

Warszawa, 7 grudnia 2020 r.

Prof. dr hab. Andrzej Konon  
Katedra Tektoniki i Kartografii Geologicznej  
Wydział Geologii, Uniwersytet Warszawski  
Al. Żwirki i Wigury 93, 02-089 Warszawa

## **RECENZJA**

rozprawy doktorskiej magistra inż. Tomasza Woźniaka  
pt. "The development of Upper Jurassic gravity flow deposits  
from the northern and southern margins of the Krzeszowice Graben"  
(„Wykształcenie górnajurajskich osadów spływów grawitacyjnych na północnym  
i południowym obrzeżeniu Rowu Krzeszowickiego”)

### **1. Podstawa prawna**

Niniejszą recenzję opracowałem na podstawie pisma nr WGGiOŚ-dz.0154-631/2020 z dnia 15.10.2020 r. wystosowanego zgodnie z uchwałą Rady Dyscypliny Naukowej „Nauki o Ziemi i Środowisku” Akademii Górniczo-Hutniczej im. Stanisława Staszica w Krakowie z dnia 12.10.2020 r.

### **2. Treść i zakres pracy**

Przedstawiona rozprawa przygotowana została pod kierunkiem naukowym prof. dr hab. inż. Jacka Matyszkiewicza na Wydziale Geologii, Geofizyki i Ochrony Środowiska AGH. Obejmuje ona 101 stron, na które składa się tekst wraz z 34 figurami. W wykazie literatury podano 339 pozycji. Całość rozprawy, napisanej w języku angielskim, łącznie ze wstępem i podsumowaniem została podzielona na 8 rozdziałów.

We wstępie (Rozdział 1) Doktorant przedstawił główny cel badawczy, którym jest znalezienie dowodów na późnojurajską aktywność tektoniczną uskoków wchodzących w skład rowu krzeszowickiego. Doktorant stwierdza w tej części, że aktywność tych uskoków zostanie wykazana na podstawie analizy spływów grawitacyjnych obserwowanych w skałach jurajskich, wzdłuż północnej i południowej krawędzi rowu krzeszowickiego oraz w oparciu o analizę

profilu wykonanych metodą tomografii elektrooporowej. Badania te mają pozwolić na szczegółowe rozpoznanie budowy geologicznej wybranych fragmentów obszaru badań.

W rozdziale 2-gim została zaprezentowana historia badań rowu krzeszowickiego. Opisane zostały próby identyfikacji uskoku w obrębie rowu jak i ich etapów aktywności. W dalszej części tego rozdziału Doktorant zawarł szeroki opis osadów spływów grawitacyjnych stwierdzanych w obrębie skał górnourajskich w obszarze obejmującym teren badań. Przedstawione zostały również poglądy na ich genezę zarówno wynikającą m.in. ze zmian poziomu morza jak i aktywności tektonicznej związanej z tektoniką synsedymenacyjną.

W 3-cim rozdziale Doktorant opisał szczegółowo budowę geologiczną rowu krzeszowickiego. Wskazał zasięg tej jednostki tektonicznej w kierunku W-E jak i jej granice tektoniczne na północy i południu. Autor opisał miocenyjskie skały występujące w centralnej części rowu jak i skały jurajskie odsłaniające się wzdłuż krawędzi północnej i południowej. Opisał również parametry uskoku zrzutowych wchodzących w skład sieci uskoku budujących rów tektoniczny. Doktorant w dalszej części wskazał na przynależność rowu krzeszowickiego do nadrzędnej jednostki, czyli homokliny śląsko-krakowskiej. W rozdziale tym zostało opisane również podłoże paleozoiczne rowu w odniesieniu do dwóch jednostek tektonicznych: bloku małopolskiego oraz bloku górnośląskiego. Zamieszczony został ponadto opis przebiegu uskoku Kraków-Lubliniec i Krzeszowice-Charsznica. W końcowej części tego rozdziału Doktorant przedstawił opis górnourajskiej sukcesji skał osadowych.

W kolejnym, 4-tym rozdziale Doktorant przedstawił metody badawcze zastosowane podczas przygotowania rozprawy: badania terenowe, analiza mikrofacjalna, analiza mikrofauny oraz badania geofizyczne metodą tomografii elektrooporowej (ERT).

