

Granica kreda-trzeciorzęd w przełomie Wisły

Marcin Machalski*

Analiza paleontologiczna i sedimentologiczna osadów górnego mastrychtu i danu z okolic Kazimierza Dolnego pozwala na odtworzenie historii sedimentacji tych utworów i rozstrzygnięcie kwestii położenia granicy kreda-trzeciorzęd (K-T) w przełomie środkowej Wisły. Granica ta była dotąd stawiana w spągu, w połowie, bądź w stropie warstwy piaskowca glaukonitowego, zawierającego wymieszane mastrychtskie i dańskie skamieniałości. Analiza stanu zachowania makrofauny z piaskowca glaukonitowego pozwala stwierdzić, że w warstwie tej brak form, które można jednoznacznie uznać za mastrychtskie in situ. Granica K-T winna być zatem stawiana w spągu piaskowca glaukonitowego. Ławica twardego wapienia stanowiąca strop niżejleżących opok z Kazimierza nie jest twardym dnem, jak dotychczas przyjmowano.

Słowa kluczowe: granica stratygraficzna K-T, mastrycht, dan, sedimentologia, paleontologia, tafonomia, skamieniałości śladowe, Dolina Wisły, Polska Środkowa

Marcin Machalski — **The Cretaceous-Tertiary boundary in Central Poland.** Prz. Geol. 46: 1153–1161.

Summary. The upper Maastrichtian-Danian sequence as exposed near the town of Kazimierz Dolny (middle Vistula river section, central Poland) comprises three lithologic units (Fig. 1): 1) upper Maastrichtian siliceous chalk (Kazimierz Opoka) with burrowed limestone layer at the top; 2) glauconitic sandstone horizon (Greensand) containing a mixture of Maastrichtian and Danian fossils; 3) Danian gaizes and limestones (Siwak). A detailed analysis of the K-T boundary interval and of its fossil content, including trace fossils and driftwood remains (Figs 2–6), allows for the reconstruction of the depositional history at the K-T transition (Fig. 7) and a resolution of the question of the position of the K-T boundary. This boundary was placed at the base, in the centre or at the top of the Greensand by previous investigators (Fig. 2). There are no in situ Maastrichtian fossils in the Greensand horizon, however, and this unit should be entirely assigned to the Danian. As a consequence, the K-T boundary should be placed at the boundary between the Kazimierz Opoka and the Greensand (Fig. 2). Cross-cutting of successive sandstone-filled burrows (Fig. 5) in the limestone at the top of the Kazimierz Opoka indicates that this is not a hardground horizon, as regarded by previous authors. The J-shaped vertical burrows previously reported from the hard limestone and attributed to crabs related to the Recent intertidal ghost crabs, most probably represent fragments of spiral Gyrolithes-burrows (Fig. 4). There is no indication of the tidal flat environment in the highest portion of the Kazimierz Opoka.

Key words: K-T boundary, revision, Maastrichtian, Danian, sedimentology, paleontology, taphonomy, ichnofossils, new data, Vistula River valley, Central Poland

Przy okazji badań znaleziska morskiego krokodyla z rodzaju *Thoracosaurus* w paleocenie Kamiennego Dołu w Kazimierzu Dolnym (Żarski, 1997; Machalski & Żarski, 1997; Jakubowski, 1997 a, b; Gawor-Biedowa, 1997), autor poczynił wiele obserwacji dotyczących utworów z pogranicza kredy i trzeciorzędu. W połączeniu z zebranymi wcześniej danymi z Nasiłowa i Bochotnicy, a także danymi z literatury, pozwala to na rewizję niektórych dotychczasowych poglądów, w tym autora, o położeniu granicy kreda-trzeciorzęd w profilu Wisły.

Dr. K. Michniak (Warszawa) dyskutował z autorem petrografię badanych utworów, dr Ch. Wood (Croydon, Anglia) możliwość występowania w nich gastrolitów, prof. R. Bromley (Kopenhaga) zaś zagadnienia ichnologiczne. Szczególnie owocna dla autora była dyskusja z prof. R. Marcinowskim (Warszawa), który krytycznie przeczytał pierwszą wersję pracy. Wymienionym osobom autor pragnie złożyć gorące podziękowania. Autor składa również podziękowania A. Kaimowi za komputerową obróbkę rysunków.

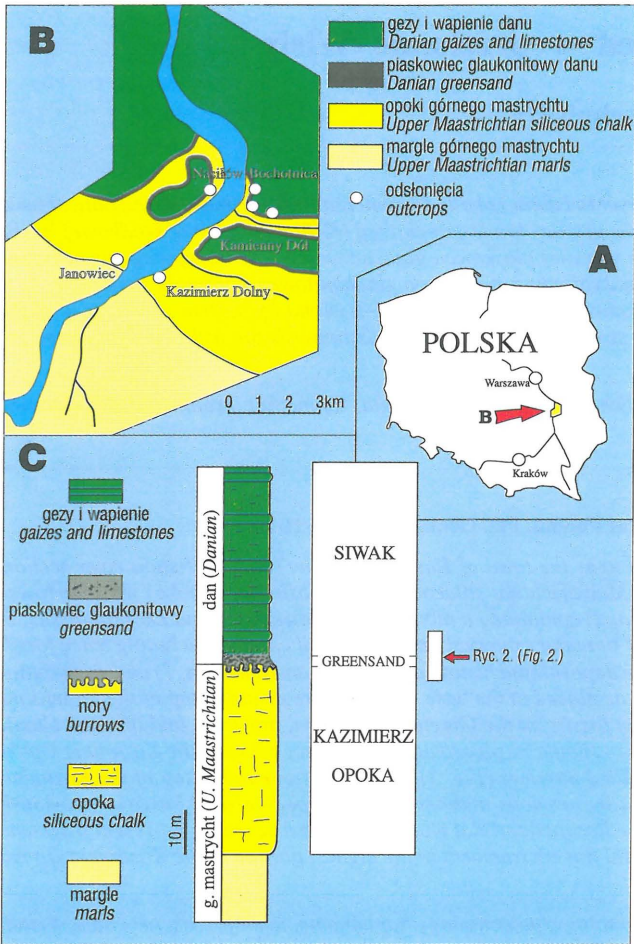
Ogólna sytuacja geologiczna

Okolice Kazimierza Dolnego to najbardziej znany w Polsce obszar występowania utworów mastrychtu oraz danu (ryc. 1A–C). Utwory te odsłaniają się w wielu stanowiskach (ryc. 1B), z których najlepiej poznanymi są kamieniołomy w Nasiłowie i Bochotnicy (Kongiel, 1935; Pożaryski, 1938;

Putzer, 1942; Pożaryska, 1952, 1965; Gaździcka, 1978; Machalski & Walaszczyk, 1987; Hansen i in., 1989; Kennedy, 1993a; Peryt & Walaszczyk, 1993; Marcinowski & Radwański, 1996). Ostatnio (Żarski, 1997; Machalski & Żarski, 1997; Gawor-Biedowa, 1997; Jakubowski, 1997b) szczegółowej dokumentacji doczekało się odsłonięcie w Kamiennym Dole (ryc. 1B).

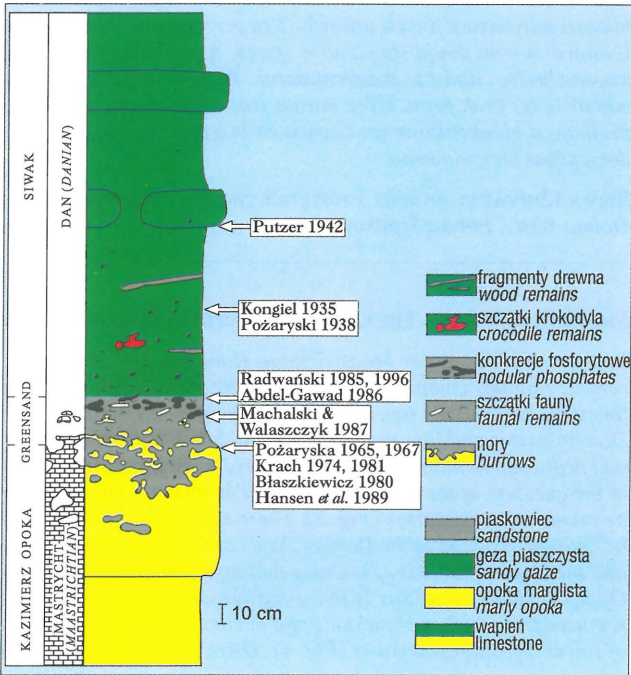
Sekwencję litologiczną w okolicach Kazimierza Dolnego (ryc. 1C; 2) rozpoczyna 50 m miąższości pakiet opok z wkładkami wapieni oraz margli, określane nieformalnie jako opoki z Kazimierza (Wyrwicka, 1980; Machalski, 1996). Skały te są wieku późnomastrychtskiego i reprezentują poziom *Belemnella kazimiroviensis* (przegląd literatury w Abdel-Gawad, 1986 oraz Machalski, 1996). Wyżej, na nierównej powierzchni opok z Kazimierza, zalega cienka warstwa piaszczysto-glaukonitowa z konglomeratami fosforytowymi, określana jako piaskowiec glaukonitowy lub *Greensand* (Abdel-Gawad, 1986; Machalski & Walaszczyk, 1987; Hansen i in., 1989); zarówno górna granica, jak i wiek tej warstwy są przedmiotem rozbieżnych opinii (dyskusja poniżej). Piaskowiec glaukonitowy przechodzi ku górze w gezy i wapienie paleocenu, określane nieformalnie jako siwak (Kongiel, 1935; Pożaryski, 1938; Krach, 1981). Utwory te osiągają miąższość ok. 50 m. Cysty wiciowców z siwaka Nasiłowa wskazują na dański poziom *Chiropteridium inornatum* (Hansen i in., 1989). Zespół otwornic planktonowych z siwaka Kamiennego Dołu (Gawor-Biedowa, 1997), nie różniący się składem od występującego w innych odsłonięciach (por. Pożaryska, 1965), wskazuje na również

