

Drugie życie annopolskiej kopalni

Marcin MACHALSKI

W rejonie Annapola nad Wisłą odsłania się niewielka antyklina zbudowana ze skał jurajskich i otaczających je fosforytonośnych utworów środkowej kredy. W przeszłości wydobywano tu fosforyty do produkcji nawozów. Dziś wyrobiska nieczynnej kopalni są obiektem naukowej eksploracji w poszukiwaniu skamieniałości mieszkańców kredowego morza. Znaleziono w nich setki zębów i dziesiątki kręgów rekinów, liczne płytki zębowe chimer, kości i zęby wielkich morskich jaszczurów (ichtiozaurów i plezjozaurów), a także fragmenty pancerzy nieznanymi dotąd z Polski kredowych żółwi. Pod względem bogactwa annopolski zespół kręgowców nie ma sobie równych w polskiej kredzie. Prowadzone w Anopolu prace wykopaliskowe stanowią wzorcowy przykład współpracy między placówkami naukowymi, władzami lokalnymi, speleologami oraz niezrzeszonymi entuzjastami paleontologii.

Kreda była bardzo długim okresem geologicznym – trwała od 145 do 65 mln lat temu. Nic więc dziwnego, że Ziemia bardzo się w tym czasie zmieniła. Na początku kredy istniały jeszcze dwa superkontynenty – Gondwana na południu i Laurazja na północy. Pod koniec tego okresu układ kontynentów przypominał już współczesny. W wyniku postępującego rozpadu kontynentów rozszerzał się Atlantyk. Proces ten uległ przyspieszeniu w środkowej kredzie (ok. 110 mln lat temu). Nowa skorupa oceaniczna jest lżejsza od starej, więc przyrastające w strefach grzbietów śródoceanicznych dno morskie wypchnęło olbrzymie masy wody na obszary kontynentalne. Doprowadziło to do zalania wielkich połaci kredowych kontynentów przez płytkie morza.

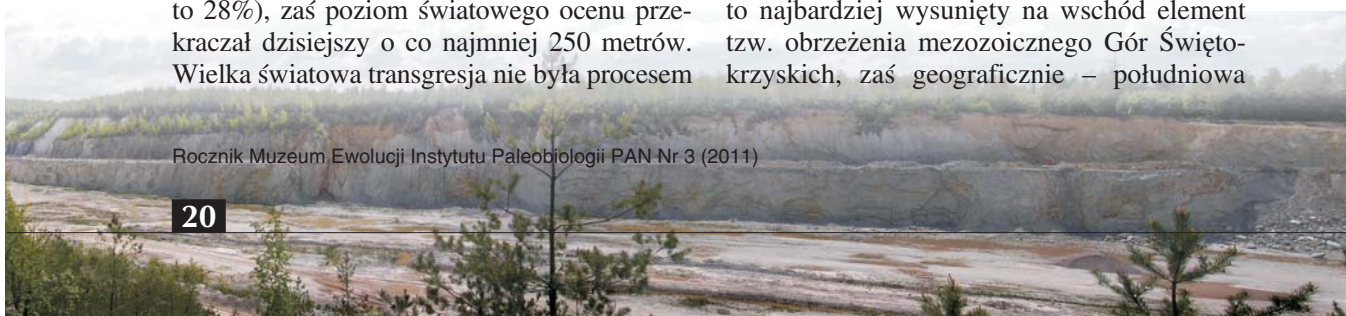
W szczytowym okresie wielkiej kredowej transgresji – pod koniec kampanu – lądy zajmowały tylko 18% powierzchni Ziemi (dzisiaj jest to 28%), zaś poziom światowego oceanu przekraczał dzisiejszy o co najmniej 250 metrów. Wielka światowa transgresja nie była procesem

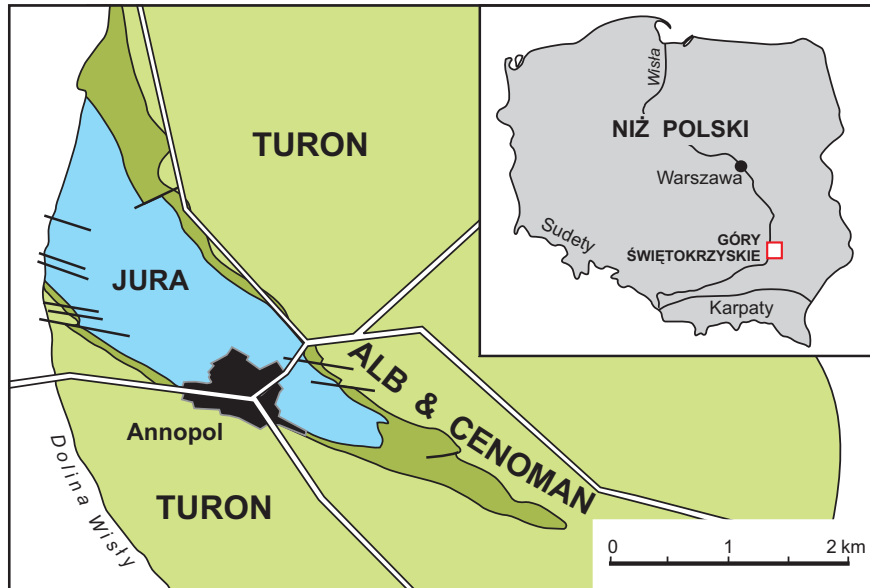
jednostajnym i jednokierunkowym – nałożyło się na nią kilkanaście silnych oscylacji poziomu światowego oceanu, które geolodzy rozpoznali na podstawie porównania sekwencji skalnych Ameryki Północnej oraz Europy Zachodniej (Hancock i Kauffman 1977; Hancock 1989).