Podstawą obserwacji były badania terenowe przeprowadzone wzdłuż obu krawędzi rowu krzeszowickiego. Doktorant rozpoznał szczegółowo odsłonięcia Tomaszowice, Radwanowice, Nawojowa Góra i Nielepice, które uznał za najbardziej reprezentatywne dla opracowania wyznaczonych celów badawczych, ze względu na ich rozmiar pozwalający zbadać rozprzestrzenienie poszczególnych facji.

Doktorant najwięcej miejsca w opisie zastosowanych metod poświęcił opisowi podstaw wykonywania profili geofizycznych metodą tomografii elektrooporowej w celu rozpoznania szczegółowej budowy geologicznej wybranych fragmentów obszaru badań. Doktorant podał, że w rejonie północnej krawędzi rowu, koło Tomaszowic wykonano 6 profili, z czego 5 równoległych do rozciągłości rowu krzeszowickiego, a jeden prostopadły do niego. W rejonie południowej części rowu, w pobliżu odsłonięcia Nawojowa Góra wykonane zostały 3 profile

o kierunku N-S, co oznacza, że były one wyznaczone jako prostopadłe do rozciągłości rowu krzeszowickiego.

Rozdziały 5-ty i 6-ty zawierają na 36 stronach szczegółowe opisy i interpretację wyników obserwacji wykonanych odpowiednio wzdłuż północnej i południowej krawędzi rowu krzeszowickiego. Część ta stanowi około 46 procent samego tekstu rozprawy bez cytowanej literatury. W rozdziale 7-ym zawarta została szeroka dyskusja wyników badań, a rozdział 8 prezentuje wyniki najważniejszych badań.

### **3. Merytoryczna ocena pracy**

Badania w rozprawie doktorskiej opierają się na obserwacjach terenowych, analizie mikrofacji i mikroskamieniałości oraz na analizie profili geofizycznych, wykonanych metodą tomografii elektrooporowej.

Najważniejszym elementem rozprawy są badania wykonane bezpośrednio w odsłonięciach Tomaszowice, Radwanowice wzdłuż północnej części krawędzi rowu krzeszowickiego i odsłoneń Nawojowa Góra, Nielepice wzdłuż południowej części krawędzi rowu krzeszowickiego. Na podstawie obserwacji w odsłonięciu Tomaszowice Doktorant przedstawił szczegółowe opisy warstw, mikrofacji w wapieniach, oraz struktur tektonicznych, takich jak uskoki. Autor zidentyfikował również spływy grawitacyjne osadów węglanowych. Pozwoliło to na określenie, że paleotransport tych osadów mógł się odbywać w kierunku N-S do NE-SW. Należy podkreślić, że to spostrzeżenie pozwala na powiązanie tego rodzaju spływów osadów z uskokami, aktywnymi w czasie późnej jury, co jest znaczącym wkładem Autora w rozwiązanie tej problematyki.

W kolejnym odsłonięciu górnourajskich wapieni w Radwanowicach zostały opisane m.in. brekcje zawierające skały węglanowe identyfikowane jako osady spływów grawitacyjnych. Badania wykazały, że materiałem źródłowym spływów grawitacyjnych były budowle węglanowe.

W wybranych odsłonięciach skał górnourajskich wzdłuż południowej krawędzi rowu krzeszowickiego Nawojowa Góra i Nielepice Doktorant zaobserwował wapienne brekcje oraz liczne struktury tektoniczne. Profile geofizyczne wykonane w pobliżu odsłonięcia Nawojowa Góra wzdłuż kierunków N-S umożliwiły wyznaczenie prawdopodobnych miejsc występowania uskoków, które można wiązać z głównymi uskokami ograniczającymi rów krzeszowicki. W odsłonięciu tym udało się zidentyfikować na podstawie analizy osadów spływów grawitacyjnych kierunek paleotransportu osadów WSW-ENE. Jest to kolejna cenna obserwacja pozwalająca na podjęcie próby powiązania tych osadów z uskokami aktywnymi w późnej jurze.

W odsłonięciu Nielepice stwierdzona została również obecność brekcji zawierających klasty wapieni oraz struktury typu stromatactis, mogące wskazywać na synsedymencyjną tektonikę w późnej jurze. Doktorant zasugerował, że obecność brekcji wiąże się wprost z działalnością uskoków synsedymencyjnych oraz że mechanizmem spustowym dla powstania podmorskich ruchów masowych mogłaby być sejsmiczność, wynikająca z aktywności uskoków w późnej jurze, co jest zgodne z wynikami badań innych badaczy górnej jury.

