na statki trafiały coraz to nowsze systemy wykorzystujące metody akustyczne, pracujące na różnych częstotliwościach, do badań dna i tego co w toni wodnej, a później również tego co poniżej dna. Na początku lat 60-tych wprowadzono *sonar boczny* (ang. *Side Scan Sonar – SSS*) (Ryc. 12) oraz profilomierze osadów dennych (*Sub-Bottom Profiler – SBP*) (Ryc. 13; Fish i Carr, 1990; Blondel, 2009).

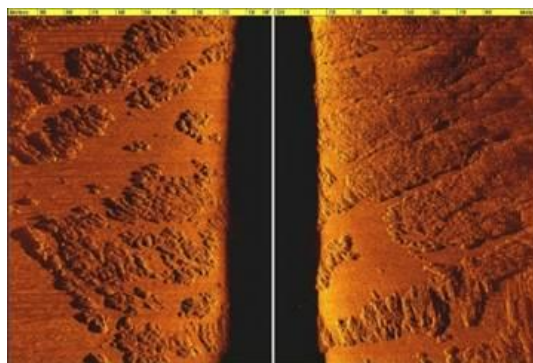


Ryc.12. Sonar boczny (źródło: MarineNAV)

Pierwsze z urządzeń - sonar boczny - wykorzystywany jest przede wszystkim do mapowania struktury powierzchniowej osadów budujących dno morskie, ale również w poszukiwaniach obiektów zalegających na dnie (głównie antropogenicznych). Przetwornik urządzenia zwykle holowany jest za jednostką pomiarową, w bliskiej odległości od dna, aby zebrane dane charakteryzowały się wysoką rozdzielczością i dokładnością. Ponadto, potrafi pracować na dwóch (a w najnowszych urządzeniach nawet trzech) różnych zakresach częstotliwości: niższych (zwykle 100-300kHz), charakteryzujących się większym zasięgiem oraz wyższych (zwykle 600-1600kHz) posiadających lepszą rozdzielczość, kosztem mniejszego zasięgu (Idczak, 2020). Na Ryc.14. zamieszczono fragment mozaiki sonarowej dna zarejestrowany za pomocą tego urządzenia.

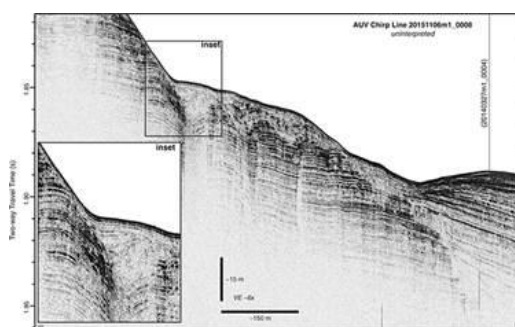


Ryc.13. Sub bottom profiler (źródło: San Diego State University)



Ryc.14. Widok z sonaru bocznego obrazu dna zarejestrowany dla częstotliwości 900kHz (źródło: Idczak 2020)

Drugie z urządzeń – profilomierz osadów dennych – służy do badania tego co znajduje się pod powierzchnią dna morskiego. Wysyła wiązkę akustyczną o bardzo niskiej częstotliwości, często w zakresie pomiędzy 2-20kHz. Dzięki temu sygnał akustyczny wnika w powierzchniowe struktury osadów dna dostarczając nam informacji m.in. na temat ich warstwowości, form geologicznych, np. uskoki, a także miejsc zalegania obiektów lub instalacji pod osadami dennymi. W ośrodkach miękkich, ilastych profile SBP mogą dochodzić do około 100m głębokości, zaś w ośrodkach twardych, piaszczystych sięgają zaledwie kilku metrów (Idczak, 2020). Przykład takich danych zademonstrowano na Ryc. 15. Warto zauważyć, że w momencie, w którym echosondy są często graficznym przedstawieniem tego co możemy zobaczyć na dnie, urządzenia inwazyjne pozwalają nam dotknąć i na własne oczy ocenić jaki osad, lub formy geologiczne faktycznie znajdują się na badanym terenie.



Ryc.15. Profil z SBP, przedstawia warstwowość osadów oraz uskoki (źródło: Pacific Coastal and Marine Science Center)

Glomar Challenger

Jednymi z pierwszych szeroko zakrojonych badań, podczas których powszechnie wykorzystywano zarówno metody bezinwazyjne jak i inwazyjne były badania realizowane od roku 1968 r. ze statku wiertniczego *Glomar Challenger*. Program badawczy, trwający 15 lat, wykorzystywał systemy hydroakustyczne w celu znalezienia najciekawszych fragmentów dna, aby następnie, używając metod inwazyjnych, pobierać rdzenie i próbki osadów z dna. Do 1983 r. zostało zrealizowanych 96 etapów badawczych na wszystkich oceanach świata. Całą ekspedycję opisano w blisko 100 tomowej serii *Internal Reports of the Deep Sea Drilling Project*. Sam projekt potwierdził teorię tektoniki płyt oraz ekspansji dna morskiego, jednocześnie przyczynił się do powstania nowszych i lepszych urządzeń badawczych.

Do pobierania rdzeni w głównej mierze wykorzystywano sondę tłokową (ang. *piston corer*) (Ryc. 16). Swoją budową urządzenie było podobne do wcześniej powstałej sondy grawitacyjnej



Ryc.16. Sonda tłokowa (źródło: KC Denmark Research equipment)

Do sondy został domontowany specjalny tłok, ciężarek zamontowany na równoległej linie oraz element zwalniający. Sonda opuszczana jest na dźwigu ze statku. Dotknięcie przez ciężarek dna powoduje zwolnienie linki, na której zawieszony jest główny rdzeń, co prowadzi do przyspieszenia opadającego rdzenia i płynnego wbicia w dno. Następnie rura z osadem zostaje wyciągnięta, a zabezpieczenie na jego końcu zatrzymuje osad przed wypadnięciem. Po wydobyciu urządzenia na pokład, rdzeń jest cięty na ok. 1 m kawałki, opisywany i przeznaczony do późniejszej analizy w laboratorium (Bołalek, 2010). Sonda tłokowa pobiera tylko jeden długi rdzeń średnio 10 – 15 metrów, dlatego w celu usprawnienia badań stworzono sondy wielordzeniowe(ang. *multicorer*) (Ryc. 17). Urządzenia te posiadają wiele rdzeni zamocowanych na pojedynczym tłoku hydraulicznym. Umożliwia to pobieranie paru próbek osadów ilastych i mulistych, jednakże tylko do ok. 30cm. Obie sondy używane są tylko do osadów miękkich.



Ryc.17. Sonda wielordzeniowa (źródło: Office of Response and Restoration National Oceanic and Atmospheric Administration)

Do pozostałych, twardych typów osadów - gliniastych czy piaszczystych, których sondy grawitacyjne nie są w stanie pobrać ze względu na zbyt wysokie tarcie, używa się przede wszystkim wibrosondy (Ryc. 18). Urządzenie składa się z ramy stawianej na dnie oraz mechanizmu zasilanego silnikiem umożliwiającego wwiercanie się rdzenia w osad nawet do 13 metrów (Bołalek, 2010).



Ryc.18. Wibrosonda (źródło: GEO Marine Survey Systems)



Ryc.19. Czerpacz Van Veen grab, 2500cm² (źródło: KC Denmark Research equipment)

Badania inwazyjne możemy wykonywać sondami rdzeniowymi jak i *czerpaczami*. Jeden z najbardziej znanych typów czerpaczy, czyli *Van Veen grab sampler*, opracował holenderski inżynier Johan van Veen już w 1933 r. Jest to urządzenie składające się z dwóch szczęk, które, puszczane z dźwigu, grawitacyjnie opada na dno. Po zetknięciu z osadem wbite szczęki zamykają się, prowadząc do pobrania próbki (Ryc. 19). Pobierają one tylko powierzchnią warstwę nieskonsolidowanych osadów, a głębokość wbicia jest głównie uzależniona od rodzaju dna. Jeżeli dno jest gruboziarniste (piaskowe), próbki będzie mniej objętościowo, niż przy osadach drobnoziarnistych i bardziej uwodnionych. Problem pojawia się podczas badań na dużych głębokościach, jeżeli czerpacz uderzy o dno pod kątem spowoduje to zmniejszenie ilości zebranego materiału, a gdy jest wyciągane osad może być wymywany. Innymi pokrewnymi urządzeniami są, np. próbniki skrzynkowe, które zbierają osad za pomocą szufli zamontowanej do osiadającej na dnie ramy (Ryc. 20; Bolałek, 2010).



Ryc.20. Próbnik skrzynkowy, 1000cm², 50cm penetracji dna (źródło: KC Denmark Research equipment)

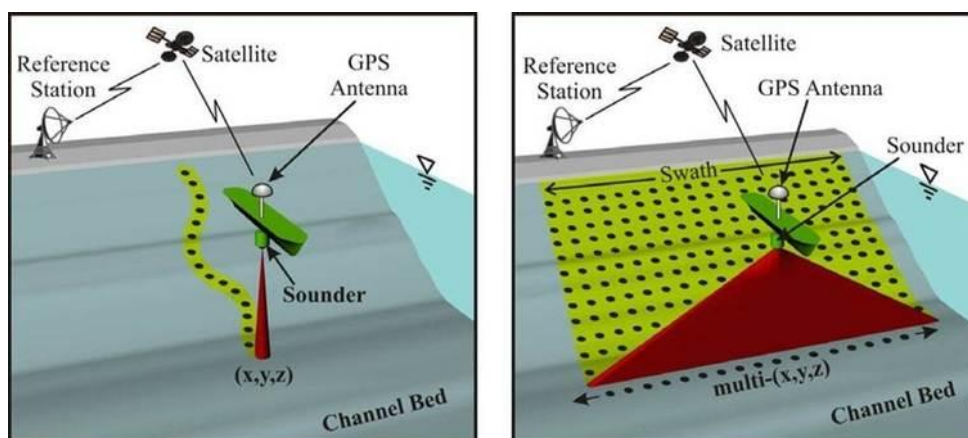
Dalszy rozwój urządzeń hydroakustycznych

W 1977 r. naukowcy zyskali dostęp do wojskowego projektu ulepszonej wersji echosondy hydroakustycznej, posiadającej nie jeden, a całe matryce przetworników piezoceramicznych. Ten typ urządzenia został nazwany echosondą wielowiązkową (ang. Multibeam echosounder – MBES) (Ryc. 21), natomiast wcześniejsze, proste echosondy, nazywano echosondami jednowiązkowymi (ang. *Splitbeam echosounder* - SBES). W 1990 r. echosonda wielowiązkowa, była już powszechnie znana i wykorzystywana w badaniach naukowych i pracach komercyjnych. Zainstalowany pod kadłubem MBES wysyła wiązkę o szerokim pasie pomiarowym (ang. *swath*), co pozwala na pokrycie znacznie większego obszaru dna niż w przypadku echosondy jednowiązkowej (Ryc. 22; Zhao, 2020).



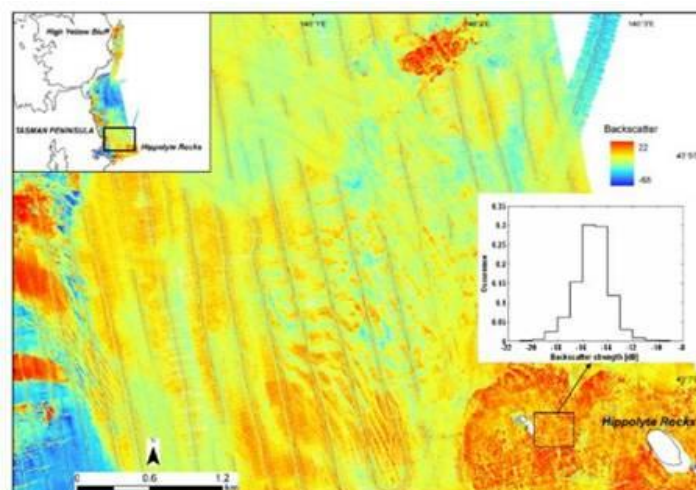
Ryc.21. Echosonda wielowiązkowa (źródło: Unique Group)

Początkowo urządzenia te były wykorzystywane przede wszystkim w badaniach batymetrycznych dostarczając nam we względnie krótkim czasie informacji nt. głębokości z rozległych obszarów dna morza. Z czasem rozwoju cyfryzacji, szczególnie we wczesnych latach 2000, z danych MBES zaczęto tworzyć, tzw. *mapy backscattera* (Ryc. 23). Mapy te przedstawiają obraz dna morskiego, bazując na informacjach o wartości energii fali rozproszonej wstecz na osadach dna charakteryzujących się różnymi właściwościami rozpraszającymi. Dzięki temu możliwe staje się rozróżnianie powierzchniowych typów osadów z wykorzystaniem echosondy MBES, a zebrane dane można wykorzystywać do tworzenia map osadów (Zhao, 2020).



Ryc.22. Porównanie zasięgu oraz możliwości, sondy jednowiązkowej i wielowiązkowej (źródło: Muste i in.2010)

Rozwój metod badawczych od sondy ręcznej, po nowoczesne systemy hydroakustyczne, pokazuje jak przez lata zmienił się sposób poznawania dna morskiego. W miarę postępu technologicznego, naukowcy zyskali możliwość nie tylko dokładniejszego pomiaru głębokości i charakterystyki osadów, ale także obrazowania struktury dna w wysokiej rozdzielczości. Przyczyniło się to do rozwoju wielu dziedzin nauki, a także intensywnego rozrostu, np. branży *offshore*, co znacząco przybliżyło światu znaczenie mórz i oceanów. Nadal prowadzone są badania nad ulepszeniem systemów inwazyjnych i bezinwazyjnych, aby badania dna morskiego były jeszcze skuteczniejsze.



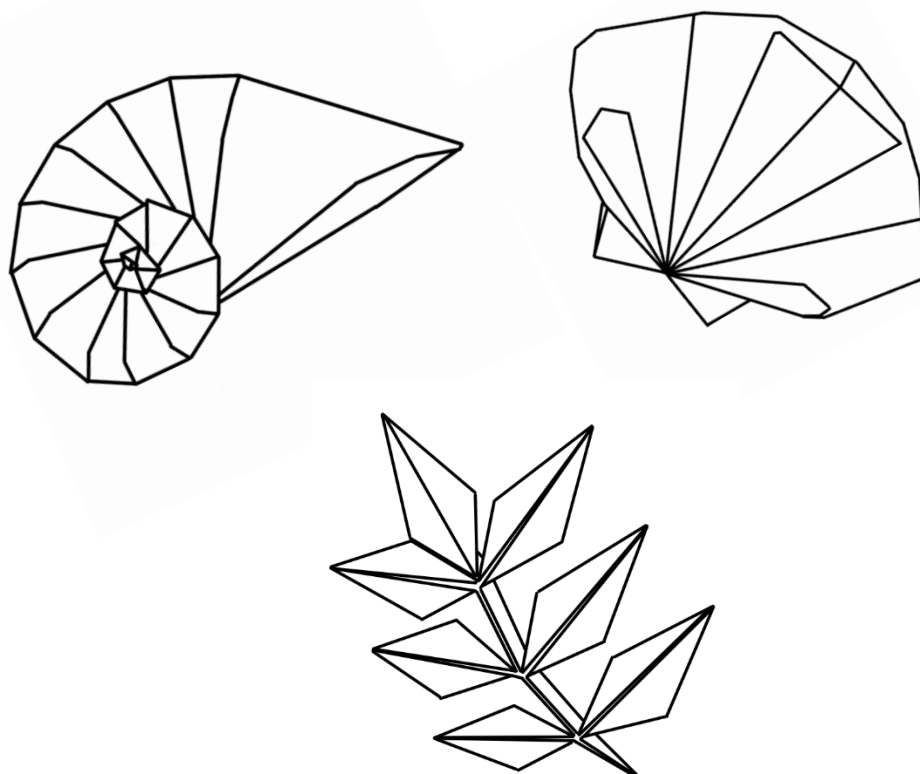
Ryc.23. Mapa backscatter wykorzystująca dane zebrane z MBES; barwy: żółta - piasek, zielona - muł, czerwona - skała (źródło: Nichol i in., 2009)

Powiązana literatura

- Anonim (1873). *How the Sea-Depths Are Explored*. *Popular Science Monthly*, 3 (July).
- Behm, A. (1928). *Das Echolot: Verfahren und Vorrichtung zur Bestimmung von Wassertiefen mittels Schall*. Kiel.
- Blake, R.F. (1914). Submarine signaling: The protection of shipping by a wall of sound and other uses of the submarine telegraph oscillator. *Transactions of the American Institute of Electrical Engineers*, 33, 1549–1561.
- Blondel, P. (2009). *The Handbook of Sidescan Sonar*. Springer, s. 277-278
- Bolalek, J. (2010). *Fizyczne, biologiczne i chemiczne badania morskich osadów dennych*. Wydawnictwo Uniwersytetu Gdańskiego, s. 20-29.
- Fish, J., Carr, H. (1990). *Sound Underwater Images: A Guide to the Generation and Interpretation of Side Scan Sonar Data*. Lower Cape Publishing, s. 1-15.
- Fessenden, R.A. (1914). Submarine signaling. *Transactions of the American Institute of Electrical Engineers*, 33(1), 75-114.
- Fornshell, J.A., Tesei, A. (2013). The development of sonar as a tool in marine biological research in the twentieth century. *International Journal of Oceanography*, 2013, 1–9.
- Heezen, B. C., Tharp, M., Ewing, M. (1959). *The floors of the oceans: I. The North Atlantic*. Geological Society of America Special Paper No. 65, s. 83.
- IEEE History Center, *Milestones: Invention of Sonar, 1915–1918*, Engineering and Technology History Wiki
- Kemp, J., D'Olier, B. (2016). Early navigation in the North Sea – The use of the lead and line and other navigation methods. *The Journal of Navigation*, 69, 673–697.
- Littlehales (1894). *How the Sea Is Sounded*. *Popular Science Monthly*, 44 (January). s. 334–342.
- Idczak J. (2020). Kompleksowe wykorzystanie urządzeń hydroakustycznych wraz z oprogramowaniem w badaniach identyfikacji podwodnych obiektów, [w:] Szymczak, E. (red.) *Skrypt do zajęć dla studentów studiów magisterskich na kierunku oceanografia*. Uniwersytet Gdański.
- Neary, V.S., Gunawan, B., Richmond, M.C., Fontaine, A. (2010). *Field measurements at river and tidal current sites for hydrokinetic energy development: Best practices manual*.
- Nichol, S.L. Anderson, T.J., McArthur, M., Barrett, N., Heap, A.D. Siwabessy, P.J.W., Brooke B. (2009). Southeast Tasmania temperate reef survey: post-survey report, Geoscience Australia Record 2009/43.
- Tango, G.G. (2023). *Langevin develops active sonar*. EBSCO Research Starters.
- Thomson, C.W., Murray, J. (1880–1895). *Report on the Scientific Results of the Voyage of H.M.S. Challenger (1873–1876)*.
- Vilming, S. (1998). The Development of the Multibeam Echosounder: A Historical Account. *Journal of the Acoustical Society of America*, 103(5), s. 1637.

- Vul, B.M. (1945). Dielectric Constant of Barium Titanate. *Nature*, 156, 165-166.
- Wynn, R.B., Huvenne, V.A.I., Le Bas, T.P., Murton, B.J., Connelly, D.P., Bett, B.J., Ruhl, H.A., Morris, K.J., Peakall, J., Parsons, D.R., Sumner, E.J., Darby, S.E., Dorrell, R.M., Hunt, J.E. (2014). Autonomous Underwater Vehicles (AUVs): Their past, present and future contributions to the advancement of marine geoscience. *Marine Geology*, 352, 451–468.
- Zhao D., Yang F., Wu Z., Zhu Ch. (2020). Multi-beam Bathymetric Technology. [w:] Wu Z., Yang F., Young T. (red.) *High-resolution Seafloor Survey and Applications*, Springer. s. 21-76.
- www.handwiki.org/wiki/Engineering:Kelvite_sounding_machine [dostęp: 17.03.2026]
- www.rmng.co.uk/collections/objects/rmngc-object-42893 [dostęp: 17.03.2026]
- depositphotos.com/illustration/brooke-sounding-apparatus-12311092.html [dostęp: 17.03.2026]
- www.lindahall.org/about/news/scientist-of-the-day/otto-muller/ [dostęp: 17.03.2026]
- www.sciencedirect.com/topics/engineering/gravity-corer [dostęp: 17.03.2026]
- www.rmng.co.uk/collections/objects/rmngc-object-42898 [dostęp: 17.03.2026]
- www.seasky.org/ocean-exploration/ocean-timeline-1801-1900.html [dostęp: 17.03.2026]
- en.wikipedia.org/wiki/Fessenden_oscillator [dostęp: 17.03.2026]
- geschichte-s-h.de/sh-von-a-bis-z/b/alexander-behm/ [dostęp: 17.03.2026]
- www.sciencephoto.com/media/854908/view/hydrophone-submarine-detection-world-war-i [dostęp: 17.03.2026]
- blog.piezo.com/the-story-of-power-ultrasonics [dostęp: 17.03.2026]
- <https://geodat.com.my/echosounder-single-and-dual/> [dostęp: 25.03.2026]
- <https://www.marinenav.ca/sonar-systems.html> [dostęp: 17.03.2026]
- earth.sdsu.edu/dr-jillian-maloney-featured-in-360-magazine/chirp-crop/ [dostęp: 17.03.2026]
- <https://www.usgs.gov/media/images/example-chirp-data> [dostęp: 17.03.2026]
- <https://www.kc-denmark.dk/products/sediment-samplers/piston-corer.aspx> [dostęp: 23.03.2026]
- <https://response.restoration.noaa.gov/about/media/deep-sea-ecosystem-may-take-decades-recover-deepwater-horizon-spill.html> [dostęp: 17.03.2026]
- <https://ww2.geosys.nl/index.php/zh-cn/products/geotechnics/geo-vibro-corer> [dostęp: 17.03.2026]
- www.kc-denmark.dk/products/sediment-samplers/van-veen-grab/van-veen-grab-2500-cm%C2%B2.aspx [dostęp: 17.03.2026]
- www.kc-denmark.dk/products/sediment-samplers/box-corer/box-corer-1000-cm%C2%B2.aspx [dostęp: 17.03.2026]
- <https://www.uniquegroup.com/product/norbit-winghead-b44-subsea/> [dostęp: 25.03.2025]

WYKŁADY KONFERENCYJNE





POSTGLACJALNA EWOLUCJA GŁĘBI GDAŃSKIEJ W ŚWIETLE BADAŃ BIOSTRYGRAFICZNYCH, SEDYMENTOLOGICZNYCH I GEOCHEMICZNYCH

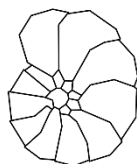
Małgorzata Witak¹, Dorota Kaulbarsz², Grażyna Miotk-Szpiganowicz²,
Szymon Uścińowicz³

¹Uniwersytet Gdański, ²Państwowy Instytut Geologiczny – Państwowy Instytut Badawczy,
³Instytut Budownictwa Wodnego PAN

Materiałem do badań były osady rdzenia GC 303700-9 o dł. 11,8m pobranego z Głębi Gdańskiej z głęb. 105,21m w trakcie rejsu R/V Posejdon w ramach realizacji rosyjsko-niemieckiego projektu GISEB. Zakres badań obejmował datowanie AMS ¹⁴C, analizy biostratygraficzne(okrzemki, pyłki), granulometryczną oraz geochemiczną (TOC, TIC, TS, TN).