Perła nadwiślańskiej kredy

Wielka transgresja nie ominęła obszaru Polski, wkraczając na jej obszar w środkowej kredzie, a ściślej mówiąc w środkowym albie (Marcinowski i Radwański 1983). Jednym z kluczowych punktów występowania środkowokredowych utworów w Polsce są okolice Annapola nad Wisłą. Skały środkowej kredy występują tu na skrzydłach niewielkiej antykliny, zwanej obecnie antyklina Annapola, a wcześniej Rachowa (Samsonowicz 1924a, b, 1925, 1934). Pod względem geologicznym jest to najbardziej wysunięty na wschód element tzw. obrzeżenia mezozoicznego Gór Świętokrzyskich, zaś geograficznie – południowa

Rocznik Muzeum Ewolucji Instytutu Paleobiologii PAN Nr 3 (2011)





Mapka antykliny Annopola (Walaszczyk 1987).

część Małopolskiego Przełomu Wisły (Harasimiuk i in. 2011).

Z racji pięknego wykształcenia i obfitego występowania skamieniałości, annopolskie skały kredowe nie mają sobie równych w Polsce. Ich skład odzwierciedla stopniowe oddalanie się brzegu morskiego od dzisiejszego rejonu Annopola – ku górze maleje w nich zawartość pochodzącego z łądu piasku. W albie na obszarze Annopola tworzyły się piaskowce i piaski z glaukonitem, w cenomanie piaszczyste margle glaukonitowe, zaś we wczesnym turonie wapień z niewielką domieszką glaukonitu. Obszar Annopola znajdował się wtedy na podmorskim wyniesieniu, co sprawiło, że występujące na nim utwory mają znacznie mniejszą miąższość niż utwory sąsiednie (Cieśliński 1976). Liczne przerwy w sedymentacji oraz obfitość przynieszonego z łądu fosforu sprzyjały powstawaniu fosforytów. Główny pokład fosforytowy annopolskiego złoża powstał w albie na skutek podmorskiej erozji i koncentracji wcześniej utworzonych fosforytów przez prądy morskie (Marcinowski i Radwań-

ski 1983). W środkowym turonie podmorski próg zanikł, morze pogłębiło się, a linia brzegowa oddaliła jeszcze bardziej. W konsekwencji dopływ piachu z łądu zupełnie ustał i w rejonie Annopola zaczęły się osadzać grube pokłady opoki – bogatej w krzemionkę skały wapiennej, typowej dla Małopolskiego Przełomu Wisły (Harasimiuk i in. 2011).

Fosforyty i skamieniałości

Antyklinę Annopola odkrył w 1923 roku Jan Samsonowicz, przysłany tu z ramienia Państwowego Instytutu Geologicznego w celu zbadania warunków zalegania złoża piaskowców, wydobywanych na tłużeń drogowy (Samsonowicz 1924a). Już w 1924 roku ten znakomity polski geolog ogłosił wiadomość o odkryciu na obszarze Annopola perspektywicznego złoża fosforytów (Samsonowicz 1924b). Fosforyty stały się wkrótce przedmiotem eksploatacji, najpierw na powierzchni, a potem pod ziemią. Do wybuchu II wojny światowej w Annopolu wydobyto ok. 200 tys.



Następstwo utworów środkowej kredy w ścianie chodnika nieczynnej kopalni fosforytów w Anopolu. **A.** Fosforyty albu, będące niegdyś przedmiotem eksploatacji górniczej. **B.** Margle piaszczyste cenomanu. **C.** Wapienie dolnego turonu. **D.** Margle wyższego turonu z krzemieniami (fot. Marcin Machalski).

ton tego surowca, a w czasie okupacji firma Reichswerke A.G. Herman Göring uzyskała dalszych kilkadziesiąt tysięcy ton na potrzeby rolnictwa Generalnej Guberni (Pożaryski 1947; Makowska i Jędrzejczak 1975).

Uwagę Samsonowicza zwróciły w Anopolu nie tylko fosforyty, lecz także obficie występujące szczątki mieszkańców kredowego morza. W kolejnych publikacjach uczony przedstawiał coraz dłuższe listy znalezisk (Samsonowicz 1924a, 1925, 1934). Były wśród nich sfosfatyzowane kawałki napławionego z ładu drewna, szczątki morskich bezkręgowców (gąbek, koralu, ramienionogów, małżów, ślimaków, amonitów, belemnitów i jeżowców),

a także skamieniałości morskich kręgowców. Wśród tych ostatnich wyróżniały się zęby rekinów, płytki zębowe chimery, czyli przeraz, a także kręgi i zęby pływających jaszczurów – ichtiozaurów i pliozaurów. Badania Samsonowicza dowiodły, że pod względem bogactwa kręgowców annopolskie fosforyty dorównują klasycznym europejskim złożom fosforytów kredowych, takim jak osławiony „zielony piasek z Cambridge” (ang. *Cambridge Greensand*) z obszaru wschodniej Anglii (Buffetaut 2006).