W dyskusji Autor podkreślił rolę badania osadów spływów grawitacyjnych w analizie aktywności uskoków synsedymencyjnych. Główny etap deformacji, z którym można wiązać aktywność tych uskoków przypada na późny oksford/wczesny kimeryd. Autor słusznie wiąże tę aktywność tektoniczną ze strefami identyfikowanymi jako skarpy uskoków normalnych.

W rozprawie Autor zawarł opis kanałów erozyjnych z dwóch odsłoneń Tomaszowice i Nawojowa Góra, które są zlokalizowane w przeciwnych krawędziach rowu krzeszowickiego. Obserwacje te pozwoliły na wyznaczenie kierunków paleotransportu, co potwierdziło wcześniejsze badania innych autorów odnośnie wieku uskokowania normalnego w tym rejonie datowanego na późną jurę. Doktorant wzmocnił te wyniki poprzez uzupełnienie ich badaniami geofizycznymi.

W podsumowaniu Autor słusznie powiązał późnojurajską aktywność uskoków w rejonie rowu krzeszowickiego z prawdopodobnym wpływem otwierania się w tym czasie oceanu Tethys, a może i w jakimś stopniu oceanu atlantyckiego. W dyskusji pokazał szerokie tło geologiczne, gdzie w tym samym czasie na obszarze Polski mogły występować podobne zdarzenia tektoniczne, co pokazuje na powszechność tego typu zjawisk w późnej jurze.

### **Uwagi krytyczne**

W rozprawie oprócz wielu pozytywnych osiągnięć można zauważyć również nieco słabsze elementy. Należą do nich błędy w stosowanej terminologii strukturalnej przy opisie struktur tektonicznych w części odsłoneń, w cytowaniu figur czy w koncepcji wyznaczenia przebiegu części profili geofizycznych. Doktorant moim zdaniem również nieco zbyt zachowawczo podszedł do zaprezentowania swoich poglądów na sposób powstania rowu krzeszowickiego.

### **Uwagi szczegółowe**

Na figurach lokalizacyjnych nr 1 i 2 brakuje stron świata lub współrzędnych geograficznych.

Na figurze 1 w objaśnieniach są podane uskoki paleozoiczne, ale nie zostały one przedstawione na figurze. W objaśnieniach wydzielono oddzielnie skały paleozoiczne i

permskie. Nieco niezrozumiałe jest również wyróżnienie wyżyny krakowsko-częstochowskiej jako oddzielnego elementu na mapie geologicznej.

W pracy zabrakło figury nr 13. Niewłaściwe jest również cytowanie figury 12B (str. 39), gdzie ma być pokazany przykład nieciągłości, a jest przedstawiona na tej figurze mikroskamieniałość Naselaria. Podobnie błędne jest cytowanie figury 5 (str. 28), która przedstawia mapę paleogeograficzną centralnej Europy, gdzie mają być zaznaczone osady spływów grawitacyjnych, a osady te nie są zaprezentowane na tej figurze jako oddzielne wydzielenie.

Ponadto do drobnych uwag należy dodać odnoszenie się przez Doktoranta w tekście do trzeciorzędu.

Kolejne uwagi można odnieść do metodyki badań. W metodyce nie podano ile prób zostało poddanych analizie na mikrofacje oraz mikrofaunę. Podobnie w opisie metody geofizycznej tomografii elektrooporowej nie podano w tym podrozdziale, ile zostało wykonanych profili i jak one zostały zaprojektowane, aby osiągnąć właściwy cel. W dalszej części rozprawy możemy się dowiedzieć jak zostały poprowadzone profile, ale nie wiemy dlaczego wzdłuż np. północnej krawędzi rowu 5 z nich zostało poprowadzonych sub-równoległe do stref głównych uskoków ograniczających rów krzeszowicki od północy. Tylko jeden został wytypowany do kontroli głównych uskoków, poprzez prostopadłe poprowadzenie do biegów płaszczyzn tych uskoków. Profile poprowadzone równoległe do powierzchni głównych uskoków nie wykazują rzeczywistych kątów upadu uskoków, co może uniemożliwić rozpoznanie uskoków normalnych. W rozdziale tym powinny od razu być wskazane główne cele badawcze tego typu profilowań geofizycznych. Dopiero dalsze partie tekstu rozprawy sugerują, że głównym celem badawczym były osady spływów grawitacyjnych.

