

R e c e n z j a

rozprawy doktorskiej mgr inż. **Anety Siemińskiej**

pt.: „**Sedymentacja kompleksu olistostromowego oraz bezpośrednio podścielających i nadległych osadów detrytycznych w rejonie Skrzydłnej (Polskie Karpaty Zewnętrzne)**”, przygotowanej pod opieką prof. dr hab. inż. Marka Wendorffa na Wydziale Geologii, Geofizyki i Ochrony Środowiska Akademii Górniczo-Hutniczej w Krakowie.

(Recenzja sporządzona na zlecenie prof. dr hab. Jacka Matyszkiewicza Dziekana Wydziału Geologii, Geofizyki i Ochrony Środowiska Akademii Górniczo-Hutniczej w Krakowie, wystawione dn. 14 grudnia 2018 r na podstawie decyzji Rady Wydziału GGiOŚ AGH)

Forma i przedmiot rozprawy

Recenzowana rozprawa składa się z części tekstowej, zawartej na 161 stronach obejmujących: spis treści, treść rozprawy z 87 figurami i 8 tabelami, bibliografią z 253 pozycjami literatury, spis figur, tabel i załączników oraz z osobno zamieszczonych 5. załączników graficznych, w różnym formacie, większym od A4. Przedmiotem rozprawy jest analiza ukształtowania litostratygraficznego sukcesji warstw meniliotowych (oligocen) odsłoniętych w czynnym kamieniołomie Zakładu Górniczego „Skrzydlna”, w polskich Karpatach Zewnętrznych, ze szczególnym uwzględnieniem występującego tam kompleksu skalnego interpretowanego jako olistostroma. Rozprawa ma na celu pogłębienie dotychczasowej wiedzy o ukształtowaniu i genezie skał wymienionej sukcesji, w tym przede wszystkim o ukształtowaniu i genezie utworów olistostromy. Tak przedmiot, jak i cel rozprawy należą do zagadnień ważkich w geologii Karpat, a pośrednio również w gospodarce środowiskowej i poznaniu geozagrożeń.

Ocena treści rozprawy i uzyskanych wyników

Zasadnicza część rozprawy podzielona jest na 12 rozdziałów. W rozdziale 1. Zamieszczone są uwagi o znaczeniu dużej skali podmorskich ruchów masowych, których kopalnymi produktami są olistostromy, w kształtowaniu brzeżnych partii basenów sedymentacyjnych, a współcześnie również w zagrożeniach jakie stanowią ruchy masowe dla gospodarowania terenem. W dalszej części rozdziału opisana jest wyczerpująco geograficzna i geologiczna lokalizacja miejsca, w którym prowadzone były badania. Na końcu wymienione są następujące tezy, których weryfikacja jest uściślonym celem rozprawy:

- badana sukcesja skalna była deponowana przez szerokie spektrum podmorskich grawitacyjnych sływów osadu;

- depozycja olistostromy była poprzedzona inicjalnymi ruchami podnoszącymi jej strefy źródłowej i przyległej części dna basenu menilitowego;
- kompleks olistostromy przechodzi ku górze w retrogradacyjną sekwencję stożka podmorskiego.

W rozdziałach 2-4, na 24 stronach, przedstawione są: tło geologiczne obszaru badań, począwszy od zarysu ewolucji Karpat po dotychczasowe badania w rejonie Skrzydłnej, dotychczasowy stan wiedzy na temat budowy i genezy olistostrom, w tym badania takich utworów w Polsce oraz charakterystyka podstawowych rodzajów grawitacyjnych spływów osadu i sposobów ich depozycji. Zawarte tu informacje stanowią rzetelne wprowadzenie w problematykę rozprawy. Na szczególną uwagę zasługuje wynikająca z dotychczasowych badań i wymieniona w rozprawie dyskusyjna przynależność facjalna i strukturalna badanych utworów, zaliczanych facjalnie do serii śląskiej bądź dukielskiej, zaś strukturalnie do płaszczowiny śląskiej, dukielskiej albo przedmagurskiej. Jeśli chodzi o badania olistostrom w Polsce, to prowadzone były one nie tylko na obszarze Karpat i zapadliska przedkarpackiego, jak wynika z rozprawy, lecz również w Sudetach. Co się tyczy podwodnych grawitacyjnych spływów osadu oraz sposobów ich depozycji, to zostały one scharakteryzowane według bogatej, dobrze dobranej literatury, aczkolwiek z niezrozumiałych powodów nie uwzględnione zostały wymienione w tezach rozprawy spływy hybrydowe.