Badania palinologiczne poparte datowaniem radiowęglowym wskazują, że osady rdzenia obejmują okres ostatnich 14 kal. ka. Zostały w nich zarejestrowane zdarzenia wskazujące na istotne zmiany termiki, zasolenia wód oraz warunków sedymentacji w Głębi Gdańskiej.

W dolnej części rdzenia występują późnoglacialne osady ilaste, które odpowiadają stadium Bałtyckiego Jeziora Lodowego z obfitą zimnolubną słodkowodną florą okrzemkową. Obecność w ich obrębie warstwy osadów piaszczystych, w której zachowane są okrzemki preferujące wody zasolone mogą wskazywać na krótkotrwałą ingresję wód morskich. Pierwsza holocenińska transgresja morska nastąpiła w fazie Morza Yoldia. Niemniej, obfitość słodkowodnego planktonu w osadach preborealnych wskazuje, że w fazie tej zasolenie Głębi Gdańskiej było bardzo niskie. W kolejnej fazie – Jeziora Ancylus sekwencja flory okrzemkowej wskazuje na transgresję w późnym preboreale a następnie regresję w późnym boreale. Na przełomie borealu i atlantyku nastąpiła transgresja wód morskich, czego skutkiem było istotny wzrost zasolenia w fazie Morza Mastogloia udokumentowany obecnością w osadach mulistych bentosu słonolubnego. Rozwój warunków morskich nastąpił w Holocenijskim Optimum Klimatycznym w fazie Morza Littorina, w którym w planktonie dominowały euhaloby z elementami subtropikalnymi i tropikalnymi. W fazie Morza Post-Littorina wskaźniki pełnomorskie i ciepłolubne zanikły, a dominację uzyskały formy mezohalobowe.



PALEOEKOLOGICZNE I GEOCHEMICZNE METODY REKONSTRUKCJI ZMIAN ŚRODOWISKOWYCH Z WYKORZYSTANIEM MORSKICH MIKROSKAMIENIAŁOŚCI

Patrycja Jernas

Pracownia Geologii Morza, Katedra Oceanografii Chemicznej i Geologii Morza,
Wydział Oceanografii i Geografii, Uniwersytet Gdański

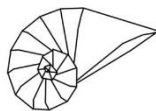
Słowa kluczowe: *mikroskamieniałości, otwornice, paleowskaźniki, rejony polarne*

Rekonstrukcje dawnych warunków środowiskowych opierają się na analizie różnorodnych wskaźników ekologicznych i geochemicznych stosowanych w badaniach z zakresu paleoekologii i paleoklimatologii. Wśród wskaźników ekologicznych istotną rolę odgrywają mikroskamieniałości, takie jak otwornice, promienice, okrzemki i bruzdnice, które dostarczają informacji o warunkach panujących w dawnych środowiskach morskich. Dodatkowym źródłem danych jest kopalne DNA (*ancient DNA*), umożliwiające identyfikację organizmów występujących w przeszłości.

Ważnym uzupełnieniem analiz paleoekologicznych są wskaźniki geochemiczne związane z biomineralizacją skorupek organizmów oraz biomarkery powstające w wyniku procesów metabolicznych. W badaniach prowadzonych w rejonach polarnych szczególnie istotne jest wykorzystanie zapisu izotopowego węgla w skorupkach otwornic – porównanie tego zapisu z charakterystyczną sygnaturą izotopową ciepłych wód okołopolarnych pozwala odtworzyć ich wpływ na deglacjacje w przeszłości geologicznej. Analiza stosunku Mg/Ca w skorupkach tych organizmów, wrażliwego na temperaturę wody podczas biomineralizacji, umożliwia rekonstrukcję paleotemperatur. Dodatkowo biomarker IP25, produkowany przez wybrane gatunki okrzemek żyjących pod sezonową pokrywą lodową, pozwala na ocenę obecności lodu morskiego. Integracja tych metod pozwala na rekonstrukcję pełniejszego obrazu paleośrodowiska morskiego, obejmującego zarówno zmiany oceanograficzne, jak i klimatyczne.

Powiązana literatura:

- Saraswati, P.K., Srinivasan, M.S. (2016). *Micropaleontology: Principles and Applications*. Springer.



SKAMIENIAŁOŚĆ, GATUNEK, CZAS GEOLOGICZNY

Ewa Głowniak

Katedra Geologii Basenów Sedymentacyjnych, Wydział Geologii, Uniwersytet Warszawski

Słowa kluczowe: bio- i chronostratygrafia, gatunek biologiczny a typologiczny, skamieniałość

Pojęcie biologicznego gatunku ma zastosowanie do organizmów rozmnażających się drogą płciową. W myśl tego stwierdzenia, gatunek jest populacją osobników, które mogą - przynajmniej potencjalnie – krzyżować się. Zastosowanie takiej definicji napotyka na obiektywne trudności w przypadku skamieniałości. Biostratygrafowie mają więc dylemat: jak sklasyfikować skamieniałość, a nie być w sprzeczności z biologiczną koncepcją gatunku? Wykład ten jest o tym, jakimi racjami kierują się paleontolodzy w podejmowaniu decyzji taksonomicznych i jakie ma to konsekwencje dla korelacji czasowych biostratygraficznych i chronostratygraficznych.

Wsparcie finansowe: Wydział Geologii Uniwersytetu Warszawskiego

Powiązana literatura:

- Kowalski, J.A., Nowak, A. (2022). Historia konferencji paleontologicznych w Polsce. *Rocznik polskich konferencji paleontologicznych*, 38 (22), 425-464.
- Dzik, J. (1992). *Dzieje życia na Ziemi*. Wydawnictwo Naukowe PWN.
- Dzik, J. (1994). Range-based biostratigraphy and evolutionary geochronology. *Palaeopelagos Special Publications*, 1, 121-128.
- Głowniak, E. (2012). The perisphinctid genus *Prososphinctes* Schindewolf (Ammonoidea, subfamily Prososphinctinae nov.): an indicator of palaeoecological changes in the Early Oxfordian Submediterranean sea of southern Poland. *Neues Jahrbuch für Geologie und Paläontologie Abhandlungen*, 264 (2), 117-179.
- Hoffman, A. (1992). Co z tą ewolucją, o co tyle kłótni? *Wiedza i Życie*, 3, 19-23.



EKOSYSTEM GÓRNOTRIASOWEGO STANOWISKA PORĘBA NA GÓRNYM ŚLĄSKU

Grzegorz Pacyna

Zakład Taksonomii, Fitogeografii i Paleobotaniki, Instytut Botaniki, Wydział Biologii,
Uniwersytet Jagielloński

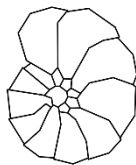
Poręba jest górnośląskim późnotriasowym stanowiskiem, w którym znaleziono liczne dobrze zachowane makro- i mikroszczałki roślin, skamieniałości bezkręgowców oraz kości kręgowców. Szare piaskowce, zlepieńce, brekcje z kośćmi kręgowców („brekcja lisowska”) oraz szaroniebieskawe iłowce i mułowce widoczne w odsłonięciu należą do górnej części ogniwa z Patoki formacji grabowskiej i powstały w roztokowej rzece o reżimie monsunowym. Kości kręgowców zachowały się głównie w zlepieńcach, mułowcach i brekcjach, a szczątki roślin w mułowcach i iłowcach.

Zespół sporomorf jest typowy dla zony *Classopollis meyeriana* podzony b i wskazuje na środkowo-późnonorycki wiek. Składa się z roślin zarodnikowych (widłaki, skrzypy, paprocie) i nagozalążkowych z dominującymi licznie iglastymi. Występowanie megaspor potwierdza obecność widłaków różn zarodnikowych, w tym widliczek. Makroszczałki roślin należą prawie wyłącznie do iglastych o liściach typu *Brachyphyllum-Pagiophyllum*. Liczne są fragmenty zwęglonego drewna iglastych z gatunku *Agathoxylon keuperianum*.

Stawonogi zachowały się głównie w postaci niewielkich fragmentów kutykul i izolowanych segmentów być może należących do skorpionów. Znaleziono też jedną, niekompletną pokrywę chrząszcza. Pierścienice są reprezentowane w postaci stosunkowo licznych kokonów siodełkowców.

Zespół kręgowców składa się ze zwierząt słodkowodnych (rekiny, promieniopłetwe, dwudyszne), ziemnowodnych (temnospondyle) i lądowych (żółwie oraz zróżnicowane archozauiomorfy – aetozauury, silezaury i dinozaury).

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



NOWE METODY BADAŃ PALEOCEANOGRAFICZNYCH Z UŻYCIEM OTWORNIC

Natalia Szymańska*, Jan Pawłowski, Marek Zajączkowski

Instytut Oceanologii Polskiej Akademii Nauk

Słowa kluczowe: analiza wielowskaźnikowa, metody molekularne, otwornice, *sedaDNA*

Otwornice są jednym z najczęściej wykorzystywanych narzędzi rekonstrukcji przeszłych warunków środowiskowych na podstawie rdzeni osadów morskich. Ich duża liczebność, wysoki potencjał fosylizacyjny oraz wrażliwość na zmiany sprawiają, że stanowią ważne archiwum informacji o przeszłości klimatu.

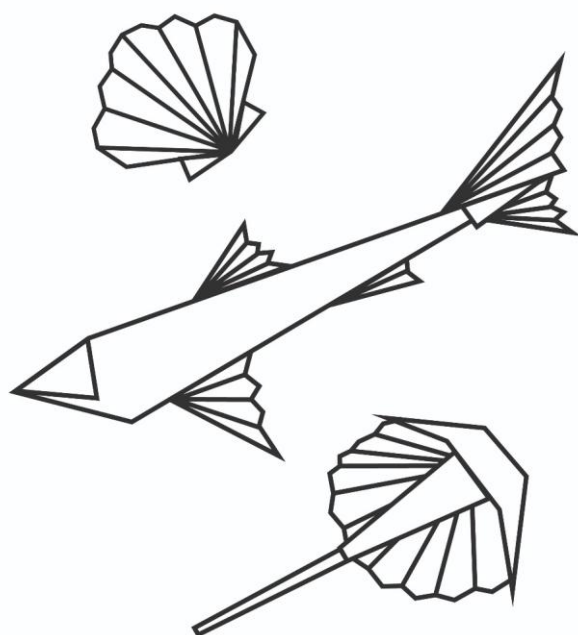
W ostatnich latach nastąpił znaczący postęp w wykorzystaniu metod molekularnych w paleoceanografii. Dzięki nim odkryto m.in. duże bogactwo otwornic bezskorupkowych. Metody te pozwalają na rozpoznawanie ukrytej różnorodności zespołów otwornic oraz na analizę *sedaDNA* (*sedimentary ancient DNA*), czyli materiału genetycznego zachowanego w osadach, który odzwierciedla skład zespołów organizmów obecnych w danym środowisku. Podejście to umożliwia identyfikację organizmów, które nie pozostawiają zapisu w osadach. Wciąż trwają jednak badania nad transportem DNA w środowisku morskim, jego degradacją w osadach oraz wpływem cech organizmów, takich jak obecność mineralnej skorupki, na potencjał zachowania DNA, a sama metoda nie ma charakteru ilościowego.

Prezentowane badania pokazują możliwości łączenia analizy otwornicowej z zapisem *sedaDNA* na przykładzie rdzeni z szelfu kontynentalnego Svalbardu. Przedstawione zostaną informacje dotyczące zmian klimatu i oceanografii regionu, a także roli otwornic w odkładaniu węgla w osadach. Wkład otwornic bentonicznych w osadową pulę węgla pozostaje słabo poznany, co wskazuje na istotną lukę w wiedzy o ich roli w morskim obiegu węgla. Badania są finansowane przez Narodowe Centrum Nauki (grant nr 2024/53/B/ST10/02821).

Powiązana literatura:

- Langer, M.R. (2008). Assessing the contribution of foraminiferan protists to global ocean carbonate production 1. *Journal of Eukaryotic Microbiology*, 55(3), 163-169.

SESJA REFERATOWA I





PONOWNE SPOJRZENIE NA RZEKOMĄ SŁODKOWODNOŚĆ MEZOZOICZNYCH SKRZYPŁOCZY

Jonatan Audycki^{1*}, Russell D.C. Bicknell^{2,3}, Grzegorz Niedźwiedzki^{4,5},
Kenneth De Baets¹

¹Instytut Biologii Ewolucyjnej, Wydział Biologii, Uniwersytet Warszawski

²College of Science and Engineering, Flinders University

³Division of Paleontology, American Museum of Natural History

⁴Department of Organismal Biology, Evolutionary Biology Center, Uppsala Universitet

⁵Państwowy Instytut Geologiczny - Państwowy Instytut Badawczy

*autor prezentujący: j.audycki@uw.edu.pl

Słowa kluczowe: *Arthropoda, Góry Świętokrzyskie, trias, Xiphosura*

Skrzypłocze (*Xiphosura*) to wodne szczękoczułkowce powszechnie uznawane za tzw. „żywe skamieniałości”, ze względu na niewielkie zmiany w ich budowie zewnętrznej przez ostatnie 150 milionów lat. W późnym paleozoiku i wczesnym mezozoiku występowały jednak formy o morfologii bardzo odmiennej od dzisiejszych przedstawicieli tej grupy; należą do nich znane głównie z triasu austrolimulidy, charakteryzujące się wydłużonymi kolcami policzkowymi oraz zredukowanymi odwłokami. Ta ekstremalna morfologia wyraźnie kontrastuje z budową współwystępujących z nimi limulidów, przypominających dzisiejsze formy, co tłumaczy się adaptacją austrolimulidów do słodkowodnych warunków. Badania nowych skamieniałości z triasowych odsłoneń obrzeżenia Gór Świętokrzyskich oraz szersza analiza paleobiogeografii mezozoicznych skrzypłoczy wskazują jednak na ich związki z pełnomorskim środowiskiem, skłaniając do ponownej oceny argumentów za rzekomą słodkowodnością austrolimulidów.

Podziękowania i wsparcie finansowe: Prezentowane badania są realizowane w ramach projektu badawczego o nr 2022/47/O/NZ8/02934 finansowanego ze środków Narodowego Centrum Nauki.

Powiązana literatura:

- Lamsdell, J.C. (2016). Horseshoe crab phylogeny and independent colonizations of fresh water: ecological invasion as a driver for morphological innovation. *Palaeontology* 59 (2), 181–194.
- Bicknell, R.D.C., Hecker, A., Heyng, A.M. (2021). New horseshoe crab fossil from Germany demonstrates post-Triassic extinction of Austrolimulidae. *Geological Magazine* 158 (8), 1461–1471.



WPROWADZENIE DO ZAPISU KOPALNEGO MAŁŻY DRAŻĄCYCH W DREWNI

Agata Bonk*, Krzysztof Hryniewicz, Andrzej Kaim

Instytut Paleobiologii Polskiej Akademii Nauk

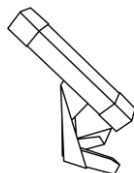
*autorka prezentująca: abonk@twarda.pan.pl

Słowa kluczowe: chemosynteza, drewno, *Pholadidae*, *Teredinidae*, *Xylophagaidae*

Głębokowodne zatopione drewno podtrzymuje wyjątkowe zespoły wyspecjalizowanych organizmów, spośród których najważniejszą rolę pełnią małże z rodziny *Xylophagaidae*. Mięczaki te są w symbiozie z bakteriami rozkładającymi celulozę, które zaopatrują małże w składniki odżywcze. Ksylofagidy produkują duże ilości odchodów, które przykrywają otaczające podłoże, wzbogacając je w siarczki. Aktywność tych małży stwarza korzystne warunki dla organizmów wyspecjalizowanych do życia w ekosystemach opartych na chemosyntezie. Dwie inne rodziny małży – *Pholadidae* i *Teredinidae* – pełnią ważną rolę we współczesnych płytkowodnych lub dryfujących zespołach żyjących na lub w drewnie. Spośród współczesnych małży drążących w drewnie foladidy mają najdłuższy zapis kopalny, sięgający górnej jury. Ich drążenia są krótkie w porównaniu do długości ich muszli i służyły głównie jako miejsce do schronienia. Rodzaj *Turnus*, o niepewnej pozycji taksonomicznej, jest jednym z pierwszych małży pozostawiających w drewnie długie drążenia i prawdopodobnie wykorzystujących drewno jako źródło pokarmu. *Turnus* jest znany z zatopionego drewna górnej jury i kredy. Teredinidy (świdraki) pojawiają się w płytkowodnym drewnie pochodzącym z późnej kredy i kenozoiku. Ksylofagidy zostały opisane z osadów z wczesnej kredy, aczkolwiek opisy te są wątpliwe. Najstarsze pewne dowody a pojawienie się ksylofagidów pochodzą z późnej kredy. W kenozoiku pojawiają się pierwsze ekosystemy zatopionego drewna przypominające współczesne zespoły. Wszechobecne staje się płytkowodne drewno licznie atakowane przez teredinidy. Jest to też czas rozwoju pierwszych ekosystemów opartych na chemosyntezie związanych z drewnem. Trzeba jednak pamiętać, że zapis kopalnych morskich zespołów żyjących na lub w zatopionych drewnie jest bardzo fragmentaryczny i szczegóły ich ewolucji są wciąż słabo zbadane.

Powiązana literatura:

- Bienhold, C., Pop Ristova, P., Wenzhöfer, F., Dittmar, T., Boetius, A. (2013). How deep-sea wood falls sustain chemosynthetic life. *PLoS One* 8: e53590.
- Kelly, S.R.A. (1988b). Cretaceous wood-boring bivalves from Western Antarctica with a review of Mesozoic *Pholadidae*. *Palaeontology* 31: 341-372.
- Stanton, T.W. (1901). The marine Cretaceous invertebrates. [w:] W. B. Scott (red.), *Report of the Princeton University to Patagonia, 1896 - 1899, Paleontology* 1, Part. 1, Vol. 4, 1-43. Princeton University Press and Schweizerbart.



WĄWAŁ: KLASYCZNY PROFIL DOLNEJ KREDY W ŚWIELE NOWYCH BADAŃ MIKROPALEONTOLOGICZNYCH

Joanna Chrzastowska

Uniwersytet Warszawski, Wydział Geologii, j.chrzastowska@uw.edu.pl

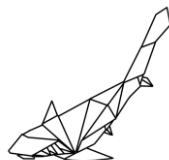
Słowa kluczowe: *biostratygrafia, mikropaleontologia, otwornice, paleośrodowisko, walanżyn*

Wąwał koło Tomaszowa Mazowieckiego to unikalne na mapie Europy dolnokredowe stanowisko paleontologiczne. W Wąwale występuje ciągle, ponad 20-metrowy, profil skondensowanych ilów i mułów morskiego walanżynu zawierający bogate zespoły dobrze zachowanych skamieniałości. Stanowisko to odkryto już w 1930 i od tamtego czasu prowadzono na jego terenie intensywne prace paleontologiczne. Sprzyjała temu działająca przez niemal pół wieku cegielnia. Zaleszenie jej wyrobiska w 2002 roku w znacznym stopniu ograniczyło dalsze prace terenowe. Z Wąwału opisano skamieniałości mięczaków (amoniów, małży, ślimaków), ramienionogów, szkarłupni (liliowców i strzykw), stawonogów (dziesięcionogów i małżoraczków), ryb (chrzęstno- i kostnoszkieletowych) oraz jednokomórkowców (nanoplanktonu wapiennego i otwornic). Wśród nich na szczególną uwagę zasługuje różnorodny zespół bentonicznych otwornic, zawierający między innymi formy kalcytowe lagenidy, aragonitowe robertinidy oraz aglutynujące litulidy. Ich ostatnie szczegółowe analizy, opracowane przez Janinę Szejn, pochodzą z 1957. Niestety, ówczesne możliwości technologiczne uniemożliwiły dokonanie wnikliwej i wyczerpującej analizy otwornic. Aby dokonać rewizji materiału mikropaleontologicznego, wykonano nowy odwiert o głębokości 25m z pełnym rdzeniowaniem. Uzyskane dane mikropaleontologiczne będą podstawą analiz biostratygraficznych oraz interpretacji paleośrodowiskowych.

Podziękowania i wsparcie finansowe: Bardzo dziękuję za nieocenioną pomoc promotorce prof. Zofii Dubickiej, jak również dr. hab. Marcinowi Barskiemu, prof. ucz. i dr. hab. Radosławowi Mieszkowskiemu, prof. ucz. za naukową współpracę. Wiercenie zostało sfinansowane w ramach IDUB.

Powiązana literatura:

- Kutek, J., Marcinowski, R., Wiedmann, J. (1989). The Wąwał section, central Poland — An important Link between Boreal and Tethyan Valanginian. [w:] Wiedmann, J. (red.), *Cretaceous of the Western Tethys. Proceedings 3rd International Cretaceous Symposium, Tübingen 1987*, 717-754.
- Lewiński, J. (1930). Utwory dolno-kredowe pod Tomaszowem Mazowieckim. *Posiedzenia Naukowe P.I.G.*, 28, 1-7.
- Szejn, J. (1957). Micropaleontological stratigraphy of the Lower Cretaceous in Central Poland. *Prace IG* 22, 5-263.