Poprowadzone profile geofizyczne nie zostały zaprojektowane w sposób jasno potwierdzający częściowo znaną już budowę geologiczną. W ten sposób Doktorant mógł jedynie sugerować występowanie niektórych skał czy osadów, bez możliwości ich prawidłowej weryfikacji. Przydatne byłoby użycie dodatkowych metod weryfikujących obserwacje geofizyczne. Powinien być wykonany na przykład szczegółowy szkic geologiczny np. w skali 1:10 000 czy większej oparty o siatkę płytkich wierceń lub szurfów, co umożliwiłoby dowiązanie do odsłaniających się wychodni starszych skał czy osadów. Autor zbyt dużo swobody w analizie zostawił różnicom oporności elektrycznej ośrodka skalnego, które zależą w głównej mierze od składu litologicznego ośrodka oraz jego zawodnienia. Efektem wątpliwości Autora były na przykład opisy wydzieleni na figurze 18: 'gravity flows or another facies complex...'.  
.

W podrozdziale tym Autor prawie 1 stronę poświęcił na wskazanie błędów poczynionych przez innych badaczy Barskiego i Mieszkowskiego (2014). Te uwagi powinny być przeniesione do Dyskusji, czyli Rozdziału 7, gdzie mógłby zaprezentować swoje polemiczne poglądy.

#### Uwagi do stosowanych opisów dotyczącej uskoków i spękań

Autor prezentując wyniki badań na uczytelnionych zdjęciach powinien przedstawić pomiary powierzchni uskoków czy spękań. Umożliwiłoby to interpretację sieci uskoków i spękań. Jest to konieczne przy rozpoznawaniu z jakiego rzędu uskokiem mamy do czynienia np. czy z uskokiem wchodzącym w skład strefy uskoku głównego, czy z uskokiem podrzędnym, nie mającym wielkiego wpływu na tektonikę rowu krzeszowickiego.

Doktorant w opisie uskoków normalnych podaje ich kąty upadu od  $70^\circ$  do  $90^\circ$ . Dyskusyjne jest powstanie uskoków normalnych o takich stromych powierzchniach w obrębie skał węglanowych. Podanie, że są to uskoki normalne o kątach upadu  $90^\circ$  wskazuje na możliwość odmłodzenia np. powierzchni uskoków przesuwczych lub powstanie uskoków na powierzchniach warstw wychylonych pod tak stromym kątem. Ten ostatni przypadek jest raczej wykluczony, co wynika z przekroju geologicznego zaprezentowanego w rozprawie (figura 3), gdzie warstwy są pokazane w położeniu poziomym.

Pewnym błędem jest również opisanie przez Autora struktury tektonicznej widocznej na figurze 11B jako zespołu ciosu. Przedstawiona struktura jest przykładem hybrydowo-ścięciowych sprzężonych 2 zespołów uskoków normalnych. Można się zgodzić z Autorem, że mogła tu wystąpić trudność z interpretacją, bo jest to przykład sprzężonych zespołów uskoków normalnych o wyjątkowo niewielkim podwójnym kącie ścięcia, co może wyglądać jak pojedyncza powierzchnia spękania.

Podobnie na figurze 32 widoczna jest strefa 2 sprzężonych uskoków normalnych a nie powierzchnia ciosu. Te moje uwagi nie zmieniają w jakimś istotnym stopniu interpretacji Autora odnośnie występowania przejawów tektoniki ekstensyjnej na badanym obszarze. Potwierdzają rolę uskoków normalnych, które powinny być powszechne w skałach górnej jury. Autor miał powiązać aktywność tych struktur tektonicznych z osadami splayów grawitacyjnych, co też uczynił.

W dalszej części sugeruję, żeby Doktorant zwrócił uwagę na pisownię *en échelon* a nie *en echelone* (str. 8). Autor użył w rozprawie terminu 'discontinuity' (str. 19) w odniesieniu do uskoku Kraków-Lubliniec, stanowiącego granicę pomiędzy blokami górnośląskim i małopolskim. Termin ten lepiej pomijać, gdyż termin nieciągłość nie wnosi dużo do wiedzy

czym jest dana strefa deformacji. Jeżeli możemy daną strukturę tektoniczną nazwać uskokiem, to tak powinniśmy uczynić.