Po II wojnie światowej „gorączka fosforytowa” w Anopolu osiągnęła swój szczyt. W 1952 roku uruchomiono wielką podziemną kopalnię Jan 1 (Dul 2000). W latach 1952–1970





Wczoraj i dziś annopolskiej kopalni. A. Transport urobku, lata 50. ubiegłego wieku (fot. archiwum miejskie w Annapolu). B. Agnieszka Kapuścińska i Krzysztof Nejbert w korytarzu kopalni; w połowie ściany widoczne fosforyty albu, a wyżej margle cenomanu (fot. Zbigniew Lis).

wydobyto w niej 943 545 ton fosforytów (Makowska i Jędrzejczak 1975). Pod ziemią wydrążono imponującej wielkości system podziemnych korytarzy, złożony z chodników transportowych, wentylacyjnych oraz eksploatacyjnych, który ciągnął się kilometrami, głównie po wschodniej stronie drogi prowadzącej do Józefowa. Z początku eksploatacja odbywała się ręcznie, a urobek transportowano

ludzi, a jej wydobycie wyniosło 95 021 ton fosforytów. Dla porównania, Pożaryski (1947) określił całkowite zasoby nadającego się do wydobycia surowca w annopolskim złożu na 2,2 mln ton.

Powojenny „boom” fosforytowy zbiegł się z rozkwitem badań naukowych annopolskich utworów środkowej kredy. Zajmowano się m.in. budową i rozwojem serii fosforytonośnej

Z biegiem Wisły, z biegiem czasu

Antyklina Annapola stanowi południowy element odłaniającej się wzdłuż Wisły na odcinku Zawichost–Puławy serii utworów od górnej jury do danu (czyli najwcześniejszego trzeciorzędu). Występujące tu utwory od środkowego albu po górny mastrycht stanowią unikatowy na europejską skalę zapis ewolucji morskiego basenu począwszy od wielkiej transgresji środkowokredowej, a skończywszy na wielkiej regresji u schyłku kredy. Utwory geologiczne na odcinku Annapol–Puławy są generalnie łagodnie nachylone ku NE. Przemierzając się z biegiem rzeki odbywamy więc swoistą „podróż w czasie”, przecinając coraz to młodsze granice geologiczne. Ze względu na wybitne walory naukowe, dydaktyczne oraz geoturystyczne planuje się tu utworzenie geoparku Małopolski Przełom Wisły (Harasimiuk i in. 2011).

wózkami ciągniętymi przez konie; później kopalnię stopniowo zmechanizowano. W szczytowym okresie rozwoju – w roku 1965 – annopolska kopalnia zatrudniała ponad pół tysiąca

(Pożaryski 1947; Ciesliński 1959; Uberna 1967) oraz zjawiskami przerw w sedimentacji i wymieszania skamieniałości różnego wieku (Marcinowski i Radwański 1983, 1989; Wa-



laszczyk 1987). Kilka publikacji dotyczyło także paleontologii bezkręgowców, takich jak ramienionogi oraz amonity (Popiel-Barczyk 1972; Marcinowski 1980; Marcinowski i Wiemann 1990).

Zęby na hałdzie

W odróżnieniu od bezkręgowców, szczątkami annopolskich kręgowców nie zajmowano się po wojnie prawie wcale. Ukazała się tylko praca ze szczegółowym opisem jednego okazu chimery (Radwański 1968), a kilka reprezentatywnych okazów – w tym zęby morskich gadów – zostało zilustrowanych w pracach Cieślińskiego i Milakoviča (1962) oraz Marcinowskiego i Radwańskiego (1983). Wydaje się, że główną przyczyną tego stanu rzeczy było wyeksploatowanie jeszcze przed wojną większości odsłoneń powierzchniowych, z których pochodziła bogata kolekcja Samsonowicza. Natomiast podziemna kopalnia nie była dostępna dla paleontologów, a pra-



Zęby rekinów należą do pospolitych skamieniałości kręgowców w utworach albu i cenomanu Annopola (fot. Agnieszka Kapuścińska).



Ząb ichtiozaura *Platypterygius campylodon* w utworach albu (fot. Witold Biernat).

jącący w niej ludzie nie zwracali uwagi na tkwiące w złożu kości i zęby (o ich lekceważeniu dobitnie świadczą zachowane w ścianach podziemnych chodników ślady dewastacji obiektów paleontologicznych). Pewne rezultaty przynosiło jedynie okazjonalne przeszukiwanie przez paleontologów usypanej koło wejścia do kopalni hałdy piachu, odsianego od fosforytów w procesie wzbogacania surowca. Jednak na hałdzie można było znaleźć tylko izolowane, drobne i najbardziej odporne na zniszczenie szczątki, takie jak zęby rekinów. Większe elementy szkieletowe szły na przełamał razem z fosforytami.

Wyrwane ze swego pierwotnego kontekstu geologicznego okazy z hałdy nie odzwierciedlały rzeczywistej liczebności, zróżnicowania oraz sposobów występowania szczątków kręgowców w annopolskiej kredzie. Pewną wskazówkę na ten ostatni temat stanowiła jedynie intrygująca wzmianka Uberny (1967, s. 63), który wspomniał, że najbogatszymi w fosforan wapnia składnikami annopolskiego złoża są „kości oraz zęby ryb i gadów, które w niektórych miejscach występują szczególnie często”.

