

Warszawa 15-12-2015 r.

Dr hab. prof. UW Maciej Bąbel  
Instytut Geologii Podstawowej  
Wydział Geologii, Uniwersytet Warszawski  
Al. Żwirki i Wigury 93  
02-089 Warszawa  
e.mail: m.babel@uw.edu.pl

**Recenzja pracy doktorskiej pt.  
Środowiska sedimentacji i charakterystyka izotopów trwałych węgla i tlenu  
w utworach siarkonośnych rejonu złoża siarki rodzimej Osiek-Baranów Sandomierski,  
zapadlisko przedkarpackie,  
autorstwa mgr inż. Piotra Olchowego**

Rozprawa doktorska liczy 351 stron i składa się z 14 rozdziałów oraz oddzielnego spisu literatury. Znajduje się w niej wyjątkowo bogaty materiał dokumentacyjny obejmujący 59 figur, 5 tabel, oraz 44 tablice z licznymi kolorowymi zdjęciami.

W pierwszym rozdziale wstępnym scharakteryzowano stan wiedzy na temat rozprzestrzenienia i genezy złóż siarki rodzimej w zapadlisku przedkarpackim stwierdzając zasadnie potrzebę nowego, nowoczesnego rozpoznania cech strukturalno-sedymentologicznych utworów siarkonośnych.

Rozdział drugi przedstawia zarys geologii zapadliska przedkarpackiego oraz krótką charakterystykę badeńskiego basenu ewaporacyjnego i złóż siarki rodzimej występujących w polskiej części zapadliska. W rozdziale trzecim opisany jest stan wiedzy dotyczącej badanego złoża siarki rodzimej Osiek-Baranów Sandomierski.

W rozdziale następnym opisano metodykę prac. Udokumentowano, opróbowano i przebadano 39 rdzeni wiertniczych z obszaru złoża i jego bezpośredniego otoczenia. Łączna miąższość przebadanych osadów chemicznych wyniosła ok. 930 m. Przeprowadzono szczegółową analizę facjalną utworów siarkonośnych w oparciu o obserwacje makroskopowe przeciętych rdzeni, zglądów, oraz kilkuset płytek cienkich koncentrując się na utworach wapiennych z pominięciem szczegółowej analizy osadów gipsowych. Analizę facjalną uzupełniono badaniami izotopów węgla i tlenu w węglanach. Listę przebadanych 39 wierceń wraz z zasięgami pionowymi wyróżnionych w nich facji przedstawiono w tabeli 1. Zbadane profile litofacjalne wraz z interpretacją sedymentologiczną i wynikami analizy izotopów węgla i tlenu w węglanach zilustrowano na figurach od 5 do 43. Rozpoznane facje i ich struktury sedymentacyjne zilustrowano na 44 tablicach, które przedstawiają głównie liczne ilustracje zglądów powierzchni skalnych. Przeprowadzono analizę izotopów trwałych węgla i tlenu w 205 próbkach z utworów chemicznych z 26 rdzeni. Próbkę pobierano z mikrytowego tła skalnego wiertłem o średnicy 2,5 mm. Wyniki te uzupełniono analizami 335 próbek uzyskanymi przez promotora pracy dr hab. Andrzeja Gąsiewicza z 19 rdzeni.

W następnym rozdziale piątym scharakteryzowano składniki badanych facji takie, jak ziarna i intraklasty, główne minerały, materię organiczną, oraz, oddzielnie - struktury i tekstury osadu.

W obszernym bardzo dobrze zilustrowanym rozdziale szóstym opisano poszczególne rozpoznane facje. Wyróżniono kilkanaście facji, które zgrupowano w trzy główne asocjacje facjalne: wapienną, klastyczną i gipsową. W obrębie asocjacji wapiennej opisano szczegółowo następujące 15 facji: facje mudstone, floatstone i rudstone, z których każda występuje w 4 odmianach facjalnych jako płonna, osiarkowana, poselenitowa płonna i poselenitowa osiarkowana, oraz 3 dodatkowe facje: wapienie gruboposelnitowe, bindstone osiarkowany, oraz kalkrety. W asocjacji klastycznej scharakteryzowano szczegółowo 4 facje: margle, mułki wapienne, iło-mułowce i wertisole. Opis asocjacji gipsowej został przedstawiony bardzo ogólnie, bez wydzielenia oddzielnych facji lub subfacji. Autor rozprawy umotywiował to bardzo dobrym rozpoznaniem facjalnym tych osadów w zapadlisku przedkarpackim i zacytował odpowiednią literaturę.

