

dr hab. inż. Piotr Krzywiec, prof. nadzw. ING PAN
Instytut Nauk Geologicznych PAN
ul. Twarda 51/55
00-818 Warszawa
email: piotr.krzywiec@twarda.pan.pl

Warszawa, 2016/05/03

Recenzja rozprawy doktorskiej
Pana mgr Macieja Tomaszczyka zatytułowanej
„Ewolucja tektoniczna centralnej części basenu lubelskiego”

Recenzowana praca doktorska została przygotowana w Państwowym Instytucie Geologicznym – Państwowym Instytucie Badawczym w Warszawie pod kierunkiem dr hab. Marka Jarosińskiego, prof. nadzw. PIG-PIB. Stanowi ona interesujące studium geofizyczno – geologiczne dotyczące paleozoicznej ewolucji centralnej części basenu lubelskiego. Podstawowym materiałem badawczym były dane sejsmiki refleksyjnej, skalibrowane licznymi głębokimi otworami wiertniczymi. Dodatkowo wykorzystane zostały również dane grawimetryczne oraz wyniki profilowań strukturalnych rdzeni wiertniczych, w znacznej części będące efektem prac Doktoranta. Uzyskane wyniki były prezentowane na międzynarodowej konferencji (CETEG 2015), są już – z tego co wiem – przynajmniej w części złożone do druku.

Na samym początku tej recenzji chciałbym podkreślić, że praca doktorska P. Tomaszczyka została przygotowana w bardzo specyficznym okresie. Mniej więcej w latach 2006 – 2008 rozpoczęła się w Polsce „rewolucja łupkowa” co spowodowało, iż na dużych obszarach Polski pomierzono ogromną ilość nowych danych sejsmicznych, odwiercono również kilkadziesiąt głębokich otworów. Wyniki tych prac w znikomym stopniu są publicznie dostępne. Doktorant, pracując od kilku lat w PGNiG, miał dostęp do bogatej bazy danych sejsmicznych i otworowych znajdującej się w tej firmie. Nie są to jednak wszystkie dane z obszaru jego badań - m.in. w rejonie Lublina od wielu lat działa również firma Orlen Upstream, która pomierzyła tam dane sejsmiki 2D i 3D, na obszarze elewacji radomsko – kraśnickiej firma Chevron pomierzyła stosunkowo gęstą siatkę profili 2D, a cały obszar został przecięty przez unikatowe, regionalne głębokie profile sejsmiczne projektu PolandSPAN. Działania wielu firm i grup badawczych (AGH, ING PAN etc.) wykorzystujących różne zestawy danych związane była z opracowywaniem różnych modeli geologicznych, dotyczących mniejszych bądź większych fragmentów obszaru, którym w swoim doktoracie zajął się P. Tomaszczyk. Wykorzystanie przez różne grupy interpretacyjne różnych danych spowodowało, iż uzyskiwane przez te wyniki częściowo się różniły. Wyniki te zostały częściowo zaprezentowane publicznie, jednak w większości są zawarte albo w różnego rodzaju opracowaniach archiwalnych albo, w najlepszym wypadku, w złożonych do druku ale nadal jeszcze nie opublikowanych artykułach. W wielu przypadkach – a dotyczy to również mojej własnej osoby i moich własnych wcześniejszych publikacji – uzyskane w ostatnich latach wyniki pozwoliły na istotną modyfikację poglądów w stosunku do wcześniej proponowanych modeli. Wszystko to stanowi bardzo specyficzne warunki brzegowe dla pracy doktoranckiej P. Tomaszczyka – różne dyskutowane przez niego modele straciły już swoją aktualność, są już w druku prace, częściowo oparte o dane do

których Doktorant nie miał dostępu, dokumentujące nowe modele, częściowo zgodne z tym co zaprezentowano w recenzowanej pracy doktorskiej a częściowo dość mocno odmienne. Można w związku z tym sądzić, że w stosunkowo niedługim czasie różne elementy modelu zaproponowanego przez Doktoranta zostaną potwierdzone w oparciu o interpretację innych danych z tego obszaru, niektóre – choć jest to już moje nieco pewnie subiektywne zdanie – trzeba będzie zmodyfikować. Wszystko to jest efektem przygotowania pracy doktorskiej w tym bardzo specyficznym dla polskiej geologii okresie gwałtownego napływu nowych danych i dużej aktywności różnych zespołów interpretacyjnych. Chciałbym jednak bardzo mocno podkreślić, iż absolutnie w żadnej mierze nie umniejsza to wartości pracy doktorskiej P. Tomaszczyka, która poprawnie i w nowatorski sposób dokumentuje obecny stan rozpoznania tektoniki centralnej części basenu lubelskiego oparty o jego autorskie modele.