TRIAS GÓRNY W OLKUSZU – WSTĘPNE ROZPOZNANIE ODSŁONIĘCIA FORMACJI CHRZANOWSKIEJ

Wiktor Czabok^{1*}, Grzegorz Pacyna², Anna Fijałkowska-Mader³,
Wojciech Pawlak⁴, Tomasz Sulej⁵, Dawid Surmik⁶, Jakub Jabłoński³

¹Wydział Oceanografii i Geografii, Uniwersytet Gdański;

²Instytut Botaniki, Wydział Biologii, Uniwersytet Jagielloński w Krakowie;

³Państwowy Instytut Geologiczny - Państwowy Instytut Badawczy;

⁴Instytut Biologii Ewolucyjnej, Wydział Biologii, Uniwersytet Warszawski;

⁵Instytut Paleobiologii im. R. Kozłowskiego Polskiej Akademii Nauk;

⁶Instytut Nauk o Ziemi, Uniwersytet Śląski w Katowicach

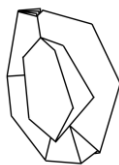
*autor prezentujący: wik.czabok@gmail.com

Słowa kluczowe: mikroskamieniałości, palinomorfy, rekiny, ryby kostnoszkieletowe, trias

Formacja Chrzanowska, reprezentująca osady górnego triasu na Wyżynie Śląsko-Krakowskiej, do tej pory rozpoznawana była na podstawie danych z wierceń. Jest ona korelowana z dolnymi warstwami gipsowymi, datowanymi na wczesny/środkowy karnik (ok. 235 Ma) na obszarze Polski i Niemiec (Grabfeld Formation). Nowe stanowisko w Olkuszu dostarcza cennych informacji dotyczących jej litologii i paleontologii. Odsłonięcie znajduje się w pokopalnianym zapadlisku. Wiek formacji został rozpoznany na podstawie badań palinologicznych jako podzona miosporowa *Triadispora verrucata* zony *Porcellispora longdonensis*, w zespole palinomorf dominują ziarna pyłku *Ovalipollis*. Mikroskamieniałości kręgowców są reprezentowane przez szczątki ryb promieniopłetwych (zęby, łuski ganoidowe, kości czaszki) w tym *Gyrolepis*. W próbkach przeważają zęby ryb chrzęstnoszkieletowych z grupy hybodontów: *Lissodus* sp., *Lissodus* cf. *nodosus*, *Lissodus* cf. *minimus*, *Acrodus lateralis*, *Lonchidion*. Liczne również są szczątki ryb mięśniopłetwych, przede wszystkim fragmenty łusek ryb dwudysznych i rzadsze fragmenty łusek celakantów. Zespół skamieniałości kręgowców zachowany w skałach dolomitowych wskazuje na środowisko morskie, jednakże obecność szczątków ryb dwudysznych może sugerować bliskość lądu lub okresowe wpływy środowiska przybrzeżnego. Opisane skamieniałości stanowią pierwszy kompleksowo rozpoznany zespół kręgowców tego wieku z terenu Polski.

Powiązana literatura:

- Bilan W. (1976). Stratygrafia górnego triasu wschodniego obrzeżenia Górnośląskiego Zagłębia Węglowego. Zesz. Nauk. AGH, *Geologia*, 2 (3): 4-73.
- Kowalski J., Bodzioch A., Janecki P., Ruciński M., Antczak M. (2019). Preliminary report on the microvertebrate faunal remains from the Late Triassic locality at Krasiejów, SW Poland. *Annales Societatis Geologorum Poloniae*, 89.
- Szulc J., Racki G., Jewuła K. (2015). Key aspects of the stratigraphy of the Upper Silesian Middle Keuper, Southern Poland. [w:] Racki G., Szulc J. (red.), *Bone-bearing Upper Triassic of the Upper Silesia, Southern Poland: integrated stratigraphy, facies and events*. *Annales Societatis Geologorum Poloniae*, 85: 553-555



DLACZEGO WYŚCIOŁKI TUBOTHALAMEA WYMYKAJĄ SIĘ FOSYLIZACJI? ANALIZA PORÓWNAWCZA MIKROSTRUKTURY I SKŁADU W OBU GROMADACH

Karolina Godos^{1*}, Joanna Szałkowska¹, Jan Goleń¹, Wiesława Radmacher¹, Magdalena Wojtas², Katarzyna Berent³, Agnieszka Podborska³, Jarosław Tyszką¹

¹Instytut Nauk Geologicznych Polskiej Akademii Nauk, Ośrodek Badawczy w Krakowie, Zespół Modelowania Biogeosystemu

²Katedra Biochemii, Biologii Molekularnej i Biotechnologii, Wydział Chemii, Politechnika Wrocławska

³Akademickie Centrum Materiałów i Nanotechnologii, Akademia Górniczo-Hutnicza

*autorka prezentująca: ndgodos@cyf-kr.edu.pl

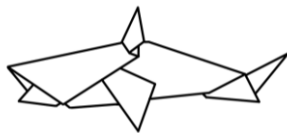
Słowa kluczowe: biomineralizacja, Globobulimina, otwornice, Tubobulimina, wyściółki organiczne

Analiza dostępnej literatury naukowej umożliwiła stworzenie Globalnej Bazy Danych Wyściółek Organicznych Otwornic (ForamL). W ten sposób zebrano 856 wyściółek z 204 publikacji (Godos i in., 2025). Wszystkie wyściółki organiczne pochodzą ze współczesnych okazów oraz ze skał osadowych z całego świata. Analiza bazy danych ujawnia wyraźną dominację wyściółek organicznych z gromady Globobulimina nad tymi z Tubobulimina. Liczba organicznych wyściółek wzrasta od dolnych (starszych) jednostek do górnych (młodszych). Niska reprezentacja Tubobulimina skłoniła do szczegółowych badań mikrostruktury, składu chemicznego i właściwości fizycznych wyściółek wybranych gatunków modelowych z obu gromad. Wyniki wskazują na fundamentalne różnice: wyściółki Tubobulimina (miliolidy) charakteryzują się bardzo delikatną, cienką strukturą włóknistą, tworzącą elastyczną siateczkę, zdominowaną głównie przez białka i polisacharydy, co może czynić je podatnymi na degradację. Z kolei wyściółki Globobulimina (rotaliidy) cechują się grubsza, warstwową, niewłóknistą budową z organicznymi „korkami” po jednej stronie wyściółki. W tym przypadku dominują głównie glikozaminoglikany- co może zapewniać większą odporność na diagenezę. Ponadto uważamy, że zróżnicowana budowa wyściółek pomiędzy gromadami może mieć całkowicie przeciwstawne funkcje w procesie biomineralizacji. Funkcje te ewoluowały niezależnie jako szablony biomineralizacji (w miliolidach, Tubobulimina) lub warstwy organiczne, które hamują dalszą mineralizację (w rotaliidach, Globobulimina). Te różnice mogą wyjaśniać dysproporcje w zapisie kopalnym.

Podziękowania i wsparcie finansowe: Badania te są wspierane przez Narodowe Centrum Nauki (Grant DEC- 2020/37/B/ST10/01953).

Powiązana literatura:

- Godos, K.; Goleń, J.; Radmacher, W.; Tyszką, J. (2025). *Global Database of Foraminiferal Organic Linings: ForamL Version 1.4, Mendeley Data*, V1.
- Tyszką, J., Godos, K., Goleń, J., Radmacher, W. (2021). *Foraminiferal organic linings: functional and phylogenetic challenges. Earth-Science Reviews*, 220, 103726.



EWOLUCJA WIEDZY O KAPSUŁACH JAJOWYCH RYB CHRZĘSTNOSZKIELETOWYCH I PLAKODERMÓW

Katarzyna Grygorczyk^{1,2*}, Jan Fischer³, Piotr Szrek⁴

¹Państwowy Instytut Geologiczny – Państwowy Instytut Badawczy, Oddział Geologii Morza

²Szkoła Doktorska GeoPlanet, Państwowy Instytut Geologiczny – Państwowy Instytut Badawczy

³Muzeum GEOSKOP, Zamek Lichtenberg (Palatynat)

⁴Państwowy Instytut Geologiczny – Państwowy Instytut Badawczy

*autorka prezentująca: kgrygorczyk3@gmail.com; kgry@pgi.gov.pl

Słowa kluczowe: jajorodność, kapsuły jajowe, plakodermy, strategie reprodukcyjne, ryby chrzęstnoszkieletowe

Różnorodność strategii reprodukcyjnych stanowi istotny czynnik sukcesu ewolucyjnego. Wśród dzisiejszych ryb chrzęstnoszkieletowych (Chondrichthyes – rekiny, płaszczy i chimery) jedną z takich strategii jest jajorodność (*oviparia*), charakteryzująca się składaniem jaj w postaci kolagenowych kapsuł do środowiska zewnętrznego, często w wyspecjalizowanych obszarach miejscach rozrodu. Zapis kopalny kapsuł jajowych ryb chrzęstnoszkieletowych jest znany od dolnego karbonu (wizen) i dostarcza unikalnych informacji na temat zachowań rozrodczych wymarłych taksonów, niekiedy stanowiąc jedyne świadectwo ich obecności w danym zapisie kopalnym. Pierwsze wzmianki o kopalnych kapsułach pochodzą z 1828 roku, jednak ich właściwa interpretacja została ugruntowana dopiero 60 lat później; wcześniejsze znaleziska bywały błędnie uznawane za organy roślinne lub koprolity. Późniejsze badania umożliwiły identyfikację potencjalnych twórców kopalnych kapsuł oraz korelację z morfotypami współczesnymi, co pozwoliło odtworzyć ewolucję tej strategii reprodukcyjnej. Współczesne morfotypy kapsuł bywają charakterystyczne nawet na poziomie gatunku. Materiał kopalny ze środkowego i górnego dewonu sugeruje, że podobna strategia rozrodcza mogła występować u co najmniej niektórych ryb pancernych (*Placodermi*), żyjących od syluru do końca dewonu wyłącznie w paleozoiku. Badania wskazują, że wszystkie znane kapsuły jajowe ryb chrzęstnoszkieletowych można hipotetycznie wyprowadzić od pierwotnego morfotypu (z szeroką, boczną, żebrowaną strukturą kołnierзовatą) łączącego cechy kapsuł należących do grupy chimerokształtnych (*Chimaeriformes*, *Holocephali*) oraz przypuszczalnych form plakodermowych. Niniejsza praca przedstawia przegląd dotychczasowych interpretacji kopalnych rybich kapsuł jajowych, oraz zestawia wszystkie znane morfotypy kopalne i współczesne, ukazując ich zmienność morfologiczną i stratygraficzną, a także podkreślając ich znaczenie dla badań nad biologią reprodukcyjną wśród wczesnych szczękowców.

Powiązana literatura:

- Fischer, J., Kogan, I. (2008). Elasmobranch egg capsules *Palaeoxyris*, *Fayolia* and *Vetacapsula* as subject of palaeontological research – an annotated bibliography. *Paläontologie, Stratigraphie, Fazies* (16), Freiburger Forschungshefte, C 528: 75–91.
- Fischer, J., Licht, M., Kriwet, J., Schneider, J.W., Buchwitz, M., Bartsch, P. (2013) Egg capsule morphology provides new information about the interrelationships of chondrichthyan fishes, *Journal of Systematic Palaeontology*, 12:3, 389-399.
- Grygorczyk, K., Lis, A., Fąfara, M., Gubrynowicz, J., Pozauć, F., Zalewski, J., Szrek, P. (2023). The first putative placoderm egg capsule from the uppermost Famennian (Latest Devonian) of Poland. Abstracts book of XXI EJIP / 6th IMERP. *Palaeontological publications*, vol. 3, 18.



ANALIZA ZMIAN EKOLOGICZNYCH OKOLIC ALWERNI NA PODSTAWIE MALAKOFAUNY SUBFOSYLNEJ GAUDYNOWSKICH SKAŁEK

Paulina Laskowska-Piekoszewska*, Witold Paweł Alexandrowicz

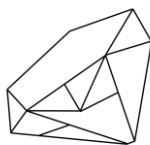
Akademia Górniczo-Hutnicza im. Stanisława Staszica w Krakowie,
Wydział Geologii, Geofizyki i Ochrony Środowiska, Katedra Geologii Ogólnej i Geoturystyki
*autorka prezentująca: laskowska@agh.edu.pl

Słowa kluczowe: *geologia, malakologia, osady wapienne, ślimaki*

Celem przeprowadzonych badań była rekonstrukcja przemian środowiska na podstawie zespołów mięczaków rozpoznanych w osadach wypełniających małe formy krasowe rozwinięte w obrębie skał wapiennych w okolicach Alwerni, na Garbie Tenczyńskim. Formacje wapienne występujące na tym obszarze są atrakcyjne w kontekście badań malakologicznych, głównie ze względu na powszechne występowanie małych form krasowych (niewielkich jaskiń, rozwartych krasowo szczelin, nisz skalnych i schronisk podskanych) wypełnionych gliniasto-rumoszowymi osadami. Osady te cechują się dużą zawartością węgla wapnia, w związku z tym stwarzają dogodne warunki dla zachowania się skorupek mięczaków. Szczegółowym badaniom malakologicznym poddano próbki pobrane z Gaudynowskich Skał, grupy skał zbudowanych z wapieni skalistych górnej jury. Podstawą analiz był materiał uzyskany z 36 próbek. Rozpoznano tu obecność bogatej i zróżnicowanej taksonomicznie i ekologicznie malakofauny. W oznaczonym materiale skorupowych stwierdzono występowanie malakofauny obejmującej 57 gatunków ślimaków lądowych reprezentowanych przez ponad 20 000 okazów. Tak bogata i zróżnicowana fauna pozwoliła na rekonstrukcję zmian środowiska naturalnego poddawanego badaniom obszaru. Malakocenozy reprezentują głównie okres późnego holocenu, a większość rozpoznanych wypełnień gromadziła się w okresie ostatnich kilkuset lat. Zróżnicowanie składu gatunkowego i struktury ekologicznej zespołów mięczaków wskazuje na obecność sąsiadujących ze sobą mikrosiedlisk często o wyraźnie odmiennych cechach.

Powiązana literatura:

- Wiktor A., (2004). *Ślimaki lądowe Polski*. Olsztyn, Mantis.
- Alexandrowicz W.P., Laskowska P. (2024). Recent and subfossil malacofauna of Witkove Rocks in the Jerzmanowice area (Kraków-Częstochowa Upland, Southern Poland). *Folia Malacologica*, 31(1), s. 47-62.



FAUNA KREDOWYCH ERATYKÓW POMORZA WSCHODNIEGO

Szymon Swebocki^{1*}, Bartosz Glinka¹, Maciej Malinowski²

¹Państwowy Instytut Geologiczny – Państwowy Instytut Badawczy, Oddział Geologii Morza,
ul. Kościerska 5, 80-328 Gdańsk

²Paleo-Pomorze, Luzino

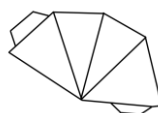
*autor prezentujący: szymon.swebocki@pgi.gov.pl

Słowa kluczowe: *eratyki, górna kreda, Pomorze Wschodnie*

Eratyki skał górnokredowych z obszaru Pomorza Wschodniego występują w literaturze badawczej przynajmniej od drugiej połowy XIX wieku. Jednymi z pierwszych badaczy, którzy zwrócili uwagę na te szczególne litologie byli m.in. Wilhelm Deecke, Henry Schröder, czy Hugo Wilhelm Conwentz. Szczególną uwagę od początku zwracano wówczas na lokalnego pochodzenia glaukonitowe gezy, nazywane przez niemieckich badaczy m.in. „*harte Kreide*” („*twarda kreda*”). Przedmiotem zainteresowania były także margle, kredy piszące, krzemienie, piaskowce i fosforyty. W latach międzywojennych, jak i powojennych temat lokalnych wschodniopomorskich kredowych eratyków nie był dalej rozwijany za wyjątkiem wzmianek w innego rodzaju geologicznych opracowaniach. Autorzy niniejszego referatu w zeszłym roku rozpoczęli szczegółowe badania mające na celu dokładne określenie pochodzenia, sedimentologii i stratygrafii tych skał, a także ich bogactwa taksonomicznego i bioróżnorodności. Rozpoznano wiele grup organizmów żywych, m.in.: roślin nasiennych, otwornic, mięczaków, wieloszczetów, ramienionogów, jeżowców, skorupiaków, ryb promieniopłetwych, rekinów, gadów morskich, w tym mozazaurów i plezjozaurów, a także bogatą ichtnofaunę wskazującą na zmieniające się środowisko życia większości tych organizmów. W zeszłym roku autorzy opublikowali pierwszą pracę dotyczącą kości mozazaurów i plezjozaurów z omawianego materiału. Na podstawie arkusza 0132 Sztum Szczegółowej Mapy Geologicznej Polski wskazane zostały także miejsca występowania porwaków skał górnokredowych w osadach polodowcowych. Na stanowiskach tych można znaleźć część z omawianych lokalnych litologii dając asumpt do dalszych badań skorelowanych z eratykami oraz materiałem wiertniczym z Pomorza Wschodniego i obszarów przyległych.

Powiązana literatura:

- Schröder, H. (1882). *Senone Kreidegeschiebe der Provinzen Ost- und Westpreußen*, Inaugural Dissertation [dysertacja doktorska].
- Schröder, H. (1885). Saurierreste aus der baltischen oberen Kreide. *Jahrbuch der Königlich Preussischen*.
- Swebocki, S., Glinka, B., Malinowski, M. (2025). O występowaniu kości gadów morskich w materiale polodowcowym Pomorza Gdańskiego. *Przegląd Geologiczny*, 73(8): 738-741.



MAŁŻORACZKI Z UTWORÓW GÓRNEJ KREDY ROWU KLESZCZOWA – WSTĘPNE WYNIKI BADAŃ

Zbigniew Jan Ziarek*, Piotr Olchowy, Marcin Krajewski

Wydział Geologii, Geofizyki i Ochrony Środowiska, Akademia Górniczo-Hutnicza w Krakowie

*autor prezentujący: zbysiuziarek@student.agh.edu.pl

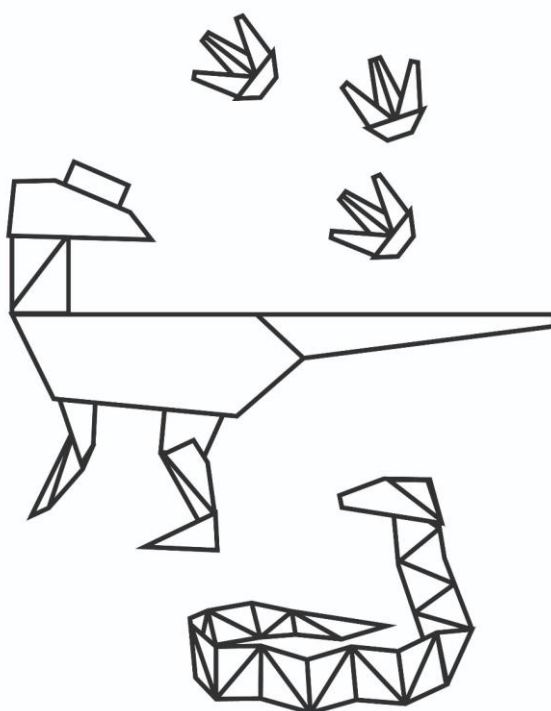
Słowa kluczowe: kreda górna, małżoraczki, paleoekologia, Polska centralna, rów Kleszczowa

Badany obszar zlokalizowany jest w Polsce centralnej, na granicy niecek łódzkiej i miechowskiej. Materiał do badań pozyskano z otworu wiertniczego B837, wykonanego w rejonie Kopalni Bełchatów, w sąsiedztwie rowu Kleszczowa. Jego profil obejmuje utwory wieku kredowego, które zalegają na utworach jury górnej, natomiast nadkład stanowią osady mioceńskie. Profil kredy rozpoczyna się serią osadów klastycznych, wykształconych jako piaski oraz słabo spoiste piaskowce i piaskowce ilaste z fosforytami. Wyżej osady te przechodzą w iłowce i mułowce zawierające fragmenty inoceramów, które przykryte są kompleksem utworów klastyczno-węglanowych. Kompleks klastyczno-węglanowy tworzą mułowce margliste z konkrecjami fosforytowymi, glaukonitem i odciskami gąbek przewarstwione piaskowcami z glaukonitem. Sondażowe próby na mikrofaunę pobrane z interwału klastyczno-węglanowego zostały poddane preparacji (maceracja w Na_2SO_4), a następnie przeszlamowane na sicie 0,1mm. Otrzymane residuum mineralne zawiera znaczną ilość glaukonitu, ziarna kwarcu oraz piryty. Mikrofauna składa się głównie z otwornic planktonicznych i bentonicznych, małżoraczków oraz fragmentów małży. W zespole małżoraczków dominują gatunki typowe dla środowisk pełnomorskich, wskazujące na warunki głębszego (zewnętrznego) szelfu: *Argilloecia communis* Bonnema, *A. decussata* Bonnema, *A. fortior* Bonnema. Towarzyszą im formy typowo nerytyczne: *Bairdoppilata subdeltoidea denticulata* (Marsson), *Schuleridea* sp., *Cythereis* sp. oraz gatunki eurybatyczne: *Cytherella ovata* (Roemer), *Eucytherura tumida* Bonnema. Obecność *Xestoleberis pergensis* Veen oraz *Pulaviella ovata* (Bonnema) może sugerować siedlisko fitalne w obrębie strefy fotycznej, choć przedstawiciele tego rodzaju znani są również ze środowisk batialnych. Skład gatunkowy zespołu małżoraczków wskazuje na wiek późnokredowy (cenoman-mastrycht).

Powiązana literatura:

- Szczechura, J. (1965). Cytheracea (Ostracoda) from the Uppermost Cretaceous and Lowermost Tertiary of Poland. *Acta Palaeontologica Polonica*, 10 (4), 451–564.
- Bonnema, J.H. (1940–41). Ostracoden aus der Kreide des Untergrundes des nordöstlichen Niederlanden. *Natuurhistorisch Maandblad*, 29 (9/12), 91–132; 30 (1/6), 8–72.
- Walaszczyk, I., Dubicka, Z., Olszewska-Nejbert, D., Remin, Z. (2016). Integrated biostratigraphy of the santonian through maastrichtian (upper Cretaceous) of extra- carpathian Poland. *Acta Geologica Polonica*, 66, 313–350.