*Instytut Paleobiologii PAN, ul. Twarda 51/55, 00-818 Warszawa



Ryc. 1. A — lokalizacja terenu badań na obszarze Polski; B — mapa geologiczna okolic Kazimierza Dolnego; C — profil osadów mastrychtu i danu w okolicach Kazimierza Dolnego
Fig. 1. A — location of the study area in Poland; B — geological map of the environs of Kazimierz Dolny; C — stratigraphic column of the Maastrichtian and Danian deposits exposed near Kazimierz Dolny

dański poziom *Subbotina triloculoides*–*Globanomalina compressa* w standardowym podziale paleocenu (Berggren i in., 1995). Porównanie wzajemnego stosunku obu poziomów (Berggren i in., 1995; Bignot, 1993) pozwala na zaliczenie siwaka do dolnego (lecz nie najniższego) oraz/lub środkowego danu.



Ryc. 2. Szczegółowy profil pogranicza kredy i trzeciorzędu w rejonie Kazimierza Dolnego na przykładzie kamieniołomu w Kamiennym Dole. Obok profilu zaznaczono pozycje granicy kreda-trzeciorzęd według różnych autorów
Fig. 2. Lithology and stratigraphy of the K-T boundary interval in the environs of Kazimierz Dolny exemplified by the section exposed at the Kamienny Dół quarry. The position of the K-T boundary as proposed by different authors is indicated near the lithologic column. Note the occurrence of the remains of a thoracosaurine crocodile near the base of Siwak



Ryc. 3. Wypełnione piaskowcem glaukonitowym nory raków w stropie opok z Kazimierza; A — bliżej niezidentyfikowane nory widoczne w ścianie kamieniołomu; Bochothnica; B — nory *Thalassinoides suevicus* (regularny system nor w centrum okazu) oraz *Thalassinoides saxonicus* (przekroje większych nor); Nasiłów
Fig. 3. Shrimp burrows, filled with glauconitic sandstone, at the top of the Kazimierz Opoka; A — unidentified burrows in the wall of the Bochothnica quarry; B — burrows *Thalassinoides suevicus* (regular burrows in the centre of the specimen) and *Thalassinoides saxonicus* (cross-sections through bigger burrows); Nasiłów

Litologia i paleontologia warstw z pogranicza kredy i trzeciorzędu

Strop opok z Kazimierza jest utworzony przez ławicę twardego, szarokremowego wapienia, miejscami impregnowanego krzemionką, miąższości do ok. 60 cm, wydatnie zaznaczającą się w odsłonięciach z powodu dużej odporności na wietrzenie. Od czasu publikacji pracy Pożaryskiej (1952) ławica ta określana jest jako twarde dno (*hard ground*).

Górna granica wapienia jest silnie postrzępiona, co jest spowodowane obecnością głębokich nieraz kanałów (ryc. 2, 3), wypełnionych piaskowcem glaukonitowym. Kanały te, uważane przez Pożaryską (1952, 1965) za rezultat chemicznej korozji wapienia, można zidentyfikować jako nory bezkręgowców morskich, głównie raków (Putzer, 1942; Voigt, 1959; Machalski & Walaszczyk, 1987). Wśród tych nor autor rozpoznał następujące ichnotaksony: *Thalassinoides saxonicus*, *T. suevicus*, *Thalassinoides* ichnosp., *Gyrolithes* ichnosp. oraz *Chondrites* ichnosp. (te ostatnie najczęściej w wypełnieniach innych nor). Nie stwierdzono pionowych, J-kształtnych nor (ichnorodzaj *Psilonichnus*), o których pisze Radwański (1985, 1996), przypisując je działalności krabów podobnych do współczesnych krabów z rodzaju *Ocypode*, które zamieszkują środowiska międzypływowe. Być może autor ten oznaczył tak poziome fragmenty nor *Gyrolithes*, podobne do tego, który zilustrowano na ryc. 4, a także do tych, które przedstawiają Bromley & Frey (1974: ryc. 4). W Nasiłowie, Bochońnicy oraz w Kamiennym Dole można zaobserwować, że piaszczysto-glaukonitowe wypełnienia większych nor wykazują niekiedy laminację, co oznacza, że nory te były przez pewien czas otwarte, a następnie ulegały stopniowemu zasypywaniu piaskiem (Machalski & Walaszczyk, 1987).

Przebieg nor jest najlepiej czytelny w niższej części wapienia. W Bochońnicy oraz Kamiennym Dole autor zaobserwował przenikanie się kolejnych generacji nor, przy czym nory późniejszych generacji przecinały nie tylko ścianki wcześniejszych nor, lecz także ich wypełnienia (ryc. 5). Obserwacja ta wskazuje, wraz z brakiem wydrzeń w twardej wapieniu, że jego warstwa stanowiła jeszcze miękką, niezlityfikowaną osad podczas sedymentacji piaszczysto-glaukonitowej. Nie można więc do niej stosować terminu „twarde dno”, który jest terminem genetycznym i odnosi się do rozwinętych w osadach węglanowych powierzchni nieciągłości, które uległy podmorskiej lityfikacji przed ostatecznym pogrzebaniem młodszymi osadami (np. Goldring & Kaźmierczak, 1974). Lityfikacja osadu prowadząca do powstania twardego wapienia musiała zachodzić w bliżej nieokreślonym przedziale czasu po rozpoczęciu sedymentacji piaszczysto-glaukonitowej (aczkolwiek lepszy niż w opokach stan zachowania skamieniałości wskazuje, że miało to miejsce stosunkowo wcześnie, być może w dnie).

Ku stropowi ławicy twardego wapienia przebieg kanałów staje się coraz mniej czytelny z powodu nakładania się coraz większej ilości kolejnych generacji nor. Nadaje to skale wygląd brekcji złożonej z malejących ku górze fragmentów opoki, tkwiących w osadzie piaszczysto-glaukonitowym (ryc. 2; pseudobrekcja, por. Machalski & Walaszczyk, 1987). Jednocześnie maleje twardość skały — strop ławicy oraz odizolowane fragmenty, które tkwią w nadległym osadzie piaszczysto-glaukonitowym, zbudowane są z miękkiej opoki marglistej. Ostatnie, bardzo drobne i nieliczne strzępy miękkiej opoki występują tuż poniżej warstwy konkrecji fosforytowych (ryc. 2).

W twardej wapieniu występuje liczny zespół skamieniałości górnego mastrychtu, zdominowany przez gąbki, małże, ślimaki oraz amonity (Abdel-Gawad, 1986: s. 206–207; Machalski & Walaszczyk, 1987; Radwański, 1996); jedynie w Kamiennym Dole obserwuje się wyraźne zubożenie fauny w stosunku do innych odsłonięć (Machalski & Zarski, 1997). W strzępach miękkiej opoki ponad twardej wapieniem także występuje fauna górnego mastrychtu, w tym *B. kazimiroviensis*, *Pycnodonte vesiculare*, *Lyropecten acuteplicatus*, *Limatula kunradensis*, *Gyropleura inequirostrata*, *Oxytoma danica* oraz *Ventriculites* sp. Z miękkiej opoki pochodzi zapewne wiele skamieniałości tkwiących w wyżej leżącym osadzie piaszczysto-glaukonitowym — są nią wypełnione alweole niektórych belemnitów, a także dwuskorupowe okazy ostryg *P. vesiculare* i przegrzebków *L. acuteplicatus*.