Recenzowana praca doktorska łącznie ze spisem literatury liczy 129 stron i składa się z 9 rozdziałów: **(1) Wstęp, (2) Metodyka analiz i dane do badań, (3) Badania tektoniczne rdzeni wiertniczych, (4) Budowa geologiczna obszaru badań, (5) Ewolucja strukturalna basenu lubelskiego w świetle przeprowadzonych badań, (6) Dyskusja wyników badań w świetle dotychczasowych poglądów na tektonikę basenu lubelskiego, (7) Podsumowanie, (8) Spis literatury, (9) Spis rycin i tablic.** Praca jest bogato ilustrowana, w tekście znajduje się 38 figur, dodatkowo Doktorant przygotował 40 większego formatu załączników (mapy, zinterpretowane profile sejsmiczne etc.) oraz 5 tablic z fotografiami rdzeni wiertniczych. Pomysł z wykorzystaniem wielkoformatowych załączników do prezentacji np. wyników interpretacji profili sejsmicznych tylko w części uważam za dobry: z jednej strony umożliwia to oglądanie danego profilu w trakcie lektury różnych części tekstu, jednak konieczność rozkładania tak dużych załączników powoduje, że analizowanie kilku z nich jednocześnie przeradza się momentami w małą ekwilibrystkę ... W większości przypadków zinterpretowane profile sejsmiczne można było umieścić w tekście jako figury, ich rozdzielczość i informatywność na pewno by na tym nie straciła a lektura doktoratu byłaby jednak wygodniejsza. W postaci załączników można było przygotować regionalne profile sejsmo-geologiczne etc. W obręb tekstu lepiej też było włączyć tablice z fotografiami rdzeni. Tak duża liczba luzem dołączonych w większości poskładanych załączników niesie za sobą jeszcze jedno niebezpieczeństwo – z biegiem czasu, w trakcie lektury tego opracowania przez kolejnych czytelników (a potencjalnie może ich być całkiem sporo) w trakcie ich składania i rozkładania na pewno będą ulegały zniszczeniu, może się również zdarzyć, że niektóre z nich zaginą, to częste w przypadku luźnych załączników. Pomijając jednak kwestię sposobu integracji ilustracji z tekstem trzeba podkreślić, że są one wszystkie wysokiej jakości, cała praca przygotowana została na wysokim poziomie edycyjnym.

W pierwszym rozdziale (Wstęp) Doktorant pokrótce opisał obszar badań lokując basen lubelski na szerszym, regionalnym tle, omawiając jego relacje do innych jednostek geologicznych wyróżnianych w planie paleozoicznym tej części Europy. Moim zdaniem tak zatytułowany rozdział powinien być tym, czym jest klasyczne *Introduction* w każdym artykule – wprowadzeniem do problematyki zrealizowanych prac, badawczych ze wskazaniem głównych zagadnień, którym w danej pracy się zajęto, natomiast wszystko to co zostało zawarte w pierwszym