Stara kopalnia ożywa

Annopolskie fosforyty nie wytrzymały konkurencji z tańszym surowcem, sprowadzanym z Afryki Północnej. Kopalnia w Annopolu została zamknięta w 1970 roku (Makow-



Rybojaszczury

Ichtiozaury (czyli „rybojaszczury”) należą do najbardziej charakterystycznych skamieniałości annopolskiego kredowego cementarzyska. Szczególnie łatwe do identyfikacji są ich kręgi o charakterystycznym przekroju poprzecznym, który przypomina klepsydrę. Ichtiozaury należały do superdrapieżników wśród morskich gadów mezozoiku (Sander 2000; Montani 2009). Były wyśmienicie przystosowane do życia w morzu – miały opływowy pokrój ciała, charakterystyczną pojedynczą płetwę na grzbiecie oraz półksiężycowatego kształtu płetwę ogonową. Zarysem ciała ichtiozaury przypominały współczesne delfiny lub tuńczyki. Żywiły się głównie rybami oraz głowonogami (wiemy to na podstawie analizy skamieniałej treści żołądkowej, która zachowała się w okazach z wczesnej jury Niemiec). Wbrew obiegowym opiniom ichtiozaury nie padły ofiarą masowego wymierania pod koniec okresu kredowego, lecz wyginęły znacznie wcześniej – pod koniec cenomanu (Bardet 1992).

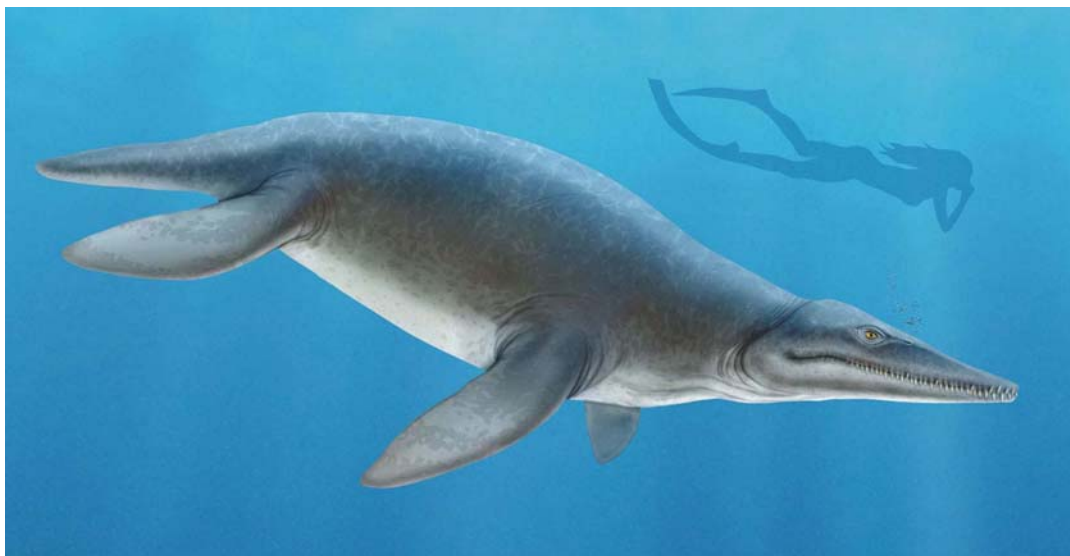


Witold Biernat pokazuje nagromadzenie kręgów ichtiozaura, alb (fot. Marcin Machalski).

ska i Jędrzejczak 1975). Jednak mrok, który zapadł w podziemiach po wyjściu ostatnich górników, rozświetlały czasem mdłe światelka lampek speleologów, poszukiwaczy skamieniałości, a także amatorów przygód i sensacji. Wieść niesie, że w latach 1970–2008 w kopal-

ni znaleziono sporo cennych okazów, jednak żaden z nich nie trafił na łamy naukowych wydawnictw.

Przełom nastąpił, gdy Artur Komorowski ze Stowarzyszenia Speleoklub Beskidzki poinformował autora tekstu o znalezieniu unikatowego



Rekonstrukcja pliozaura *Polyptychodon interruptus*, którego zęby występują w albie i cenomanie Annapola (rys. Agnieszka Kapuścińska).

nagromadzenia kości i zębów ichtiozaura, które tkwiły wśród fosforytów w jednym z korytarzy kopalni (Machalski i in. 2010). Cenne znalezisko zostało przekazane do Instytutu Paleobiologii PAN. Stało się ono impulsem do zapoczątkowania kierowanego przez autora programu badań naukowych annopolskiej kopalni. Są one nastawione głównie na poszukiwania szczątków morskich kręgowców kredowych, a także na odtworzenie warunków życia tych zwierząt oraz pogrzebienia ich szczątków. Prowadzone są także poszukiwania szczątków bezkręgowców, a ponadto badania nad genezą utworów środkowej kredy, ze szczególnym uwzględnieniem pokładów fosforytowych oraz poziomów twardej den, które powstały podczas przerw w sedymentacji (Walaszczyk 1987). Przy okazji w kopalni prowadzone są obserwacje struktur tektonicznych (uskoki, brekcje tektoniczne), zjawisk krasowych, a także zabytków górnictwa. Do prac w trudnym podziemnym środowisku wykorzystywane są archiwalne mapy kopalni i specjalistyczny sprzęt speleologiczny oraz BHP.