SESJA REFERATOWA II





ŻAR MIEDAR: ARCHOZAUROMORFY ZE ŚRODKOWEGO TRIASU (LADYN) GÓRNEGO ŚLĄSKA

Łukasz Czepiński

Instytut Paleobiologii Polskiej Akademii Nauk, ul. Twarda 51/55 00-818 Warszawa,
lczepinski@twarda.pan.pl

Słowa kluczowe: archozaury, lodyn, trias, Śląsk

Eksplorowane od 2014 roku stanowisko w Miedarach koło Tarnowskich Gór (Górny Śląsk) dostarczyło znalezisk jednego z najbogatszych znanych zespołów kręgowców środkowego triasu w obrębie Basenu Germańskiego. W osadach dolnego kajpru (lodyn) odkryto zróżnicowaną faunę obejmującą ponad dwadzieścia taksonów ryb, płazów i gadów. Tetrapody reprezentowane są przez temnospondyle *Mastodonsaurus*, *Gerrothorax* i *Plagiosternum*, a także przez różnorodne gady, w tym chroniozuchy *Bystrowiella*, prokolofonomorfy Owenettidae indet., zauropterygi *Nothosaurus* oraz zróżnicowane archozauromorfy. Wśród tych ostatnich znajdują się m.in. doswelliid *Jaxtasuchus* oraz bardzo liczne szczątki *Tanystropheus* o długiej szyi i zagadkowej ekologii. Osiem rozpoznanych morfotypów zębów archozauromorfów wskazuje na znaczną różnorodność taksonomiczną tej grupy, obejmującą m.in. przedstawicieli pseudozuchów podobnych do *Batrachotomus* oraz formy roślinożerne. Jednym z najciekawszych odkryć jest częściowo artykułowany szkielet nowego taksonu średniej wielkości opancerzonego archozauromorfa o wydłużonej szyi i nietypowej morfologii osteoderm, kręgow i żeber. Wstępne analizy sugerują, że może reprezentować on dotąd nierozpoznaną linię ewolucyjną w obrębie triasowych gadów naczelnych.

Podziękowania i wsparcie finansowe: Projekt NCN 2019/35/N/NZ8/03806.

Powiązana literatura:

- Czepiński, Ł., Pawlak, W., Rytel, A., Tałanda, M., Szczygielski, T., Sulej, T. (2023). A new Middle Triassic vertebrate assemblage from Miedary (southern Poland). *Journal of Vertebrate Paleontology*, 43 (2):1–23.



PROCERATOSAURIDAE (DINOSAURIA, THEROPODA): PALEOBIOGEOGRAFIA I PALEOEKOLOGIA (PRZEGLĄD)

Kamil Gadzina

Badacz niezależny, Wiosenna 39, 08-460, Sobolew, kamil.gadzina12@gmail.com

Słowa kluczowe: *Guanlong*, *Kileskus*, *Proceratosaurus*, *Sinotyrannus*, *Yutyrannus*

Proceratosauridae to bazalny kład w obrębie Tyrannosauroida. Najwcześniejszy zapis kopalny tych teropodów pochodzi z datowanych na baton (środkowa jura) osadów formacji *Great Oolite Group* w Wielkiej Brytanii (*Proceratosaurus bradleyi*) oraz Itat w Rosji (*Kileskus aristotocus*). Na chwilę obecną Proceratosauridae obejmuje pięciu przedstawicieli, których można podzielić na dwa morfotypy. Pierwszy obejmuje formy jurajskie, które osiągały małe bądź średnie rozmiary ciała, a na ich głowie znajdowały się majestatyczne grzebienie. W swoim środowisku zazwyczaj żywiły się padliną bądź mniejszymi ofiarami. Do drugiego morfotypu należą chińskie gatunki z wczesnej kredy, które osiągały duże rozmiary ciała, a w swoim ekosystemie objęły rolę drapieżników szczytowych. Potwierdzona obecność prymitywnego opierzenia u gatunku *Yutyrannus huali* wskazuje, że stworzenia te zamieszkiwały również zimne obszary. Można tutaj zauważyć, że Proceratosauridae do wczesnej kredy zwiększyły swoje rozmiary ciała, wspinając się wyżej na czele łańcucha pokarmowego. Ostatnim znanym nam przedstawicielem Proceratosauridae, jest gatunek *Sinotyrannus kazuonensis* z aptu (wczesna kreda). Nie odnotowano zapisu tej grupy w młodszych osadach co sugeruje, że ta grupa wymarła w okolicach albu-aptu. W albie panował chłodny klimat, natomiast w aptcie stawał się on bardziej suchy i gorący. Patrząc na gatunek *Yutyrannus huali*, zwierzęta te były przystosowane do zamieszkiwania zimnych obszarów. Jednak nagła zmiana klimatu w przeciwnym kierunku mogła spowodować, że te dinozaury nie potrafiły się odnaleźć w nowych warunkach środowiskowych.

Powiązana literatura:

- Rauhut O.M., Milner A.C., Moore-Fay S. (2010). Cranial osteology and phylogenetic position of the theropod dinosaur *Proceratosaurus bradleyi* (Woodward, 1910) from the Middle Jurassic of England. *Zoological Journal*, 158(1).
- Brusatte S.L., Carr T.D. (2016). The phylogeny and evolutionary history of tyrannosauroid dinosaurs. *Nature*, 6, 20252.
- Johnson-Ransom E., Li F., Xu X., Ramos R., Midzuk A.J., Thon U., Atkins-Weltman K., Snively E. (2023). Comparative cranial biomechanics reveal that Late Cretaceous tyrannosaurids exerted relatively greater bite force than in early-diverging tyrannosauroids. *The Anatomical Record*, 307(5), 1897-1917.



ZRÓŻNICOWANA FAUNA WĘŻY Z PÓŹNEGO MIOCENU Z KLYMENTOVYCHI, UKRAINA

Olaf Lizak^{1*}, Yohan Pochat-Cottilloux², Mateusz Tałanda², Olivier Pauwels³, Jonathan Brecko^{3,4},
Anastasiiia Dubikovska^{5,6}, Oleksandr Kovalchuk^{7,8}, Vadym Yanenko⁷, Georgios L. Georgalis¹

¹Instytut Ewolucji i Systematyki Zwierząt, Polska Akademia Nauk

²Instytut Biologii Ewolucyjnej, Wydział Biologii, Uniwersytet Warszawski

³Zakład Kręgowców Współczesnych, Królewski Instytut Nauk Przyrodniczych Belgii

⁴Kolekcje Biologiczne, Królewskie Muzeum Afryki Środkowej

⁵Instytut Zoologii im. I.I. Schmalhausena Narodowej Akademii Nauk Ukrainy

⁶Sumski Państwowy Uniwersytet Pedagogiczny im. A.S. Makarenki

⁷Narodowe Muzeum Historii Naturalnej Narodowej Akademii Nauk Ukrainy

⁸Zakład Paleozoologii, Wydział Nauk Biologicznych, Uniwersytet Wrocławski

*autor prezentujący: lizak@isez.pan.krakow.pl

Słowa kluczowe: biogeografia, Colubriiformes, późny miocen

Dotychczas opisane ukraińskie stanowiska z późnego miocenu wyróżniają się wyjątkowym składem faunistycznym. Wystąpienia grzechotnikowatych (*Crotalinae*) oraz scynkowatych (*Scincidae*) o wyraźnych morfologicznych powinowactwach do rodzaju *Plestiodon* wskazują na dyspersję azjatyckich łuskonośnych (Squamata) na obszar Europy Wschodniej w neogenie. Ponieważ wystąpienia te znane są dotychczas wyłącznie z obszaru dzisiejszej Ukrainy, region ten uznawany jest za potencjalną „barierę” ograniczającą dalszą penetrację azjatyckich taksonów w głąb Europy. Mimo to wiele miocenijskich stanowisk pozostaje niedostatecznie opracowanych. W niniejszej pracy po raz pierwszy dokumentujemy cały materiał łuskonośnych ze stanowiska Klymentovichi, datowanego na wczesny etap późnego miocenu (MN9; ok. 11,1-11 Ma). Zachowane szczątki reprezentują zróżnicowaną faunę obejmującą dwa morfotypy Booidea, *Natrix* sp., *Natricidae* indet., cztery morfotypy Colubroidea, *Viperidae* indet. oraz Anguidae, w tym *Pseudopus pannonicus*. Stan zachowania materiału nie pozwala na bardziej precyzyjne identyfikacje, jednak różnorodność węży jest wyraźna zarówno na poziomie wyższych jednostek taksonomicznych, jak i morfologii. Zróżnicowanie fauny pozostaje zgodne z zespołami znanymi z innych ukraińskich lokalizacji tego okresu, takich jak Grytsiv i Cherevychne. Tym samym fauna z Klymentovichi, wraz z fauną z Grytsiv, należy do jednej z najlepiej poznanych faun węży Europy Wschodniej z późnego miocenu (MN 9).

Podziękowania i wsparcie finansowe: OL i GLG otrzymali finansowanie z Narodowego Centrum Nauki projekt nr. 2023/49/B/ST10/02631, YP i MT otrzymali finansowanie z projektu nr 2022/47/B/ST10/02686. AD otrzymała finansowanie z Polskiej Akademii Nauk.

Powiązana literatura:

- Ivanov, M. (1999). The first European pit viper from the Miocene of Ukraine. *Acta Palaeontologica Polonica*, 44 (3), 327-334.
- Ivanov, M. (2022). Miocene snakes of eurasia: a review of the evolution of snake communities, [w:] Gower D., Zaher H. (red.), *The Origin and Early Evolution of Snakes*, Cambridge University Press, Cambridge, 85-110.
- Syromyatnikova, E. (2023). A Skink (Squamata: Scincidae) from the Late Miocene of Ukraine. *Russian Journal of Herpetology*, 30 (6), 543-546.



RÓŻNORODNOŚĆ NIEPTASICH DINOZAUROW (DINOSAURIA) NA ŚWIECIE W MEZOZOIKU

Krzysztof Stuchlik

Badacz niezależny – Ustrońska 6, 43-460 Wisła,
stuchlik32@onet.eu

Słowa kluczowe: *Dinosauria, liczba gatunków dinozaurów, różnorodność dinozaurów*

Współcześnie szczątki nieptasich dinozaurów identyfikowane są niemal na całym świecie, a ich obecność potwierdzono dotychczas w blisko 90 krajach i na wszystkich siedmiu kontynentach. Choć do tej pory nazwano ponad 1900 gatunków (przy czym pełna lista, uwzględniająca synonimy, przekracza obecnie 3200 nazw), zasoby odkrytych skamieniałości są znacznie bardziej obszerne. Rzeczywista liczba nierozpoznanych taksonów może sięgać co najmniej kilku tysięcy, jednak ich precyzyjną klasyfikację utrudnia stan zachowania materiału kopalnego – wiele okazów reprezentuje jedynie pojedyncze elementy szkieletu. Analiza różnorodności oraz rozmieszczenia geograficznego dinozaurów stanowi kluczowy element zrozumienia historii ewolucyjnej tego kładu.

Powiązana literatura:

- Weishampel, D.B., Barrett, P.M., Coria, R.A., Le Loeuff, J., Xu, X., Zhao, X., Sahni, A., Gomani, E.M.P., Noto, C.R. (2004). Dinosaur Distribution: 517-606. [w:] Weishampel, D.B., Dodson, P. & Osmólska, H. (red.). *The Dinosauria*. Second Edition. University of California Press, Berkeley/Los Angeles/London: vii-xviii, 1-861.



REKONSTRUKCJA PALEOEKOLOGII ZAUROPODA *NEMEGTOSAURUS MONGOLIENSIS*

Marceli Witasik^{1*}, Daniela Winkler², Paweł Bącał³, Krzysztof Stefaniak¹, Justyna Słowiak³

¹Zakład Paleozoologii, Wydział Nauk Biologicznych, Uniwersytet Wrocławski

²Abteilung Paläontologie, Instituts für Organismische Biologie, Rheinische Friedrich-Wilhelms-Universität Bonn

³Instytut Paleobiologii im. Romana Kozłowskiego, Polska Akademia Nauk

*autor prezentujący: marceli.witasik@uwr.edu.pl

Słowa kluczowe: dinozaury, kreda, paleoekologia, uzębienie, zauropody

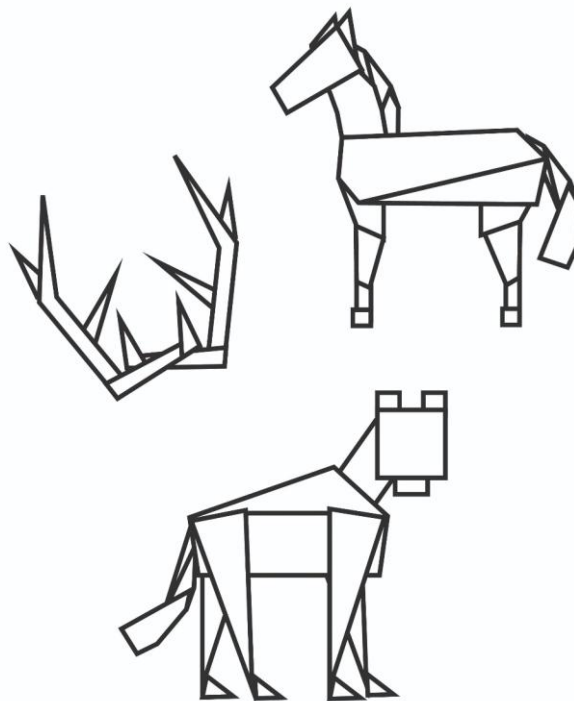
Nemegtosaurus mongoliensis to gatunek zauropoda znany z późnej kredy Mongolii, należący do Titanosauria – jedyne kladu zauropodów, który przetrwał do końca ery mezozoicznej. Czaszka nemegtozaura (ZPAL MgD-I/9), będąca jednocześnie okazem holotypowym dla tego gatunku, została odnaleziona w 1965 roku podczas polsko-mongolskich wypraw paleontologicznych w osadach formacji Nemegt, bezpośrednio na pograniczu z formacją Baruungoyot. Tytanozaur ten posiadał wąsko-koronowe uzębienie zlokalizowane jedynie w przedniej części pyska, co stanowi cechę konwergentną względem Diplodocoidea – innego kladu zauropodów wymarłego ponad 20 milionów lat przed końcem kredy. Czyni go to szczególnie interesującym obiektem badawczym, zwłaszcza że znaleziska czaszek późnokredowych zauropodów należą do niezwykle rzadkich znalezisk. Dotychczasowe badania zauropodów z późnej kredy Mongolii koncentrowały się głównie na ich osteologii oraz filogenezie. Środowiska reprezentowane przez formację Nemegt i Baruungoyot istniały przez pewien czas równolegle (podczas mastrychtu) i reprezentowały dwa różne typy środowisk: wilgotną deltę śródlądową oraz środowisko zbliżone do półpustynnego z okresowymi ciekami wodnymi. W ramach naszych badań przeprowadziliśmy szczegółową analizę mikrouszkodzeń zębów nemegtozaura z użyciem dwóch metod: standardowej jakościowej analizy mikrouszkodzeń (z użyciem skaningowego mikroskopu elektronowego) oraz analizy tekstury mikrouszkodzeń zębowych (przy wykorzystaniu skaningowego laserowego mikroskopu konfokalnego). Uzyskane dane dostarczyły informacji na temat diety tego zauropoda oraz warunków środowiskowych. Porównaliśmy także mikrouszkodzenia zębów tego tytanozaura z innymi zauropodami, które zostały zbadane pod tym aspektem. Wyniki wskazują na to, iż dieta nemegtozaura charakteryzowała się wysokim zróżnicowaniem (generalizm pokarmowy) oraz pobieraniem znacznych ilości cząstek ściernych (np. ziaren piasku), co sugeruje, że jego głównym środowiskiem życia było półpustynne środowisko reprezentowane przez formację Baruungoyot.

Podziękowania i wsparcie finansowe: Projekt został sfinansowany w ramach programu “Inicjatywa Doskonałości - Uczelnia Badawcza” dla Uniwersytetu Wrocławskiego, a także działalności statutowej Zakładu Paleozoologii UWr oraz Instytutu Paleobiologii PAN. Chcielibyśmy podziękować również Katarzynie Przestrzelskiej za prace konserwatorskie oraz wszystkim uczestnikom polsko-mongolskich wypraw paleontologicznych (1965-1971) w ramach współpracy między Polską a Mongolską Akademią Nauk.

Powiązana literatura:

- Currie, P.J., Wilson, J.A., Fanti, F., Mainbayar, B., Tsogtbaatar, K. (2018). Rediscovery of the type localities of the Late Cretaceous Mongolian sauropods *Nemegtosaurus mongoliensis* and *Opisthocoelicaudia skarzynskii*: Stratigraphic and taxonomic implications. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology* 494: 5-13.
- Winkler, D.E., Tschopp, E., Saleiro, A., Wiesinger, R., Kaiser, T.M. (2025). Dental microwear texture analysis reveals behavioural, ecological and habitat signals in late Jurassic sauropod dinosaur faunas. *Nature Ecology & Evolution*, 9, 1719–1730.
- Wilson, J.A. (2005). Redescription of the mongolian sauropod *Nemegtosaurus mongoliensis* Nowinski (Dinosauria: Saurischia) and comments on Late Cretaceous sauropod diversity. *Journal of Systematic Palaeontology* 3: 283-318.

SESJA REFERATOWA III





OCENA PRZYDATNOŚCI CECH UZĘBIENIA W IDENTYFIKACJI TAKSONOMICZNEJ KONI PLEJSTOCENSKICH Z EUROPY ŚRODKOWEJ

Karol Karbowski

Zakład Paleozoologii, Wydział Nauk Biologicznych, Uniwersytet Wrocławski
karol.karbowski@uwr.edu.pl

Słowa kluczowe: *Equus*, identyfikacja taksonomiczna, plejstocen, uzębienie

Uzębienie koni, charakteryzujące się wysoką koroną oraz złożoną budową powierzchni okluzyjnej, należy do najczęściej zachowanych elementów szkieletu w zapisie kopalnym, co czyni je cennym materiałem badawczym w analizach paleontologicznych. W plejstocene Europy przedstawiciele rodzaju *Equus* wykazywali zróżnicowanie morfologiczne interpretowane zarówno jako odzwierciedlenie adaptacji ekomorfologicznych do zróżnicowanych warunków środowiskowych, jak i jako efekt współwystępowania odmiennych form taksonomicznych - form stenoidalnych i kabaloidalnych. Cechy powierzchni żującej zębów policzkowych stanowią podstawę ich identyfikacji taksonomicznej, dlatego celem pracy jest ocena ich wartości diagnostycznej. Analizie poddano materiał pochodzący z wybranych stanowisk środkowego i późnego plejstocenu Europy Środkowej, obejmujący zęby policzkowe osobników dorosłych. Przeprowadzono analizę morfologiczną cech diagnostycznych powierzchni okluzyjnej oraz klasyczną analizę morfometryczną obejmującą pomiary długości i szerokości zębów. Zmienność badanych cech oceniono w ujęciu porównawczym, z wykorzystaniem analiz opisowych oraz graficznych metod prezentacji danych.

Wsparcie finansowe: Badania sfinansowano w ramach umowy nr 6/2025 w programie PROM – Międzynarodowa Wymiana Akademicka (NAWA). Dodatkowe wsparcie zapewnił Grant Młodego Badacza 2023–2025 (IV edycja), umowa BPIDUB.4610.62.2025, w programie „Inicjatywa Doskonałości – Uczelnia Badawcza” Uniwersytetu Wrocławskiego.

Powiązana literatura:

- Boulbes, N., Van Asperen, E.N. (2019). Biostratigraphy and palaeoecology of European *Equus*. *Frontiers in Ecology and Evolution*, 7, 301.
- MacFadden, B.J. (1994). *Fossil horses: Systematics, paleobiology, and evolution of the family Equidae*. Cambridge University Press.



NOWE DANE DOTYCZĄCE WYMIANY UZĘBIENIA U *CHULSANBAATAR* *VULGARIS* (MULTITUBERCULATA, MAMMALIA)

Paweł Muniak

Instytut Biologii, Wydział Przyrodniczo-Techniczny, Uniwersytet Opolski
pawel.muniak@yahoo.com

Słowa kluczowe: *Djadochtatherioidea*, μ -tomografia, ontogeneza, ssaki, zęby

Wymiana uzębienia jest stosunkowo rzadko opisywana u wymarłych ssaków. Najczęściej wynika to z ograniczonej liczby okazów kopalnych, które nie pozwalają na pełne odtworzenie procesu wymiany zębów. Zrozumienie tego procesu stanowi jednak istotny element badań nad przemianami biologicznymi zachodzącymi między osobnikami młodocianymi a dorosłymi. W niniejszej pracy przedstawiam dane dotyczące wymiany uzębienia u *Chulsanbaatar vulgaris*. Gatunek ten należy do wymarłej grupy ssaków Multituberculata, który żył w późnej kredzie, około 72 mln lat temu, na terenie dzisiejszej Mongolii. Rodzaj *Chulsanbaatar* jest jednym z najmniejszych przedstawicieli nadrodziny Djadochtatherioidea, a długość jego czaszki nie przekraczała 20 mm. Analizowane okazy pochodzą z kolekcji Instytutu Paleobiologii Polskiej Akademii Nauk. Materiał kopalny przypisywany do rodzaju *Chulsanbaatar* należy do najliczniejszych wśród znanych multituberkulatów, co umożliwiło identyfikację osobników reprezentujących różne stadia ontogenetyczne. Wybrane okazy zostały zeskanowane przy użyciu mikrotomografii komputerowej, co pozwoliło na obserwację rozwijających się zębów jeszcze przed ich wyrżnięciem ponad powierzchnię kości szczęk. Stan zachowania i starcia mlecznych siekaczy wskazuje, że już osobniki młodociane wykorzystywały intensywnie te zęby do gryzienia. Siekacz trzeci (I3) wykazuje unikalny, rotacyjny sposób wyrzynania się. Pomimo braku bezpośrednich dowodów na wymianę przedtrzonowców P1 i P3, na podstawie danych porównawczych z innymi rodzajami sugeruję, że zęby te charakteryzowały się opóźnioną erupcją, która mogła nie zostać uchwycona w zapisie kopalnym. Najprawdopodobniej pierwszym wyrzynającym się górnym zębem był mleczny czwarty przedtrzonowiec (dP4), natomiast ostatnim wyrzynającym się zębem trzonowym był drugi trzonowiec (M2/m2).

