

Prof. dr hab. Paweł Aleksandrowski
Państwowy Instytut Geologiczny -
- Państwowy Instytut Badawczy
Oddział Dolnośląski we Wrocławiu
Al. Jaworowa 19, 53-122 Wrocław

Recenzja rozprawy doktorskiej p. mgr. Łukasza Grzybowskiego

pt. „Analiza rozwoju struktury Goleniowa w mezozoiku w oparciu o zintegrowaną interpretację danych geologicznych i geofizycznych”, przygotowanej w Instytucie Geologii, na Wydziale Nauk Geograficznych i Geologicznych Uniwersytetu Adama Mickiewicza w Poznaniu, pod kierownictwem naukowym dr. hab. inż. Piotra Krzywca, prof. ING PAN

Recenzowana rozprawa stanowi obszerne monoautorskie studium tytułowej struktury Goleniowa, położonej na północno-zachodnim krańcu Polski, na NE od Szczecina, związanej genetycznie z przemieszczeniami cechsztyńskiej soli kamiennej pod przykryciem osadów permsko-mezozoicznych basenu polskiego w zmiennych reżimach tektonicznych podczas mezozoiku. Badany obiekt wraz z jego otoczeniem zawierającym się w szczecińskim segmencie synklinorium szczecińsko-miechowskiego, jest od mniej więcej sześćdziesięciu lat przedmiotem badań i konkurencyjnych hipotez co do szczegółów jego budowy, genezy i przebiegu ewolucji oraz związanych z tymi hipotezami kontrowersji. W ostatnich latach stał się on też obiektem nowych badań sejsmicznych, których wysokiej jakości rezultaty pozwalają na doprecyzowanie i re-ewaluację szeregu dotąd nierozstrzygniętych kwestii oraz opracowanie spójnego i opartego na wiarygodnych danych modelu jego budowy i ewolucji. Rozprawa p. Grzybowskiego wydaje się pomyślnie realizować te zadania.

Struktura i zawartość rozprawy

Rozprawa zawiera się w 176 stronach druku, jest zilustrowana 78 rycinami o różnym stopniu złożoności oraz opatrzona odniesieniami do ok. 160 pozycji literatury polskiej i zagranicznej.

W rozdziale 1. „Wstęp” krótko wymieniono zagadnienia przedstawione w pracy, w tym rolę tektoniki solnej w podłożu Niżu Polskiego, znaczenie gospodarcze struktur solnych, cechy szczególne tytułowej struktury Goleniowa, wykorzystane w badaniach dane oraz – przede wszystkim – sformułowano cele pracy: opracowanie wiarygodnego obrazu strukturalnego struktury Goleniowa i jej bezpośredniego sąsiedztwa, wraz z odtworzeniem ich ewolucji tektoniczno-depozycyjnej.

Dosyć obszerne, ciekawe dla czytelnika i uzasadnione - ze względu ograniczoną wiedzę w tym zakresie w środowisku polskich geologów – omówienie aktualnych poglądów na budowę i ewolucję typowych struktur solnych i towarzyszących przedstawiono w rozdziale 2. „Aktualne poglądy na wybrane zagadnienia tektoniki solnej na świecie”. W oparciu o szeroki wybór literatury, tak zagranicznej, jak i polskiej, głównie pochodzącej z ostatnich trzech dziesięcioleci, omówiono i przedyskutowano definicje i rodzaje struktur solnych i związanych z nimi odkształceń skał osłony, a następnie, mechanizmy fizyczne odpowiedzialne za mobilność soli w górotworze oraz wpływu na nią

warunków tektonicznego reżimu ekstensyjnego i kompresyjnego w basenie sedymentacyjnym, poznane w dużej mierze metodami modelowania analogowego. Okazuje się, że mechanizm wypornościowy, powszechnie dotąd uznawany za Trusheimem za dominujący w uruchamianiu soli kamiennej pod nakładem cięższych od niej osadów (halokineza) ma w praktyce stosunkowo mniejsze znaczenie od efektów tektonicznych odkształceń i nieciągłości w otaczającym sól ośrodku skalnym (halotektonika, której pionierem był Meinhold). Przedstawiono cechy diagnostyczne pozwalające na rozpoznanie poszczególnych typowych etapów rozwoju struktur solnych i towarzyszących struktur osłony.