W naukowej eksploracji kopalni biorą udział przedstawiciele Instytutu Paleobiologii PAN, Wydziału Biologii i Nauk o Ziemi UMCS, Wydziału Geologii UW, Stowarzyszenia Speleoklub Beskidzki, a także niezrzeszeni entuzjaści paleontologii i speleologii. Obecnie prace paleontologiczne w kopalni odbywają się w ramach realizowanego w Instytucie Paleobiologii PAN grantu MNiSW „Tafonomia kręgowców ze skondensowanych utworów środkowej kredy antykliny Annapola (NE obrzeżenie Gór Świętokrzyskich). Oprócz autora



Płytką zębowa chimery *Ischyodus thurmanni*, alb (fot. Agnieszka Kapuścińska).



w grancie tym uczestniczy Danuta Olszewska-Nejbert z Wydziału Geologii UW (główny wykonawca), Ewgenij Popov (Wydział Geologii Państwowego Uniwersytetu w Saratowie) oraz Nathalie Bardet (Muzeum Historii Naturalnej w Paryżu).

Eksploatacja naukowa kopalni odbywa się we współpracy z miejscowymi władzami na czele z burmistrzem Annopola, Wiesławem Liwińskim. Bez pomocy organizacyjnej oraz logistycznej ze strony lokalnych władz, realizacja programu badań byłaby utrudniona, a nawet niemożliwa. Prowadzone w Annopolu badania

Nowe znaleziska

Oprócz wszędobylskich rekinów i ryb kostnoszkieletowych – reprezentowanych przez zęby i kręgi – w skład rozpoznanej przez dotychczasowych badaczy fauny annopolskich kręgowców wchodziły płytki zębowe chimer, zaliczone do gatunków *Edaphodon sedgwicki*, *Edaphodon* sp. oraz *Ischyodus thurmanni*, a także kości, kręgi i zęby morskich gadów (Samsonowicz 1934; Radwański 1968; Marciniowski i Radwański 1983). Na podstawie morfologii zębów Samsonowicz (1934) oraz Marci-

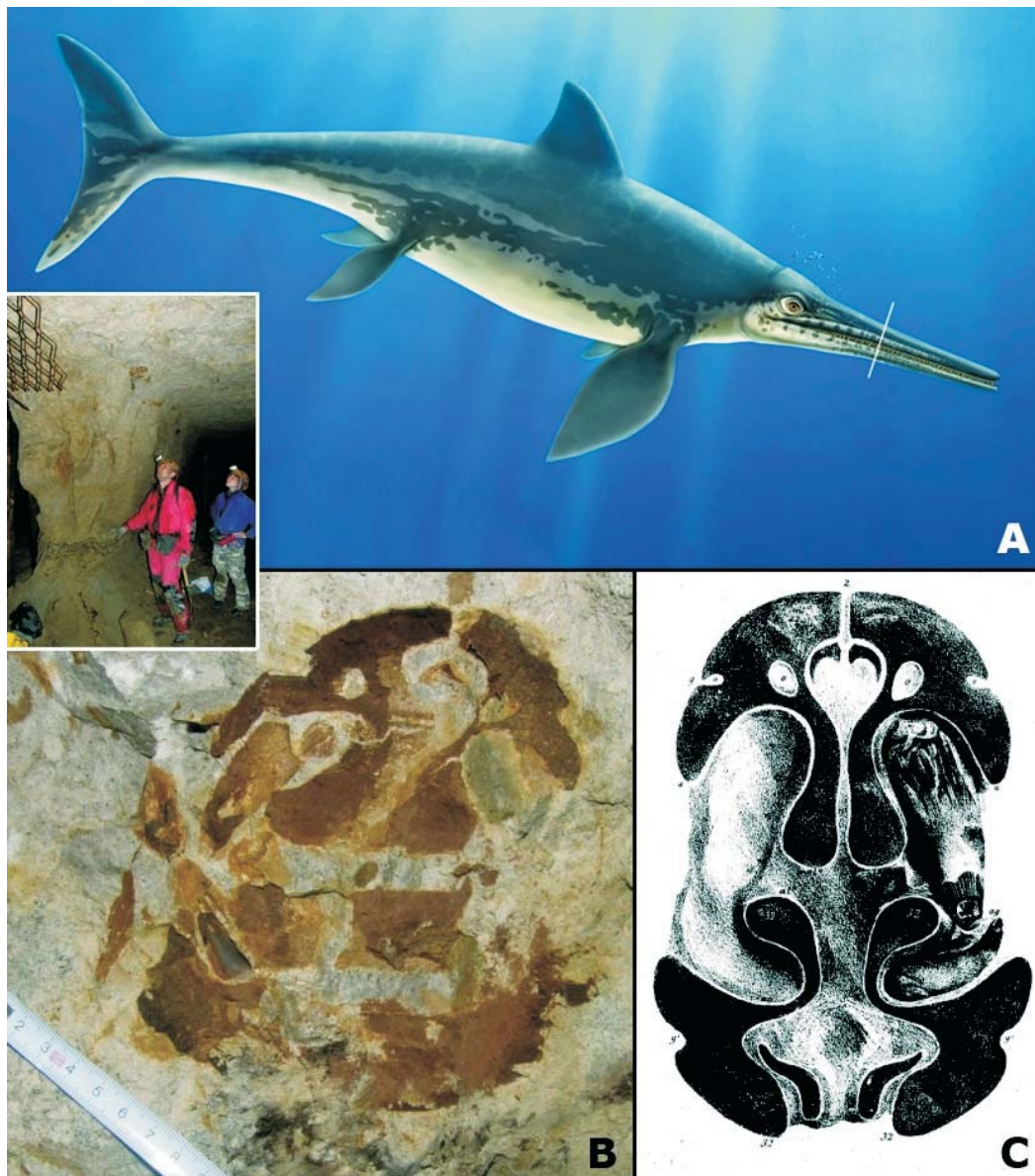
- Antyklina – struktura tektoniczna powstała na skutek wygięcia ku górze warstw geologicznych – jej wnętrze zbudowane jest z warstw starszych, zaś na zewnątrz występują utwory młodsze.
- Glaukonit – zielony minerał ilasty, typowy dla utworów morskich powstałych w warunkach niskiego tempa sedymentacji.
- Regresja – wycofywanie się morza z lądu.
- Tafonomia – dział paleontologii zajmujący się badaniem losów szczątków organizmów od ich śmierci do znalezienia przez paleontologów.
- Transgresja – wkraczanie morza na ląd.
- Twarde dno – skamieniała powierzchnia dawnego dna morskiego, zazwyczaj ze śladami erozji, mineralizacją, wydrążeniami skałotoczy oraz organizmami naskorupiającymi.