Podziękowania: Składam serdeczne podziękowania Pani dr Katarzynie Janiszewskiej za zeskanowanie w Instytucie Paleobiologii PAN omawianych przeze mnie okazów.

Powiązana literatura:

- Greenwald, N.S. (1988). Patterns of tooth eruption and replacement in multituberculate mammals. *Journal of Vertebrate Paleontology*, 8(3):265–277.
- Luo Z., Kielan-Jaworowska Z., Cifelli R.L. (2004). Evolution of dental replacement in mammals. *Bulletin of Carnegie Museum of Natural History*, 36: 159–175.



ANALIZA OSTEOMETRYCZNA KOŚCI KOŃCZYN RENIFERA (*RANGIFER TARANDUS*) JAKO NARZĘDZIE REKONSTRUKCJI MOBILNOŚCI W PÓŻNYM PLEJSTOCENIE

Oliwia Oszczepalińska^{1*}, Ursula B. Göhlich²,
Martina Roblíčková³, Anna-Kaisa Salmi⁴ & Kjetil Lysne Voje⁵

¹Instytut Systematyki i Ewolucji Zwierząt, Polska Akademia Nauk

²Muzeum Historii Naturalnej w Wiedniu

³Muzeum Ziem Morawskiej, Brno

⁴Katedra Archeologii, Uniwersytet w Oulu

⁵Muzeum Historii Naturalnej, Uniwersytet w Oslo

*autorka prezentująca: oszczepalinska@isez.pan.krakow.pl

Słowa kluczowe: analiza osteometryczna, migracje, plejstocen, preferencje siedliskowe

Stanowiska otwarte w Europie Środkowej datowane na późny plejstocen umożliwiają analizę relacji człowiek–zwierzę. W warunkach dynamicznych zmian klimatu renifer (*Rangifer tarandus*) był jednym z podstawowych zasobów, a mobilność stad miała znaczenie dla organizacji życia i polowań. Celem pracy jest ocena przystosowania do warunków środowiskowych, w tym mobilności renifera. W badaniu wykorzystano pomiary osteometryczne kości śródrecza i śródstopia, obejmujące w szczególności szerokość i głębokość końca dystalnego oraz parametry bloczka stawowego. Kości te należą do elementów szkieletu stosunkowo często zachowujących się w materiale kopalnym i dostarczają istotnych danych do analiz mobilności oraz warunków środowiskowych. Wykorzystany materiał pochodzi z wybranych stanowisk otwartych w Polsce, Austrii i Czech. Zestaw danych kopalnych porównano z referencyjną bazą współczesnych reniferów o znanym typie siedliska i strategii mobilności, a następnie poddano analizie PCA oraz modelom klasyfikacyjnym. Wyniki wskazują, że badane renifery były przystosowane do środowisk otwartych i wykazywały cechy charakterystyczne dla osobników o wysokiej mobilności.

Podziękowania i wsparcie finansowe: Niniejsze badania zostały dofinansowane z grantu ERC Consolidator „MAMBA”, nr rej. 101045245.

Powiązana literatura:

- Galán López, A.B., Pelletier, M., Discamps, E. (2023). Reconstructing past migratory behaviour of reindeer (*Rangifer tarandus*): Insights from geometric morphometric analysis of proximal phalanx morphology from extant caribou populations. PLOS ONE, 18(8), e0285487.



PROBLEMY Z LĄDOWYM RETYKIEM - RÓŻNORODNOŚĆ LĄDOWYCH CZWORONOGÓW POD KONIEC PÓŹNEGO TRIASU

Michał Siedlecki

Instytut Biologii Ewolucyjnej, Wydział Biologii, Uniwersytet Warszawski
Koło Naukowe Biologii Ewolucyjnej, Wydział Biologii, Uniwersytet Warszawski
mj.siedlecki@student.uw.edu.pl

Słowa kluczowe: *Dinosauria, retyk, Temnospondyli, Tetrapoda, wymieranie*

Retyk to ostatnie piętro triasu, którego początek datowany jest obecnie na ok. 205,7 miliona lat temu. Uważa się, że pod koniec triasu doszło do masowego wymierania licznych grup organizmów, w tym części lądowych czworonogów, takich jak większość temnospondyli, czy wczesne pseudozuchy. Dalej jednak dyskutowane są zarówno przyczyny masowego wymierania w późnym triasie, jak i jego tempo. Nowa definicja czasowa retyku spowodowała jeszcze większe zamieszanie w ustalaniu tempa wymierania poszczególnych grup lądowych czworonogów, gdyż datowanie części stanowisk uznawanych za retyckie uległo zmianie. Powstaje więc pytanie, ile tak naprawdę wiadomo o różnorodności lądowych czworonogów w retyku. Celem badań jest aktualizacja obecnej wiedzy o retyckich kręgowcach lądowych, poprzez zebranie jak największej ilości danych literaturowych o występowaniu lądowych czworonogów w stanowiskach datowanych na retyckie i określenie, czy wiek wspomnianych stanowisk rzeczywiście jest retycki. Precyzyjne określenie liczebności i różnorodności lądowych czworonogów z retyku i ich porównanie z wcześniejszymi, noryckimi faunami lądowych czworonogów, pozwoli na lepsze określenie czasu i natury wymierania pod koniec późnego triasu, w tym stwierdzenie, czy był to proces nagły, czy stopniowy.

Powiązana literatura:

- Cribb, A.T., Formoso, K.K., Woolley, C.H., Beech, J., Brophy, S., Byrne, P., Cassady, V.C.; Godbold, A.L., Larina, E., Maxeiner, P.-P., Wu, Y.-H., Corsetti, F.A.; Bottjer, D.J. (2023). *Contrasting terrestrial and marine ecospace dynamics after the end-Triassic mass extinction event*. Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences. 290 (2012)
- ICS (2024). *International Chronostratigraphic Chart* (v 2024-12) stratigraphy.org/chart/
- Mujal, E.; Sues, H.-D.; Moreno, R.; Schaeffer, J.; Sobral, G.; Chakravorti, S.; Spiekeman, S. N. F.; Schoch, R.R. (2025). Triassic terrestrial tetrapod faunas of the Central European Basin, their stratigraphical distribution and their palaeoenvironments. *Earth-Science Reviews*. 264 105085.



RADIACJA MIOCEŃSKICH HIENOWATYCH (*HYAENIDAE*, *CARNIVORA*) I OPIS SZCZĄTKÓW Z OBSZARU POLSKI

Maciej Struski*, Adrian Marciszak

Zakład Paleozoologii, Wydział Nauk Biologicznych, Uniwersytet Wrocławski

*autor prezentujący: 339326@uwr.edu.pl

Słowa kluczowe: *Carnivora*, *Hyaenidae* miocen, polska systematyka

Hienowate (*Hyaenidae*, *Carnivora*) współcześnie reprezentowane są przez cztery gatunki, z których aż trzy (*Crocota crocuta*, *Parahyaena brunnea*, *Hyaena hyaena*) zajmują zbliżoną niszę ekologiczną drapieżników/padlinożerców zdolnych do kruszenia kości. Zaś *Proteles cristatus* jest wyspecjalizowanym myrmekofagiem. W miocenie przedstawiciele tej rodziny wykazywali imponującą różnorodność form. Aż do pojawienia się psowatych na terenie Europy, hieny nie miały znaczącej konkurencji ze strony drapieżników o podobnej masie ciała. W tym czasie powstały formy wypełniające nisze zbliżone do tych, które dzisiaj wypełniają wilki i szakale. Ze względu na historię geologiczną Polski, miocieńskie stanowiska są nieliczne, a hienowate zostały wykazane jedynie z dwóch stanowisk: Przeworno 2 (woj. dolnośląskie) oraz Opole 3 (woj. opolskie). Z Przeworna opisano szczątki szeroko rozprzestrzenionego w Europie *Thalassictis montadai* (Villalta Comella and Crusafont Pairó, 1943), natomiast ze stanowiska Opole 3 znany jest izolowany ząb p4, obecnie nieprzypisany do konkretnego rodzaju, oraz C1, P4, m1 przypisane do *Dinocrocota gigantea* (Schlosser, 1903)- gatunku dotychczas nieodnotowanego z terenu Polski. Bliższe zbadanie materiału z Opole 3 stanowi problem, ponieważ wspomniane okazy są częścią prywatnej kolekcji.

Powiązana literatura:

- Heizmann, E.P., Kubiak, H. (1992). Felidae and Hyaenidae [Carnivora, Mammalia] from the [Miocene of Przeworno [Lower Silesia, Poland], with general remarks on the fauna complex. *Acta Zoologica Cracoviensia*, 35(2).
- Turner, A., Antón, M., Werdelin, L. (2008). Taxonomy and evolutionary patterns in the fossil Hyaenidae of Europe. *Geobios*, 41(5), 677-687.
- Werdelin, L., Solounias, N. (1991). The Hyaenidae: taxonomy, systematics and evolution. [w:] *The Hyaenidae: taxonomy, systematics and evolution*, pp. 1-104.



REDUKCJA PALCÓW U KONI JAKO ADAPTACJA DO ŚRODOWISK OTWARTYCH – UJĘCIE BIOMECHANICZNE I PALEOŚRODOWISKOWE

Zuzanna Szalach

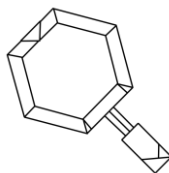
Wydział Oceanografii i Geografii Uniwersytetu Gdańskiego,
z.szalach.754@studms.ug.edu.pl

Słowa kluczowe: *biomechanika, Equidea, miocen, monodaktylia, paleośrodowisko*

Ewolucja monodaktylii u koni, czyli przejście od kończyn wielopalczastych do jednego dominującego palca centralnego, stanowi jeden z najlepiej udokumentowanych przykładów transformacji morfologicznej w zapisie kopalnym ssaków. Celem referatu jest przedstawienie badań dotyczących redukcji palców jako procesu funkcjonalnego, wynikającego ze współdziałania czynników biomechanicznych i środowiskowych. Analiza badań nad budową kości śródreżca i śródstopia wykazuje, że w formach trójpalczastych obciążenia lokomotoryczne były rozpraszane pomiędzy palec centralny i palce boczne, natomiast w liniach prowadzących do form jednopalczowych nastąpiła centralizacja sił oraz przystosowanie kończyn do ruchu w płaszczyźnie przód-tył. Redukcja palców była procesem stopniowym, zachodzącym równolegle ze zmianami proporcji sztywności kończyn, a formy o różnej liczbie palców współistniały przez długi czas. Transformacja ta zbiega się z ekspansją środowisk otwartych w miocenie, związanych z ochłodzeniem i osuszeniem klimatu oraz rozwojem roślinności trawiastej. W warunkach stepowych selekcja sprzyjała zwiększonej efektywności i szybkości biegu, co mogło prowadzić do utrwalenia monodaktylii jako wyspecjalizowanej strategii lokomotorycznej. Redukcja palców interpretowana jest zatem nie jako prosta utrata struktur, lecz jako element kompleksowej reorganizacji aparatu ruchu w odpowiedzi na presję środowiskową.

Powiązana literatura:

- McHorse, B.K., Biewener, A.A., Pierce, S.E. (2017). The evolution of a single toe in horses: causes, consequences, and functional morphology. *Proceedings of the Royal Society B*.
- McHorse, B. K., Biewener, A.A., Pierce, S.E. (2019). Selective forces in the evolution of monodactyl equids. *Integrative and Comparative Biology*.
- Janis, C. M., Bernor, R. L. (2019). The evolution of equids and the role of environmental change. *Frontiers in Ecology and Evolution*.



ZASTOSOWANIA SZTUCZNEJ INTELIGENCJI (AI) W PALEOBIOLOGII. MOŻLIWOŚCI I OGRANICZENIA AUTOMATYCZNEJ SEGMENTACJI I MORFOMETRII SKAMIENIAŁOŚCI

Adam Urbański

Kolegium Międzywydziałowych Indywidualnych Studiów Matematyczno-Przyrodniczych,
Uniwersytet Warszawski, ag.urbanski@student.uw.edu.pl

Słowa kluczowe: *AI, analiza obrazu, głębokie uczenie, morfometria, tomografia komputerowa*

Wskutek gwałtownego rozwoju metod bioinformatycznych, uczenia maszynowego i analizy dużych zbiorów danych, jaki nastąpił w XXI wieku, nauki biologiczne przechodzą intensywną transformację w zakresie używanych narzędzi. Mimo powszechnej adaptacji technik obrazowania w paleobiologii, pełne wdrożenie zautomatyzowanych systemów sztucznej inteligencji (AI) w tej dziedzinie jest niewystarczające. Wynika to ze specyfiki materiału kopalnego: procesów tafonomicznych, odkształceń, niekompletności okazów oraz braku ujednoliconych baz danych. Jednak w przeciągu ostatnich kilkunastu lat widoczne są próby przezwyciężenia tych barier poprzez zastosowanie nowych technik z zakresu przetwarzania obrazu i głębokiego uczenia. Celem niniejszego referatu jest krytyczny przegląd obecnie dostępnych metod AI w badaniach paleontologicznych ze szczególnym uwzględnieniem morfometrii oraz ekstrakcji cech diagnostycznych. Analiza dotychczasowych prób automatyzacji, w tym m.in. zastosowania głębokiego uczenia (deep learning) do automatycznej segmentacji danych z mikrotomografii rentgenowskiej (μ CT) oraz wirtualnej preparatyki 3D, wykazuje, że sztuczna inteligencja nie jest w stanie zastąpić wiedzy specjalistycznej badacza. Niemniej jednak, modele te radykalnie skracają czas przetwarzania obrazu i pozwalają na sprawniejszą ekstrakcję cech morfologicznych z danych o niskim stosunku sygnału do szumu. Przeprowadzona analiza wskazała główne ograniczenia obecnych form reprezentacji danych i proponuje kierunki rozwoju narzędzi, aby lepiej radziły sobie z pewnymi ograniczeniami, jak na przykład różnorodną gęstość próbki oraz zmiennym stanem zachowania.

Powiązana literatura:

- Yu, C., Qin F., Watanabe A., Yao W., Li Y., Qin Z., Liu Y., Wang H, Jiangzuo Q, Hsiang A.Y, Chao Ma, Rayfield E., Benton M.J., Xu X. (2023). Artificial intelligence in paleontology. *Earth-Science Reviews*, 252.
- Yaqoob M., Ishaq, M., Ansari, M.Y. (2025) Advancing paleontology: a survey on deep learning methodologies in fossil image analysis. *Artificial Intelligence Review*, 58(83).



NIEOCZEKIWANY STEPOWY GOŚĆ - REWIZJA SZCZĄTKÓW RODZAJU *VULPES* Z JASKINI W ROGÓŹCE

Aleksandra Kropczyk, Adrian Marciszak

Zakład Paleozoologii, Wydział Nauk Biologicznych, Uniwersytet Wrocławski

*autorka prezentująca: aleksandra.kropczyk2@uwr.edu.pl

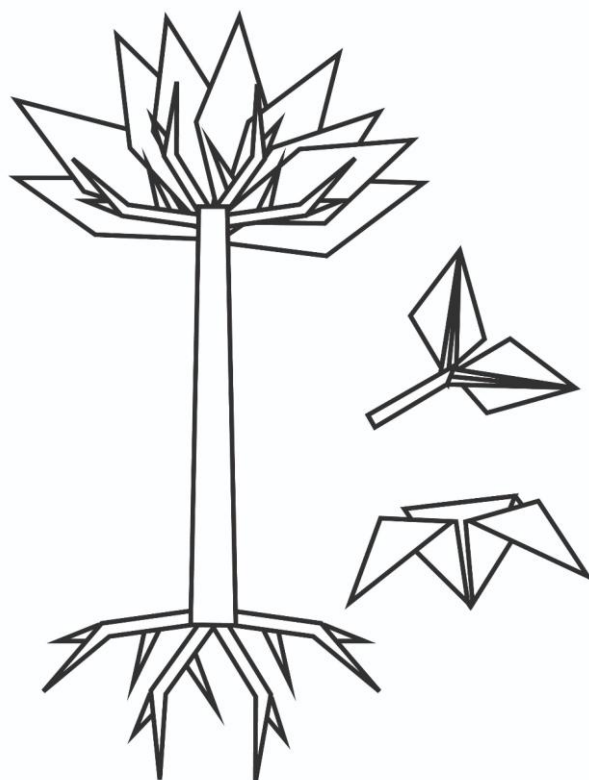
Słowa kluczowe: analiza morfometryczna, *Canidae*, plejstocen, *Vulpes corsac*

Lis stepowy (*Vulpes corsac*) jest gatunkiem związanym z otwartymi, suchymi środowiskami stepowymi i stanowi istotny element plejstocenijskich zespołów faunistycznych Europy. Często współwystępuje z taksonami charakterystycznymi dla środowisk trawiastych, m.in. z tchórzem stepowym (*Mustela eversmanii*), co czyni go cennym wskaźnikiem warunków paleośrodowiskowych. W plejstocenie zasiedlał obszary Europy Zachodniej i Środkowej, choć dotychczas nie został stwierdzony na terenie Polski. Obecnie jego zasięg obejmuje przede wszystkim Europę Wschodnią oraz Azję Środkową. Obecność gatunku w zachodniej części kontynentu w plejstocenie wiązana jest z okresowym rozwojem środowisk otwartych, natomiast późniejsze ochłodzenia, zwiększona wilgotność oraz rozwój trwałej pokrywy śnieżnej mogły ograniczać trwałość populacji i sprzyjać przesunięciu zasięgu ku wschodowi. Celem niniejszej pracy jest przedstawienie i analiza szczątków odkrytych w jaskini w Rogóźnie, które mogą być przypisane do *Vulpes corsac*. Analiza cech diagnostycznych i parametrów morfometrycznych umożliwiła porównanie materiału z danymi ze stanowisk w Czechach, Niemczech i Europie Wschodniej, a także z lisem rudym (*Vulpes vulpes*) oraz lisem polarnym (*Vulpes lagopus*). Uzyskane wyniki wskazują na obecność zespołu cech zbliżonych do lisa stepowego, jednocześnie ujawniając trudności w jednoznacznym odróżnieniu badanych szczątków od innych przedstawicieli rodzaju *Vulpes*. Potencjalne stwierdzenie *Vulpes corsac* w Rogóźnie poszerza wiedzę o rozmieszczeniu tego gatunku w plejstocenie Europy Środkowej oraz podkreśla znaczenie analiz rewizyjnych i historycznych kolekcji muzealnych w rekonstrukcji składu dawnej fauny.

Powiązana literatura:

- Marciszak, A., Kropczyk, A., Gornig, W., Kot, M., Nadachowski, A., Lipecki, G. (2023). History of Polish Canidae (Carnivora, Mammalia) and Their Biochronological Implications on the Eurasian Background. *Genes*, 14(3), 539.
- Marciszak, A., Stefaniak, K., Gornig, W. (2016). Fossil theriofauna from the Sudety Mts (SW Poland). The state of research. *Cranium*, 33(1), 31-41

SESJA REFERATOWA IV





NIE BYŁO NAS – BYŁ LAS? HISTORIA NAJNOWSZA SZATY ROŚLINNEJ W EUROPIE

Krzysztof Bajkowski

Wydział Biologii, Uniwersytet Jagielloński
Koło Przyrodników Studentów, Uniwersytet Jagielloński, krzysztof.bajkowski@student.uj.edu.pl

Słowa kluczowe: *Homo neanderthalensis*, las pierwotny, lasopastwiska, paleobotanika, paleoekologia

Zarówno tradycyjny pogląd naukowy jak i potoczne wyobrażenie głosi, że naturalną, klimaksową formą roślinności w klimacie wilgotnym umiarkowanym jest las, a dopiero rolnicza i pasterska działalność człowieka doprowadziła do stopniowego wylesienia, tworząc zbiorowiska otwarte takie jak łąki i pastwiska. Prezentuję tu wnioski z artykułu przeglądowego, który dokonuje rewizji tego paradygmatu i omawia stan wiedzy o tym, jak kształtowała się szata roślinna Europy od miocenu, przez pliocen, plejstocen do holocenu. Liczne prace wskazują, że w omawianym okresie przez większość czasu obecna była mozaika zbiorowisk otwartych, półotwartych i lasów. Przy czym powierzchniowo dominowały zbiorowiska półotwarte. Wnioski te można wyciągnąć na podstawie różnorodnych, pośrednich źródeł informacji takich jak: proporcji izotopu ^{13}C , mikroszczałków węgla drzewnego z pożarów, sedaDNA, zapisu kopalnego zarodników grzybów koprofilnych czy współczesnych preferencji siedliskowych gatunków zwierząt, grzybów i roślin. Szczególnie dobry wgląd w zbiorowiska roślinne kształtujące się przy ograniczonym wpływie człowieka dały szeroko zakrojone badania palinologiczne, wykorzystujące nowoczesne modele statystyczne (REVEALS i LOVE), nad ostatnim interglacjałem (eemskim), czyli czasem gdy panował klimat zbliżony do współczesnego, ale człowiek współczesny (*Homo sapiens sapiens*) nie występował w Europie. Za główną przyczynę mozaikowości siedlisk uważa się wpływ roślinożernej megafauny, która poprzez wypas, wydeptywanie i rycie ograniczała rozwój drzew i tym samym gatunków związanych z zacienionym siedliskiem. Działalność łowców-zbieraczy ograniczyła populacje megafauny, przyczyniając się do ekspansji gęstych lasów we wczesnym holocenie (choć antropogeniczne pożary utrzymywały zbiorowiska otwarte i półotwarte). Neolityczni rolnicy i pasterze przyczynili się do przywrócenia zbiorowisk kształtowanych przez wypas megafauny. Intensyfikacja rolnictwa w epoce przemysłowej doprowadziła do zaniku tradycyjnego wypasu, co poskutkowało nie tylko przekształcaniem lasów świetlistych w zwarte drzewostany, lecz takżeubożeniem gatunkowym siedlisk otwartych oraz homogenizacją krajobrazu do układu gęstych lasów i intensywnie użytkowanych łąk. Wnioski z tych badań są istotne dla ochrony przyrody i przyczyniły się do kształtowania idei rewildingu.