W rozdziale 3. „Tektonika solna na Niżu Polskim – rys historyczny i stan obecny” zwięźle omówiono współczesną wiedzę na ten temat (z ograniczeniem do permsko-mezozoicznego basenu polskiego), przy którym to stanie wiedzy autor rozpoczął badania nad strukturą Goleniowa. Materiał tu przedstawiony dostarcza kontekstu do przedstawionej dalej w rozprawie dyskusji nad uzyskanymi wynikami badań.

Rozdział 4. „Charakterystyka geologiczna obszaru badań” stanowi stopniowe przejście od zagadnień ogólnych, dotyczących budowy i genezy struktur solnych, w tym tych na Niżu Polskim, do przedstawienia wyników własnych badań autora pracy. Ukazane jest położenie tytułowej struktury Goleniowa kolejno na tle basenu południowopermskiego środkowej Europy, permo-mezozoicznego basenu polskiego, bruzdy śródpolskiej oraz ukształtowanych z nich na przełomie kredy i kenozoiku struktur inwersyjnych w postaci antyklinorium śródpolskiego i synklinorium szczecińsko-miechowskiego. Następnie, w podrozdziale 4.2: „Ewolucja basenu polskiego w permie i mezozoiku” obszernie i ciekawie rozwinięty jest tytułowy problem z podziałem na etap permsko-mezozoicznej ekstensji, a następnie późnokredowej inwersji basenu w warunkach kompresyjnych. Omówienie ewolucji basenu bazuje na krytycznej analizie obszernej literatury, tak lokalnej i regionalnej, jak też – literatury porównawczej, zawierającej analogi z innych rejonów świata oraz wyniki modelowań z prac o zacięciu teoretycznym różnych, głównie zagranicznych, autorów. Dyskutowana jest m.in. rola i geometria tektoniki uskokowej, w tym ruchów przesuwczych w rozwoju basenu, zarówno w warunkach transtensji, jak i następnie – transpresji. Szczególną uwagę zwrócono na model koncepcyjny rozwoju pomorskiego segmentu bruzdy śródpolskiej w permie i mezozoiku, rozwinięty przez Krzywca (2002) i Stachowską (Stachowska i Krzywiec 2023), w którym uskoki podłoża grają istotną rolę w ewolucji basenu i rozwoju struktur solnych zarówno na etapie ekstensji, jak i późniejszej kompresji, przy czym często dochodzi do ich przekształcenia (inwersji) z normalnych w odwrócone, zaś niektóre ukształtowane na etapie ekstensji tektonicznej diapiry solne zmieniają swój kształt na maczugowaty wskutek spowodowanego ściskaniem przewężenia w swej części środkowej. Dyskutowana jest też rola tzw. delaminacji pokrywy osadowej basenu w przypadku występowania w profilu stratygraficznym (dodatkowego w tym przypadku) pakietu soli triasowych, oprócz soli cechsztyńskich.

W kolejnych podrozdziałach rozdziału 4 autor skupia się na szczegółowym omówieniu obszernie już rozpoznanej przez poprzedników budowy geologicznej okolic Goleniowa, według stanu sprzed przeprowadzenia własnych badań. Trochę logicznie niezręczny w tym kontekście wydaje się tytuł podrozdziału 4.3.2 „Struktura Goleniowa – obecny stan wiedzy”, gdzie przymiotnik „obecny” ma najwyraźniej oznaczać „sprzed przeprowadzenia badań przez autora”, czyli – „na zdrowy rozum” niezupełnie „obecny” w kontekście faktu przedstawiania akurat czytelnikowi do lektury gotowej pracy doktorskiej autora, w której ten ‘stan obecny’ znacznie już posunięto do przodu... W swym

opisie zastanych poglądów, autor podkreśla m.in. wyraźną odmienność interpretacji struktury Goleniowa w ujęciach Dadleza (2001) i Krzywca (2009 i 2012), opartych w dużej mierze na tych samych – jednak niejednoznacznych – danych sejsmicznych i otworowych. Również szczegółowo i obszernie - wraz z komentarzami dotyczącymi warunków depozycji - autor przedstawia stratyografię i litologię kompleksu cechsztyński-mezozoicznego w obszarze badań i jego szerokim otoczeniu w oparciu o dane wiertnicze.