W krótkim rozdziale siódmym scharakteryzowano rozkład osiarkowania oraz rozmieszczenie facji wapiennych na tle trzech głównych stref litologicznych badanego złoża – strefy gipsowej, strefy wapienno-gipsowej, czyli strefy osiarkowanej, oraz strefy wapieni płonnych, zwracając uwagę na rozkłady miąższości poszczególnych litofacji. Rozpoznane facje zgrupowano w 6 głównych typów facjalnych: mudstone, floatstone, rudstone, wapienie gruboposelnitowe, bindstone osiarkowane oraz utwory pedogeniczne. Asocjacja wapienna jest najbardziej rozprzestrzeniona, zaś analiza miąższości wykazała, że w jej obrębie najbardziej rozległą facją są mudstone, zaś najmniejszą objętościowo - bindstone osiarkowane i kalkrety. Niestety z uwagi na bardzo zróżnicowane rozmieszczenie facji w profilu pionowym nie udało się przeprowadzenie ich korelacji i wyróżnienia litosomów. Przeprowadzenie pełnej analizy facjalnej czyli dokładne odtworzenie paleogeografii i ewolucji środowisk depozycji w czasie nie było zatem możliwe.

W następnym obszernym rozdziale ósmym bardzo skrupulatnie omówiono rezultaty analiz izotopów węgla i tlenu w węglanach. Duża przekraczająca 500 liczba analiz umożliwiła wiarygodną statystyczną analizę rozprzestrzenienia cech izotopowych w obrębie złoża oraz ujawniła szereg subtelnych różnic w zmienności tych cech zarówno w pionie jak i w poziomie. Owe zmienności zostały wykorzystane do interpretacji środowisk sedymentacji wyróżnionych litofacji.

Szczegółowa interpretacja środowisk sedymentacji wyróżnionych facji jest omówiona w następnym rozdziale. Uznano, że utwory siarkonośne i płonne osadzały się w bardzo płytkim środowisku przybrzeżnej okołoevaporatowej wapiennej równi mułowej o nieznaczących deniwelacjach dna. Strefa wapieni płonnych była położona bliżej hipotetycznego lądu lub płytczyni i ulegała większym wpływom wód meteorycznych. Strefa facji osiarkowanych wapienno-gipsowych znajdowała się na pograniczu basenu gipsowego i była pod znacznym wpływem solanek basenowych.

W kolejnym rozdziale scharakteryzowano paleogeografię badanego złoża siarki. System depozycyjny, pod względem morfologicznym, porównano do mozaiki słonych jezior i lagun znajdujących się na Wyspach Bożego Narodzenia na Pacyfiku.

Pracę kończy kilka rozdziałów podsumowujących, oraz spis literatury. Cytowana literatura jest obszerna i obejmuje 342 pozycje, w tym liczne pozycje anglojęzyczne, dobrze reprezentujące zakres badanego problemu. Została pominięta stosunkowo bogata literatura rosyjskojęzyczna nt. złóż siarki we wschodniej ukraińskiej części zapadliska przedkarpackiego. Moim zdaniem rozprawę doktorską wzbogaciłoby zacytowanie następujących prac dotyczących izotopów węgla i tlenu w wapieniach badeńskich: pracy Pawlikowskiego i Przybyłowicza (Mineral and isotopic composition of Miocene limestones from Wydrza sulphur deposits. Mineralogia Polonica, 1979 rok, v. 10, 99-108), Böttchera i Parafiniuka (Methane-derived carbonates in a native sulfur deposit: stable isotope and trace element discriminations related to the transformation of aragonite to calcite. Isotopes in Environmental and Health Studies, 1992 rok, v. 33, 177-190), oraz Peryta i in. (Carbon and oxygen isotopic composition of the Middle Miocene Badenian gypsum-associated limestones of West Ukraine. Geologica Acta, 2012 rok, v. 10, 319-332).

Moje krytyczne uwagi merytoryczne są następujące.

W wielu fragmentach tekstu autor nie rozdzielił klarownie opisu od interpretacji (np. przy opisie wertisoli lub kalkretów), co jest zalecane przy przejrzystym prezentowaniu wyników badań.

W interpretacyjnej części pracy zdarzają się niepotrzebne powtórzenia tych samych argumentów. Np. przy omawianiu środowiska floatstone na s. 239 znajdujemy stwierdzenie „Na względnie krótki transport wskazuje brak obtoczenia intraklastów wapiennych” i ponownie na s. 242 „Powszechny brak obtoczenia intraklastów świadczy o niewielkim ich transporcie”.