rozdziale doktoratu powinno się znaleźć w rozdziale zatytułowanym „Budowa geologiczna obszaru badań” czy jakoś podobnie. Pomijając już tę kwestię, jednego mi w tym rozdziale brakuje – klarownej definicji basenu lubelskiego jako takiego ... Problem ten pojawia się w dalszych częściach doktoratu (podrozdział 2.6), jednak podanie takiej definicji – ze wszystkimi niuansami wynikającymi z obecnego stanu rozpoznania z geologii paleozoiku w tej części Polski – już na samym początku pracy dużo lepiej zdefiniowałoby punkt odniesienia dla dalszej części tekstu. Omawiając granice basenu lubelskiego Doktorant napisał, iż od SW graniczy on wzdłuż strefy uskoku Nowe Miasto – Radom z blokiem łysogórskim, wskazując przy tym na m.in. moje dwie prace z lat 2007 i 2009. W pracach tych wyróżniany jest jednak uskok Nowe Miasto – Zawichost, który – i to jest najważniejszy problem - moim zdaniem odegrał istotną rolę w trakcie mezozoicznej ewolucji tego rejonu a nie w paleozoiku. Zagadnienie to opisane zostało szczegółowo w wieloautorskiej pracy z 2009, która jednak nie została przez Doktoranta zacytowana.

„Klasycznie” basen lubelski utożsamiany jest z obszarem występowania utworów karbonu – w pełni się zgadzam z Doktorantem (i innymi autorami, wcześniej to postulującymi), iż paleozasięg karbońskiej pokrywy osadowej musiał być w kierunku na SW dużo większy (najprawdopodobniej aż po GZW), ale w tym kontekście, bez podanych jasnych definicji omawianych jednostek, trochę trudno mi zrozumieć, co Autor miał na myśli pisząc o granicy basenu lubelskiego i bloku łysogórskiego stawianej na uskoku Nowe Miasto – Radom (czy też nowe Miasto – Zawichost). Uskok ten w planie paleozoicznym nie jest zupełnie widoczny. W tym kontekście niezbyt jasne może być dla czytelnika nie w pełni zaznajomionego ze szczegółami budowy geologicznej tej części Polski, dlaczego do basenu lubelskiego włączona została również elewacja radomsko – kraśnicka (*nota bene* nie Radomsko – Kraśnicka, jak napisał Doktorant ...), w obrębie której na opublikowanych mapach nie ma utworów karbońskich. Opisując basen lubelski (bez zastrzeżenia, że opis ten miałby dotyczyć tylko jego centralnej części przeanalizowanej w doktoracie) Autor wyróżnił w nim 3 jednostki niższego rzędu pomijając jednak milczeniem fakt, iż taki podział stosowalny jest tylko dla centralnej (i NW) części basenu. Część SE, w której strefa uskoku Kocka nie występuje, nie może być dzielona na synklinorium lubelskie i podniesienie hrubieszowskie. W podrozdziale 1.2 opisane zostało dość szczegółowo wypełnienie osadowe basenu lubelskiego. Autor wykorzystał w tym celu szereg opracowań poświęconych głębokim otworom badawczym PIG (nazwa otworu Busuwno oczywiście powinna być napisana jako Busówno) oraz innego rodzaju prace szczegółowe i regionalne. Prac tego typu jest wielka mnogość, bardzo słusznie Doktorant skupił się na cechach wypełnienia osadowego, mogących świadczyć a aktywności tektonicznej w obrębie basenu lubelskiego takich jak zmiany miąższości czy też lateralne zmiany facjalne. W opisie utworów karbonu znalazło się niezrozumiałe zdanie (str. 8): „W części osiowej synklinorium, gdzie wielkość erozji mającej, która rozpoczęła się w późnym westfalu jest najmniejsza, zachowało się do 2400 m karbonu”. Autor odnosi się do różnych publikacji stawiając tezę, iż karbon na obszarze elewacji radomsko – kraśnickiej nie występuje, co jednak nie jest prawdą, na co wskazują wyniki prac wiertniczych wykonanych przez firmę Chevron. Dane te nie są jednak publicznie dostępne i Doktorant nie mógł ich uwzględnić; stanowi to ilustrację problemu, o którym napisałem powyżej. Ostatni podrozdział 1.3 poświęcony jest omówieniu dotychczasowych poglądów na budowę i ewolucję geologiczną basenu lubelskiego. Omówienie to jest poprawne i syntetycznie pokazuje zmiany

poglądów na budowę geologiczną Lubelszczyzny, choć nie są w nim z oczywistych powodów uwzględnione poglądy z prac będących obecnie w druku.