Dopiero w rozpoczynającym się na s. 74 rozdziale 5, przedstawiona zostaje bliższa informacja o danych wykorzystanych w badaniach przeprowadzonych przez autora w toku realizacji doktoratu. Reprezentowane są one głównie przez wyniki 19, głównie stosunkowo nowych refleksyjnych profili sejsmicznych 2D, pomierzonych przez PGNiG SA w dosyć gęstej sieci w celu określenia geometrii miejscowego wysadu solnego jako potencjalnego miejsca budowy podziemnego magazynu gazu, a także przez dane z jednego głębokiego na ok. 3650 m otworu wiertniczego, Goleniów IG-1, posadowionego nad wysadem, oraz z 26 innych głębokich odwiertów zlokalizowanych w szerszym otoczeniu obszaru badań. Wykorzystane dane sejsmiczne były przedtem poddane migracji czasowej i głębokościowej, uzyskując wysoką rozdzielczość i zostały udostępnione do badań w formie cyfrowej. Do badań wykorzystano również pewną ilość starszych profili sejsmicznych z lat 70. i 80., udostępnionych tylko w wersji czasowej. W badaniach autor wykorzystał również dane grawimetryczne – szczególnie mu przydatne w strefach pomiędzy liniami profili sejsmicznych.

W rozdziale 6 przedstawiono metodykę przeprowadzonych badań. Wykonano przekroje korelacyjne w oparciu o dane otworowe, a dla dwóch otworów – seismogramy syntetyczne. Dowiązano profile otworów wiertniczych do seismiki, a następnie przeprowadzono geologiczną interpretację profili sejsmicznych. Rozdział zawiera też zwięzłe omówienie metodyki interpretacji strukturalnej i stratygraficznej danych seismiki refleksyjnej w obszarach o budowie zbliżonej do okolic Goleniowa. Autor zwraca też uwagę czytelnika na potencjalne pułapki związane z taką interpretacją.

W rozdziale 7. „Budowa geologiczna struktury Goleniowa...” przedstawiono wyniki przeprowadzonej interpretacji danych sejsmicznych, otworowych i grawimetrycznych dla obszaru badań i jego szerszego otoczenia. W toku interpretacji opracowano i w pracy szczegółowo omówiono trzy przekroje korelacyjne charakteryzujące budowę geologiczną rejonu struktury Goleniowa, które następnie posłużyły do geologicznej interpretacji profili sejsmicznych. Interpretacje takie przeprowadzono dla 16 profili sejsmicznych z r. 2010, poprowadzonych w obrębie struktury Goleniowa oraz dla 2 dodatkowych profili z otoczenia struktury. Te profile sejsmiczne oddalone są od siebie o ok. 1,5-2,5 km i w większości przebiegają poprzecznie do struktury Goleniowa, umożliwiając prześledzenie zmienności struktury wzdłuż jej biegu. Wszystkie profile ukazują syninwersyjne zmiany architektury depozycyjnej w obrębie utworów górnej kredy ponad strukturą Goleniowa, co – zdaniem autora rozprawy - dowodzi, że finalny kształt struktury Goleniowa ukształtował się w trakcie jej późnokredowej reaktywacji w reżimie kompresyjnym. W kolejnych podrozdziałach szczegółowo omówiono i zilustrowano architekturę struktury Goleniowa na poszczególnych zinterpretowanych profilach sejsmicznych o, generalnie, wysokiej jakości obrazowania, umożliwiających okonturowanie wysadu solnego i towarzyszących mu deformacji skał osłony, m.in. w postaci synklin przylegających z boków do wysadu, antykliny nadścielającej wysad lub występującej w jego przedłużeniu rowów tektonicznych w czapie wysadu oraz licznych uskoków listrycznych przecinających ugięte przy wysadzie warstwy skał osłony. Przedstawiono też interpretację profili z otoczenia struktury Goleniowa i, biorąc pod uwagę stwierdzoną w toku interpretacji danych sejsmicznych bardzo dużą