Niektóre interpretacje są mało wiarygodne. Np. na s. 249: „Nachylenie lamin wapiennych do 5 stopni wskazuje na deniwelację dna sprzyjającą spływowi wód do zbiornika”. Nachylenia lamin, o ile dobrze zrozumiałem, mierzono w rdzeniu, i moim zdaniem nachylania takie niekoniecznie odzwierciedlają paleotopografię.

Niektóre ważne cechy i struktury sedymentacyjne zostały moim zdaniem scharakteryzowane w sposób niekompletny i nieprzekonywujący, a w związku z tym ich interpretacja może budzić wątpliwości. Dotyczy to w szczególności: szczelin z wysychania, śladów po korzeniach roślin, oraz utworów glebowych zwanych wertisolami. Nie zostały przedstawione kryteria, na podstawie których rozpoznano szczeliny z wysychania i odróżniono je od bardzo licznych spękań o innej naturze obecnych w utworach siarkonośnych. Podobnie, ślady po korzeniach nie zostały zilustrowane w sposób, który dałby jednoznaczny i w pełni wiarygodny informację na temat ich wykształcenia i cech diagnostycznych. Obecność wertisoli nie została potwierdzona przez analizę składu mineralnego dokumentującą obecność charakterystycznych dla tych gleb minerałów iłowych, które kurczą się podczas wysychania i pęcznią w stanie wilgotnym (patrz np. Encyclopedia of Soil Science, ed. W. Chesworth, 2008, Springer).

Pewne zastrzeżenia może budzić prezentacja analiz izotopowych w rozdziale ósmym, w której nie rozdzielono wyników otrzymanych przez autora rozprawy od rezultatów uzyskanych od Andrzeja Gąsiewicza. W pracy nie znalazłem informacji nt. lokalizacji i pochodzenia próbek Andrzeja Gąsiewicza, które zostały pobrane nie za pomocą wiertła, lecz „z masy skalnej sproszkowanej do analiz chemicznych” (Rozprawa doktorska, s. 24).

Wątpliwości budzi zaliczenie warstw baranowskich na figurze 50 do badenu środkowego.

Zastrzeżenia budzi analiza facjalna i model facjalny przedstawiony na fig. 59. Podział facjalny nie został mianowicie zintegrowany z facjami osadów gipsowych, występującymi na obszarze złoża i w jego otoczeniu. Facje gipsowe nie zostały szczegółowo opisane i zinterpretowane. Skądinąd wiadomo, że facje te są stosunkowo różnorodne i reprezentują środowiska o odmiennych cechach głębokościowych, a także hydrochemicznych. Ponadto wiadomo, że środowisko sedymentacji gipsów badeńskich systematycznie zmieniało się w czasie.

Moje zastrzeżenia budzi interpretacja facji wapieni gruboposelnitowych, których cechy, jak napisano na s. 252 „wskazują, że nie mają one analogii z litofacjami gipsów szablстых i szkieletowych”. Wręcz przeciwnie, moim zdaniem zilustrowane na tablicy 34, fig. a i b, okazy omawianych wapieni ujawniają struktury reliktowe po typowych kryształach gipsu szablстого. Byłbym skłonny interpretować tę fację jako zmienioną diagenetycznie fację gipsów szablстых, a nie fację odrębną.

W pracy zdarzają się drobne nieścisłości. Na s. 96 stwierdzono, że w analizie asocjacji wapiennej posłużono się klasyfikacją Dunhama z 1962 r. Jednakże użycie terminów „floatstone”, „rudstone”, „bindstone” świadczy o tym, że w rzeczywistości użyto rozbudowanej wersji tej klasyfikacji i odpowiedni autorzy nie zostali tu zacytowani (patrz Flugel 2004, Microfacies of Carbonate Rocks, s. 349).

W pracy pojawiają się nieliczne uchybienia natury edytorskiej. W objaśnieniach do figur 5-43, na s. 25, prezentujących profile wierceń niektóre szrafury są bardzo słabo czytelne. Trudno odróżnić poszczególne typy wyróżnionych ziaren, bowiem ich symbole są bardzo małe i prawie identyczne. Dla fragmentów roślin i szczelin z wysychania zastosowano symbole w postaci kresek, które nie odzwierciedlają natury i wyglądu tych struktur. Użycie standardowych symboli, których kształt od razu kojarzy się z roślinami i wysychaniem znacznie poprawiłoby czytelność tych figur.