Podziękowania: Dziękuję Szymonowi Czyżewskiemu za uwagi merytoryczne i dokładne wyjaśnienie niuansów pracy.

Powiązana literatura:

- Czyżewski, S., Søndergaard, S.A., Molnár, Á.P., Kerr, M.R., Kristensen, J.A., Atkinson, J., Trepel, J., Sykut, M., Radzikowski, P., Termansen, S.S., Wałach, K., Pearce, E.A., Pang, S. E., Zając, B., Bergman, J., Thomassen, E.S., Mungi, N., Fløjgaard, C., Ejrnæs, R., Buitenwerf R., Svenning J. (2026). Revisiting Europe's temperate forests: Palaeoecological evidence for an herbivory-driven woodland-grassland mosaic biome. *Biological Conservation*, 316, 111749.



DOSTĘPNOŚĆ EDUKACJI PALEONTOLOGICZNEJ I GEOLOGICZNEJ Z PERSPEKTYWY OSÓB Z NIEPEŁNOSPRAWNOŚCIĄ WZROKU

Jakub Nowicki

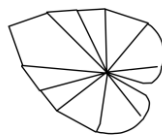
Instytut Filozofii, Wydział Nauk Społecznych, Uniwersytet Gdański,
jakub.nowicki@phdstud.ug.edu.pl

Słowa kluczowe: dostępność, dydaktyka, edukacja geologiczna, paleontologia

Edukacja paleontologiczna oraz szerzej geologiczna w kontekście dostępności dla osób niewidomych to temat rzadko poruszany w Polsce. Jednocześnie w literaturze anglojęzycznej można odnaleźć wiele artykułów i przewodników opisujących strategie dydaktyczne stosowane w nauczaniu geologii i nauk pokrewnych osób z niepełnosprawnością wzroku. Na gruncie polskim niektóre z tych rozwiązań wdraża Centrum Edukacji Geologicznej w Kielcach. Myśląc o edukacji geologicznej i paleontologicznej, w kontekście osób z niepełnosprawnością wzroku, warto podejść do tego zagadnienia dwutorowo, tzn. od strony dostosowania toku nauczania i sposobu przekazywania treści programowych. Aby proces dydaktyczny był możliwie najbardziej efektywny, zaleca się ścisłą współpracę pomiędzy studentem/studentką, wykładowcą, a biurem ds. osób z niepełnosprawnościami. W całym procesie kształcenia bardzo istotne pozostaje włączenie osoby z niepełnosprawnością wzroku w możliwie jak najwięcej aktywności przewidzianych programem studiów. W wypadku treści programowych, których ze względu na bezpieczeństwo nie można przekazać osobie niewidomej, warto rozważyć indywidualną organizację zajęć, lub asystenta dydaktycznego. W zasięgu osoby niewidomej pozostaje także rozpoznawanie wielu minerałów i skamieniałości, bazując na zmysłach dotyku. Wsparciem są też drukowane w technice 3d materiały tyflograficzne. Przyszłością dostępności studiów geologicznych są także wyspecjalizowane programy sztucznej inteligencji. Dalsze badania w dziedzinie dostępności edukacji geologicznej pozwolą na opracowanie kompleksowych procedur i przewodników. Potencjalnie wpłynie to na wzrost liczby osób z niepełnosprawnością wzroku na wydziałach geologii oraz zwiększenie efektywności ich kształcenia i perspektyw zawodowych.

Powiązana literatura:

- Sahin M., Yorek N., (2009). Teaching science to visually impaired students: A small-scale qualitative study, *US-China Education Review*, 6 (4/53), 19–26.
- Shepherd, I. (2006). *Developing an Inclusive Curriculum for Visually Disabled Students*. The Inclusive Curriculum Project. Geography Discipline Network, and Higher Education Funding Council for England.
- Wild, T.A., Hilson, M.P., Farrand, K.M. (2013), Conceptual Understanding of Geological Concepts by Students With Visual Impairments, *Journal of Geoscience Education*, 61, 222–230.



AKTYWNOŚĆ TEKTONICZNA A SUKCESJA ROŚLINNA W MIOCEŃSKICH OSADACH KONIŃSKIEGO ZAGŁĘBIA WĘGLA BRUNATNEGO

Anastazja Piaskowska

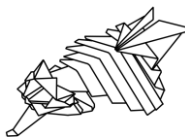
Kolegium Międzywydziałowych Indywidualnych Studiów Matematyczno-Przyrodniczych,
Uniwersytet Warszawski, ah.piaskowsk@student.uw.edu.pl

Słowa kluczowe: *miocen, paleoflora, tektonika, węgiel brunatny, zagłębie konińskie*

Konińskie Zagłębie Węgla Brunatnego stanowi unikatowe archiwum mioceńskich ekosystemów lądowych. Celem wystąpienia jest analiza relacji między zmianami w sukcesji roślinnej a dynamiką tektoniczną regionu w środkowym miocenie. W oparciu o dane, głównie paleobotaniczne, zostaną scharakteryzowane zróżnicowane modele basenów sedymentacyjnych. W rowie Lubstowa w obrębie II pokładu łużyckiego (LLS-2) udokumentowano basen sedymentacyjny o modelu stabilnej akumulacji, wynikający z unikatowej równowagi między szybką subsydencją a tempem przyrostu biomasy. Powstanie rekordowego pokładu LLS-2 (86,2m) pozwoliło na zachowanie bogatej flory makroskopowej lasów bagiennych. Analiza podścielających węgiel tzw. warstw adamowskich ujawniła obecność piaszczystych gleb korzeniowych z korzeniami zachowanymi *in situ*. Ich wczesna sylikfikacja dokumentuje fazy czasowego spokoju tektonicznego, pozwalające na rozwój takich ekosystemów jak lasy bagienne czy lasy laurowo-szpilkowe bezpośrednio na piaszczystym podłożu basenu. Dla poziomu 1. środkowopolskiego pokładu węgla brunatnego (MPLS-1) zaproponowano model basenu „niespokojnego” (Józwin IIB), rejestrującego cykle sukcesji roślinnej wymuszonej ruchami uskoków, z odizolowanymi od rzek torfowiskami (Adamów, Drzewce) przypominającymi ekosystemy pocosin, które współcześnie są znane z południowo-wschodniego wybrzeża USA. Synteza ta ma dowodzić, że mioceńska paleoflora okolic Konina jest precyzyjnym sensorem rejestrującym procesy endogeniczne i hydrologiczne regionu oraz że o architekturze pokładów węgla (MPLS-1 oraz LLS-2) decydowała przede wszystkim lokalna aktywność tektoniczna, a nie wyłącznie globalne trendy klimatyczne.

Powiązana literatura:

- Widera, M. (2024). Cenozoic tectonic evolution of the main lignite-rich grabens in Poland. Part 2. Tectonics versus autocompaction and compaction. *Acta Geologica Polonica* 74(2):e7.
- Kowalski, R. (2017). Miocene carpological floras of the Konin region (Central Poland). *Acta Palaeobotanica* 57(1):39-100.



UNIKALNIE ZACHOWANA FAUNA KAMBRYJSKA Z BRZECHOWA

Kamil Poteralski

Szkoła Doktorska Nauk Ścisłych i Przyrodniczych, Uniwersytet Warszawski,
k.poteralski@student.uw.edu.pl

Słowa kluczowe: Brzechów, Eldoniata, kambry, tafonomia, *Velumbrella*

W lutym 2026 r. minęło 100 lat, od kiedy po raz pierwszy opisano kambryjskie stanowisko paleontologiczne w Brzechowie w Górach Świętokrzyskich. Brzechów znany jest z licznych i dobrze zachowanych skamieniałości występujących w piaskowcach formacji ze Słowca datowanych na przełom oddziału 2 i miaolingiu. Poza cennymi biostratygraficznie trylobitami, Brzechów słynie także z dyskowatych skamieniałości należących do enigmatycznej grupy Eldoniata i reprezentowanych przez dwa gatunki: powszechną *Velumbrella czarnockii* oraz sporadycznie występującego *Maoyanidiscus* sp. Zdeformowane skamieniałości tych zwierząt wskazują, że były one podatne na odkształcenia podczas procesu pogrzebania, a zatem reprezentują odciski organizmów miękkociałych. Interpretację tą wspierają pojedyncze znaleziska ichnoskamieniałości interpretowanych jako ślady żerowania na tkankach Eldoniata. Stan zachowania *Velumbrella czarnockii* i *Maoyanidiscus* sp. w postaci trójwymiarowych odlewów w gruboziarnistych piaskowcach jest sposobem utrwalenia tkanek miękkich niespotykanym w fanerozoiku, a porównywalnym jedynie z fosylizacją enigmatycznej fauny ediakarskiej, w szczególności z „zachowaniem w stylu Nama”, znanym przede wszystkim z Grupy Nama w Namibii. Brzechów, podobnie jak Grupę Nama, można zatem uznać za przykład Konservat-Lagerstätte, czyli stanowiska, które charakteryzuje się wyjątkową jakością zachowania skamieniałości, a w niektórych przypadkach umożliwia poznanie organizmów, które ze względu na słaby potencjał fosylizacyjny mogłyby pozostać nieznane.

Powiązana literatura:

- Czarnocki, J. (1926). Stratygrafia i fauna kambry w części środkowej Gór Świętokrzyskich. *Posiedzenia Naukowe PIG*, 14, 7-9.
- Masiak, M., Żylińska, A. (1994). Burgess Shale-type fossils in Cambrian Sandstones of the Holy Cross Mountains. *Acta Palaeontologica Polonica*, 39, 329-340.
- Narbonne, G.M. (2005). The Ediacara biota: Neoproterozoic origin of animals and their ecosystems. *Annual Rev. Earth and Planetary Sciences*, 33(1), 421-442.



ŚLADY PIJAWKI KOŃSKIEJ (*HAEMOPIS SANGUISUGA*) UZYSKANE W EKSPERYMENTACH NEOICHOLOGICZNYCH

Franciszek G. Wrona*, Michał Stachacz

Instytut Nauk Geologicznych, Wydział Geografii i Geologii, Uniwersytet Jagielloński,
ul. Gronostajowa 3a, 30-387, Kraków, Polska

*autor prezentujący: franciszek.wrona@student.uj.edu.pl

Słowa kluczowe: neoichnologia, pierścienice, *Planolites annularius*, ślady przyssawki, ślady sondowania

Celem lepszego zrozumienia skamieniałości śladowych wykonuje się badania neoichnologiczne na współczesnych organizmach. Przeprowadzono doświadczenia laboratoryjne na pijawkach końskich (*Haemopis sanguisuga*), puszczając je w mule, a później wykonując silikonowe odlewy powstałych struktur. Zwierzęta zaburzały podłoże poprzez penetrację nawodnionego osadu, pozostawianie śladów sondowania podobnych do *Phycodes*, kopanie nor oraz formowanie epichnialnych śladów, w tym pierścieniowanych bruzd analogicznych do ichnoskamieniałości *Planolites annularius*. Pijawki tworzyły również na powierzchni osadu okrągłe ślady przyssawki, których odlew mógłby być podobny do śladów kropel deszczu. Wyniki przeprowadzonych eksperymentów sugerują, że podobne struktury znajdowane w zapisie kopalnym mogą być konsekwencją działalności pijawek lub innych podobnych pierścienic.

Podziękowania i wsparcie finansowe: Prof. dr hab. Alfred Uchman (ING UJ) przedstawił koncepcję neoichnologicznego badania pijawek oraz pomógł w przygotowaniu i interpretacji eksperymentu. Zakup sprzętu akwarystycznego został sfinansowany przez ING UJ w ramach środków przeznaczonych na realizację pracy licencjackiej. Pozyskanie mułu było finansowane przez UJ w ramach Inicjatywa Doskonałości - Uczelnia Badawcza.

Powiązana literatura:

- Bromley, R. G. (1990). *Trace Fossils. Biology and Taphonomy*. Unwin Hyman Ltd.
- Pemberton, S. G., Frey, R. W. (1982). Trace fossil nomenclature and the *Planolites-Palaeophycus* dilemma. *Journal of Paleontology*, 56, 843-881.



ZAGADKOWE PASOŻYTY. UWAGI O POZYCJI SYSTEMATYCZNEJ I FILOGENETYCZNEJ WRZĘCH (PENTASTOMIDA)

Edwin Sieredziński

Badacz niezależny, ul. Helleńska 3 m. 8, 26-600 Radom, colonelvolf@gmail.com

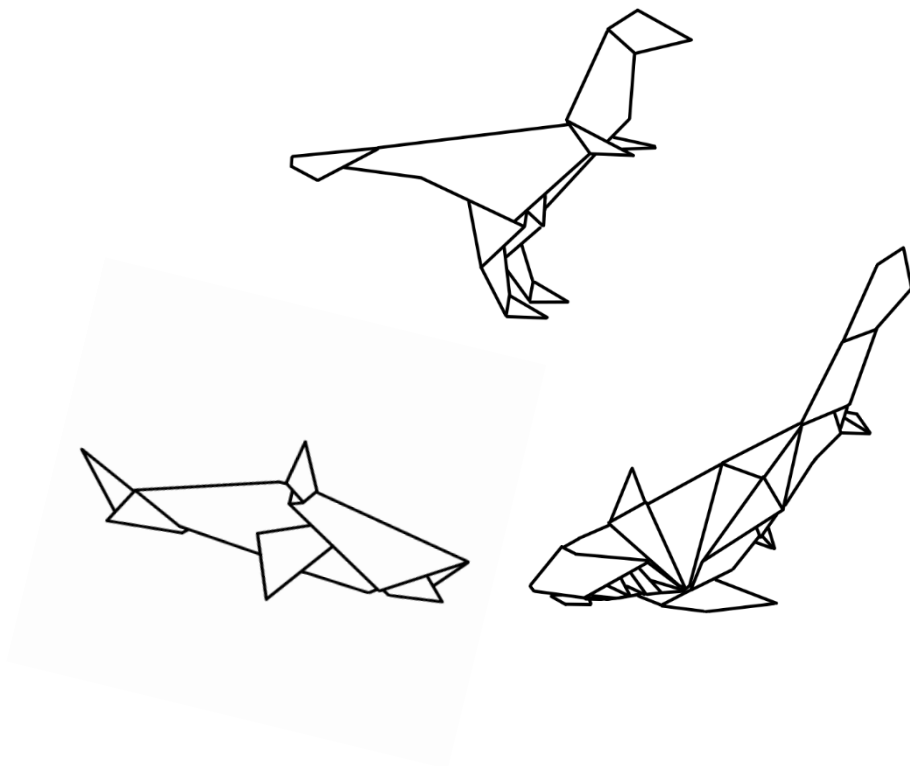
Słowa kluczowe: Ecdysozoa, filogenetyka, Ichtyostraca, pasożytnictwo, wrzęchy

Wrzęchy stanowią jedną z najbardziej zagadkowych grup pasożytów. Dawniej grupowane były z pierścienicami albo ze stawonogami, czasem wiązane także ze szpecielami. Ukształtowały się dwa poglądy na ich pochodzenie. Jeden pogląd zakłada, że stanowią one grupę skorupiaków. Już w wieku dziewiętnastym wiązano je ze splewkami, badania molekularne często wskazują, że wrzęchy są grupą siostrzaną do splewek (nazywanych razem Ichtyostraca), a same reprezentują Maxillopoda. Poprzeć to mogą także dane embriologiczne i cytologiczne, jak budowa plemników. Niemniej jednak pamiętać należy o efekcie przeciągania gałęzi - zwiększonego tempa ewolucji molekularnej wysoce wyspecjalizowanych grup (w tym pasożytniczych) dającego wyniki fałszywie pozytywne. Drugi pogląd zakłada pierwotny i odrębny charakter wrzęch. Tutaj przeciwnicy koncepcji Ichtyostraca polegają na danych morfologicznych i paleontologicznych, zwracając uwagę na występowanie kambryjskich rodzajów jak *Aengepentastomum* czy *Boeckelicambria*. Analizy kladystyczne często umiejscawiają je blisko *Facivermis*, przedstawiciela Xenusia, co sugerowałoby związek wrzęch z Lobopodia (Xenusia, pratchawce i niesporczaki). Opisuje się także inne formy paleozoiczne jak *Nymphataelina grvida*. Związek z Maxillopoda sugerowany przez dane molekularne, a podpierany przez cytologiczne i embriologiczne, wynika z efektu przeciągania gałęzi, a sprawa pozycji systematycznej i filogenetycznej wrzęch pozostaje otwarta.

Powiązana literatura:

- van Beneden P.J. (1849). Recherches sur l'organisation et le développement des Lingatules (Pentastoma Rud.), suivies de la description d'une espèce nouvelle provenant d'un Mandrill". *Annales des Sciences Naturelles Zoologie Series*. 3(11): 313–348.
- Waloszek D., Repetski J.E., Maas A. (2006). A new Late Cambrian pentastomid and a review of the relationships of this parasitic group. *Transactions of the Royal Society of Edinburgh: Earth Sciences*. 96(2):163–176.
- Zrzavý J. (2001). The interrelationships of metazoan parasites: a review of phylum- or higher level hypotheses from recent molecular and morphological analyses. *Folia Parasitologica*. 48(2): 81–103.

POSTERY





SKAMIENTAŁOŚCI SPOD GDYŃSKICH KLIFÓW

Bartosz Glinka^{1*}, Szymon Swebocki¹, Maciej Malinowski²

¹Państwowy Instytut Geologiczny – Państwowy Instytut Badawczy, Oddział Geologii Morza

²Paleo-Pomorze, Luzino

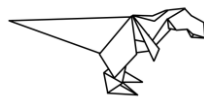
*autor prezentujący: bartosz.glinka@pgi.gov.pl

Słowa kluczowe: *eratyki, Gdynia, klify*

W materiale skalnym znajdującym się u podnóży gdyńskich klifów natrafić można zarówno na skamieniałości przetransportowane przez łódolód skandynawski, jak i występujące *in situ* w utworach miocenu i holocenu. Paleozoik reprezentują skamieniałości z okresów od kambru po dewon. Wśród nich powszechnie spotyka się m.in. glony, graptolity, trylobity, małżoraczkę, łodzikowce, ramienionogi, liliowce, ślimaki, małże, mszywioly, tentakulity, koralowce, gąbki, a także szczątki wczesnych ryb. Era mezozoiczna z kolei to skamieniałości jurajskie i kredowe. Należą do nich przede wszystkim mięczaki, ramienionogi, gąbki, wieloszczety, koralowce, jeżowce, ryby kostno- i chrzęstnoszkieletowe, a rzadziej także skorupiaki, czy morskie gady – mozazaury i plezjozaury. Sporadycznie spotyka się także napławione z lądu uwęglone lub skrzemieniałe szczątki roślin naczyniowych. Kenozoik reprezentowany jest przede wszystkim przez skamieniałe drewno, gagaty, czy słynny z obszaru Pomorza bursztyn bałtycki. Wieku kenozoicznego są także subfosylne kości ssaków, czy morska i słodkowodna malakofauna. Część ze wspomnianych skamieniałości posiada znaczną wartość badawczą, jak na przykład łuski dewońskiej ryby mięśniopłetwej *Porolepis posnaniensis* (Kade, 1858), które zostały opisane w czasopiśmie *Journal of Vertebrate Paleontology*. Autorzy pragną zaprezentować część kolekcji zgromadzonej przez lata poszukiwań wzdłuż brzegów klifowych Gdyni.

Powiązana literatura:

- Wilk, O., Szrek, P., Dec, M., Glinka, B., Ahlberg, P.E. (2020). Comments on the squamation of Polish Lower Devonian porolepiforms. *J. Vertebrate Paleontology*. 39(6).



ZMIANY ONTOGENETYCZNE W BUDOWIE SZKIELETU *TARBOSAURUS BATAAR*

Hubert Kolczak

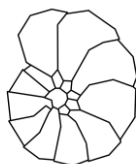
Wydział Geologii, Uniwersytet Warszawski, h.kolczak@student.uw.edu.pl

Słowa kluczowe: czaszka, dorastanie, ontogeneza, *Tyrannosauridae*

Tarbosaurus bataar (teropod z rodziny *Tyrannosauridae*) znany z mastrychtu Mongolii od momentu naukowego opisanie w 1955 roku stanowi obiekt wielu badań. Dzięki dużej ilości materiału kopalnego *Tarbosaurus* jest stosunkowo dobrze poznanym przedstawicielem rodziny tyranozaurydów, a znaczna część publikacji naukowych koncentrowała się na aspektach jego ontogenezy. Dobrze zachowane szczątki osobników w różnym wieku- od młodzika mającego około 2 lat, do dorosłych osobników osiągających ponad 40 lat w momencie śmierci pozwalają na szczegółowe prześledzenie zmian zachodzących w szkielecie tego gatunku. Uzyskane dotychczas informacje dają nam wgląd w zmiany postępujące w budowie szkieletu w procesie dorastania. Najbardziej istotne zmiany ontogenetyczne zaobserwowane zostały w budowie czaszki, w której wraz z wzrostem osobniczym dochodziło do znacznego usztywnienia i zgrubienia kości nosowej i szczękowej, skutkując zwiększoną względną wysokością czaszki. Odnotowano również zmiany kształtu oraz zgrubienie kości łzowej. Istotne znaczenie mają również badania histologiczne kości długich tarbozaura, które pozwalają na zrekonstruowanie tempa wzrostu tego taksonu. Badania te wykazały nierównomierne tempo wzrostu, które znacznie przyspieszało w wieku około 7 lat, spowalniając dopiero po 20 roku życia.

Powiązana literatura:

- Chan-Gyu Y., Delcourt R., Currie Ph.J. (2025). Allometric growth and intraspecific variation of the craniomandibular bones of *Tarbosaurus bataar* (Theropoda, *Tyrannosauridae*): a geometric morphometric approach. *Lethaia* 58(4): 1-28.
- Jevnikar, E.A. (2022). *Comprehensive ontogenetic analysis of Tarbosaurus Bataar provides insight into intraskeletal and individual variation of tyrannosaurid growth*. North Carolina State University.