Podrozdział 1.5. (Cel pracy) powinien być stanowić zakończenie rozdziału zatytułowanego Wstęp po zmianach opisanych powyżej (tj. po przeniesieniu opisu geologicznego do osobnego rozdziału). Zawiera on syntetyczne podsumowanie głównych problemów badawczych, jakimi zajmował się Doktorant w swoich badaniach.

Rozdział 2 zatytułowany został „Metodyka analiz i dane do badań”, ale tytuł ten niepoprawnie oddaje jego zawartość. Zawiera on w rzeczy samej informacje o danych wykorzystanych do analiz oraz o metodyce przeprowadzonych badań w zakresie interpretacji danych sejsmicznych (w tym co do przejścia z domeny czasu do domeny głębokości), grawimetrycznych i otworowych (rdzenie, upadomierz), jednak oprócz tego zawiera on już opis wielu uzyskanych wyników, co nie jest zgodne z tytułem tego rozdziału. Na ryc. 7 pokazano lokalizację danych sejsmicznych w obrębie basenu lubelskiego – ze względów o których pisałem powyżej mapa ta jednak nie jest kompletna, gdyż nie pokazuje – o czym wspominam z kronikarskiego obowiązku - danych Orlen Upstream z rejonu Lublina, danych Chevron Polska z elewacji radomsko – kraśnickiej oraz regionalnych profili PolandSPAN. W podrozdziale opisana została procedura korelacji danych otworowych z danymi sejsmiki refleksyjnej z wykorzystaniem sejsmogramów syntetycznych. Opis jest dość krótki jednak – biorąc również pod uwagę, iż Autor nie jest geofizykiem – w pełni poprawny. Brakuje w nim może choćby krótkiej informacji na temat sygnałów sejsmicznych użytych do konstrukcji sejsmogramów syntetycznych, jedynie w podpisie do ryc. 8 jest krótka informacja o tym, iż sygnał był ekstrahowany z danych rzeczywistych. Moje własne doświadczenia w interpretacji danych sejsmicznych z tego rejonu wskazują, iż w przypadku danych sejsmicznych pomierzonych w różnych latach i poddanych bardzo różnemu *processingowi* dobre lepsze rezultaty może dać również wykorzystanie sygnałów teoretycznych, odpowiednio dobranych do konkretnego typu danych sejsmicznych. Również metod ekstrakcji sygnału sejsmicznego z danych rzeczywistych jest wiele, warto było napisać jaką metodę wykorzystano w tym przypadku. Problem ten mógł mieć znaczenie dla mniej „oczywistych” granic sejsmicznych, takich jak np. strop syluru. Są to oczywiście problemy „kuchni geofizycznej”, nie mające aż tak dużego znaczenia w kontekście bardziej regionalnej interpretacji tektonicznej. W tej części znalazło się jedno niejasne stwierdzenie (str. 20) – że w „... SE części synklinorium lubelskiego oraz elewacji Gorzkowa wyinterpretowano w miarę ciągły horyzont sejsmiczny związany z kompleksem sylursko-dolnodewońskim”, to chyba pomyłka bądź nadmierne uproszczenie bo trudno mi sobie wyobrazić horyzont związany z całym tym, dużej przecież miąższości, kompleksem ...? Nie podano również metodyki konstrukcji mapy grawimetrycznej pokazanej na ryc. 9. W podpisie do ryc. 9 znajduje się informacja, iż jest to mapa anomalii rezydualnych siły ciężkości, natomiast w znajdującym się bezpośrednio poniżej tekście jest stwierdzenie, iż „w związku z tym, że zbiory te różnią się zastosowanymi parametrami przetwarzania, wartości anomalii rezydualnych siły ciężkości dla mapy wynikowej nie są przedstawione (Rys. 9.)”. Co w takim razie jest pokazane na ryc. 9 ...? W kontekście danych grawimetrycznych mam jeszcze jedną uwagę formalną – podano, iż część danych wykorzystanych do konstrukcji mapy udostępniona została przez dr Z. Peteckiego z PIG – zgoda na wykorzystanie danych powinna chyba pochodzić od

właściciela danych tj. Skarbu Państwa, i powinna być pozyskana standardową drogą poprzez Ministerstwo Środowiska i PIG / NAG?