W norach oraz powyżej powierzchni miękkiej opoki (ryc. 2) zalega mniej lub bardziej zwęzły zielonobrazowy osad piaszczysto-glaukonitowy, złożony z ostrokrawędzistego kwarcu, glaukonitu, skorupki otwornic oraz pojedynczych drobnych konkrecji fosforanowych. Zdaniem K. Michniaka (informacja ustna) jest to wapnisty piaskowiec glaukonitowy. Piaskowiec przechodzi stopniowo ku górze w skałę zawierającą coraz więcej igieł gąbek oraz krzemionki organogeniczne, upodabniając się coraz bardziej do gezy. Próbkę pobraną w Kamiennym Dole na wysokości głównego poziomu konkrecji fosforytowych oraz 20 cm powyżej niego (patrz ryc. 2) można zaklasyfikować jako przejściowe między piaskowcem a gezą, natomiast próbka z wysokości 60 cm powyżej głównego poziomu fosforytowego wykazuje już wszelkie cechy gezy (K. Michniak, informacja ustna). Zarówno piaskowiec, jak i gezy zawierają znaczną ilość glaukonitu. Ilość tego minerału zmniejsza się nieznacznie ku górze profilu, natomiast znacznie silniejszym zmianom ulega jego barwa — od intensywnie zielonej w obrębie spągów partii piaskowca do bladobrunatnozielonej w gezach; konsekwentnie zmienia się barwa całej skały. Plamista tekstura piaskowców i gez, widoczna na powierzchniach przeciętych okazów, jest według wszelkiego prawdopodobieństwa wynikiem silnej bioturbacji osadu przez organizmy rypące (por. Bromley & Frey, 1974: ryc. 29).

Około 20 cm powyżej stropu twardego wapienia w skałę zaznacza się poziom fosforytowy, złożony ze sfosfatyzowanych fragmentów gąbek, konkrecji fosforytowych oraz ośródek małżów i ślimaków o pierwotnie aragonitowych skorupach, którym towarzyszą liczne rostra belemnitów oraz skorupki ramienionogów, ostryg i przegrzebków. Występują też pojedyncze ziarna kwarcu żyłowego o średnicy do 0,5 cm. Fosforyty mają ciemnobrazowe lub czarne zabarwienie i dochodzą do kilkunastu centymetrów średnicy. Na przeciętych okazach konkrecji i większych ośródek widać, że intensywność sfosfatyzacji maleje ku ich środkowi (Machalski & Walaszczyk, 1987). Można stąd wnosić, że proces ten był wtórny w stosunku do lityfikacji osadu tworzącego konkrecje i ośrodki. Pierwotny materiał, z którego są zbudowane konkrecje oraz ośrodki fosforytowe, to wapien z wyraźną domieszką glaukonitu. Jest to więc litologia różna od opok oraz otaczających konkrecje i ośrodki osadu (Machalski & Walaszczyk, 1987; Hansen i in., 1989). Omawiany poziom można określić jako główny poziom fosforytowy — stosunkowo liczne, drobne konkrecje fosforytowe spotyka się znacznie wyżej w profilu, co dobrze widać np. w Kamiennym Dole (ryc. 2).

Skała piaszczysto-glaukonitowa z fosforytami zalegająca nad opokami mastrychtu w rejonie Kazimierza Dolnego

określana jest tradycyjnie jako „piaskowiec glaukonitowy”, „piasek glaukonitowy” lub — często zamiennie — jako „warstwa fosforytowa” (np. Kongiel, 1935; Pożaryski, 1938; Pożaryska, 1952; Krach, 1974, 1981). W tekstach angielskojęzycznych warstwę tę określa się jako *glauconitic sand*, *sandstone* lub *phosphoritic layer* (Pożaryska, 1965, 1967) lub *Greensand* (Abdel-Gawad, 1986; Machalski & Walaszczyk, 1987; Hansen i in., 1989).

O ile wyznaczenie dolnej granicy warstwy piaszczysto-glaukonitowej nie następuje trudności z powodu wyraźnego kontrastu litologicznego z niżej leżącymi skałami, to ustanowienie jej górnej granicy sprawia kłopoty. W dotychczasowej literaturze stawiano ją rozmaicie, stąd zapewne różna wartość miąższości „piaskowca glaukonitowego” podawana przez różnych autorów. Kongiel (1935) podaje miąższość 80 cm, dodając, że konkracje fosforytowe i większość fauny (główny poziom fosforytowy w ujęciu niniejszej pracy) skupione są w pobliżu kontaktu piaskowca z opoką. Według Pożaryskiego (1938) „piaskowiec glaukonitowy” (poziom z w podziale stratygraficznym tego autora) ma miąższość 30–50 cm. Putzer (1942) podał średnią miąższość 1 m dla wyróżnionego przez siebie *glaukonitische Phosphoritmergel*, przy czym z zamieszczonego w jego pracy rysunku (Putzer, 1942: ryc. 2) wynika, że określał tak fragment profilu od stropu opok z Kazimierza do pierwszego przeławicenia twardych wapieni siwaka (ryc. 2), zajmującego mniej więcej stałe położenie we wszystkich odkrywkach w okolicach Kazimierza Dolnego. W pracy Pożaryskiej (1952) miąższość „piasku glaukonitowego” szacowana jest na 0,5–1 m. Liszkowski (1970) podaje wartość 20 cm dla wyróżnionych przez siebie „piasków glaukonitowych z fosforytami”, zaś Krach (1974, 1981) podaje wartość 1 m. Machalski & Walaszczyk (1987), Hansen i in. (1989) oraz Radwański (1996) zgodnie podają wartość 0,5 m dla wyróżnianego przez siebie *Greensandu*, stawiając jego górną granicę w stropie głównego poziomu fosforytowego w ujęciu niniejszej pracy. Sądząc z ilustracji profili, które przedstawiła Pożaryska (1965: Text-Plate IV), autorka ta podobnie ujmowała górną granicę wyróżnianego przez siebie *glauconitic sand*.

Należy zaznaczyć, że cytowane wyżej dane odnoszą się do tych samych odsłoneń, mianowicie Nasiłowa i Bochotnicy. Ponadto obserwacje autora nie ujawniają istotnych różnic w wykształceniu omawianego odcinka profilu między poszczególnymi odsłoneciami. Można więc wnioskować, że rozbieżności wynikają nie ze zróżnicowanej sytuacji geologicznej, lecz są wyłącznie natury subiektywnej. Zdaniem autora omawianą skałę piaszczysto-glaukonitową, z racji stopniowego charakteru jej górnej granicy, należałoby właściwie traktować jako spągową część siwaka (tak, jak to uczynił Krach, 1974, 1981). Jednak z powodu jej przydatności dla celów kartograficznych oraz dla zachowania ciągłości z dawniejszymi pracami autor proponuje jej wydzielanie pod nazwami „piaskowiec glaukonitowy” lub *Greensand* i arbitralnie przyjęcie jej górnej granicy w stropie głównego poziomu fosforytowego (ryc. 1, 2).

Zarówno piaskowiec glaukonitowy, jak i spągowe partie siwaka zawierają bogate zespoły makrofauny, które ze względu na stopniowy i umowny charakter granicy między obu wydzieleniami litologicznymi należy omówić razem. Występujące w nich makroskamieniałości można podzielić ze względu na stan zachowania na trzy zespoły:

Zespół 1. Skamieniałości zawierające przyczepione resztki miękkiej opoki lub wypełnione tymże osadem (alweole belemnitów oraz dwuskorupowo zachowane muszle ostrygi i przegrzebków). Są to formy wyłącznie kalcytowe, późnomastrychtskie

(patrz powyżej), które występują poniżej głównego poziomu fosforytowego oraz w jego obrębie.

Zespół 2. Skamieniałości tkwiące w konkracjach fosforytowych, sfosfatyzowane lub z wypełnieniami fosforytowymi. Można wśród nich wyróżnić następujące podzespoły:

2a) Górnomastrychtski. Są to belemnity *B. kazimiroviensis*, rozmaite małże, wśród których dominuje znany tylko z utworów mastrychtu *Lyropecten acuteplicatus*; niewątpliwie mastrychtskie ramienionogi *Neolithyrina obesa*, *Carneithyrina carnea* oraz *Cretirhynchia undulata*; rozmaite gąbki, identyczne pod względem budowy do tych, które występują w opokach, głównie *Ventriculites*. Należą tu również sporadycznie występujące fragmenty amonitów z gatunku *Hoploscaphites constrictus* oraz sfosfatyzowane zęby mozazaurów znalezione w Nasiłowie (Radwański, 1985; Machalski & Walaszczyk, 1988; Hansen i in., 1989).

2b) O niemożliwym do jednoznacznego określenia wieku. Są to formy, znane zarówno z mastrychtu, jak i z paleocenu, np. ostrygi *Pycnodonte vesiculare* oraz takie, których stan zachowania uniemożliwia dokładne oznaczenie. Do tej drugiej grupy należą ośrodków drobnych małżów i ślimaków, ośrodków jeżowców nieregularnych z rodzajów *Hemiaster* oraz *Cyclaster* (znalezione po raz pierwszy w rejonie Kazimierza Dolnego w Kamiennym Dole, patrz Machalski & Żarski, 1997), wreszcie korale z rodzaju *Trochocyathus*.