W rozdziale piątym, na 5 stronach, opisane są metody badań. Ich podstawą była analiza i opis makroskopowych cech sukcesji skalnej warstwa po warstwie. Analizę przeprowadzono w wielu przekrojach wyznaczonych poziomami eksploatacyjnymi w kamieniołomie. W kompleksie olistostromy opisane zostały przekroje o łącznej długości 231,8 m. Dane zebrane w terenie były analizowane i dokumentowane różnymi metodami w ramach prac kameralnych i laboratoryjnych. Ogólnie, zespół zastosowanych metod badań nie budzi zastrzeżeń.

W dalszej części rozprawy, w rozdziałach 6–11, na 100 stronach, przedstawione są rezultaty badań terenowych i laboratoryjnych. Prezentację rozpoczynają opisy litofacjalne sukcesji oraz interpretacje sposobów sedymentacji litofacji i kompleksów litostratygraficznych. Opisy są ogólnie jasne stylistycznie i zadowalające w treści, uzupełnione wzorowej merytorycznej i estetycznej jakości ilustracjami rysunkowymi i fotografiami profili i facji. Interpretacje sposobów sedymentacji przedstawione są w odniesieniu do zarejestrowanych przez Autorkę cech osadów i stosownej literatury, aczkolwiek w kilku przypadkach nieco dyskusyjnie. Kompleks podolistostromowy został opisany i zinterpretowany z podziałem na odcinki różniące się ukształtowaniem litologicznym, w części z wydzieleniem asocjacji facjalnych. Jego sedymentacja przypisana została do rozległego basenu z anoksją dna, w którym operowały prądy konturowe i pływy oraz różnie nasilone grawitacyjne spływy osadu związane z formowaniem na obszarze Karpat pryzmy akrecyjnej.

Kompleks olistostromy oraz kompleks nadległy opisane zostały litofacjami. Opisowi towarzyszą przedstawione oddzielnie: opis zróżnicowania kształtu głazów i wielkości klastów frakcji żwirowej, opis pionowych i lateralnych zmian facji, opisy trzech cech

osadów wyróżnionych jako szczególne ze względu na wskazywane przez nie sposoby depozycji osadu i, na końcu, wnikliwa, na ogół dobrze uzasadniona interpretacja warunków sedymentacji całego kompleksu, odwołująca się kompetentnie do poglądów na podwodne grawitacyjne spływy osadu. Depozycję osadów przypisano głównie niekohezyjnym spływom rumoszowym, ewoluującym w spływy zawieszinowe wysokiej gęstości. Spływy napędzane były nasiloną aktywnością tektoniczną przyległego wybrzeża basenu i transferowały osad z delty stożkowej i otaczającego ją szelfu do podmorskiego kanionu.

Kompleks nadolistostromowy opisany jest w dolnej części litofacjami, ze wskazaniem sposobu ich depozycji, natomiast część górna jest scharakteryzowana ogólnie, w rozdziale opisującym skrupulatnie słownie i graficznie, chociaż w niektórych przypadkach dyskusyjnie, jego pionową i poziomą zmienność litofacjalną i genetyczną. Szkoda, że takie podejście do opisu kompleksu nie jest sygnalizowane stosownymi tytułami rozdziałów. Depozycję osadów przypisano prądom zawieszinowym o wysokiej i niskiej gęstości, z mniejszym udziałem niekohezyjnych spływów rumoszowych. Część osadów uległa po depozycji przeróbce przez rozcieńczone prądy zawieszinowe. Dolna część kompleksu jest interpretowana wiarygodnie jako wypełnienia kanału podmorskiego stożka natomiast część górna jako osady lobów stożka. Niezbyt udane, bo niejednolite pod względem kryteriów jest nazewnictwo facji, w części opisowe, w części interpretacyjne.

Kolejnym opisanym zagadnieniem są cechy utworów kompleksu nadolistostromowego, uznane przez Autorkę za szczególne ze względu na wskazywane przez nie sposoby depozycji. Cechami tymi są warstwowanie kopułowe, riplemarki symetryczne powiązane w sukcesji z sekwencją Boumy oraz cechy interpretowane jako przejawy odskoku hydraulicznego. Sposoby formowania wszystkich cech są zinterpretowane celująco, w nawiązaniu do decydującej literatury przedmiotu. Na końcu rozdziału, w oddzielnym podrozdziale, zamieszczona jest nie budząca zastrzeżeń interpretacja warunków sedymentacji, łącznie kompleksu olistostromy i nadolistostromowego. Cała sukcesja jest interpretowana przekonująco jako retrogradacyjna sukcesja podmorskiego stożka.