Podrozdział 2.3 zawiera opis metodyki analiz strukturalnych rdzeni wiertniczych z 14 otworów; wyniki tych prac zawarte są w osobnym rozdziale 3. Już w tej części recenzji chciałbym podkreślić bardzo cenne połączenie analiz różnego rodzaju ale mocno komplementarnych danych (sejsmika, grawimetria, rdzenie), stanowiące o dużej wartości dodanej doktoratu.

Podrozdział 2.4 poświęcony został analizie danych z upadomierza i skanera otworowego. Dane tego typu stanowią niesłychanie cenne uzupełnienie profilowań strukturalnych rdzeni wiertniczych. Dane upadomierza dostępne były dla 7 otworów, dane skanera akustycznego dla 2 otworów.

W podrozdziale 2.5 omówiono problemy związane z przejściem z domeny podwójnego czasu propagacji fal sejsmicznych do domeny głębokościowej tj. metodykę konstrukcji modeli prędkościowych oraz map głębokościowych. Raz jeszcze chciałbym z uznaniem podkreślić, iż Doktorant w swoich pracach zagłębił się również w różne szczegóły *stricte* geofizycznych aspektów interpretacji danych sejsmicznych, dzięki czemu powstała praca o multidyscyplinarnym charakterze. Opisana metodyka jest w pełni poprawna i pozwoliła na opracowanie wiarygodnych map głębokościowych dla wybranych granic stratygraficznych, które następnie wykorzystane zostały do analiz tektonicznych. Mapy sejsmiczne zostały poparte analizami wykorzystującymi mapy grawimetryczne.

Podrozdział 2.6 zatytułowany „Stosowane nazewnictwo” powinien moim zdaniem zdecydowanie znaleźć się w innym miejscu, w rozdziale poświęconym geologii obszaru badań. Dopiero tutaj, na 32 stronie doktoratu, wyjaśnione zostały pewne problemy terminologiczne, to wszystko powinno być zostać omówione wcześniej, na etapie prezentacji regionalnej geologii Lubelszczyzny, takie podejście byłoby zdecydowanie bardziej spójne i klarowniejsze.

Rozdział 3 zawiera szczegółowe omówienie wyników wykonanych przez Doktoranta analiz strukturalnych rdzeni wiertniczych. Omówiono je dla każdego z otworów osobno, w niektórych przypadkach łącząc opisy rdzeni z analizą danych otworowych (upadomierz). Wyniki analiz rdzeni są rzecz jasna w skali profili sejsmicznych bez mała punktowe, jednak dostarczyły one niezależnej informacji o reżimach tektonicznych zapisanych w badanych skałach paleozoiku, bardzo cennej jako materiał kalibrujący dla tektonicznej interpretacji danych sejsmicznych. Uzyskane wyniki pozwoliły na postawienie tezy o kompresyjnym reżimie późnokarbońskiej inwersji basenu lubelskiego z istotnym udziałem transpresji. Struktury ekstensyjne są dużo rzadziej obserwowane i mają bardzo niewielkie rozmiary.

Rozdział 4 to kluczowa część całej rozprawy doktorskiej P. Tomaszczyka. Zatytułowany on jest „Budowa geologiczna obszaru badań” – taki tytuł mógłby sugerować, że jest to rozdział wstępny, opisujący geologię Lubelszczyzny, podczas gdy jest to kluczowy rozdział zawierający kluczowe wyniki interpretacji danych sejsmicznych (z odniesieniami do analiz rdzeni etc.). Rozdział ten zawiera również próbę, jak to kreślił Autor, „odczytania kolejności zdarzeń tektonicznych”, które

uksztaltowały analizowaną część basenu lubelskiego. Biorąc to pod uwagę sędzę, że dużo lepszy byłby tytuł „Budowa i ewolucja geologiczna obszaru badań w oparciu o wyniki interpretacji danych sejsmicznych” czy coś podobnego, wynikałoby z niego jednoznacznie, że zawiera on wyniki prac Doktoranta a nie przegląd literaturowy wcześniejszych prac.