2c) Paleoceński. Wśród sfosfatyzowanej fauny w warstwie glaukonitowej w Kamiennym Dole zidentyfikowano kilka paleoceńskich małżów, np. *Nucula proava* oraz *Cucullaea volgensis* (Jakubowski, 1997b). Fakt ten stoi w sprzeczności z poprzednimi ustaleniami autora niniejszej pracy oraz I. Walaszczyka, w myśl których w zespole sfosfatyzowanym z warstwy glaukonitowej z okolic Kazimierza Dolnego brak form trzeciorzędowych (Machalski & Walaszczyk, 1987). Należy dodać, że o obecności sfosfatyzowanych form trzeciorzędowych z warstwy glaukonitowej z okolic Kazimierza Dolnego pisał Krach (1974, 1981).

Dokładne dane dotyczące pionowego rozmieszczenia sfosfatyzowanych skamieniałości uzyskano w Kamiennym Dole (Machalski & Żarski, 1997). Większość skamieniałości reprezentujących zespół 2 znaleziono tu w obrębie głównego poziomu fosforytowego. Dotyczy to szczególnie okazów dużej i średniej wielkości. Drobne fosforytowe ośrodków małżów i ślimaków występują sporadycznie zarówno poniżej, jak i powyżej tej warstwy (sięgając pierwszego przeławicenia wapiennego w obrębie siwaka, patrz ryc. 2).

Zespół 3. Skamieniałości pozbawione jakichkolwiek resztek skały obcej w stosunku do otaczającego osadu piaszczysto-glaukonitowego. Można tu wyróżnić następujące podzespoły skamieniałości:

3a) Mastrychtski. Należą tu formy kalcytowe, m. in. belemnity *B. kazimiroviensis* oraz małże, m.in. *Oxytoma danica*, *Lyropecten acuteplicatus*, *Plagiostoma hoperi*, *Chlamys septemPLICATA*, *Mimachlamys cretosa*, *Neithea sexcostata* oraz *Hytissa semiplana*, występujące w postaci pojedynczych, rozdzielonych skorupiek. Wśród belemnitów są zarówno okazy silnie skorodowane i zniszczone przez organizmy drążące, jak i okazy dobrze zachowane.

W piaskowcu glaukonitowym w Nasiłowie autor znalazł także pojedynczego aptycha (wieczko amonita). Okaz ten, reprezentujący parataxon *Aptychus portlocki* Sharpe, 1857, który jest łączony ze skafitami (por. Kennedy, 1993b; w tym przypadku najprawdopodobniej *H. constrictus*), jest najwyższym stratygraficznie znaleziskiem aptycha w profilu Wisły.

Wiek mastrychtskiego są zapewne także liczne pokru-

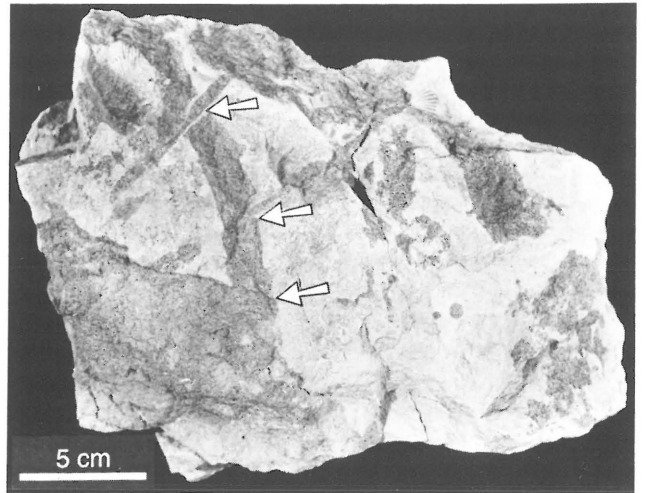
szone fragmenty gąbek, bardzo podobnych do tych, które występują w opokach. Liczne okazy reprezentujące podzespół 3a spotyka się przeważnie w obrębie głównego poziomu fosforytowego oraz poniżej niego. Pojedyncze, bardzo źle zachowane ułamki belemnitów oraz przegrzebków spotyka się również wyżej — w Kamiennym Dole występują one do wysokości odpowiednio 30 i 50 cm powyżej głównego poziomu fosforytowego (ryc. 2).

Machalski & Walaszczyk (1987: s. 79) wymienili z warstwy glaukonitowej Bochołnicy i Nasiłowa wiele mastrychskich małżów i ramienionogów, zachowanych w postaci dwuskorupowych muszli z wypełnieniem piaszczysto-glaukonitowym, a więc, zdaniem tych autorów, reprezentujących faunę mastrychtu *in situ* w warstwie glaukonitowej. Po rozbiciu wzmiankowanych okazów z Bochołnicy i Nasiłowa (zbiory Instytutu Paleobiologii PAN) okazało się, że osad piaszczysty nigdy nie wypełnia ich całego wnętrza, ustępując ku środkowi muszli sfosfatyзованemu wapieniowi (zachowanemu niekiedy tylko w części przywierzchołkowej muszli). Obserwacja ta ma znaczenie dla interpretacji stratygraficznej piaszczystego glaukonitowego, wskazując na brak jednoznacznie mastrychskich form *in situ* w obrębie tej warstwy.

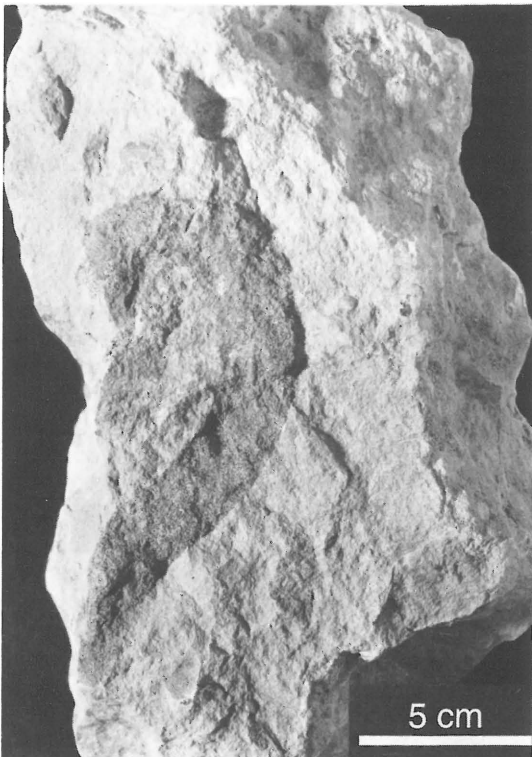
3b) O niemożliwym do jednoznacznego ustalenia wieku. Należą tu występujące w innych regionach poniżej i powyżej granicy kreda–trzeciorzęd ostrygi, głównie *P. vesiculare* oraz *Gryphaeostrea canaliculata*, nie oznaczone kolce jeżowców regularnych, serpuły, mszywioly oraz zęby rekinów, a także nieoznaczalne ośrodki małżów i ślimaków oraz koralowców osobniczych.

3c) Paleoceński. Do grupy tej, najliczniejszej, należą przede wszystkim małże o pierwotnie aragonitowych skorupach, zachowane w postaci ośrodków i odcisków muszli w piaszczystym bądź gezie, oraz ślimaki (Krach, 1981; Machalski & Walaszczyk, 1987; Jakubowski, 1997b). Do najlicz-

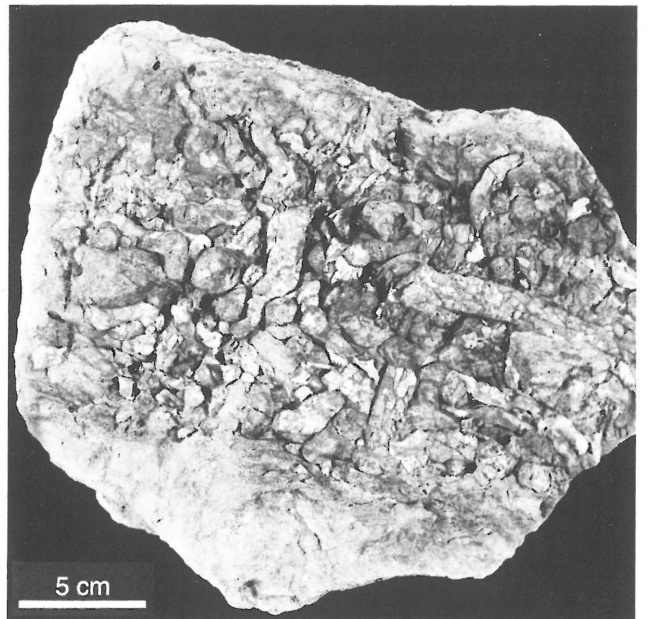
niejszych małżów w rozważanym interwale w Kamiennym Dole należą nukulidy oraz *Cucullaea volgensis* (Jakubowski, 1997b). Małże i ślimaki paleoceńskie występują najliczniej w obrębie głównego poziomu fosforytowego i do poziomu około 50 cm powyżej stropu opok z Kazimierza, wyżej ich ilość maleje. Małże paleoceńskie w obrębie głównego poziomu fosforytowego są reprezentowane przeważnie przez rozdzielone skorupy, bezładnie przemieszane z innymi skamieniałościami, w tym mastrychtskimi. Wyżej, w spągowych partiach siwaka, zaczynają przeważać okazy dwuskorupowe. W Kamiennym Dole stosunkowo dużo małżów paleoceńskich, m.in. *C. volgensis*, zidentyfikowano także w piaszczysto-glaukonitowych wypełnieniach nor, które sięgały głęboko w strop opok z Kazimierza (Jakubowski, 1997b).