Interesujących, aczkolwiek dyskusyjnych informacji na temat warunków sedymentacji dostarczyła analiza kierunków paleotransportu. Jej podstawą było 75 pomiarów wykonanych na różnych cechach osadów, w tym głównie upadzie lamin riplemarków prądowych. 29 pomiarów pochodzi z kompleksu podolistostromowego, jeden z olistostromy, 35 z kompleksu nadolistostromowego. Nie wyjaśnione jest dlaczego w kompleksie olistostromy, przy braku możliwości pomiarów cech takich, jak w dwóch pozostałych kompleksach, nie mierzono orientacji klastów. Wykazano wyjątkowy jak na utwory fliszu rozrzut kierunków, w zakresie 360°, z dominacją kierunków ku SSW, SW i SE w kompleksie podolistostromowym oraz ku ENE nad olistostromą. Niestety, wnioski z tej analizy przedstawione są niezbyt jasno. Nie wiadomo do jakiej części sukcesji odnosi się konstatacja „w czasie depozycji w Skrzydłnej materiał terygeniczny był dostarczany z północnego zachodu.”

Jako uzupełniającą dla tematu rozprawy postrzegam analizę składu mineralnego piaskowców. Jej wyniki są w rozprawie wykorzystane do interpretacji proveniencji materiału okruchowego, przeprowadzonej wg zasad opisanych przez Dickinson et al. (1983). Zabrane dane wskazują na pochodzenie materiału z serii skalnych typu przedgórskiego pasma fałdowo-nasuwczego. W mojej opinii, wśród danych uzyskanych w tej analizie na uwagę zasługują również procentowe zawartości matriks w piaskowcach, szczególnie te w piaskowcach stanowiących masę wypełniającą zlepieńców. Pozwalają one dokładniej rozpoznać procesy transportu i depozycji zlepieńców, a szczególnie wpływ kohezji masy wypełniającej na reologię spływu. Nie można wykluczyć, że masywna budowa i brak gradacji ziarna w zlepieńcach o szkielecie rozproszonym, w których piaskowcowej masie wypełniającej udział matriks przekracza 10%, są efektem depozycji przez spływy rumoszowe współkształtowane przez kohezję (patrz Lowe, 1982; *poorly cohesive flows* wg Talling et al., 2012). W rozprawie takie zlepienie interpretowane są jako produkty wyłącznie niekohezyjnych spływów rumoszowych.

Prezentację wyników rozprawy zwięźcza rozdział poświęcony interpretacji modelu depozycji całej badanej sukcesji. Sedymentacja jest odnośzona do rozpoznawanych w oligocenie warunków globalnych, szczególnie do warunków wykazywanych na obszarze formowania fliszu polskich Karpat Zewnętrznych, kształtowanych w części przez rozwój przyzmy akrecyjnej. Cała sukcesja jest interpretowana jako efekt zmiany warunków sedymentacji ze spokojnych - w rozległym basenie, na wysoko dynamiczne - w podmorskim kanionie, a następnie o spadającej dynamice, na retrogradującym podmorskim stożku. Depozycja olistostromy jest efektem i zapisem podnoszenia strefy źródłowej osadów tworzących olistostromę oraz przyległej partii dna basenu.

Zamieszczone na końcu rozprawy wnioski wymieniają najważniejsze efekty pracy. Na podkreślenie zasługuje konkluzja Autorki opowiadająca się za lokowaniem depozycji badanych utworów w basenie dukielskim, a nie jak uważano wcześniej w basenie śląskim oraz za przynależnością strukturalną tej części fliszu do jednostki przedmagurskiej. Szkoda, że Autorka nie określiła położenia obszaru alimentującego badaną sukcesję względem basenu śląskiego i grzbietu śląskiego.

Uwagi krytyczne

W tytule rozprawy brakuje informacji o przynależności stratygraficznej utworów będących przedmiotem badań.

Niepoprawnie pisana jest nazwa Karpaty Zewnętrzne. Jest to nazwa geologiczna, ale i geograficzna, zatem oba wyrazy powinny być pisane z dużej litery, a nie jak w rozprawie. Przeciwnie do tej, pieniński pas skałkowy, będący nazwą wy łącznie geologiczną, pisany jest w rozprawie z dużej litery, gdy powinien być pisany z litery małej.

W informacji o stratygrafii Karpat Wewnętrznych nie zostały uwzględnione osady kenozoiku, szczególnie paleogenu, a oprócz nich kenozoiczne wulkanity.

Nie jest prawdziwą opinią zamieszczona na str. 6 rozprawy, że osady miocenu całego zapadliska przedkarpacciego zalegają na platformie wschodnioeuropejskiej.

Nie jest prawdą, że, jak napisano na str. 8, w basenach zewnętrznych sedymentacji fliszu Karpat Zewnętrznych w eocenie osadzały się jedynie dystalne osady turbidytowe i hemipelagiczne utwory pstre. Lokalnie osadzały się tam również osady proksymalne, ich przykładem są piaskowce ciężkowickie.

Na str. 13 jako rodzaj osadów wymienione są spływy rumoszowe podtrzymywane przez klasty Spływy, jak sama nazwa wskazuje, nie są osadami lecz procesami. Wątpliwości budzi podana przez Autorkę nazwa procesu, niefunkcjonująca w klasyfikacji spływów rumoszowych.