Analiza danych sejsmicznych przedstawiona została z podziałem na szereg jednostek różnego rzędu (podrozdziały 4.2 – 4.9). Trochę w tym podziale jest chaosu. W rozdziale 1 Autor omówił trójpodział obszaru badań na elewację radomsko – kraśnicką, synklinorium lubelskie i elewację hrubieszowską, i chyba rozsądnie było się tego podziału trzymać w trakcie opisu wyników interpretacji. W podrozdziale 4.2. wyróżnione zostało synklinorium lubelskie dla którego opisano 11 niższego rzędu obiektów, z których część nazwana została strukturami (Niedrzwicy-Belżyc, Radawca, Mełgwi, Ciecierzyna), część synklinami (Bychawy, Izbicy, Puław, Kazimierzówki, Stoczka – Dorohucz, Piasek) a jeden z obiektów został nazwany antykliną (Abramowa). Jak można się domyślać Doktorant wykorzystał nieco żargonowe określenie „struktura” funkcjonujące w przemyśle naftowym jako synonim obiektu antyklinalnego będącego potencjalnym celem prac poszukiwawczych, ale dlaczego struktura Abramowa została nazwana antykliną? Lepiej było się trzymać jednolitej terminologii – jeśli obiekty antyklinalne / lokalnie elewowane miałyby być nazywane strukturami to lepiej było być konsekwentnym i analogicznie nazwać strukturę Abramowa. Z drugiej strony wykonanie analiz (a przynajmniej taki ich opis) osobno dla obiektów antyklinalnych i osobno dla obiektów synklinalnych w sytuacji gdy jedne są położone obok drugich stanowiąc części tego samego systemu deformacji tektonicznych też nie jest w pełni naturalny.

W przypadku struktur (antyklinalnych i synklinalnych) znajdujących się w obrębie synklinorium lubelskiego istotnym problemem było bardzo słabe obrazowanie sejsmiczne dla głębszych interwałów, generalnie dla dewonu dolnego i starszych skał. Z danych dostępnych dla tej części basenu lubelskiego jedynie profile projektu PolandSPAN pokazują – i to bardzo precyzyjnie – budowę geologiczną całej pokrywy osadowej aż do stropu podłoża krystalicznego. Autor jednak do tych danych nie miał dostępu, więc oczywiście swoich wniosków na nich nie mógł oprzeć. Przedstawione w doktoracie interpretacje dla tych głębszych interwałów głębokościowych traktować trzeba jako hipotetyczne – moim, na pewno częściowo subiektywny zdaniem część z zaproponowanych rozwiązań ulegnie z czasem modyfikacji, co jednak nie umniejsza wagi interpretacji zawartej w doktoracie, styl strukturalny zaproponowany dla struktur występujących w obrębie synklinorium lubelskiego zakładający ich naskórkowy charakter i wiek waryscyjski jest bez wątpienia poprawny.

Interpretacja dla elewacji radomsko – kraśnickiej i stanowiącej jej NE granicę stref uskoku Ursynów – Kazimierz i Izbica – Zamość była najtrudniejsza do wykonania ze względu na słaby stopień pokrycia sejsmicznego i zarazem duży stopień deformacji tektonicznych. Dla tej części obszaru badań dostępne są głębokie profile projektu PolandSPAN, profil PolCrust (omówiony w doktoracie w oparciu o publikację) oraz stosunkowo gęsta siatka profili wykonanych dla firmy Chevron. Dane te wyjaśniają wiele szczegółów, których w oparciu o dane z lat 1997 – 1998 pomierzone dla firmy Apache i nieliczne starsze dane PBG nie dało się przeanalizować. Doktorant stawia tezę, iż strefy uskoku Ursynów – Kazimierz i Izbica – Zamość są systemem uskoku nasuwczych, wzdłuż których w późnym

karbonie blok tworzący obecnie elewację radomsko – kraśnicką został nasunięty na NE, na utwory karbońskie i starsze synklinorium lubelskiego. Postawiona teza o modelu nasuwczym jest moim zdaniem w 100% słuszna, choć zaproponowane modele strukturalne dla stref uskokowych Ursynów – Kazimierz i Izbica – Zamość (zał. 37) w różnych swoich szczegółach ulegną modyfikacji, na co bez wątpienia wpływ będzie miało uwzględnienie nowych danych, pokazujących budowę geologiczną na poziomie dolnego paleozoiku – prekambriu, co na materiałach zaprezentowanych w doktoracie traktowane jest jedynie jako hipotetyczne rozwiązania. Przy braku dostępu do tych dodatkowych danych Doktorant oczywiście nie miał innego wyjścia.