ANALIZA ZESPOŁÓW OTWORNIC POGRANICZA KAMPANU I MASTRYCHTU PROFILU DOLINY ŚRODKOWEJ WISŁY (PIOTRAWIN, KAMIEŃ, KŁUDZIE)

Pola Kopec*, Sasha Brodowski*

Uniwersytet Warszawski, Wydział Geologii

*autorzy prezentujący: pa.kopec@student.uw.edu.pl, s.brodowski@student.uw.edu.pl

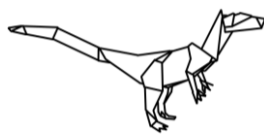
Słowa kluczowe: kreda, mikropaleontologia, otwornice, stratygrafia

Przedmiotem badań są utwory górnej kredy (górny kampan i dolny mastrycht) wchodzące w skład klasycznego profilu Doliny Środkowej Wisły, położonego na pograniczu województw mazowieckiego i lubelskiego. Osady te należą do piętra permo-mezozoicznego Niżu Polskiego i powstały w stosunkowo płytkim i ciepłym europejskim morzu epikontynentalnym. W miejscowościach Piotrawin, Kamień i Kłudzie odsłaniają się opoki i opoki margliste zawierające liczne i dobrze zachowane mikroskamieniałości. Ich analiza zespołowa posłuży jako podstawa do interpretacji zmian środowiskowych oraz zapisu cykliczności sedymentacji w badanym interwale. Temat ten jest szczególnie istotny, gdyż profil Doliny Wisły jest głównym kandydatem do pełnienia funkcji profilu pomocniczego (auxiliary section) dla nowego GSSP (Global Boundary Stratotype Section and Point). Badane osady zostaną skorelowane z innymi profilami na świecie, w tym z obecnym stratotypem granicy kampan/mastrycht w Tercis-les-Bain (południowa Francja), który w najbliższym czasie ma ulec redefinicji lub zmianie. Otwornice, które aktualnie wspólnie jako Koło Naukowe Paleobiologów Terenowych Wydziału Geologii UW poddajemy selekcji pod mikroskopem stereoskopowym, zostaną przeanalizowane pod kątem taksonomicznym (ilościowym i jakościowym). Uzyskane dane zostaną poddane obróbce statystycznej. Dotychczasowe wyniki wskazują na dominację otwornic bentonicznych przy niewielkim udziale otwornic planktonicznych, co interpretowane jest jako zapis epizodu regresywnego i wypłylenia basenu sedymentacyjnego. Wyniki badań zostaną ostatecznie skorelowane z profilami zachodniej Europy.

Podziękowania: Pragniemy serdecznie podziękować prof. dr hab. Zofii Dubickiej, za opiekę nad projektem oraz cenne uwagi i wsparcie merytoryczne.

Powiązana literatura:

- Peryt, D., Dubicka, Z. (2015). Foraminiferal bioevents in the Upper Campanian to lowest Maastrichtian of the Middle Vistula River section, Poland. *Geological Quarterly*, 59, 814–830.
- Walaszczuk, I. (2004). Inoceramids and inoceramid biostratigraphy of the Upper Campanian to basal Maastrichtian of the Middle Vistula River section, central Poland. *Acta Geologica Polonica*, 54, 95–168.



STAN WIEDZY O UBARWIENIU SINOSAUROPTERYX PRIMA W OBLCZU WYDZIELENIA SINOSAUROPTERYX LINGYUANENSIS ORAZ HUADANOSAURUS SINENSIS

Bartłomiej Kraczek

Wydział Biologii, Uniwersytet Warszawski, b.kraczek@student.uw.edu.pl

Słowa kluczowe: *Dinosauria*, *melanosomy*, *pióra*

Sinosauropteryx prima był jednym z pierwszych nieptasich dinozaurów, dla których udało się określić kolorystykę pokrycia ciała. Na podstawie melanosomów zachowanych w skamieniałych piórach okazu IVPP V14202 ustalono, że były one koloru kasztanowego lub rudego. Późniejsze badanie na okazach NIGP 127586, NIGP 127587 i IVPP V12415 wykazało, że pióra widoczne na skamieniałościach zachowały się dzięki obecności melaniny, a rozmieszczone były po grzbietowej stronie tułowia, na głowie tworzyły wzór rozciągający się od grzbietowej strony, wokół oczu i dalej w kierunku tylnej części żuchwy tworząc tak zwaną maskę bandyty, a na ogonie tworzyły pionowe pasy. W 2025 roku, z gatunku *S. prima* wyodrębniono gatunki *S. lingyuanensis* oraz *Huadanosaurus sinensis*. Pierwszy obejmuje okaz IVPP V12415, jeden z trzech, które wykorzystano do określenia rozmieszczenia piór zawierających melaninę. Drugi obejmuje tylko okaz IVPP V14202, dla którego udało się określić ubarwienie piór. Przez to, wiedza o ubarwieniu dla każdego z trzech gatunków nie jest kompletna i wymaga dalszych badań.

Powiązana literatura:

- Qiu, R., Wang, X., Jiang, S., Meng, J., Zhou, Z. (2025). Two new compsognathid-like theropods show diversified predation strategies in theropod dinosaurs. *National Science Review*, 12(5), nwaf068.
- Smithwick, F. M., Nicholls, R., Cuthill, I. C., Vinther, J. (2017). Countershading and stripes in the theropod dinosaur *Sinosauropteryx* reveal heterogeneous habitats in the Early Cretaceous Jehol Biota. *Current Biology*, 27(21), 3337-3343.
- Zhang, F., Kearns, S. L., Orr, P. J., Benton, M. J., Zhou, Z., Johnson, D., Xu, X., Wang, X. (2010). Fossilized melanosomes and the colour of Cretaceous dinosaurs and birds. *Nature*, 463(7284), 1075–1078.



ZRÓŻNICOWANIE TAKSONOMICZNE GADÓW MORSKICH DOLNEGO- ŚRODKOWEGO TRIASU Z GOGOLINA (GÓRNY ŚLĄSK, POLSKA)

Tomasz Lewandowski

Muzeum Przyrodnicze, Uniwersytet Wrocławski, tomeklew1802@gmail.com

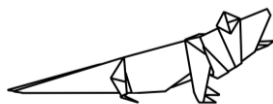
Słowa kluczowe: *Gogolin*, *Sauropterygia*, *Tanystropheus*, *trias*

Wapień muszlowy z Gogolina zachował w sobie pozostałości ekosystemu morskiego sprzed ponad 245 mln lat. Był to ekosystem w fazie odbudowy po wielkim wymieraniu z granicy perm-trias. Zamieszkiwały go, między innymi, gady morskie o imponującej różnorodności i formach dziś niespotykanych. Najbardziej zróżnicowaną grupą były Sauropterygia – grupa, w której skład wchodzi na przykład durofagiczne Placodontia, drapieżne Nothosauroida czy niewielkie Pachypleurosauria. Celem niniejszej pracy jest oznaczenie materiału znajdującego się w zbiorach Zakładu Paleozoologii Uniwersytetu Wrocławskiego. Materiał został wydobyty w XIX i na początku XX w. i składa się z pojedynczych kości często w stanie fragmentarycznym. Oznaczenie okazów na podstawie porównania ich z literaturą pozwoliło uzyskać obraz populacji gadów morskich występujących w Gogolinie. Wśród oznaczonych dotąd taksonów gadów znajdują się m.in. *Placodus gigas*, *Nothosaurus* sp. oraz jak dotąd jedyne zwierzę do Sauropterygia nienależące: *Tanystropheus* sp.

Podziękowanie i wsparcie finansowe: Chciałbym podziękować Panu dr Tomaszowi Skawińskiemu za jego wsparcie w opracowaniu danych i przygotowaniu tego posteru oraz prof. Adrianowi Marciszakowi i prof. Krzysztofowi Stefaniakowi za udostępnienie materiału do badań.

Powiązana literatura:

- Rieppel, O. (2000). Sauropterygia I. [w:] Wellnhofer, P. (red.). *Encyclopedia of Paleoherpetology, Volume 12A, Friedrich Pfeil (München)*
- Sues, H.D., Carroll, R.L. (1985). The pachypleurosaurid *Dactylosaurus schroederi* (Diapsida: Sauropterygia). *Canadian Journal of Earth Sciences*, 22(11), 1602-1608.
- Bickelmann, C., Sander, P.M. (2008). A partial skeleton and isolated humeri of *Nothosaurus* (Reptilia: Eosauropterygia) from Winterswijk, *The Netherlands*. *Journal of Vertebrate Paleontology*, 28(2), 326-338.



TRÓJWYMIAROWA REKONSTRUKCJA CZASZKI GÓRNOKREDOWEJ JASZCZURKI Z BAYN DZAK (PUSTYNIA GOBI, MONGOLIA)

Gabriela Myć

Instytut Biologii Ewolucyjnej, Wydział Biologii, Uniwersytet Warszawski,
gm.myc@student.uw.edu.pl

Słowa kluczowe: *Gobinatus*, morfologia czaszki, rekonstrukcja 3D

Formacja Bayn Dzak słynie z bogatego i wyjątkowo dobrze zachowanego zapisu kopalnego kręgowców, w tym przedstawicieli łuskonośnych (Squamata). Skamieniałości te dostarczają kluczowych informacji na temat ewolucji i różnorodności tej grupy w mezozoiku. Wiele okazów wykopanych w tej formacji nie zostało jeszcze opisanych. Celem niniejszej pracy jest opis i identyfikacja taksonomiczna czaszki jaszczurki pochodzącej z osadów górnej kredy pustyni Gobi. W celu zbadania anatomii zastosowano niedestrukcyjne metody obrazowania. Wykorzystano dane z mikrotomografii rentgenowskiej, które następnie poddano dokładnej segmentacji i modelowaniu 3D z użyciem oprogramowania Avizo na stacji graficznej. Wirtualna rekonstrukcja pozwoliła na szczegółowe zbadanie poszczególnych elementów czaszki, ujawniając cechy anatomiczne niewidoczne na powierzchni okazu. Na podstawie analizy osteologicznej i porównawczej, przynależność taksonomiczna badanego osobnika została zawężona do poziomu rodzaju *Gobinatus*. Precyzyjne oznaczenie do poziomu gatunku nie zostało jeszcze wykonane ze względu na potrzebę szerszych badań porównawczych.

Podziękowania: Serdeczne podziękowania dla dr Mateusza Tałandy za udostępnienie materiału i nadzór nad pracą.

Powiązana literatura:

- Dashzeveg, D., Dingus, L., Loope, D.B., Swisher, C.C., Dulam, T., Sweeney, M.R. (2005). New stratigraphic subdivision, depositional environment, and age estimate for the Upper Cretaceous Djadokhta formation, Southern Ulan Nur Basin, Mongolia. *American Museum Novitates*, 3498(1).
- Keesen, G., Norell, M.A. (2000). Taxonomic composition and systematics of Late Cretaceous lizard assemblages from Ukhaa Tolgod and adjacent localities, Mongolian Gobi desert. *Bulletin of the American Museum of Natural History*, 249, 1–118.



NA ROZDROŻU: EWOLUCJA WCZESNYCH EUFILLOFITÓW

Bartosz Norek

Kolegium MISMaP, Uniwersytet Warszawski, b.norek@student.uw.edu.pl

Słowa kluczowe: ewolucja, karbon, paprotniki, spermatofity, trimerofity

Eufillofity obejmują dwie główne linie rozwojowe roślin naczyniowych, monilofity i spermatofity, i ich ewolucja stanowi kluczowy etap w kolonizacji środowisk lądowych. Najwcześniejsi przedstawiciele, tacy jak *Trimerophyton*, charakteryzują się prostym rozgałęzieniem pseudomonopodialnym z odgałęzieniami płonnymi i zarodniośnymi o prymitywnej architekturze naczyniowej, stanowiącymi podstawę strukturalną dla ewolucji bardziej złożonych liści. W obrębie tych linii rozwojowych pojawienie się megafili, charakteryzujących się skomplikowanymi wzorami żyłkowania, przyczyniło się do zwiększenia wydajności fotosyntezy i rozwoju bardziej rozbudowanej architektury roślin. Dowody kopalne dodatkowo wskazują na stopniowe przekształcanie się pierwotnego ksylemu i wstępne formowanie się tkanek wtórnych, co umożliwiło lepsze podparcie mechaniczne i odporność wolnostojących sporofitów. *Archaeopteris* reprezentuje formę przejściową łączącą eufillofity bazalne z linią roślin nasiennych, łącząc w sobie dobrze rozwinięty ksylem wtórny z rozmnażaniem z pomocą zarodników. W linii spermatofitów ewolucja heterosporii, redukcja żeńskiego gametofitu i powstanie zamkniętego zalążka stanowią transformacyjne innowacje, które uniezależniły rozmnażanie od wolnej wody. Jednocześnie, w linii monilofitów, dywersyfikacja organizacji wiązek przewodzących, rozwój tkanek podporowych i adaptacyjne modyfikacje pokroju ułatwiły wykorzystanie heterogenicznych nisz paleośrodowiskowych. Zapis kopalny dewoński i karboński dokumentuje zatem sekwencyjną akumulację innowacji – sporofitów osiowych, megafili, ksylemu wtórnego, heterosporii i zalążków – które ostatecznie podzieliły eufillofity na dwie dominujące, współczesne linie rozwojowe. Te ewolucyjne zmiany ustrukturyzowały najwcześniejsze ekosystemy leśne i ustanowiły ramy morfologiczne i reprodukcyjne, leżące u podstaw późniejszej radiacji i dominacji ekologicznej współczesnych monilofitów i spermatofitów.

Podziękowania i wsparcie finansowe: Podziękowania dla Kolegium MISMaP za sfinansowanie wyjazdu i udziału w konferencji.

Powiązana literatura:

- Doran, J.B., Tomescu, A.M.F. (2025). *On the origin of euphyllophyte roots: hypotheses from an Early Devonian Psilophyton*. *Annals of Botany*, in print: 1–20.
- Capel, E., Cleal, C.J., Gerrienne, P., Servais, T., Cascales-Miñana, B. (2021). A factor analysis approach to modelling the early diversification of terrestrial vegetation. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, 566, 110170
- Decombeix, AL., Harper, C.J., Prestianni, C., Durieux, T., Ramel, M., Krings, M.(2023). *Fossil evidence of tylosis formation in Late Devonian plants*. *Nature Plants*, 9, 695–698.



DESIGN DOSKONAŁY? OD TRIASU DO DZIŚ: PRZEKOPNICE

Oliwia Nowak

Wydział Sztuki, Uniwersytet Opolski
Instytut Biologii, Uniwersytet Opolski, olibordercolli7@gmail.com

Słowa kluczowe: *Notostraca*, przekopnice, stabilomorfy, żywe skamieniałości

Przekopnice (*Notostraca*), często określane mianem „żywych skamieniałości”, stanowią jeden z najbardziej fascynujących przykładów sukcesu ewolucyjnego w świecie zwierząt. Ich morfologia pozostała niemal niezmieniona od triasu, co stawia pytanie o granice optymalizacji anatomicznej i fizjologicznej. Celem niniejszego plakatu jest analiza cech morfologicznych i adaptacyjnych przekopnic, które pozwoliły im przetrwać masowe wymierania w niemal niezmienionej formie. Praca analizuje tezę, że budowa ciała *Notostraca* stanowi „design doskonały” w kontekście nisz ekologicznych, które zajmują. Skupiono się na porównaniu cech morfologicznych okazów kopalnych z okazami współczesnymi oraz na analizie ich unikalnych strategii przetrwania. Analiza wykazuje, że kluczem do „nieśmiertelności” designu przekopnic nie jest wyłącznie ich budowa zewnętrzna, ale przede wszystkim plastyczność ekologiczna i zdolność jaj do przetrwania w skrajnie niekorzystnych warunkach przez dekady. Stabilność ich formy sugeruje, że przekopnice osiągnęły lokalne optimum ewolucyjne, które czyni dalsze zmiany morfologiczne nieefektywnymi.

Powiązana literatura:

- Gueriau, P., Rabet, N., Clément, G., Lagebro, L., Vannier, J., Briggs, D.E.G., Charbonnier, S., Olive, S., Béthoux, O. (2016). *A 365-million-year-old freshwater community reveals morphological and ecological stasis in branchiopod crustaceans*. *Current Biology*, 26(3), 383–390.
- Longhurst, A.R. (1955). *Evolution in the Notostraca*. *Evolution*, 9(1), 84–86.
- Fryer, G. (1988). *Studies on the functional morphology and biology of the Notostraca (Crustacea: Branchiopoda)*. *Philosophical Transactions of the Royal Society of London. Series B, Biological Sciences*, 321(1203), 27–124.



REDESKRYPCJA *ARCHAEORNITHOIDES DEINOSAURISCUS*, ENIGMATYCZNEGO TEROPODA Z GÓRNEJ KREDY MONGOLII

Filip Pozauć^{1*}, Łukasz Czepiński², Mateusz Tałanda¹

¹Instytut Biologii Ewolucyjnej, Wydział Biologii, Uniwersytet Warszawski

²Instytut Paleobiologii, Polska Akademia Nauk

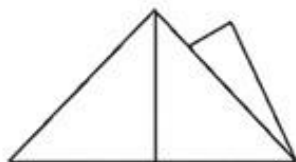
*autor prezentujący: f.pozauc@student.uw.edu.pl

Słowa kluczowe: *Dinosauria, Djadokhta Paraves, Pustynia Gobi*

Troodontidae to rodzina teropodów blisko spokrewnionych z ptakami, znana z licznych stanowisk z półkuli północnej, datowanych od późnej jury do końca kredy. Jednym z obszarów najbogatszych w skamieniałości troodontydów jest Pustynia Gobi (Mongolia), w szczególności późnokredowe (kampańskie) osady formacji Djadokhta, z których opisano pięć gatunków tych dinozaurów. Pomimo często dobrego stanu zachowania szczątków przedstawicieli tej rodziny, wiele kwestii związanych z ich ewolucją i biologią pozostaje przedmiotem naukowej debaty. W ostatnich latach pojawiły się liczne koncepcje dotyczące pokrewieństwa i diety Troodontidae. Redeskrpcja *Archaeornithoides deinosauriscus* (Elżanowski i Wellnhofer, 1992) z formacji Djadokhta, oparta o skan micro-CT holotypu i zarazem jedyne go znanego okazu tego taksonu, pozwoli zweryfikować jego wątpliwą pozycję taksonomiczną. Szczegółowa analiza materiału *Archaeornithoides* umożliwi również lepsze zrozumienie złożoności ekosystemu późnej kredy Gobi, z uwzględnieniem różnicowania potencjalnych specjalizacji żywieniowych wśród troodontydów, wynikających z wyjątkowej budowy ich zębów.

Powiązana literatura:

- Elżanowski, A., Wellnhofer, P. (1992). A new link between theropods and birds from the Cretaceous of Mongolia. *Nature*, 359(6398), 821-823.
- Elżanowski, A., Wellnhofer, P. (1993). Skull of *Archaeornithoides* from the upper Cretaceous of Mongolia. *American Journal of Science*, 293(A), 235-252.



KRÓTKI PRZEGLĄD WYBRANYCH KREDOWYCH SKAMIENTAŁOŚCI ŚLADOWYCH Z FLISZU KARPACKIEGO

Marcin Pałdyna

Przytulisko Sanok Hetmańska 38 500, mar.dyna@wp.pl

Słowa Kluczowe: Góry Słonne, kreda, skamieniałości śladowe, warstwy lgocke

W tym opracowaniu przedstawiam przegląd kredowych skamieniałości pochodzących z warstw lgockich (alb–cenoman) znalezionych w odsłonięciu położonego na obszarze miejscowości Międzybrodzie oraz Biała Góra koło Sanoka. Warstwy lgockie to jedna z najstarszych jednostek skalnych odsłaniających się w rejonie Sanoka. Ich utwory są spotykane w Karpatach fliszowych od Beskidu Małego w części zachodniej do Sanoka w części wschodniej (Pasma Gór Słonnych). W zbadanych odsłonięciach Międzybrodzu i Bałej Górze występują skamieniałości śladowe należące do ichnorodzaju *Sinusichnus*. Producentami tego typu śladów były głównie stawonogi, które tworzyły system składający się z horyzontalnych i regularnie sinusoidalnych odgałęzień. Jak dotąd ichnotakson *Sinusichnus* w Karpatach zewnętrznych nie był szczegółowo opisywany w literaturze paleontologicznej i ichnologicznej. W Międzybrodzu został także stwierdzony ichnorodzaj *Tuberculichnus*. Skamieniałości z tego taksonu są ułożone w skupiskach tworzących specyficzny horyzont w profilu. Znalezione ichnorodzaje należą do ichnofacji *Nereites*.

Powiązana Literatura:

- Belaústegui, Z., Gibert, J.M. de, López-Blanco, M., Bajo, I. (2014). Recurrent constructional pattern of the crustacean burrow *Sinusichnus sinuosus* from the Paleogene and Neogene of Spain. *Acta Palaeontologica Polonica* 59, 461–474.
- Bębenek, S. (2011). Typy sedymetacji utworów silikoklastycznych serii śląskiej Zewnętrznych Karpat fliszowych walorem poznawczym i geoturystycznym Beskidu Małego. *Rozprawa doktorska Wydział Geologii Geofizyki i Ochrony środowiska Katedra Geologii Ogólnej, Ochrony środowiska i Geoturystyki*
- Uchman, A., Łapcik, P. (2025). *Nomenclature type of trace fossil in the collection of the Jagiellonian University*, Institute of Geological Science Jagiellonian University.



ROLA GRZBIETÓW APIKOBAZALNYCH W CHWYTANIU ZDOBYCZY, CZYLI ANALIZA PORÓWNAWCZA MECHANIKI ZĘBÓW NOTOZAUROW I DZISIEJSZYCH DRAPIEŻNIKÓW MORSKICH

Joanna Piwowarczyk

Instytut Biologii Ewolucyjnej, Wydział Biologii, Uniwersytet Warszawski,
joanna.puchalla@gmail.com

Słowa kluczowe: drapieżniki morskie, FEA, grzbiety apikobazalne, *Nothosaurus*, statystyka

Grzbiety biegnące od podstawy do szczytu korony zęba (ang. *apicobasal ridges*) to powszechna cecha zębów mezozoicznych gadów morskich, której funkcja pozostaje niewyjaśniona. W niniejszym badaniu testuję hipotezę mechanicznego działania tych struktur w kontekście chwytania ofiar o różnym stopniu twardości okryw ciała, z nadzieją, że pozwoli to wyjaśnić przyczyny ich powszechności u morskich drapieżników triasowych i rzadkości u dzisiejszych.