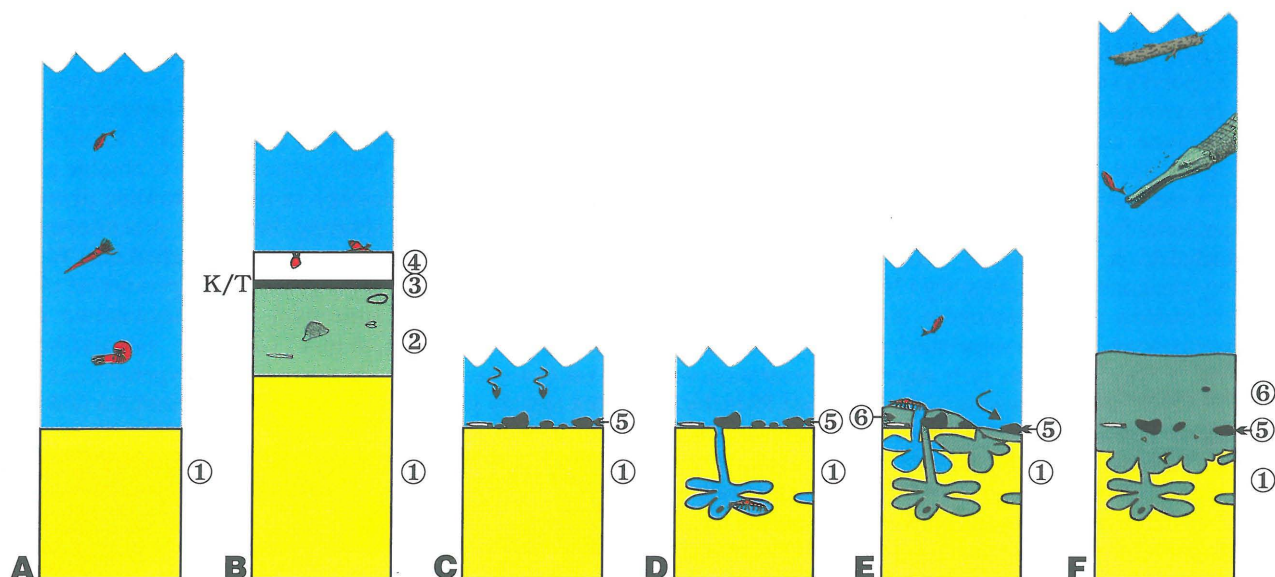
Ryc. 5. Przecinające się nory (miejsca przecięcia zaznaczono strzałkami) w stropie opok z Kazimierza; Kamienny Dół
Fig. 5. Glauconitic sandstone filled burrows cutting each other (arrowed) at the top of the Kazimierz Opoka; Kamienny Dół



Ryc. 4. Nora *Gyrolithes* ichnosp.; Nasiłów
Fig. 4. Burrow *Gyrolithes* ichnosp.; Nasiłów



Ryc. 6. Pozostałość napławionego z ładu pnia drzewnego z zachowanymi rurkami syfonalnymi małżów drewnotoczy; spąg siwaka; Nasiłów
Fig. 6. Remnant of a drift-wood with siphonal tubes of *Teredo*-like bivalves; base of the Siwak sequence; Nasiłów



Ryc. 7. Historia sedimentacji utworów z pogranicza kredy i trzeciorzędu w rejonie Kazimierza Dolnego (objaśnienia w tekście)
Fig. 7. Proposed scenario of the depositional and erosional history across the K-T boundary in the Kazimierz Dolny region. Stage A — sedimentation of the siliceous chalk (Kazimierz Opoka) of late Maastrichtian age (1); stage B — sedimentation of a slightly glauconitic carbonate mud unit (2) of late Maastrichtian age, followed by clay layer (3) corresponding to the famous Fish Clay which marks the K-T boundary in Denmark and a carbonate unit of Danian age (4) including the equivalent of the Cerithium Limestone in Denmark; stage C — erosional (or dissolution?) episode in early Danian leading to the destruction of the top of the unit 1 and total destruction of the units 2-4, and to the formation of the residual lag (5) composed of reworked nodules, early-diagenetic moulds and other fossils of Maastrichtian and Danian age; stage D — omission conditions on the sea floor and the development of Danian burrowing fauna leading to the formation of the first generation of burrows visible at present at the top of the Kazimierz Opoka; stage E — start of sandy-glauconitic sedimentation (6) of Danian age; filling of earlier burrows and formation of the next generations, origin of "pseudobreccia" at the top of Kazimierz Opoka, additional reworking of the residual lag; stage F — continuation of Danian sedimentation (the crocodile reconstruction is based on the remains found in the Kamienny Dół section; see Fig. 2)

Wiek paleoceńskie są również znalezione w Kamiennym Dole szczątki morskiego krokodyla (Żarski, 1997) oraz sporadycznie spotykane w piaskowcu glaukonitowym i siwaku ośrodków jeżowców z rodzaju *Echinocorys*, odpowiadające rozmiarami i ogólnym kształtem dańskim gatunkom tego rodzaju z okolic Kazimierza i Puław (Kongiel, 1949).

Na zakończenie powyższego przeglądu należy dodać, że Hansen i in. (1989: str. 6) podają o znalezieniu w piaskowcu glaukonitowym Nasilowa rostrum belemnita, którego alweola wypełniona była wapniem „silnie przypominającym pod względem tekstury [dański] wapień cericjowy ze Stevns Klint [w Danii]”. Autorzy ci piszą także o wygładzeniu powierzchni wielu rostrów belemnitów z piaskowca glaukonitowego na skutek rozpuszczania, co doprowadziło do zatarcia odcisków naczyń krwionośnych; rostrów takich nie udało się jednak znaleźć autorowi niniejszej pracy.

W piaskowcach i gezach występuje również liczna mikrofauna, głównie otwornicowa. Szczegółową listę otwornic z tych osadów dla całego rejonu Kazimierza Dolnego podała Pożaryska (1965), natomiast z Kamiennego Dołu — Gawor-Biedowa (1997). Należy podkreślić, znany zresztą od dawna (Pożaryska, 1965; Peryt 1988), fakt występowania w tych warstwach zarówno form kredowych (stosunkowo rzadkich), jak i paleoceńskich (znacznie częstszych). Na szczególne podkreślenie zasługują oznaki redepozycji w przypadku form kredowych (Peryt, 1988; Gawor-Biedowa, 1997) oraz występowanie stosunkowo licznych otwornic paleoceńskich w piaszczysto-glaukonito-

wych wypełnieniach nor w obrębie twardego wapienia w Kamiennym Dole (Gawor-Biedowa, 1997).

W spągowych partiach siwaka występują liczne szczątki drewna z wydrążeniami małżów drewnotoczy (ryc. 2, 6). W wielu wydrążeniach zachowane są wapienne osłonki syfonalne tych małżów (por. Pożaryska & Pugaczewska, 1981; Abdel-Gawad, 1986). Stan zachowania szczątków drewna jest zbliżony do *relict log grounds* w ujęciu Savrda i in. (1993). Dochodzące do 1 m długości resztki podrażonych kłód drewnianych są szczególnie częste w Kamiennym Dole w przedziale od 50 do 100 cm ponad stropem opok z Kazimierza (Machalski & Żarski, 1997; ryc. 2). Pojedyncze rurki syfonalne drewnotoczy, najwyraźniej wyerodowane ze zniszczonych pni, występują również poniżej, w obrębie głównego poziomu fosforytowego.

Położenie granicy kreda-trzeciorzęd

O ile późnomaastrichtski wiek opok z Kazimierza nie budzi od dawna żadnych wątpliwości (przegląd w Machalski, 1996), to wiek zalegających wyżej utworów pozostaje aż do ostatnich lat przedmiotem kontrowersji. Odnosi się to szczególnie do położenia granicy kreda-trzeciorzęd w profilach.