lateralną zmienność stylu budowy geologicznej wzdłuż generalnego biegu NNW-SSE tej struktury, wydzielono szereg jej segmentów składowych. Stwierdzono też, iż „pomimo że jak na standardy sejsmicznych prac badawczych prowadzonych w celu rozpoznania struktur solnych zagęszczenie profili sejsmicznych w temacie Goleniów 2010 było stosunkowo duże”, to jednak – ze względu na wspomnianą jej dużą zmienność strukturalną po biegu - precyzyjne prześledzenie geometrii struktury Goleniowa, w tym ciała solnego oraz otaczających go deformacji nieciągłych, było miejscami mocno utrudnione. W uzupełnieniu interpretacji sejsmicznej, opracowano mapy anomalii grawimetrycznych, które porównano z obrazem strukturalnym uzyskanym na podstawie badań sejsmicznych, m.in. w celu uszczegółowienia przebiegu diapiru solnego w obrazie mapy. Struktury solne uwidoczniają się na mapach grawimetrycznych w postaci anomalii ujemnych, natomiast strefy, z których sól została wyciśnięta - jako anomalie dodatnie.

W rozdziale 8. przedstawiono jakościowe modele ewolucji struktury Goleniowa, oddzielnie dla jej pięciu segmentów, z których pierwszy (i) znajduje się na NNW krańcu struktury i - w skrócie - jego rozwój można przedstawić jako historię „rowu tektonicznego poddanego inwersji”. Kolejnym segmentem, położonym coraz dalej ku SSE, przypisano – w uproszczeniu - historię (ii) rozwijającego się diapiru solnego, (iii) fałdu z odklucia na horyzoncie solnym, (iv) strefy fałdowo-nasuwczej i (v) półrowu poddanego inwersji. Przedstawione modele wsparto przykładami podobnych struktur znanych z innych basenów sedimentacyjnych, bądź wytworzonych w toku eksperymentów z wykorzystaniem modelowania analogowego.

Rozdział 9 rozważa „wpływ późnokredowej reaktywacji struktury Goleniowa na depozycję osadów w jej otoczeniu”, konstatując widoczne na profilach sejsmicznych w skałach osadowych górnej kredy „klasyczne elementy architektury depozycyjnej charakteryzujące osady syninwersyjne” oraz postulując dalsze ew. badania „np. poprzez wykonanie analiz ilościowych, tempa wzrostu struktury na etapie późnokredowej reaktywacji itp.” Z analizy wspomnianych profili wynika, że inwersja struktury Goleniowa rozpoczęła się w turonie i trwała po mastrycht.

W rozdziale 10. przeprowadzono dyskusję uzyskanych wyników, porównując je z dotychczasowymi modelami budowy i rozwoju struktury Goleniowa oraz ze stanem wiedzy na temat genezy i ewolucji struktur solnych na Niżu Polskim. Porównanie otrzymanych wyników z dotychczasowym stanem wiedzy ujawniło dużo nowych szczegółów dorzuconych do istniejącego obrazu struktury Goleniowa, w tym zwłaszcza jej znacznie bardziej, niż sądzono, złożoną budowę. Otrzymany obraz strukturalny bardziej przypomina wspomniany wcześniej model Krzywca (2009, 2012), niż model Dadleza (2001). Zwrócono również uwagę na praktyczną stronę przeprowadzonych badań, które mogą mieć zastosowanie przy ewentualnych próbach wykorzystania wysadu solnego Goleniowa do magazynowania gazów.

W zamykającym rozprawę rozdziale 11. „Wnioski”, zwięźle i komunikatywnie podsumowano wiedzę o strukturze Goleniowa, jako „jednej z wielu struktur na Niżu Polskim, których powstanie było związane z działającymi na tym obszarze procesami tektoniki solnej” oraz wiedzę o otoczeniu tej struktury, w tym zwłaszcza wiedzę uzyskaną w toku przeprowadzonych przez doktoranta badań. Wskazano, że struktura Goleniowa „rozciga się na długości ok. 25 km, ma skomplikowaną budowę geologiczną i charakteryzuje się znaczną zmiennością lateralną. Składa się z pięciu segmentów tektonicznych, przy czym tylko jeden z nich tworzy dobrze rozwinięty diapir solny o wydłużonym, nerkowatym kształcie, który można zaklasyfikować jako mur solny. Pozostałe segmenty struktury