Wykorzystując mikrotomografię komputerową i modelowanie 3D, przeanalizowałam zęby triasowego rodzaju gada morskiego *Nothosaurus* w wersji oryginalnej oraz sztucznie pozbawionej grzbietów apikobazalnych. Analizie zostały poddane również modele dzisiejszych drapieżników morskich tj. *Crocodylus porosus*, *Delphinus delphis*, *Zalophus californianus*, *Orcinus orca*. Z każdego z ośmiu modeli uzyskano pięć przekrojów poprzecznych, a następnie osadzono je w mediach odpowiadających okrywom ciała ofiar triasowych i dzisiejszym, tj. pancerz homara, wewnętrzna i zewnętrzna muszla głowonoga, miękkie ciało głowonoga, łuska ganoidowa ryby oraz łuska kolagenowa. Na wszystkich uzyskanych modelach przeprowadzono analizę elementów skończonych. Symulacje wykazały siłę potrzebną do obrotu ofiary o $\pm 4^\circ$, uwzględniając moduł Younga, współczynnik Poissona oraz współczynnik tarcia.

Wyniki uporządkowane z wykorzystaniem metod statystycznych (Liniowy Model Efektów Mieszanych, Hierarchiczna Analiza Kłastrów) wykazują statystycznie istotną (MANOVA $p < 0.01$) poprawę efektywności chwytu grzbietów apikobazalnych u wszystkich typów okryw ciała, przy czym zmiana jest większa w przypadku okryw o większej twardości tj. łuski ganoidowej ryby oraz muszli głowonoga, największe wartości dotyczą pancerza homara. Uzyskane wyniki sugerują, że ewolucyjne powstawanie i zanik grzbietów apikobazalnych był związany z generalnymi zmianami okryw ciała ofiar od twardo- do miękkociących.

Podziękowania: Pragnę podziękować dr Mateuszowi Tałandzie oraz dr Wojciechowi Pawlakowi za wsparcie merytoryczne i opiekę naukową, dr Maksymilianowi Sienkiewiczowi za pomoc z analizami elementów skończonych, dr hab. Kennethowi De Baets za konsultacje merytoryczne, dr Yohanowi Pochat-Cottilloux za pomoc przy modelowaniu 3D.



WYKORZYSTANIE ZAAWANSOWANYCH MODELI STATYSTYCZNYCH W KLASYFIKACJI MIKROSKAMIENIAŁOŚCI

Jakub Pryc

Wydział Informatyki, Akademia Górniczo-Hutnicza
Koło Przyrodników Studentów Uniwersytetu Jagiellońskiego, jakub.pryc@gmail.com

Słowa kluczowe: *mikroskamieniałości, self-supervised learning, uczenie maszynowe*

Analiza i klasyfikacja mikroskamieniałości dostarcza wielu informacji na temat środowiska, z którego pierwotnie one pochodzą. Jednym z istotnych pól badawczych jest klasyfikacja gatunkowa mikroskamieniałości, która pozwala między innymi na dokładniejsze datowanie warstw geologicznych. Kluczowym wyzwaniem w tym zagadnieniu jest rozmiar zbiorów danych, liczących setki tysięcy zdjęć próbek, często zawierających wiele okazów. Aby skutecznie wykorzystać metody statystyczne, wymagane jest wyodrębnienie istotnych informacji z surowych danych na odpowiednio dużą skalę, a ręczna klasyfikacja gatunków jest niezwykle czasochłonna. Rozwój metod automatyzujących ten proces pozwala na efektywniejsze pozyskiwanie przetworzonych zbiorów danych, gotowych do dalszej analizy. Jednym z najskuteczniejszych sposobów automatycznej klasyfikacji obrazów jest wykorzystanie modeli rozpoznawania wzorców opartych na uczeniu maszynowym. Modele te, na podstawie zdjęcia wejściowego, są w stanie zidentyfikować znajdujące się na nim obiekty. Ograniczeniem większości klasycznych modeli z tej rodziny jest konieczność pozyskania danych treningowych, w których obiekty zostały już wcześniej zaznaczone i opisane. Rodzi to problem analogiczny do pierwotnego – konieczność pozyskania ogromnej liczby etykietowanych zdjęć. Paradygmatem uczenia maszynowego rozwiązującym ten problem jest self-supervised learning (uczenie nadzorowane samodzielnie). Dzięki tej metodzie modele mogą uczyć się, opierając się w przeważającej mierze na danych nieopisanych, co pozwala wyeliminować barierę czasochłonnej, ręcznej klasyfikacji.

Powiązana literatura:

- Martinsen I., Wade D., Ricaud B., Godtliebsen F. (2024). The 3-Billion Fossil Question: How to Automate Classification of Microfossils, *Artificial Intelligence in Geosciences* 5,100080
- Takuya I., Taira Y., Kuwamori N., Saito H., Ikehara M., Hoshino T. (2020). Innovative Microfossil (Radiolarian) Analysis Using a System for Automated Image Collection and AI-Based Classification of Species, *Scientific Reports* 10 (1): 21136



CZY PTAKI TO NADAL TEROPODY? CELUROZAURY SĄ POTECJALNIE POZA NEOTEROPODAMI

Mikołaj Skakuj

Instytut Biologii, Wydział Przyrodniczo-Techniczny, Uniwersytet Opolski
mikolajskakuj@gmail.com

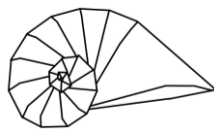
Słowa kluczowe: *filogenetyka, Pennaraptora, ptaki, statystyczne poparcie, teropody*

Popularna jest hipoteza, że ptaki są teropodami. Lecz Scansoriopterygidae oraz dane embriologiczne podważające, ażeby ptasie palce odpowiadały palcom I-III dinozaurów, poddają tą hipotezę w wątpliwość. Większość prac filogenetycznych nie włącza gadów poza Theropoda do matryc ani nie stosują metod statystycznych wystarczająco rygorystycznie. Obecna praca stara się uzupełnić braki, analizując nową matrycę, liczącą 156 taksonów i 1041 cech. 3 metodami szukano, gdzie gnieździ się Pennaraptora (uskrzydłone teropody zawierające ptaki) i jego statystyczne poparcie. Sprecyzowano osiem hipotez pochodzenia ptaków i porównywano je testami dwóch drzew po dodatkowych analizach dwoma metodami. Dwa drzewa największej wiarygodności (NW) przeglądano by wykryć rewersje i konwergencje. Analizy pierwotne pokazują, że Pennaraptora jest zagnieżdżona w Neotheropoda z dużym poparciem statystycznym. Coelurosauria i Maniraptora są mocno poparte, lecz kolejno zagnieżdżone grupy między Neotheropoda a Coelurosauria są słabo poparte. W niektórych zachowanych drzewach z dodatkowych analiz Coelurosauria jest grupą siostrzaną do Neotheropoda. Przegląd NW wykrywa 15 rewersji skansoriopterygowatych do przed-Neotheropoda stanów i 4 konwergencje między Scansoriopterygidae, niektórymi pennaraptoranami i kilkoma domniemanymi teropodami. Wnioskuje, iż ptaki należą do Maniraptora, Coelurosauria i Dinosauria, zgodnie z powszechnie uznawaną hipotezą, aczkolwiek Coelurosauria może być płycej zagnieżdżone w Neotheropoda lub znajdować się poza. Ilość rewersji w skansoriopterygowatych i sposób kodowania cech przednich palczaków sugeruje, że potrzeba przeanalizować kilka wariantów matrycy, by pełniej testować nie-teropodowe hipotezy pochodzenia ptaków, postulujących inne tożsamości palców. Garść wykopalisk jurajskich i późno-triasowych sugeruje niekompletny zapis kopalny celurozaurów, co może faworyzować bardziej prymitywny status wśród dinozaurów.

Podziękowania: Profesorowi Philip'owi Donoghue z Uniwersytetu Bristolu, promotorowi tej pracy, składam ogromne dzięki za wsparcie i kierownictwo poprzez rozmowy, a także za pomoc w doborze metod i część literatury. Również składam dzięki Profesorowi Michael'owi J. Benton'owi za uwagi i rady, oraz Profesorowi Emily Rayfield za zachętę do zrealizowania moich zainteresowań.

Powiązana literatura:

- Abrahams, M., Bordy, E.M. (2023) The Oldest Fossil Bird-like Footprints from the Upper Triassic of Southern Africa, *PLOS ONE*, 18(11), p. e0293021.
- Hartman, S., Mortimer, M., Wahl, W.R., Lomax, D.R., Lippincott, J., Lovelace, D.M. (2019) A New Paravian Dinosaur from the Late Jurassic of North America Supports a Late Acquisition of Avian Flight, *PeerJ*, 7, p. e7247.
- Müller, R.T., Ezcurra, M.D., Garcia, M.S., Agnolín, F.L., Stocker, M.R., Novas, F.E., Soares, M. B., Kellner, A. W. A., Nesbitt, S. J. (2023) 'New Reptile Shows Dinosaurs and Pterosaurs Evolved Among Diverse Precursors', *Nature*, 620(7974), pp. 589-594.



ŚLADY BIOMINERALIZACJI U MILIOLIDÓW: SKŁAD ORGANICZNEJ MATRYCY MUSZLI *PENEROPLIS* SPP.

Joanna Szalkowska^{1*}, Karolina Godos¹, Jan Goleń¹, Magdalena Wojtas²,
Agnieszka Podborska³, Jarosław Tyszką¹

¹Instytut Nauk Geologicznych Polskiej Akademii Nauk, Ośrodek Badawczy w Krakowie, Zespół Modelowania Biogeosystemu

²Wydział Chemii, Politechnika Wrocławska

³Akademickie Centrum Materiałów i Nanotechnologii, Akademia Górniczo-Hutnicza

*autorka prezentująca: j.szalkowska@ingpan.krakow.pl

Słowa kluczowe: biomineralizacja, Miliolida, otwornice, Tubothalamea, wyściółki organiczne

Otwornice są jednym z kluczowych narzędzi w mikropaleontologii wykorzystywanym w rekonstrukcjach paleośrodowiskowych i badaniach stratygraficznych. W zapisie kopalnym reprezentowane są przez zmineralizowane muszle oraz towarzyszące im wyściółki organiczne (IOL), które przeważnie są pomijane ze względu na ich delikatną budowę oraz występowanie prawie wyłącznie w klasie Globothalamea. Skutkuje to ukierunkowaniem zapisu kopalnego na część mineralną oraz zmniejszeniem roli komponentu organicznego. Skład IOL u współczesnych otwornic pozostaje również słabo poznany, pomimo jej kluczowej roli w biomineralizacji.

Celem badań było scharakteryzowanie składu wyściółki organicznej muszli u współczesnych miliolidów *Peneroplis* spp. (Tubothalamea) z wykorzystaniem spektroskopii Fouriera (FTIR) oraz analizy składu aminokwasowego za pomocą chromatografii jonowymiennej. Analizowano osobniki żywe, jak i martwe muszle, co umożliwiło rozróżnienie komponentów związanych bezpośrednio z muszlą od materiału komórkowego.

Widma FTIR wskazują na obecność białek w wyściółce organicznej i potwierdzają odkrycie kluczowego aminokwasu kolagenu 5-hydroksylizyny (Hyl). Analiza składu aminokwasowego również potwierdziła obecność Hyl we wszystkich próbkach, dostarczając dowodów na obecność białka kolagenopodobnego, ponieważ brak hydroksyproliny wykluczył klasyczny kolagen. Z analizy składu aminokwasowego wynika, że białka stanowią niewielką część IOL w muszli. Wskazuje to na dominującą rolę kwaśnych polisacharydów potencjalnie glikozaminoglikanów (GAG), w kontroli procesu biomineralizacji węglanu wapnia. Muszle martwe charakteryzują się podwyższonym udziałem glicyny oraz aminokwasów hydrofobowych, co sugeruje ich większe podobieństwo do białek kolagenopodobnych i potencjalnie większą stabilność strukturalną. Z kolei osobniki żywe mają zwiększony udział aminokwasów kwaśnych, związanych z fizjologią komórki i regulacją nukleacji.

Zróznicowanie składu aminokwasowego pomiędzy muszlami żywymi i martwymi odzwierciedla zarówno stan fizjologiczny organizmu, jak i wczesne procesy postmortem, istotne z punktu widzenia interpretacji zapisu kopalnego. Lepsze poznanie składu IOL w formach współczesnych może stanowić ważny punkt odniesienia dla przyszłych badań paleontologicznych, umożliwiając bardziej świadome interpretacje procesów biomineralizacji, zachowalności oraz ewolucji otwornic w zapisie geologicznym.

Podziękowania i wsparcie finansowe: Badania te są wspierane przez Narodowe Centrum Nauki (Grant DEC- 2020/37/B/ST10/01953).

Powiązana literatura:

- Godos, K.; Goleń, J.; Radmacher, W.; Tyszką, J. (2025), *Global Database of Foraminiferal Organic Linings: ForamL Version 1.4, Mendeley Data, V1*.



MORFOLOGIA WEWNĄTRZCZASZKOWA PACHYCEFALOZAUROW

Wiktoria Wieliczko^{1*}, Sergi López-Torres¹, Justyna Słowiak²

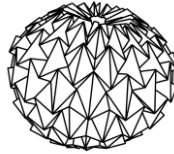
¹Instytut Biologii Ewolucyjnej, Wydział Biologii, Uniwersytet Warszawski

²Instytut Paleobiologii, Polska Akademia Nauk

*autorka prezentująca: wk.wieliczko@student.uw.edu.pl

Słowa kluczowe: morfologia wewnątrzczaszkowa, opuszki węchowe, *Ornithischia*, *Prenocephale*, ucho wewnętrzne

Pachycefalozaury to kład obejmujący średniej wielkości dinozaury ptasiomiedniczne, które żyły w późnej kredzie Ameryki Północnej i Azji. Znane są z charakterystycznych kopuł na ich głowach, które sugerują adaptację do potyczek wewnątrzgatunkowych polegających na zderzaniu się głowami. Wewnętrzna struktura ich czaszek pozostaje słabo poznana, co utrudnia ocenę ich zdolności sensorycznych w porównaniu z innymi dinozaurami ptasiomiednicznymi. Niniejsze badanie koncentruje się na holotypowym okazie *Prenocephale prenes* (ZPAL MgD-I/104) z mastrychtu Pustyni Gobi w Mongolii. Przy użyciu tomografii komputerowej i programu Avizo dokonano cyfrowej segmentacji mózgowczaszki i ucha wewnętrznego. Uzyskane rekonstrukcje struktur porównano następnie z wcześniej opublikowanymi odlewami wnętrza czaszki dwóch innych pachycefalozaurów: *Stegoceras validum* (UALVP 2, Kampan, Dinosaur Park Formation, Kanada) i *Pachycephalosaurus wyomingensis* (USNM 264304, Mastrycht, Hell Creek Formation, USA). Analiza wykazała, że u wszystkich trzech gatunków występowały dobrze rozwinięte opuszki węchowe, co sugeruje wyostrzony zmysł węchu. *Prenocephale prenes* miał dłuższe i cieńsze kanały półkoliste niż *Stegoceras validum*, przy czym pionowe kanały półkoliste miały szczególnie duże promienie. Sugeruje to znaczny zakres ruchów głowy wzdłuż osi pionowej, prawdopodobnie związanych z dynamicznymi ruchami czaszki w trakcie uderzeń. Kompleksowa analiza morfologii wewnątrzczaszkowej *P. prenes* jest kluczowa dla lepszego zrozumienia behawioru pachycefalozaurów, szczególnie w odniesieniu do adaptacji czaszki niezbędnych do ochrony mózgu przed znacznymi wstrząsami.



PRZYPUSZCZALNY NOWY GATUNEK RECEPTAKULITA

Alicja Wolny

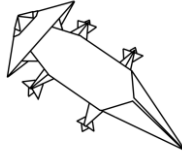
Instytut Biologii, Wydział Przyrodniczo- Techniczny, Uniwersytet Opolski,
142291@student.uni.opole.pl

Słowa kluczowe: *erratic, Paleozoic, Receptaculites, Receptaculitids, Silurian*

Poster prezentuje wstępne wyniki badań nad okazem receptakulita. Receptakulity to zagadkowy takson, który był przedmiotem żywej dyskusji naukowej w zeszłym stuleciu. Obecnie ukazuje się niewiele nowych prac. Ponadto czynnikiem utrudniającym badania są szczątkowe opisy gatunków z XIX i wieku. Wiele gatunków opisanych zostało na podstawie przekroju. Zewnętrzne płytki receptakulitów, które stanowią kluczową cechę opisywanego okazu, rzadko się zachowują. Oprócz tego, rzeczony okaz posiada jeszcze jedną cechę, która odróżnia go od do tej pory opisanych i zilustrowanych gatunków. Największym wyzwaniem oraz celem pracy jest identyfikacja struktur oraz ich funkcji, aby finalnie móc z większym prawdopodobieństwem przyporządkować tę grupę do wyższego taksonu. Z uwagi na brak dowodów użyto neutralnej terminologii opisującej strukturę morfologiczną okazu.

Powiązana literatura:

- Nitecki, M.H., Mutvei, H., Nitecki, D. V. (1999a). *Receptaculitids: a phylogenetic debate on a problematic fossil taxon*. Springer Science & Business Media.
- Henry, E.S. (2014). *A New Species of an Enigmatic Fossil Taxon: Ischadites n. sp., a Middle Ordovician Receptaculitid From the Great Basin, Western USA*.
- Zhuravleva, I.T., Myagkova, E.I. (1987). *Nizshie mnogokletochnye fanerozoja [Lower multicellular organisms of the Phanerozoic]*. Institut Geologii i Geofiziki, Sibirskoe Otdelenie, Akademiya Nauk SSSR, Trudy, 695, 223.



BIOGEOGRAFIA OSTATNICH PLAGIOZAUROW (TEMNOSPONDYLI, PLAGIOSAURIDAE)

Jakub Zalewski

Instytut Biologii Ewolucyjnej, Wydział Biologii, Uniwersytet Warszawski,
j.zalewski13@student.uw.edu.pl

Słowa kluczowe: kręgowce, paleobiogeografia, płazy, *Temnospondyli*, *trias*

Temnospondyle są najbardziej różnorodnymi wymarłymi płazami pod względem morfologicznym i taksonomicznym. Ze względu na ich globalne rozprzestrzenienie odgrywały istotną rolę w ekosystemach we wczesnym i środkowym triasie. Natomiast od noryku (późny trias) zaznacza się wyraźny spadek w ich różnorodności biologicznej, liczbie znalezisk i zasięgach biogeograficznych. Jedną z rodzin, które wpisują się w powyższy schemat, jest Plagiosauridae (plagiozaury) o charakterystycznych skróconych i parabolicznych czaszkach. Rodzina ta znana jest od wczesnego triasu, a od środkowego reprezentowana przez trzy podrodziny: Plagiosaurinae, Plagiosterninae i Plagiosuchinae. Od późnego noryku znana jest jedynie podrodzina Plagiosaurine, w skład której wchodzi dwa gatunki: dobrze poznany *Gerrothorax pulcherrimus* o szerokim zasięgu stratygraficznym i biogeograficznym oraz *Plagiosaurus depressus*, dotychczas opisany wyłącznie z Halberstadt (Niemcy). W przeciwieństwie do licznych znalezisk z zachodniej i północnej Europy oraz Grenlandii, plagiozaurydowy materiał z Polski otrzymał niewiele uwagi i jego osteologia i taksonomia nie zostały dotychczas szczegółowo opisane. Nowe znaleziska ze stanowisk ze Śląska i Gór Świętokrzyskich pozwalają na świeży wgląd w biogeografię i różnorodność taksonomiczną tej grupy. Diagnostyczne elementy szkieletu pozaczaszkowego wskazują na obecność zarówno rodzaju *Gerrothorax*, jak i *Plagiosaurus* na terenie Polski. Poszerza to biogeograficzny zasięg endemicznego dotąd rodzaju *Plagiosaurus*. Ponadto obecność co najmniej dwóch taksonów w polskich stanowiskach świadczy o niedoszacowanym stopniu bioróżnorodności na krótko przed ich wymarciem wraz z końcem retyku.

Podziękowania i wsparcie finansowe: Dziękuję moim promotorom dr Mateuszowi Tałandzie i prof. Tomaszowi Sulejowi za wsparcie warsztatowe i merytoryczne w mojej pracy magisterskiej. Dziękuję Jonatanowi Audyckiemu za pomoc w przygotowaniu i wspólną podróż do kolekcji muzealnych. Dziękuję pracownikom muzeów za oprowadzanie po kolekcjach: Museum für Naturkunde, Stuttgart (dr Raphael Moreno, dr Samuel Cooper), Muschelkalkmuseum, Ingelfingen (Hans Hagdorn).

Powiązana literatura (wybrane):

- Moreno, R., Dunne, E.M., Muijal, E., Farnsworth, A., Valdes, P. J., Schoch, R.R. (2024). Impact of environmental barriers on temnospondyl biogeography and dispersal during the Middle–Late Triassic. *Palaeontology*, 67(5), e12724.
- Schoch, R.R., Witzmann, F. (2012). Cranial morphology of the plagiosaurid *Gerrothorax pulcherrimus* as an extreme example of evolutionary stasis. *Lethaia*, 45(3), 371–385.



ORGANIZATORZY



SPONSORZY



detect.pl
wykrywacze metali



PATRONAT HONOROWY



Ministerstwo
Klimatu i Środowiska



**PREZYDENT
MIASTA GDYŃKI**
Aleksandra Kosiorek



**PRZEWODNICZĄCY
RADY MIASTA GDYŃKI**



MIECZYŚLAW STRUK
MARSZAŁEK
WOJEWÓDZTWA POMORSKIEGO



**Prezydent
Miasta Gdańska**



**INSTYTUT
PALEOBIOLOGII**
POLSKA AKADEMIA NAUK