Po przełożeniu terminologii litostratygraficznej stosowanej przez poszczególnych autorów na terminy przyjęte w niniejszej pracy i objaśnione na ryc. 2, można stwierdzić, co następuje:

Spośród cytowanych prac najwyższą granicę tę stawiał Putzer (1942), który zaliczył do mastrychtu wszystkie utwo-

Tab. 1. Warstwy osadowe usunięte z profilu granicy K-T w przełomie Wisły przez dańską erozję (lewa kolumna) i przesłanki przemawiające za ich niegdyś istnieniem (kolumna prawa)(porównaj ryciny 7B i C)

Stropowa część opok	Obecność w obrębie głównego poziomu fosforytowego góromastrychtskich skamieniałości wypełnionych opoką lub z przyczepionymi kawałkami tej skały (zespół 1; Pożaryska, 1965; Krach, 1974, 1981; Machalski & Walaszczyk, 1987)
Pakiet słabo glaukonitowego mułu węglanowego (2 na ryc. 7B)	Obecność (wtórnie sfosfatyzowanych) ośródek i konkrecji z fauną górnego mastrychtu w obrębie głównego poziomu fosforytowego (podzespół 2a; Pożaryska, 1965; Krach, 1974, 1981; Machalski & Walaszczyk, 1987, 1988); pierwotna litologia konkrecji to wapień z niewielką ilością glaukonitu (Machalski & Walaszczyk, 1987)
Ił graniczny (3 na ryc. 7B)	Podwyższona zawartość irydu w obrębie dolnej części piaskowca glaukonitowego (patrz Hansen i in., 1989)
Pakiet węglanowych osadów danu (4 na ryc. 7B)	Obecność (wtórnie sfosfatyzowanych) ośródek fauny dańskiej w obrębie głównego poziomu fosforytowego (podzespół 2c; Krach, 1974, 1981; Jakubowski, 1997b). Pierwotna litologia ośródek to wapień. Wypełnienie alweoli belemnita przypominające dański wapień cericjowy (Hansen i in., 1989)

ry znajdujące się poniżej pierwszej wkładki wapiennej w obrębie siwaka. Nieco niżej stawiali ją Kongiel (1935) i Pożaryski (1938) — gdzieś między głównym poziomem fosforytowym a w.w. wkładką wapienną. Niżej, bo w stropie głównego poziomu fosforytowego, stawiali ją Radwański (1985), Abdel-Gawad (1986) oraz Radwański (1996). Jeszcze niżej, bo poniżej głównego poziomu fosforytowego stawiali ją Machalski & Walaszczyk (1987) (patrz także Peryt & Walaszczyk, 1993). Najniżej, bo w stropie opok z Kazimierza, granicę między kredą a trzeciorzędem stawiali Pożaryska (1965, 1967), Liszkowski (1970), Krach (1974, 1981), Błaszkiwicz (1980) oraz Hansen i in. (1989) (w przypadku ostatniej z cytowanych prac wniosek taki wynika jednoznacznie z przedstawionego przez jej autorów scenariusza wydarzeń na granicy K-T, nie został jednak ani razu wyrażony *explicite*!).

Tak duże zróżnicowanie poglądów wynikało z faktu, że poszczególni autorzy opierali się w swych rozważaniach bądź na mastrychtskich, bądź na paleoceńskich elementach faunistycznych występujących w rozważanym odcinku profilu, interpretując w tym drugim przypadku elementy kredowe jako znajdujące się na wtórnym złożu. Zdaniem autora wszelkie fakty wskazują, że zróżnicowana pod względem stanów zachowania fauna górnego mastrychtu, która występuje licznie w warstwie glaukonitowej i sporadycznie ponad nią, jest redeponowana. W żadnym z odsłonień w rejonie Kazimierza Dolnego w obrębie piaskowca glaukonitowego i siwaka nie znaleziono dotychczas skamieniałości, które można by jednoznacznie uznać za formy mastrychtskie *in situ*. Przeciwnie, wiele skamieniałości mastrychtskich zawiera przyczepione resztki skał o innej niż warstwa glaukonitowa litologii lub także wypełnienia (opoka, sfosfatyzowany wapień glaukonitowy), stan zachowania zaś pozostałych okazów w postaci rozdzielonych skorupek również nie upoważnia do zaliczenia ich do form autochtonicznych. Zgodnie z tym wnioskiem granica mastrycht–dan winna być stawiana w profilach w stropie opok z Kazimierza (ryc. 1, 2), tak jak to czynili dawniejsi autorzy (głównie Pożaryska, 1965; Krach, 1981).

Historia sedymentacji na pograniczu kredy i trzeciorzędu w przełomie Wisły

Na podstawie badań geochemicznych i analizy litologicznej wypełnień skamieniałości z warstwy glaukonitowej Nasilowa i Bochojnic Hansen i in. (1989) odtworzyli przebieg sedymentacji warstw z pogranicza kredy i trzeciorzędu w przełomie Wisły. Zdaniem tych autorów po depozycji opok w rejonie Kazimierza Dolnego doszło w najpóźniejszym mastrychcie do sedymentacji warstwy wapieni z domieszką glaukonitu. Następnie na jej powierzchni osadził się wzbogacony w iryd ił, będący odpowiednikiem słynnego iłu rybnego (Fish Clay) na granicy K-T w Danii, po sedymentacji zaś iłu doszło do depozycji odpowiednika wczesnodkańskiego wapienia cericjowego (Cerithium Limestone) z Danii. Epizod rozpuszczania w danie doprowadził, według tych autorów, do zniszczenia stropu opok, całego pakietu glaukonitowych osadów najwyższego mastrychtu oraz iłów i osadów węglanowych dolnego danu i koncentracji pochodzących z nich konkrecji, ośródek oraz skamieniałości organizmów o kalkytowych szkieletach na powierzchni opok.

Do podobnych, choć mniej szczegółowych wniosków dotyczących rozwoju omawianych utworów doszedł również Krach (1974, 1981), a wcześniej Pożaryska (1965). Zdaniem pierwszego autora występujące w obrębie piaskowca glaukonitowego konkrecje fosforytowe i skamieniałości pochodzą z rozmycia i powtórnego osadzenia warstw późnego mastrychtu i paleocenu, zaś sam piaskowiec reprezentuje „nowy transgresywny sediment z nową fauną” (Krach, 1974: s. 52) i stanowi wraz z siwakiem osady jednego cyklu sedymentacyjnego (tamże). Pożaryska (1965) wypowiadała się jeszcze bardziej ogólnie na temat następstwa wydarzeń na granicy kreda-trzeciorzęd, jednak i ta autorka uważała skamieniałości mastrychtu w obrębie piaskowca za pochodzące z rozmycia wcześniej istniejących warstw najwyższego mastrychtu (nazwanych przez tę autorkę warstwami żyrzyńskimi).

Przedstawione w poprzednich rozdziałach wyniki badań autora w połączeniu z krytycznym przeglądem literatury (głównie Pożaryska, 1965; Krach, 1981; Abdel-Gawad, 1986; Machalski & Walaszczyk, 1987; Hansen i in., 1989), pozwalają na rekonstrukcję historii sedymentacji z pogranicza kredy i trzeciorzędu. Przedstawiona rekonstrukcja (ryc. 7) różni się bardzo co do kolejności wydarzeń od scenariusza, który zaproponowali Machalski & Walaszczyk (1987), natomiast jest zgodna w najogólniejszych zarysach, acz różni się w istotnych szczegółach, z wnioskami, jakie przedstawili Pożaryska (1965), Krach (1974, 1981), a zwłaszcza Hansen i in. (1989):

- A. Sedymentacja opok późnego mastrychtu (1).
Dyskusja. Sedymentacji tej towarzyszyło stopniowe spływanie się zbiornika (przejawiające się m. in. w zwiększaniu ilości płytkowodnych elementów faunistycznych ku stropowi opok z Kazimierza, por. Abdel-Gawad, 1986), będące odzwierciedleniem ogólnoswiatowej regresji u schyłku kredy.

- B. Sedymentacja warstwy słabo glaukonitowego mułu węglanowego (2) wieku późnomastrychtskiego, następnie sedymentacja iłu (3) odpowiadającego iłowi rybnemu, który wyznacza granicę kreda-trzeciorzęd w Danii oraz pakietu węglanowych osadów danu (4), w tym odpowiednika wapienia cericjowego z Danii.
Dyskusja. O obecności pakietu 2 świadczy litologia konkrecji i ośródek zawierających faunę mastrychtu i tworzących podzespół 2a. Za niegdyś istniejącą obecnością warstwy

irydowej (3) przemawia wg Hansen i in., (1989) podwyższona zawartość irydu w piaskowcu. Z kolei o występowaniu węglanowych utworów danu wiemy na podstawie pierwotnie wapiennych (wtórnie sfosfatyзовanych) ośrodek trzeciorzędowych małżów (podzespół 2c) oraz wspomnianego wyżej wypełnienia alweoli belemnita, który musiał ulec redepozycji z osadów kredowych (patrz tab. 1).

W czasie osadzania się wymienionych warstw tempo sedymentacji musiało być stosunkowo niewielkie (glaukonit), energia zaś wód okresowo duża (redepozycja wymienionego wyżej belemnita kredowego w danie). W uprzywilejowanych miejscach, takich jak porowate szkielety gąbek czy ośrodki muszli bezkręgowców zachodziła wczesnodiagenetyczna lityfikacja osadu wapiennego; nieco później miała miejsce fosfatacja uprzednio zlityfikowanego materiału wapiennego (por. Kennedy & Garrison, 1975).

C. Epizod erozyjny (lub rozpuszczania?) w danie prowadzący do zniszczenia warstw 2–4, a także stropu warstwy 1 (patrz tab. 1), oraz do powstania rezydualnego pokładu (5) składającego się z pochodzących z tych warstw konkrecji, wczesnodiagenetycznych ośrodek i innych skamieniałości mastrychtu i danu.