spotkały się także z dużym zainteresowaniem prasy (Załoga 2009; Mikołuszko 2010; Bieluń 2010, Staszewski 2010). Stały się też tematem wystawy okresowej „Skarby z Kopalni Widmo”, którą pokazywano w Muzeum Ewolucji (Kowalska 2010), a następnie w Urzędzie Miejskim w Annopolu.

W kontekście prowadzonych prac nad projektem geoparku Małopolski Przełom Wisły należy podkreślić, że z racji wybitnych walorów naukowych i edukacyjnych annopolskiej kopalni, warto w przyszłości rozważyć ochronę i udostępnienie jej fragmentów do zwiedzania (Harasimiuk i in. 2011).

nowski i Radwański (1983) zidentyfikowali dwa gatunki morskich jaszczurów, z których *Platypterygius campylodon* należy do ichtiozaurów, zaś *Polyptychodon interruptus* reprezentuje plezjozaury (a ściślej mówiąc pliozaury, czyli plezjozaury z krótkimi szyjami oraz dużymi głowami). Samsonowicz (1934) wspominał także o znalezieniu w Annopolu wielkich gadzich kręgów. Odnośnie formy określanej jako *Platypterygius campylodon* należy dodać, że opisany jeszcze w 19 wieku holotyp tego gatunku nie posiadał żadnych diagnostycznych cech, a w dodatku prawdopodobnie zaginął (Fischer 2011). W związku z tym nazwa ta jest używana





Ichtyozaur *Platypterygius campylodon*. **A.** Rekonstrukcja wyglądu zwierzęcia (rys. Agnieszka Kapuścińska). **B.** Przekrój czaszki w utworach cenomanu Annopola (fot. Marcin Machalski). **C.** Przekrój czaszki tego ichtyozaura z kredy angielskiej (Owen 1851). Wstawka przedstawia uczestników badań – Artura Komorowskiego oraz Agnieszkę Kapuścińską – w miejscu znalezienia czaszki.

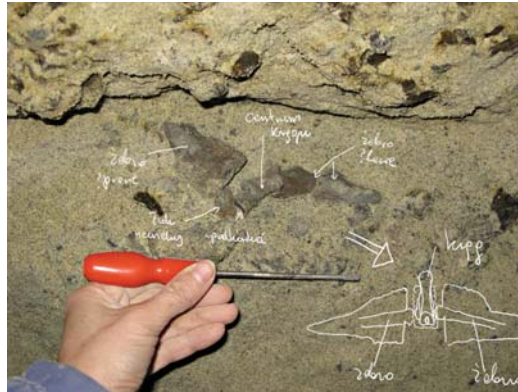
w niniejszym tekście jedynie konwencjonalnie, dla nawiązania do prac wcześniejszych autorów.

Badania zebranych w ostatnich latach okazów jeszcze trwają. Nie jest dobrym zwyczajem przedstawianie ich szczegółowych wy-



ników zanim nie zostaną one potwierdzone publikacjami w recenzowanych czasopismach naukowych. Można zatem stwierdzić jedynie ogólnikowo, że na obszarze antykliny Annopola zebrano bogate materiały kręgowców, które liczą ponad 900 skatalogowanych okazów. Pozycja stratygraficzna większości znalezisk jest znana z dokładnością do kilku centymetrów w profilu – odróżnia to zasadniczo omawiany zbiór od materiałów, jakie można było uzyskać przeszukując kopalnianą hałdę. Wydobywanie i zabezpieczenie wielu znalezisk wymagało wyjątkowej pracy uczestników prac, przede wszystkim instytutowych preparatorów: Agnieszki Kapuścińskiej oraz Adama Zaremby.