Na str. 25 ang. *fluidized flows* są nazywane po polsku spływami uwodnionymi. Polska nazwa tych spływów, zgodna z sensem angielskiej nazwy oryginalnej to spływy upłynnione. Tę nazwę autorka podaje jednak jako polski odpowiednik *liquified flows*, niemającej, niestety, zadowalającego polskiego odpowiednika.

Nie jest prawdą, jak napisano na str. 25, że Gani (2004) wyróżnił densyty jako rodzaj spływów. Tą nazwą określone zostały osady deponowane przez *dense flows*.

Na str. 37 i innych pisze się o zlepieńcach ze spoiwem piaszczystym. Nie ma takiego spoiwa. Piasek nie jest spoiwem, może co najwyżej tworzyć masę wypełniającą.

Nieprzekonujące jest wskazywanie prądów cyrkulacji termohalinowej, w tym prądów konturowych, będących prądami semipermanentnymi, jako odpowiedzialnych za okazjonalną sedymentację trakcyjną w kompleksie podolistostromowym. Cechy osadów tego kompleksu wskazują na sedymentację w warunkach anoksycznych, a te towarzyszą ograniczonej lub nieobecnej cyrkulacji przydennej.

Na jakiej podstawie piaskowce masywne facji S kompleksu olistostromy są interpretowane jako reprezentujące człony S1 czy S2 sekwencji Lowe'a?

Na str. 45 otoczakami nazywane są elementy ziarniste o wymiarach większych niż 25 cm, nawet powyżej 1 m.

Niepoprawna jest informacja podana na str. 58, że Talling et al. (2012) zinterpretowali człon Td sekwencji Boumy jako produkt sedymentacji w fazie dolnego płaskiego dna.

Nie jest prawdą, że Lowe (1982) uznał piaskowce zbudowane wyłącznie z członów Tab sekwencji Boumy za osady prądów zawieszinowych o wysokiej gęstości.

Co to są diuny o formie soczewkowej, wzmiankowane na str. 94 przy opisie piaskowców facji DA?

Na profilu 5 brakuje warstwy 52, cytowanej na str. 94.

Na jakiej podstawie struktury wymieniane na str. 98 i pokazywane na Fig. 8.11A interpretowane są jako struktury ucieczkowe? Nie wskazuje na to ich podkreślenie materiałem zwirowym.

Na str. 120 napisano niedorzecznie: „spoiwo ilaste składa się z mułu węglanowego (mikryt), który częściowo przekryształizowany jest w mikrosparyt lub sparyt.”

Na jakiej podstawie na str. 123 jako matriks ilasta traktowana jest matriks składająca się według opisu niemal wyłącznie z kwarcu?

Nieprzekonująca jest opinia, że mułowiec oddzielający utworyolistostromy od nadległych jest zapisem długiego epizodu spokojnej sedymentacji ponieważ w rozprawie brak jest danych o jego budowie.

W bibliografii brakuje cytowanych w rozprawie prac: Erickson, 2011; Kovacs, 1989; Kuenen, 1959; Dickinson et al., 1983; Stefanow, 2015; Talling, 2012.

W kilku miejscach język rozprawy jest niezbyt jasny lub dyskusyjny.

Wniosek końcowy

Rozprawa doktorska mgr inż. Anety Siemińskiej stanowi oryginalne, wysokiej klasy osiągnięcie badawcze dokumentujące wyróżniająco ukształtowanie makroskopowe warstw menilitowych odsłoniętych w kopalni Zakładu Górniczego „Skrzydlna” w Skrzydlniej, a zarazem nowocześnie i ogólnie kompetentnie, w części nowatorsko interpretujące sposoby, środowisko, rozwój i uwarunkowania depozycji, szczególnie osadów gruboklastycznych. Rozprawa świadczy o dobrym opanowaniu przez Autorkę warsztatu metodologicznego i naukowego w zakresie sedymentologii skał klastycznych, a także o dobrym przygotowaniu do samodzielnego prowadzenia badań naukowych. Przedstawione uwagi krytyczne nie wpływają znacząco na wartość merytoryczną rozprawy. Na tej podstawie stwierdzam, że recenzowana rozprawa spełnia wymogi stawiane przez Ustawę z dnia 14 marca 2003 r. o stopniach naukowych i tytule naukowym oraz stopniach i tytule w zakresie sztuki (Dz. U. Nr 65 poz. 595 z późn. zm.) i wnioskuję do Rady Wydziału Geologii, Geofizyki i Ochrony Środowiska Akademii Górniczo-Hutniczej w Krakowie o dopuszczenie mgr inż. Anety Siemińskiej do publicznej obrony przedstawionych w rozprawie tez.

Stanisław Lenczyński