Dyskusja. Pokład rezydualny został złożony na powierzchni, do której dotarła erozja. Drobną osad, z którego zbudowane były niszczone warstwy uległ zapewne wyniesieniu w głębsze partie zbiornika (lub rozpuszczeniu jak chcą Hansen i in., 1989) natomiast na miejscu pozostał tylko materiał grubszej frakcji (*remanié assemblage* sensu Fürsich i in., 1981; Kidwell, 1998). Główny pokład fosforytowy znajdujący się w spągu stanowiący nowy cykl sedymentacyjny utworów dańskich i składający się z elementów, które pochodzą ze zniszczenia podłoża, jest typowym przykładem bruku transgresywnego (*transgressive lag*, patrz np. Brett, 1995).

D. Warunki niedepozycyjne na dnie i rozwój ryjącej fauny dańskiej, prowadzący do powstania pierwszej generacji nor widocznych obecnie w stropie opok z Kazimierza Dolnego.

Dyskusja. Nierówna powierzchnia stropowa opok z Kazimierza jest więc natury erozyjno-omisyjnej. Nory są jedyną zachowaną do dzisiaj pozostałością fauny dańskiej żyjącej na tym etapie rozwoju zbiornika morskiego w rejonie dzisiejszego Kazimierza Dolnego. Zdaniem Radwańskiego (1985; 1996), nory te powstawały w strefie międzyżyłowej, jednak interpretacja ta, jako oparta wyłącznie na zakwestionowanej w niniejszej pracy obecności nor krabów zbliżonych do współczesnego *Ocypode*, powinna zostać odrzucona. W rozważanych osadach brak jakichkolwiek dowodów sedymentologicznych na ich powstanie w strefie międzyżyłowej.

E. Początki sedymentacji piaszczysto-glaukonitowej (6) w danie; zasypanie uprzednio powstałych nor i powstawanie nowych; przerobienie pokładu rezydualnego przez prądy morskie.

Dyskusja. Na tym etapie stało się już możliwe zachowanie „tubylczej” fauny skorupowej danu (*indigenous assemblage* sensu Fürsich i in., 1981), która obecnie występuje w warstwie glaukonitowej (podzespół 3c).

Tempo sedymentacji piaszczysto-glaukonitowej musiało być niskie, energia zaś wód okresowo wysoka. Można sobie wyobrazić, że leżące na dnie skamieniałości i konkrecje będące rezultatem rozmycia warstw 2–4 na etapie C, oraz szczątki żyjących wśród nich organizmów „tubylczych” uległy ponownemu, przynajmniej jednokrotnemu, przerobieniu przez prądy morskie. W ten sposób można wytłumaczyć przemieszanie zarówno skamieniałości form „tubylczych”, jak i

tych uprzednio redeponowanych w obrębie głównego poziomu fosforytowego. Na obecność silnych prądów może wskazywać także występowanie dużych ziarn kwarcu, zapewne przyniesionych z daleka, bo nie występujących w podłożu. Niektóre takie ziarna, o silnie wygładzonej powierzchni, mogą jednak reprezentować gastrolity, czyli kamienie żołądkowe gadów morskich (Ch. Wood, inf. ustna).

Stropowa strefa opok z Kazimierza była w dalszym ciągu w zasięgu organizmów ryjących. Nakładanie się kolejnych generacji nor prowadziło do coraz silniejszego niszczenia stropowej warstwy opok i utworzenia pseudobrekcji złożonej ze strzępów oryginalnego osadu (Machalski & Walszczyk, 1987), analogicznie do procesów współczesnych (Tedesco & Wanless, 1991) i opisanych na materiale kopalnym (Kennedy & Garrison, 1975; Bottjer, 1985). Połączenie efektów działania prądów morskich oraz bioturbacji doprowadziło do prawie całkowitego zatarcia stropowej strefy opok, której jedynym zachowanym do dzisiaj śladem są kęsy miękkiej opoki rozproszone poniżej głównego poziomu fosforytowego.

F. Kontynuacja sedymentacji piaszczysto-glaukonitowej.

Dyskusja. W miarę przyrostu osadu stawał się on coraz mniej piaszczysty, tempo sedymentacji rosło, zaś energia wód malała. Świadczy o tym m.in. ogólnie dobry stan zachowania występującej w spągu siwaka fauny dańskiej, w tym fragmentu krokodyla morskiego z Kamiennego Dołu (jego rozkawałkowanie było raczej wynikiem działalności padlinożerców, np., rekinów, których liczne zęby napotkano w bezpośrednim sąsiedztwie znaleziska, patrz Machalski & Żarski, 1997). Można więc wnioskować, że zbiornik morski ulegał stopniowemu pogłębianiu, co jest zgodne z ogólnymi trendami batymetrycznymi podawanymi dla danu (np. Gramman & Kockel, 1988). W spokojniejszych warunkach było możliwe zachowanie szczątków napławionego z ładu drewna, o którego obecności niżej w profilu świadczą wyłączone pojedyncze rurki drewnotoczy. Występujące w spągowych partiach siwaka nagromadzenia podrażonych przez małże drewnotocze kłód drewna są typowe dla płytkomorskich sekwencji transgresywnych — ich powstawanie wiąże się z zalewaniem przez wody morskie porośniętych lasem obszarów lądowych (Savrdá, 1991; Savrdá i in., 1993).

Perspektywy dalszych badań

Przedstawiony powyżej scenariusz sedymentacji utworów z pogranicza kredy i trzeciorzędu w rejonie Kazimierza Dolnego pozostawia wiele nierozwiązanych problemów i z pewnością wymaga weryfikacji. Konieczne jest m.in. rozstrzygnięcie, czy pokład konkrecji i skamieniałości mastrychtu i danu, w obrębie piaskowca glaukonitowego, powstał w wyniku erozji czy też rozpuszczania uprzednio złożonych osadów. W pierwszym przypadku glaukonit i kwarc frakcji piaszczystej, które składają się dziś na piaskowiec glaukonitowy, byłyby materiałem przyniesionym z innych stref zbiornika morskiego, w drugim zaś stanowiłyby rodzaj reziduum po rozpuszczeniu skał węglanowych. Wskazane byłoby także dokładne opróbowanie mikropaleontologiczne matriksu konkrecji fosforytowych w celu przekonania się, jakiemu przedziałowi czasu odpowiadały osady najwyższego mastrychtu zniszczone w profilu Wisły przez erozję lub rozpuszczanie (Machalski, 1996 zasugerował, że w stropie opok z Kazimierza brakuje zapisu sedymentacji odpowiadającego kilkumetrowemu pakietowi osadów w stropie klasycznego profilu najwyższego mastrychtu w Stevens Klint w Danii). Kolejnym problemem jest datowanie i geneza pro-

cesu cementacji węglanowej, która doprowadziła do powstania warstwy twardego wapienia w stropie opok z Kazimierza.