Autor powinien unikać w swoim tekście stwierdzeń typu „z tektonicznego punktu widzenia...”, „ze strukturalnego punktu widzenia (np. str. 18)” itd., tym bardziej że dokładnie zamienił miejscami te pojęcia. Tektonika jest nauką o budowie np., płyt litosferycznych, co jest zjawiskiem o znacznie szerszej skali niż badania strukturalne, które można przeprowadzić w pojedynczym odsłonięciu. Podobna uwaga dotyczy stwierdzenia „ze stratygraficznego punktu widzenia...”. Są to zdecydowanie zbędne określenia.

Wydaje się, że pewne stwierdzenia Doktoranta, m.in. oparte o wyniki analizy mikrofacjalnej w odniesieniu do uskoków synsedymencyjnych są nieco zbyt zdecydowanie zaakcentowane. Dotyczy to na przykład stwierdzenia (str. 9), że obecność tak rozpoznanej synsedymencyjnej późnojurajskiej aktywności tektonicznej jest dowodem na aktywność uskoków w czasie powstawania rowu krzeszowickiego. Można się zgodzić częściowo z tym stwierdzeniem, ale w tym przypadku o wiele bardziej słuszne jest odniesienie do dalszych partii tekstu, gdzie wskazane są różnice w rozwoju górnourajskich wapieni wzdłuż północnej krawędzi rowu krzeszowickiego względem jego partii wewnętrznych. Słuszne jest podkreślenie zwiększanie się miąższości osadów górnourajskich w kierunku partii wewnętrznych rowu jak i układ wiekowy, gdzie młodsze warstwy są stwierdzane w jego partiach centralnych. Te partie tekstu powinny być zamienione. Najpierw powinny być podane dowody na możliwość powstania rowu krzeszowickiego w późnej jurze, a potem powinny być dodawane kolejne dowody aktywności tektonicznej w tym czasie. Opis spływów grawitacyjnych osadów powinien być przedstawiony w odniesieniu do najważniejszych odsłonień dokumentujących synsedymencyjną tektonikę na całym świecie. W rozprawie tej Autor odniósł się głównie do prac polskich, co nie daje poglądu na skalę opisywanych zjawisk w obrębie pasywnego brzegu oceanu Tethys.

#### **4. Wnioski końcowe**

Reasumując, stwierdzam, że rozprawa Pana mgr inż. Tomasza Woźniaka poszerza i systematyzuje stan wiedzy o początkach powstawania rowu krzeszowickiego.

Praca ta zawiera również szereg interesujących elementów stanowiących niewątpliwie oryginalny dorobek Autora.

Praca doktorska Pana mgr inż. Tomasza Woźniaka pt. ”The development of Upper Jurassic gravity flow deposits from the northern and southern margins of the Krzeszowice Graben” („Wykształcenie górnourajskich osadów spływów grawitacyjnych na północnym

i południowym obrzeżeniu Rowu Krzeszowickiego”) spełnia warunki i wymagania Ustawy z dnia 14 marca 2003 roku (Dz.U. z 2017 r., poz. 1789 z późn. zm.) o stopniach naukowych i tytule naukowym oraz o stopniach i tytule w zakresie sztuki. Recenzowana rozprawa doktorska spełnia również art. 187 Ustawy z dnia 20 lipca 2018 roku Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce (Dz.U. z 2018 r., poz. 1668 z późn. zm.) w brzmieniu:

- 1. Rozprawa doktorska prezentuje ogólną wiedzę kandydata w dyscyplinie albo dyscyplinach oraz umiejętność samodzielnego prowadzenia pracy naukowej lub artystycznej.*
- 2. Przedmiotem rozprawy doktorskiej jest oryginalne rozwiązanie problemu naukowego, oryginalne rozwiązanie w zakresie zastosowania wyników własnych badań naukowych w sferze gospodarczej lub społecznej albo oryginalne dokonanie artystyczne.*

Biorąc pod uwagę spełnienie tych warunków i wymagań oraz moją pozytywną ocenę rozprawy doktorskiej, wnioskuję o przyjęcie rozprawy doktorskiej przez Radę Dyscypliny Naukowej „Nauki o Ziemi i Środowisku” Akademii Górniczo-Hutniczej im. Stanisława Staszica w Krakowie oraz dopuszczenie Pana mgr inż. Tomasza Woźniaka do publicznej obrony rozprawy doktorskiej.

  
prof. dr hab. Andrzej Konon