Zgromadzona kolekcja reprezentuje grupy znane już wcześniej z Annopola, a także takie, których wcześniej tu nie stwierdzono. Wśród szczątków zwierząt już znanych z Annopola, wymienić można setki zębów rekinów, ich kręgi (niektóre bardzo duże), zęby, szczęki i kręgi ryb kostnoszkieletowych, płytki zębowe i kolce płetwowe chimer, a także kręgi, kości i zęby gadów, takich jak pliozaury oraz ichtiozaury. Na szczególną uwagę zasługują nagromadzenia szczątków należących do pojedynczych osobników ryb i gadów, np. seria pięciu wielkich kręgów ichtiozaura znalezionych przez Witolda Biernata. Tego rodzaju nagromadzeń nie opisywano dotąd z annopolskiego złoża (Machalski i in. 2010). Prawdziwym przebojem annopolskich wykopalisk jest artykułowana czaszka ichtiozaura z rodzaju *Platypterygius*, którą w stropie kopalnianego chodnika dostrzegł Artur Komorowski (Mikołuszek 2010). Czaszka ta jest wbita skośnie w strop utworów cenomanu (z tego powodu ichtiozaura nazwano „Kamikadze”). Do grup nie znanych wcześniej z Annopola należą kawałki pancerzy i kręgi żółwi oraz kręgi elasmozaurów (plezjozaurów o małych głowach, osadzonych na długich szyjach). Delikatne fragmenty pustych w środku (pneumatycznych) kostek sugerują także obecność pterozaurów lub ptaków. Szczątków tych zwie-



Kręgi i fragmenty pancerza żółwia z albu Annopola. A. Położenie i interpretacja znaleziska w osadzie. B. Wypreparowany okaz w ułożeniu anatomicznym (fot. Agnieszka Kapuścińska).

rząt nie stwierdzono dotąd w utworach kredowych Polski.

Nowe zbiory pozwolą na rozszerzenie naszej wiedzy na temat morskich zespołów kręgowcowych środkowej kredy Europy. Dotyczy to szczególnie chimer, których zespół stanowi naturalny „łącznik” pomiędzy lepiej zbadanymi faunami Anglii i Rosji (Popov 2008), a także ichtiozaurów. W środkowej kredzie

ichtiozaury znajdowały się w schyłkowej fazie swej ewolucji (Bardet 1992). Być może annopolskie znaleziska rzucą światło na niedostatecznie poznane stosunki systematyczne wśród ostatnich ichtiozaurów (Fischer 2011). Natomiast analiza stanów zachowania szczątków annopolskich kręgowców umożliwi odtworzenie ich tafonomii. Procesy kontrolujące zachowanie szczątków morskich kręgowców w złożach takich jak annopolskie są dotychczas słabo poznane (patrz przegląd problematyki tafonomicznej kręgowców w Rogers i Kidwell 2007).

Podziękowania

W eksploracji nieczynnej kopalni w Anopolu uczestniczyły od 2008 roku następujące osoby, wymienione w kolejności alfabetycznej: Michał Andziak (IPPAN), Witold Biernat (Tarnobrzeg), Maciej Duda (Puławy), Grzegorz Gajek (UMCS), Marek Gil (Annapol), Marian Harasimiuk (UMCS), Agnieszka Kapuścińska (IPPAN), Michał Klimek (Speleoklub Beskidzki), Artur Komorowski (Speleoklub Beskidzki), Krzysztof Kwiatkowski (Lubelski Węgiel Bogdanka S.A.), Zbigniew Lis (Warszawa), Paweł Maj (Lubelski Węgiel Bogdanka S.A.), Maciej Małysiak (Puławy), Tomasz Mleczek (Speleoklub Beskidzki), Krzysztof Nejbert (UW), Piotr Pietrzyk (Kolonія Gościeradów) oraz Adam Zaremba (IPPAN). Przy realizacji projektu pomagali także Grzegorz Racki (IPPAN, obecnie UŚ), Wiesław Liwiński (burmistrz Annapola), Roman Wiśniewski (zastępca burmistrza), Zbigniew Stopa (Węgiel Lubelski Bogdanka S.A.), Zygmunt Dęga (PHU Zyga-Tartak, Annapol), Tadeusz Skubik (Famet Serwis, Annapol), pracownicy ZGKiM w Anopolu i strażacy OSP w Suchej Wólce. Agnieszka Kapuścińska wykonała wielką pracę przy realizacji wystawy „Skarby w Kopalni Widmo” (<http://www.muzevol.pan.pl/galerie.html#annopol>). Wymienionym osobom i instytucjom

autor składa serdeczne podziękowania. Od marca 2009 roku badania w Anopolu są prowadzone w ramach grantu Ministerstwa Nauki i Szkolnictwa Wyższego N N307 529238 „Tafonomia kręgowców ze skondensowanych utworów środkowej kredy antykliny Annapola (NE obrzeżenie Gór Świętokrzyskich)” realizowanego w Instytucie Paleobiologii PAN.

Literatura cytowana

- Bardet, N. 1992. Stratigraphic evidence for the extinction of the ichthyosaurs. *Terra Nova* 4: 649–656.
- Bieluń, P. 2010. Morskie potwory rządziły Annapolem. *Głos – Gazeta Powiatowa Kraśnik* 15: s. 7.
- Buffetaut, E. 2006. La „ruée vers les phosphates” du dix-neuvième siècle: une aubaine pour la paléontologie des vertébrés Crétacés. *Strata* 13: 11–23.
- Cieśliński, S. 1959. Alb i cenoman północnego obrzeżenia Gór Świętokrzyskich (stratygrafia na podstawie głowonogów). *Prace Instytutu Geologicznego* 28: 1–95.
- Cieśliński, S. i Milakovič, B. 1962. Kręgowce i flora kredowa z obrzeżenia Gór Świętokrzyskich. *Biuletyn Instytutu Geologicznego* 174: 245–266.
- Cieśliński, S. 1976. Rozwój bruzdy duńsko-polskiej na obszarze świętokrzyskim w albie, cenomanie i dolnym turonie. *Biuletyn Instytutu Geologicznego* 295: 249–269.
- Dul, J. 2000. Kopalnia fosforu w Anopolu. *Regionalista* 15: 32–34.
- Fischer, V. 2011. New data on the ichthyosaur *Platypterygius hercynicus* and its implications for the validity of the genus. *Acta Palaeontologica Polonica*, doi:10.4202/app.2011.0007
- Hancock, J.M. 1989. Sea-level changes in the British region during the Late Cretaceous. *Proceedings of the Geologists' Association* 100: 565–594.
- Hancock, J.M. i Kauffman, E.G. 1979. The great transgressions of the Late Cretaceous. *Journal of the Geological Society* 136: 175–186.
- Harasimiuk, M., Domonik, A., Machalski, M., Pinińska, J., Warowna, J. i Szymkowiak, A. 2011. Małopolski Przełom Wisły – projekt geoparku. *Przegląd Geologiczny* 59: 405–416.
- Kowalska, M. 2010. Skarby z kopalni widmo – otwarcie wystawy w Muzeum Ewolucji Instytutu Paleobiologii PAN – Warszawa, 20.12.2010. *Przegląd Geologiczny* 59: 128.
- Machalski M., Komorowski A. i Harasimiuk M. 2009. Nowe perspektywy poszukiwań morskich kręgow-