W pracy zdarzają się nieliczne błędy gramatyczne. W tekście niepoprawnie odmieniane jest słowo „por” (chodzi o przestrzeń porową w skałach) tak, jakby było ono rodzaju żeńskiego – „ta pora”, zaś prawidłowo jest ono rodzaju męskiego – „ten por” (patrz np. Słownik języka polskiego PWN, red. Mieczysław Szymczak, Warszawa 1995). W pracy znajdujemy następujące sformułowania: „wypełnienia por” (na s. 65), - powinno być „wypełnienia porów”, „ilość por po korzeniach” (na s. 78) powinno być „ilość porów po korzeniach”, „na powierzchniach por” (na s. 66) - powinno być „na powierzchniach porów”, „występowanie por” (s. 89) – powinno być „występowanie porów”, itd. w wielu miejscach bardzo obszernego tekstu rozprawy.

Jeśli chodzi o zagadnienia językowe to razi wbudowanie anglojęzycznej terminologii do polskiego tekstu pracy czyli wymieszanie obu języków. W rozprawie nie spolszczono terminów dotyczących nazewnictwa wapieni takich, jak „mudstone”, „floatstone”, „rudstone”, „bindstone”, lecz pozostawiono ich oryginalną pisownię angielską nie wyróżniając tych terminów kursywą.

W pracy zdarzają się drobne błędy w pisowni zwane potocznie literówkami np. „piryt fromboidalny” (na s. 233), zamiast „piryt framboidalny”, lub „beztekturalne” (na s. 239), zamiast „beztekturalne”, i inne. W niektórych zdaniach brakuje wyrazów, np. „co zasięgu” (na s. 236), zamiast poprawnie „co do zasięgu”. W innych miejscach tekstu wyrazy są w nadmiarze, np. „nie wykazują tendów trendów rozkładów” (na s. 221). Chcę podkreślić, że uchybienia tego rodzaju są jednak skrajnie nieliczne wzięwszy pod uwagę dużą objętość pracy, która jest przygotowana i zredagowana wyjątkowo starannie.

Pozytywne wartościowe aspekty pracy znacznie przewyższają wymienione powyżej niedoskonałości i uchybienia. Najważniejsze z nich są one następujące.

Rozprawa doktorska w swej merytorycznej części potwierdza oraz znacząco uzupełnia i rozwija oryginalną koncepcję syngenetyczno-diagenetycznej genezy złóż siarki zaproponowaną przez promotora dr hab. Andrzeja Gąsiewicza w obszernej monografii opublikowanej w 2000 r. w Pracach Instytutu Geologicznego. Bez wątplenia wspomniana monografia była źródłem inspiracji dla autora rozprawy, który zaakceptował tezy tej pracy i je znacząco rozbudował. Udokumentował on w sposób ilościowy i statystyczny, że wapienne utwory siarkonośne w większości ujawniają bogactwo struktur sedymentacyjnych sugerujących ich pierwotne depozycyjne, a nie wtórne pochodzenie i potwierdził, że utwory te, w większości, nie oddziedziczyły swej budowy po pierwotnych gipsach. Skutecznie przeprowadził on analizę facjalną utworów siarkonośnych, uznawanych przez wielu poprzedników za utwory całkowicie wtórne utworzone przez zastąpienie pierwotnych utworów gipsowych. W obrębie niezwykle różnorodnych utworów siarkonośnych wyróżnił on oraz zlokalizował w profilach wierceń kilkanaście facji i zinterpretował ich środowiska sedymentacji. Zaproponował w postaci blokdiagramu zintegrowany model środowiska sedymentacji utworów siarkonośnych. W obrębie osadów siarkonośnych rozpoznał nowe nieznane do tej pory facje, którymi są m. in. utwory pedogeniczne takie, jak kalkrety i wertisole.

Rozprawa jest pierwszym opracowaniem, w którym udokumentowano i pokazano bogactwo tekstur i struktur osadu siarkonośnego i utworów towarzyszących oraz scharakteryzowano budowę złoża pod względem sedymentologicznym.

Recenzowana praca jest oryginalnym rozwiązaniem ważnego problemu naukowego i cennym wkładem wzbogacającym stan wiedzy nt. wykształcenia i genezy złóż siarki rodzimej. Praca dotyczy jednego z najważniejszych surowców chemicznych w Polsce jej znaczenie dla poszukiwań i rozpoznania złóż siarki w zapadlisku przedkarpackim jest bardzo duże.

Podsumowując stwierdzam, że recenzowana praca w pełni spełnia wymogi stawiane rozprawom doktorskim i wnioskuję o dopuszczenie mgr inż. Piotra Olchowego do dalszych etapów przewodu doktorskiego.

Maciej Bąbel

A handwritten signature in black ink, consisting of stylized, cursive letters that appear to read 'M. Bąbel'.