tworzą długą strefę dyslokacyjną o charakterze rowu lub półrowu tektonicznego, w różnym stopniu poddaną inwersji". Krótko, ale wyczerpująco streszczono też ewolucję strukturalną struktury Goleniowa, „zapoczątkowaną w późnym triasie w związku z regionalną ekstensją, której głównym źródłem były przemieszczenia uskoku normalnych w podłożu przedcechsztyńskim” i prowadzącą do powstania „poduszki solnej o charakterze regionalnym”, przekształconej następnie w wysad, który przebił się przez „zredukowany tektonicznie nadkład triasowy na przełomie triasu i jury [...]”. Rozwój diapiru solnego został zatrzymany w późnej jurze na skutek znacznego ograniczenia możliwości dopływu soli z autochtonicznej warstwy solnej [...]. [Redukcja miąższości] nadkładu ponad diapirem solnym [...] spowodowała, że część centralna diapiru najszybciej wzrastała w trakcie późnokredowej reaktywacji struktury solnej w reżimie kompresyjnym. W efekcie tej reaktywacji centralna część diapiru była ługowana przez wody podziemne, co doprowadziło do uformowania się czapy wysadu oraz głębokiej niecki subrozynnej wypełnionej głównie osadami paleogenu. Pozostała część struktury solnej nie była rozpuszczana ze względu na obecność nadkładu w postaci utworów górnourajskich oraz dolnokredowych, który został uniesiony przez aktywny wzrost wysadu solnego w warunkach regionalnej kompresji”.

Wybrane uwagi dyskusyjne i krytyczne

(1) Recenzowana rozprawa ma dość specyficzną strukturę, gdzie aż niemal połowa jej objętości - to rozdziały wstępne, zawierające głównie informacje ogólne o stanie wiedzy na temat struktur solnych na świecie, o geologii – w tym tektonice solnej – obszarze badań i całego regionu wokół niego. Dopiero na s. 74 pojawiają się informacje dotyczące wykorzystanych danych, a na stronach 80-89 przedstawiona jest metodyka, jaką autor zastosował w swoich badaniach. Omówienie samych badań i ich wyników, wraz z dyskusją zajmuje, z kolei 89 stron (s. 90-169), w tym ekwiwalent ok. 31 stron zajmują ilustracje, podczas gdy pozostałe 6 stron (170-176) obejmuje spis literatury, zawierający ok. 160 pozycji – w dużej mierze zagranicznych. Ta dosyć niecodzienna struktura ma jednak w oczach recenzenta swoje uzasadnienie i poniżej, w części recenzji poświęconej ocenie pracy, jest oceniona pozytywnie.

(2) Ważną rolę w rozdziale 2, poświęconym aktualnym poglądom na wybrane zagadnienia tektoniki solnej na świecie pełni Rycina 2-1, syntetycznie przedstawiająca całe spektrum typów struktur solnych i związanej z nimi terminologii w języku angielskim. Rycina ta, aczkolwiek w pokazanej w rozprawie wersji wzięta z pracy: Jackson & Hudec (2017), jest jednak jedynie kolejną (zapewne nieostateczną) wersją – nieco zmienioną, tak pod względem terminologicznym, jak i graficznym – figury generalnie biorącej swój początek w mało dostępnym *'extended abstrakcie'* konferencyjnym Jacksona i Talbota z 1989 r. Została ona następnie – po niewielkich zmianach – szeroko rozpropagowana w ogólnie dostępnej publikacji Jacksona i Talbota z 1994 r. (*Advances in Salt Tectonics*, In: Hancock P. /editor/, *Continental Deformation*, Pergamon Press, 159-179). Te kolejne zmiany klasycznego, "flagowego" graficznego podsumowania typów struktur solnych ilustrują fakt, że ich klasyfikacja nie jest dotąd jednoznacznie zamknięta i ustalona – nawet wśród jej twórców, a wciąż dyskusyjna i podlegająca ewolucji. Jest to mój komentarz do przedstawionego w rozdziale 2 pożytecznego, skądinąd, wprowadzenia do klasyfikacji oraz omówienia terminologii i definicji struktur solnych. Dorzucę do tego lekki żal, że autor rozprawy nie pokusił się tu o podjęcie – mozołnej zapewne - próby spolszczenia terminologii anglosaskiej z Ryciny 2-1 i zaproponowania własnych,

możliwie udanych polskich odpowiedników dla angielskich nazw większości typów struktur solnych oraz przeprowadzenia na tym tle ewentualnej dyskusji nad polskimi terminami będącymi już w użyciu. Oczywiście, dostrzegam ewentualne pułapki w sugerowanym przeze mnie działaniu, których zapewne, nie podejmując go, autor rozprawy pragnął uniknąć. Przykładem niech będzie proponowane tłumaczenie przez autora rozprawy terminu *salt-related structures* występujących w skałach osłony ciał solnych, jako „struktur pokrewnych do struktur solnych”, bądź „struktur związanych z występowaniem soli”, które nie znajdują akurat mojego uznania swoim wielosłowiem.