- ców w nieczynnej kopalni fosforytów w Annopolu nad Wisłą. *Przegląd Geologiczny* 57: 638–641.
- Makowska, J. i Jędrzejczak, M. 1975. Rys historyczny badań geologicznych i górnictwa fosforytów w Annopolu. *Biuletyn Instytutu Geologicznego* 286: 65–83.
- Marcinowski, R. 1980. Cenomanian ammonites from German Democratic Republic, Poland, and the Soviet Union. *Acta Geologica Polonica* 30: 215–325.
- Marcinowski, R. i Radwański, A. 1983. The mid-Cretaceous transgression onto the Central Polish Uplands (marginal part of the Central European Basin). *Zitteliana* 10: 65–96.
- Marcinowski, R. i Radwański, A. 1989. A biostratigraphic approach to the mid-Cretaceous transgressive sequence of the Central Polish Uplands. *Cretaceous Research* 10: 153–172.
- Marcinowski, R. i Wiedmann, J. 1990. The Albian ammonites of Poland. *Palaeontologia Polonica* 50: 1–94.
- Mikołuszko, W. 2010. Kopalnia potworów. *Gazeta Wyborcza*, 8 lipca: s. 15.
- Montani, R. 2009. The evolution of marine reptiles. *Evo Edu Outreach* 2: 224–235.
- Owen, R. 1851. Monograph of the fossil Reptilia of the Cretaceous formation. *Palaeontographical Society, Monographs* 5: 68–80.
- Popiel-Barczyk, E. 1972. Albian–Cenomanian brachiopods from the environs of Annopol on the Vistula with some remarks on the related species from Cracov Region. *Prace Muzeum Ziemi* 20: 119–150.
- Popov, E. 2008. A revision of the chimaeroid fishes (Holocephali, Chimaeroidei) from the British Cretaceous. *Acta Geologica Polonica* 58: 243–247.
- Pożaryski, W. 1947. Złoże fosforytów na północno-wschodnim obrzeżeniu Gór Świętokrzyskich. *Biuletyn Państwowego Instytutu Geologicznego* 27: 1–56.
- Radwański, A. 1968. Szczątki chimer z albu–cenomanu obrzeżenia Gór Świętokrzyskich. *Acta Palaeontologica Polonica* 13: 315–322.
- Rogers, R.R. i Kidwell, S. M. 2007. A conceptual framework for the genesis and analysis of vertebrate skeletal concentrations. W: R.R. Rogers, D.A. Eberth i A.R. Fiorillo (red.), *Bonebeds: Genesis, analysis and paleobiological significance*, 1–64. University of Chicago Press, Chicago.
- Samsonowicz, J. 1924a. Sprawozdanie z badań geologicznych w okolicach Rachowa nad Wisłą. *Posiedzenia Naukowe Państwowego Instytutu Geologicznego* 7: 6–7.
- Samsonowicz, J. 1924b. O złożu fosforytów w Rachowie nad Wisłą. *Przegląd górniczo-hutniczy* 12: 785–786.
- Samsonowicz, J. 1925. Szkic geologiczny okolic Rachowa nad Wisłą. *Sprawozdania Państwowego Instytutu Geologicznego* 3: 45–118.
- Samsonowicz, J. 1934. *Objaśnienia arkusza Opatów. Ogólna mapa geologiczna Polski w skali 1: 100 000*, 117 s. Państwowy Instytut Geologiczny, Warszawa.
- Sander, M. 2000. Ichthyosauria: their diversity, distribution, and phylogeny. *Paläontologische Zeitschrift* 74: 1–35.
- Staszewski, R. 2010. Tajemnice starej kopalni. *Tygodnik Nadwiślański* 31 (1525): 12.
- Uberna, J. 1967. Rozwój serii fosforytonośnej północnego obrzeżenia Gór Świętokrzyskich na tle zagadnień sedymentologicznych albu i cenomanu. *Biuletyn Instytutu Geologicznego* 206: 5–114.
- Walaszczyk, I. 1987. Mid-Cretaceous events at the marginal part of the Central European Basin (Annopolon-Vistula section, Central Poland). *Acta Geologica Polonica* 37: 61–74.
- Załoga, M.T. 2009. Skarby z kopalni widmo. *National Geographic Polska* 11 (strona nienumerowana).