Doktorant zaproponował ciekawy model dla strefy Kocka. Zasadnicze elementy tej struktury zgadzają się z wcześniej opublikowanymi modelami zakładającymi występowanie jej głębszego (zakorzonego w podłożu krystalicznym) segmentu związanego z uskokiem odwróconym oraz płytszego segmentu związanego z naskórkowym nasunięciem waryscyjskim. Zasadniczą nowością jest teza, że obserwowane współcześnie zmiany miąższości utworów sylurskich w otoczeniu strefy Kocka są efektem ekstensyjnej, synsedymenacyjnej aktywności uskoku tworzącego głębszy segment tej strefy. Teza ta jest frapująca i niewątpliwie warta przedyskutowania. Należy jednak wziąć pod uwagę niezbyt wysoką jakość danych sejsmicznych w tej strefie (syntektoniczny wzrost miąższości utworów syluru w kierunku na SW, w stronę strefy Kocka, został zaproponowany przez Autora tylko na jednym profilu sejsmicznym, zał. 31) oraz niejednoznaczności w identyfikacji stropu i spągu syluru po SW stronie strefy Kocka związane z brakiem wystarczająco głębokich otworów w tej części basenu (a ma to kluczowe znaczenie dla kwestii zmian miąższości syluru w jej otoczeniu). Tak jak o tym wspomniał Doktorant w tekście doktoratu, równolegle opracowany został alternatywny model kładący znacznie większy nacisk na procesy tektoniczne odpowiedzialne zaobserwowaną współcześnie geometrię utworów sylurskich. Bez wątpienia czas i przyszłe interpretacje oparte również na innych danych pokażą, który model jest poprawny.

Osobną kwestią jest wytłumaczenie regionalnych powodów postulowanej sylurskiej ekstensji w obrębie strefy Kocka (i strefy Wilczopola). Zrzuty w skali setek – tysięcy metrów w kierunku na NE nie odpowiadają regionalnemu modelowi depozycji utworów sylurskich Lubelszczyzny w dystalnej części przedgórskiego zapadliska Kaledonidów (wówczas zrzuty powinny być generalnie na SW). Wzmiankowane w tekście dane sejsmiki 3D ze wschodniego segmentu basenu lubelskiego (str. 92) – również i mi znane – owszem nieźle obrazują sylurską ekstensję jednak w tym rejonie zrzuty są na SW i są dużo mniejsze niż te, które Autor zaproponował dla strefy Kocka. Tego typu sytuacja jest zgodna z modelem zakładającym powstanie tych deformacji na dalekim przedpolu orogenu kaledońskiego, jednak nie ma to jednoznacznego przełożenia na zaproponowany model dla strefy Kocka.

Ciekawy model został zaproponowany dla późnodewońskiego etapu ewolucji basenu lubelskiego. Doktorant zaproponował model zakładający dużą rolę regionalnego fałdowania czy też wyboaczania (*buckling*) litosfery prowadzącego do powstania szerokopromiennej synkliny, tworzącej późnodewoński basen sedymenacyjny. Model ten zgodny jest z widocznymi na sejsmicie zmianami miąższości utworów dewońskich, jego implikacją jest – na co wskazano wprost w

tekście – kompresyjna geneza tej fazy subsydencji. Brakuje tutaj jednak analizy potencjalnych regionalnych mechanizmów, które miałyby doprowadzić do tej, siłą rzeczy istotnej, kompresji.