Dodatkowo, przy okazji terminologii struktur solnych i pochodnych, brakuje mi trochę uzasadnienia nazw: „diapir reaktywny” oraz „diapir aktywny”, choć same mechanizmy za nimi stojące są wytłumaczone wystarczająco dobrze.

(3) W całej pracy, napisanej generalnie językiem poprawnym i komunikatywnym, obecne są jednak liczne drobne niedoskonałości najczęściej o naturze błędów gramatycznych niewielkiej rangi (tj. nieutrudniających zrozumienia tekstu), spośród których ograniczę się tylko do dwóch dość typowych przykładów:

- na str. 10: „geometria i rozwój tych struktur jest ściśle uwarunkowana...” [niezgodność mnogości bytów tworzących podmiot i liczby pojedynczej w orzeczeniu]
- na s. 28: „...oddalając się od centrów subsydencji wpływ tektoniki solnej zanikał...” [niezgodność domyślnego podmiotu (reprezentowanego przez narratora) z pierwszej części fragmentu zdania z odmiennym podmiotem (wpływ tektoniki solnej) w drugiej jego części].

(4) Odnośnie do cytowań i spisu literatury w rozprawie, dostrzegam braki w bibliografii dotyczące cytowanych w tekście rozprawy prac Stanisława Burligi:

- na ss. 30, 31 znajdują się odwołania do prac: Burliga (1996, 1997), tymczasem pracy Burligi (1997) brak w Bibliografii;
- na ss. 41, 48, 147 oraz na stronie bez numeru - tam gdzie występuje Ryc. 8-3 - znajdują się odwołania do pracy Burligi i in. (2012), tymczasem brak jest jej w Bibliografii;
- na s. 66 znajduje się odwołanie do pracy: Burliga (2005), tymczasem brak jest jej w Bibliografii.

Ponadto w Bibliografii niewłaściwa wydaje się pod względem alfabetyczno-chronologicznym kolejność powołanych niektórych prac Krzywca, względnie Krzywca ze współautorami: najpierw dwie prace „Krzywiec et al.” (obie z 2022 r., w kolejności „analfabetycznej”, tzn. pierwsza z nich: „Krzywiec, Stachowska...[et al.]” - opisana jako „2022”, druga: „Krzywiec, Bukowski...[et al.]” - jako „2022b”), pomieszczone przed monoautorskimi publikacjami Krzywca, które podano w kolejności chronologicznej, a następnie praca „Krzywiec i Stachowska, 2016”, po czym kilka prac wieloautorskich „Krzywiec et al.” – już w kolejności alfabetycznej autorów/.

Ocena rozprawy

Jak już podnosiłem powyżej w „Wybranych uwagach”, recenzowana rozprawa posiada specyficzną strukturę z bardzo rozbudowaną „dydaktyczną” częścią wstępną, poprzedzającą część poświęconą właściwym badaniom przeprowadzonym przez autora w ramach przygotowania doktoratu. W mojej

opinii jest to jednak zaleta, a nie wada rozprawy, gdyż problematyka tektoniki solnej nie jest wystarczająco dobrze znana w środowisku polskich geologów. Dlatego też szereg rozdziałów przekazujących polskiemu czytelnikowi informacje o współczesnych poglądach na mobilność soli w górotworze oraz o stanie rozpoznania zjawisk halokinetycznych i halotektonicznych w Polsce jest ukłonem w stronę tego czytelnika i pozwala mu na znacznie łatwiejszy odbiór wyników badań autora rozprawy zreferowanych w jej dalszych rozdziałach. Tego typu podejście ma zresztą dobre wzorce w przeszłości polskiej geologii, w postaci np. opublikowanej w r. 1974 rozprawy habilitacyjnej Wojciecha Jaroszewskiego, która w swojej lwiej części była po prostu podręcznikiem dotyczącym tektoniki strukturalnej sekwencji osadowych „na obszarach nieorogenicznych” opracowanym na podstawie szerokiego przeglądu ówczesnie aktualnej literatury światowej, zasadniczo nieznannej polskiemu czytelnikowi. Podejście to tak w Polsce, jak i za granicą, spotkało się wtedy z entuzjastycznym przyjęciem.