Literatura

- ABDEL-GAWAD G.I. 1986 — Maastrichtian non-cephalopod mollusks (Scaphopoda, Gastropoda and Bivalvia) of the Middle Vistula Valley, Central Poland. *Acta Geol. Pol.*, 36: 69–224.
- BERGGREN W.A., KENT D.V., SWISHER III C.C. & AUBRY M.-P. 1995 — A revised Cenozoic geochronology and chronostratigraphy. [In:] W.A. Berggren, D.V. Kent, M.-P. Aubry & J. Hardenbol (eds), *Geochronology, time scales and global stratigraphic correlation*. SEPM Spec. Publ., 54: 129–212.
- BIGNOT G. 1993 — The position of the Montian stage and related facies within the stratigraphic-paleogeographic framework of NW Europe during the Danian. *Contr. Tert. Quatern. Geology*, 29: 47–59.
- BŁASZKIEWICZ A. 1980 — Campanian and Maastrichtian ammonites of the Middle Vistula River Valley, Poland; A stratigraphic-paleontological study. *Pr. Inst. Geol.*, 42: 1–63.
- BOTTJER D.J. 1985 — Trace fossils and paleoenvironments of two Arkansas Upper Cretaceous discontinuity surfaces. *J. Paleont.*, 59: 282–298.
- BRETT C.E. 1995 — Sequence stratigraphy, biostratigraphy, and taphonomy in shallow marine environments. *Palaos*, 10: 597–616.
- BROMLEY R.G. & FREY R.W. 1974 — Redescription of the trace fossil *Gyrolithes* and taxonomic evaluation of *Thalassinoides*, *Ophiomorpha* and *Spongeliomorpha*. *Bull. Geol. Soc. Denmark*, 23: 311–335.
- FÜRSICH F.T., KENNEDY W.J. & PALMER T. 1981 — Trace fossils at a regional discontinuity surface: the Austin/Taylor (Upper Cretaceous) contact in central Texas. *J. Paleont.*, 55: 537–551.
- GAWOR-BIEDOWA E. 1997 — Analiza mikropaleontologiczna osadów kredowych i trzeciorzędowych w odkrywcze Kamienny Dół. [In:] Żarski M., *Opracowanie geologiczne i paleontologiczne stanowiska szkieletu gada w strefie kontaktu utworów kredy i trzeciorzędu w dolinie Wisły k. Kazimierza Dolnego*. CAG Państw. Inst. Geol., nr 1828/97.
- GAŹDZICKA E. 1978 — Calcareous nannoplankton from the uppermost Cretaceous and Paleogene deposits of the Lublin Upland. *Acta Geol. Pol.*, 28: 335–375.
- GOLDRING R. & KAŹMIERCZAK J. 1974 — Ecological succession in intraformational hardground formation. *Palaontology*, 17: 949–962.
- GRAMMAN F. & KOCKEL F. 1988 — Palaeogeographical, lithological, palaeoecological and palaeoclimatic development of the Northwest European Tertiary Basin; 8.1. The first cycle: Danian to Middle Paleocene. [In:] Vinken, R. (compiler), *The Northwest European Tertiary Basin*. *Geol. Jahrb.*, A 100: 428.
- HANSEN H.J., RASMUSSEN K.L., GWOZD R., HANSEN J.M. & RADWAŃSKI A. 1989 — The Cretaceous/Tertiary boundary in Central Poland. *Acta Geol. Pol.*, 39: 1–12.
- JAKUBOWSKI G. 1997a — Szczątki kostne dolnopaleoceńskiego krokodyla *Thoracosaurus scanicus* Troedsson, 1924 z odkrywki Kamienny Dół k. Kazimierza Dolnego. [In:] Żarski M., *Opracowanie geologiczne i paleontologiczne stanowiska szkieletu gada w strefie kontaktu utworów kredy i trzeciorzędu w dolinie Wisły k. Kazimierza Dolnego*. CAG Państw. Inst. Geol., nr 1828/97.
- JAKUBOWSKI G. 1997b — Analiza makropaleontologiczna (małże i ślimaki) osadów kredowych i trzeciorzędowych w odkrywcze Kamienny Dół. [In:] Żarski M., *Opracowanie geologiczne i paleontologiczne stanowiska szkieletu gada w strefie kontaktu utworów kredy i trzeciorzędu w dolinie Wisły k. Kazimierza Dolnego*. CAG Państw. Inst. Geol., nr 1828/97.
- KENNEDY W.J. 1993a — Ammonite faunas of the European Maastrichtian; diversity and extinction. [In:] M.R. House (ed.), *The Ammonoidea: Environment, Ecology, and Evolutionary Change*. *Systematics Ass. Spec.*, 47: 285–326.
- KENNEDY W.J. 1993b — Campanian and Maastrichtian ammonites from the Mons Basin and adjacent areas. *Bull. Inst. Royal. Sc. Nat. Belg.*, Sc. Terre, 63: 99–131.
- KENNEDY W.J. & GARRISON R.E. 1975 — Morphology and genesis of nodular phosphates in the Cenomanian Glauconitic Marl of south-east England. *Lethaia*, 8: 339–360.
- KIDWELL S.M. 1998 — Time-averaging in the marine fossil record: overview of strategies and uncertainties. *Geobios*, 30: 977–995.
- KONGIEL R. 1935 — Contribution à l'étude du "siwak" dans les environs de Puławy (plateau de Lublin). *Pr. Tow. Przyj. Nauk w Wilnie*, 9: 171–227.
- KONGIEL R. 1949 — O przedstawicielach rodzaju *Echinocorys* z danu Danii, Szwecji i Polski. *Pr. Inst. Geol.*, 5: 6–60.
- KRACH W. 1974 — Biostratigraphy of the Palaeogene in the middle Vistula region on the basis of Mollusc macrofauna. *Biul. Inst. Geol.*, 281: 49–58.
- KRACH W. 1981 — Paleocene fauna and stratigraphy of the Middle Vistula River, Poland. *Studia Geol. Pol.*, 71: 1–80.
- LISZKOWSKI J. 1970 — Biostratygrafia danu i paleocenu Nasiłowa i Bochońnicy w świetle analizy ichtiofauny. *Prz. Geol.*, 18: 391–397.
- MACHALSKI M. 1996 — Scaphitid ammonite correlation of the Late Maastrichtian deposits in Poland and Denmark. *Acta Pal.*, 41: 369–383.
- MACHALSKI M. & WALASZCZYK I. 1987 — Faunal condensation and mixing in the uppermost Maastrichtian /Danian Greensand (Middle Vistula Valley, Central Poland). *Acta Geol. Pol.*, 37: 75–91.
- MACHALSKI M. & WALASZCZYK I. 1988 — The youngest (uppermost Maastrichtian) ammonites in the middle Vistula Valley, Central Poland. *Bull. Pol. Acad. Sc. Earth Sc.*, 36: 67–70.
- MACHALSKI M. & ŻARSKI M. 1997 — Interpretacja stratygraficzna oraz środowiskowa znaleziska krokodyla w osadach paleocenu Kazimierza Dolnego nad Wisłą. [In:] Żarski M., *Opracowanie geologiczne i paleontologiczne stanowiska szkieletu gada w strefie kontaktu utworów kredy i trzeciorzędu w dolinie Wisły k. Kazimierza Dolnego*. CAG Państw. Inst. Geol., nr 1828/97.
- MARCINOWSKI R. & RADWAŃSKI A. 1996 — Jost Wiedmann's share in the recognition of the latest Maastrichtian *Pachydiscus* from the Nasiłów section (Middle Vistula Valley, Central Poland). *Acta Geol. Pol.*, 46: 137–140.
- PERYT D. 1988 — Maastrichtian extinctions of planktonic foraminifera in central and eastern Poland. *Rev. Espan. Paleont.*, 3: 105–115.
- PERYT D. & WALASZCZYK I. 1993 — Field-trip 2: Cenomanian /Turonian and Cretaceous/Tertiary boundary successions in the middle Vistula section: The reconstruction of the boundary events in incomplete sections — a multidisciplinary attempt. [In:] M. Narkiewicz (ed.) *Global boundary events, An Interdisciplinary Conference Kielce-Poland, September 27–29, 1993, Excursion Guidebook*: 19–28. Warszawa.
- POŻARYSKA K. 1952 — The sedimentological problems of Upper Maastrichtian and Danian of the Puławy environment (Middle Vistula). *Biul. Państw. Inst. Geol.*, 81: 1–104.
- POŻARYSKA K. 1965 — Foraminifera and biostratigraphy of the Danian and Montian in Poland. *Palaont. Pol.*, 14: 1–156.
- POŻARYSKA K. 1967 — The Upper Cretaceous and the Lower Paleocene in Central Poland. *Biul. Inst. Geol.*, 211: 41–67.
- POŻARYSKA K. & PUGACZEWSKA H. 1981 — Bivalve nature of the Huene's dinosaur *Succinodon*. *Acta Palaont. Pol.*, 26: 27–34.
- POŻARYSKI W. 1938. Senons Stratigraphie im Durchbruch der Weichsel zwischen Rachów und Puławy in Mittelpolen. *Biul. Państw. Inst. Geol.*, 6: 1–94.
- PUTZER H. 1942 — Die oberste Kreide bei Bochnica a.d. mittleren Weichsel. *Zbl. Min. Geol. Paläont. B.*, 12: 361–377.
- RADWAŃSKI A. 1985 — Cretaceous. [In:] Z. Bełka, B.A. Matyja & A. Radwański (eds), *Field Guide to the Geological Excursion to Poland*: 71–78. *Inst. Geol. Podst.*, UW.
- RADWAŃSKI A. 1996 — The predation upon, and the extinction of, the latest Maastrichtian populations of the ammonite species *Hoploscaphites constrictus* (J. Sowerby, 1817) from the Middle Vistula Valley, Central Poland. *Acta Geol. Pol.*, 46: 117–136.
- SAVRDA C.H.E. 1991 — *Teredolites*, wood substrates, and sea-level dynamics. *Geology*, 19: 905–908.
- SAVRDA, C.H.E., OZALES, K., DEMKO, T., HUCHISON, R.A. & SCHEIWE, T.D. 1993 — Log-grounds and the ichnofossil *Teredolites* in transgressive deposits of the Clayton Formation (Lower Paleocene), Western Alabama. *Palaos*, 8: 311–324.
- TEDESCO L.P. & WANLESS H.R. 1991 — Generation of sedimentary fabrics and facies by repetitive excavation and storm infilling of burrow networks, holocene of south Florida and Caicos Platform, B.W.I. *Palaos*, 6: 326–343.
- VOIGT E. 1959 — Die ökologische Bedeutung der Hartgrunde (Hardgrounds) in der oberen Kreide. *Paläont. Z.*, 33: 129–147.
- WYRICKA K. 1980 — Stratygrafia, facje i tektonika mastrychtu zachodniej części Wyżyny Lubelskiej. *Kwart. Geol.*, 24: 805–819.
- ŻARSKI M. 1997 — Opracowanie geologiczne i paleontologiczne stanowiska szkieletu gada w strefie kontaktu utworów kredy i trzeciorzędu w dolinie Wisły k. Kazimierza Dolnego. CAG Państw. Inst. Geol., nr 1828/97.