Rozdział 6 zawiera dyskusję wyników wykonanych interpretacji w kontekście wcześniej zaproponowanych modeli ewolucji geologicznej basenu lubelskiego. Autor pokrótce opisał wydzielone przez siebie etapy rozwoju synklinorium lubelskiego. Pierwszym z nich był etap późnodewoński, kiedy to w efekcie kompresji miało dojść do regionalnego wyboczenia litosfery i powstania synklinalnego basenu osadowego. Model ten jest zupełnie odmienny od tego, co proponowano dotychczas w literaturze. W tym miejscu bardzo by jednak była przydatna choć krótka dyskusja na temat regionalnych procesów geologicznych, które mogłoby skutkować taką kompresją – bez tej dyskusji i bez osadzenia tego etapu rozwoju basenu lubelskiego w szerszym kontekście geodynamicznym zaproponowany mechanizm subsydencji jest wprowadzony trochę na sposób antyczny jako *Deus ex machina*, bez solidnego uzasadnienia. Nie oznacza to, że nie jest on poprawny, jednak bez wątplenia przed jego opublikowaniem tego typu uzasadnienie powinno zostać zaproponowane. Brakuje też dyskusji stosowności tego modelu dla bardziej SE części basenu lubelskiego, który charakteryzuje się pod pewnymi względami mocno odmienną budową geologiczną, z zastosowaniem zaproponowanego kompresyjnego modelu synklinalnego może być tam większy problem. Drugi etap to inwersja w późnym westfalu, w trakcie której doszło do uwypuklenia synklinalnej budowy analizowanej części basenu lubelskiego i rozwoju skomplikowanych stref tektonicznych na jego krawędziach i w części centralnej. w znacznej części o charakterze deformacji naskórkowych. W dalszej części tego rozdziału zaproponowany został model dla strefy Kocka. Jak to podkreślił sam Doktorant, etap sylurskiej ekstensji traktować należy jako hipotetyczny. Wskazał on na możliwą geometryczną charakterystykę strefy uskoku postuluując płytki poziom kompensacji, na głębokościach rzędu kilku kilometrów, rozważając również możliwą rolę uskoku przesuwczego. Jak to już wyżej zostało wspomniane, należało choć pokrótce przedyskutować regionalne uwarunkowania dla takiej ekstensji, gdyż nie jest ona zgodna z ekstensją ugięciową w obrębie dystalnej części kaledońskiego zapadliska przedgórskiego.

W rozdziale 7 zaprezentowane syntetyczne podsumowanie wszystkich wyników przeprowadzonych interpretacji i analiz. Szkoda, że nie zamieszczono tu prostego modelu graficznego typu blokdiagramu, ilustrującego ewolucję przeanalizowanej części basenu lubelskiego – jak wiadomo jedna dobra ilustracja warta jest tysiąc słów ... Warto taki model narysować przed opublikowaniem tych wyników. Na zakończenie Doktorant podkreślił, iż nie wszystkie elementy budowy i ewolucji geologicznej basenu lubelskiego udało mu się jednoznacznie wyjaśnić, i że część wyników traktować należy jako hipotezy, wymagające dalszych studiów. Tak bez wątplenia będzie się działo, Lubelszczyzna to obszar o skomplikowanej ale zarazem bardzo ciekawej budowie geologicznej na którym pozyskano w ostatnich latach wiele nowych danych, które z pewnością pozwolą na zaproponowanie wielu nowych rozwiązań.

Reasumując, można stwierdzić, iż pomimo pewnych braków recenzowany doktorat to dojrzałe studium tektoniczne oparte na analizie danych sejsmicznych i danych otworowych. Praca bez wątplenia stanowi samodzielny dorobek Doktoranta i dokumentuje jego wiedzę teoretyczną dotyczącą różnych aspektów tektoniki i

ewolucji basenów osadowych oraz budowy geologicznej i ewolucji SE Polski. Doktorant udowodnił, iż jest w pełni przygotowany do prowadzenia samodzielnych badań naukowych z wykorzystaniem zaawansowanych narzędzi interpretacyjnych. Biorąc to pod uwagę z pełnym przekonaniem mogę stwierdzić, że praca Pana mgr Macieja Tomaszczyka zatytułowana „Ewolucja tektoniczna centralnej części basenu lubelskiego” spełnia wszystkie wymagania stawiane rozprawom doktorskim w stosownej Ustawie o stopniach i tytule naukowym, i w związku z tym wnioskuję do Rady Naukowej PIG-PIB o dopuszczenie Doktoranta do dalszego postępowania w przewodzie doktorskim.