Zatem biorąc pod uwagę powyższy punkt widzenia (jakkolwiek zachowując odpowiednie proporcje między recenzowaną rozprawą a przywołaną historyczną analogią sprzed półwiecza), strukturę recenzowanej rozprawy uważam za właściwą.

Nie ulega wątpliwości, że recenzowana rozprawa stanowi znaczące osiągnięcie naukowe jej autora, wypracowane samodzielnie przy użyciu poprawnych metodycznie procedur badawczych, w postaci współczesnego oprogramowania w zastosowaniu do cyfrowych materiałów sejsmiki refleksyjnej i danych pomiarowych pola siły ciężkości. Dane z otworów wiertniczych były, z kolei, analizowane w sposób tradycyjny. Zastosowane analizy wymienionych rodzajów danych oraz procedury wnioskowania użyte przy konstruowaniu rozprawy były merytorycznie poprawne i ich rezultat stanowił o rozwiązaniu problemu badawczego polegającego na szczegółowym rozpoznaniu geometrii wglębnej struktury Goleniowa i jej osłony oraz opracowaniu modelu jej rozwoju podczas mezozoiku.

W rozprawie w odpowiedni, trafny i wyczerpujący sposób wykorzystano liczne źródła literaturowe, polskie i zagraniczne, które w sposób reprezentatywny odzwierciedlają aktualny stan wiedzy na świecie na temat budowy, genezy i ewolucji struktur związanych z mobilnością skał solnych w skorupie ziemskiej

Podsumowanie recenzji

W recenzowanej rozprawie, mimo pewnej ilości wspomnianych powyżej niewielkiego kalibru usterek, zdecydowaną przewagę mają oryginalne osiągnięcia badawcze i interpretacyjne autora, świadczące o opanowaniu przez niego z jednej strony szerokiej wiedzy teoretycznej w dyscyplinie nauk o Ziemi i środowisku, zaś ze strony drugiej – umiejętności praktycznych w zakresie geologicznej analizy danych sejsmiki refleksyjnej, danych grawimetrycznych oraz danych pochodzących z otworów wiertniczych. W toku prowadzonych badań, a zwłaszcza przy interpretacji ich wyników, autor rozprawy przyswoił też sobie szeroką wiedzę o geologii regionalnej basenu polskiego. Na podstawie wzmiankowanego kilkakrotnie powyżej w tej recenzji wysokiego poziomu naukowego przedstawionej przez doktoranta rozprawy, nie można też wątpić o umiejętności samodzielnego prowadzenia przez niego prac badawczych.

Przedłożona rozprawa zawiera oryginalne, merytorycznie i metodycznie poprawne rozwiązanie zagadnienia naukowego, polegającego na samodzielnym opracowaniu wiarygodnego i szczegółowego modelu wgłębnego struktury Goleniowa i jej bezpośredniego sąsiedztwa, wraz z odtworzeniem ich ewolucji tektoniczno-depozycyjnej podczas mezozoiku na podstawie danych seismiki refleksyjnej, danych z otworów wiertniczych oraz danych grawimetrycznych. Rozwiązanie to w istotnym stopniu przyczynia się do polepszenia stanu rozpoznania szeregu aspektów genezy i ewolucji zbadanego fragmentu szczecińskiego odcinka synklinorium szczecińsko-miechowskiego i może mieć implikacje praktyczne w sferze gospodarczej, dotyczące np. podziemnego magazynowania gazu ziemnego, bądź dwutlenku węgla. Tym samym recenzowana praca jednoznacznie spełnia wymogi stawiane rozprawom doktorskim przez obowiązującą ustawę z 20 lipca 2018 r. – Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce (Dz. U. 2018, poz. 1668 z późn. zmianami). Na tej podstawie wnioskuję o przyjęcie przedłożonej rozprawy doktorskiej i dopuszczenie p. mgr. Łukasza Grzybowskiemu do publicznej obrony przedstawionych w jego rozprawie tez.

Ze względu na wysokie walory merytoryczne rozprawy, omówione wcześniej w tekście recenzji, wnioskuję również aby wystąpić o wyróżnienie jej autora stosowną nagrodą.

Wrocław, 24 listopada 2023 r.

Paweł Aleksandrowicz