

Prof. Stanisław Ostaficzuk
Warszawa, 14 września 2015

**Recenzja
rozprawy doktorskiej
pana magistra Krzysztofa Dębniaka**

**pod tytułem:
A Geological Synthesis of Valles Marineris, Mars: Processes and
Landforms**

Recenzja została przygotowana na podstawie pisma Dyrektora d/s Naukowych Instytutu Nauk Geologicznych PAN, z dnia 16 lipca 2015 r.

INFORMACJE PODSTAWOWE

Recenzowana rozprawa, której promotorami byli dr hab. Daniel Mège przy asyście dr Joanny Gurgurewicz została przedstawiona Radzie Naukowej Instytutu Nauk Geologicznych PAN na posiedzeniu w dniu 2 lipca 2015. Część zbroszurowana rozprawy (o wadze 2135 g) składa się z 610 stron zawierających tekst zasadniczy rozprawy, podpisy ilustracji, 4 załączniki graficzne i tabelaryczne, 300 pozycji literatury, strony tytułowe rozdziałów z ilustracjami i mottami oraz trudne do zliczenia barwne i czarnobiałe ilustracje, tabele i odsyłacze do stron Internetu. Poza częścią zbroszurowaną jest jeszcze barwna mapa geomorfologiczna Ius Chasma, obejmująca około 900 km zachodniej części Valles Marineris, Mars w formacie „king size” w trzech sekcjach o łącznej długości 3 m, będąca autorską, graficzną prezentacją części wyników trzynastoletnich zmagania Kandydata z materiałem danych numerycznych i obrazów, uzyskiwaną niemal wyłącznie z ośrodków NASA, jej agencji i współpracujących instytucji. Nie dołączono natomiast elektronicznego lub magnetycznego nośnika treści rozprawy, co stanowiło pewne utrudnienie w recenzowaniu.

Praca jest wyraźnie podzielona na 5 części – A do E z załączoną autorską mapą geomorfologiczną, przedstawiającą w trzech sekcjach w nominalnej skali 1:300 000 Ius Chasma, ważną i ciekawą geologicznie zachodnią część Valles Marineris

Część A Introduction (rozprawa jest napisana w języku angielskim) zawiera ogólny opis problemu badawczego i cel pracy oraz krótko ujętą historię ludzkiego zainteresowania Marsem, równie krótką listę dotychczasowych badań satelitarnych (z zestawieniem misji nieudanych i udanych, oraz plany kolejnych eksploracji - amerykańskich NASA i europejskich ESA). Głównym celem eksploracji jest poszukiwanie ewentualnych śladów, lub przejawów życia biologicznego, dostępności wody oraz możliwości i warunków eksploracji załogowej Marsa. Autor wyjaśnia też genezę nazwy „Marineris”. W dalszej części autor porównuje Mars z pobliską Ziemią, przedstawia charakterystyczne wielkie struktury powierzchni terenu Marsa, dynamikę zjawisk klimatyczno-meteorologicznych, oraz uproszczoną stratygrafię i historię geologicznej aktywności planety. Następnie charakteryzuje emocjonalnie obszar badań - Valles Marineris, oraz omawia w sposób zwięzły dane, ich pozyskiwanie i przetwarzanie oraz związane z tym instrumenty, programy i materiały.

Część B – najobszerniejsza część rozprawy (strony od 46 do 440) zatytułowana Chasmata of Valles Marineris (w swobodnym tłumaczeniu „Wąwozy Dolin Marinera” zawiera w jedenastu podrozdziałach (B1 do B11) systematyczne, szczegółowe opisy 12 wydzielonych dużych „chasm” – gigantycznych podłużnych zagłębień, - (negatywnych struktur terenowych dalej w tej recenzji nazywanych dla ułatwienia percepcji - dolinami) w obszarze Valle Marineris. Całość treści części B jest staranie skompilowana i uporządkowana z kilkuset odsyłaczami do materiałów publikowanych.

Opisy każdej „chasmy” - doliny są ujmowane w dziesięć do trzynastu podrozdziałów, z bardziej szczegółowymi rozróżnieniami w ustępach niższego rzędu. Autor przyjmuje każdorazowo sekwencję opisu od charakterystyki jednostek geologicznych, przez ich genezę, wiek, mineralogię, potem charakteryzuje zbocza ograniczające dolinę z występującymi na nich osuwiskami. Omawia dna dolin i formy występowania tam utworów warstwowych, następnie omawia wydmy i pola wydmowe, kończąc opisy poszczególnych dolin omówieniem warstwowych osadów występujących na przyległych plateau - „wysoczyznach”.

Opisy są uzupełniane ilustracjami – zdjęciami, mapami geologicznymi i izoliniowymi mapami hipsometrycznymi, przekrojami geologicznymi oraz profilami morfologicznymi i kolumnami stratygraficznymi, w różnych skalach i manierach graficznych. Na większości ilustracji są umieszczone skale liniowe, a na barwnych mapach wysokościowych umieszczone są hipsometryczne kolumny barw, z niezrozumiałych powodów zorientowane poziomo (Tu należy podać w obronie Doktoranta, że taka orientacja kolumn wysokościowych występuje na wielu obrazach oryginalnych ze zbiorów NASA). Różnice wysokości, a ściślej głębokości poszczególnych dolin są w przedziale od 4,7 km (Chasma Echus) do 10,3 km (Chasma Coprates, a ich łączne długości - od kilkuset do kilku tysięcy kilometrów. Nachylenia zboczy dolin są w granicach kilku do kilkunastu stopni, tylko główne skarpy osuwiskowe są bardziej strome. Uwaga: Odsyłacz do lokalizacji profilu morfologicznego B.11.2, s. 409, B.11.1b. niejasny.

Część B jest swego rodzaju pasywnym, ale kompletnym zbiorem wiedzy, odnośnikiem do pozostałych części rozprawy.

W części C – Landforms and Processes, która jest najciekawszą w rozprawie, pan mgr Krzysztof Dębniak – Doktorant - przedstawił szczegółowe opisy zboczy dolin (nazywanych walls – „ściany”), omawiając ich kształty i elementy ich budowy geologicznej - warstwowanie i mineralogię skał, oraz tnące je dajki.

W dalszym ciągu części C Kandydat przedstawił lokalizację i uproszczone parametry ponad 200 osuwisk związanych z wysokimi zboczami dolin, ich sytuację geomorfologiczną, wiek, mechanizmy aktywizacji i przemieszczeń, oraz wydzielił odrębną grupę osuwisk rozwiniętych w warstwowych utworach budujących wzniesienia wewnątrz dolin, przypisując im genezę związaną z obciążeniem nadkładu. To zbyt skrótowe ujęcie wymaga dodatkowych wyjaśnień dotyczących przeciążeń dynamicznych powodów przekroczenia („overburden”) wytrzymałości osuwiskowego zbocza wzniesienia wewnątrz dolinowego, które musiały się jakoś utworzyć, i powstania osuwiska. Może odwodnienie zbocza, jego zestromienie wskutek korazji, lub obciążeniowego wyciskania dna doliny? Być może te elementy były brane pod uwagę w innym miejscu, ale tego nie dostrzegłem.

Kolejno są opisane skrótowo dna dolin, ze wskazaniem głębokości ich położenia w Valles Marineris odrębnie dla ich wschodniej, centralnej i zachodniej części. Następnie Kandydat charakteryzuje kilkanaście zespołów utworów warstwowych (Internal Layered Deposits (ILD) w dnach dolin, ich rozprzestrzenienie, wysokość występowania i miąższości, analizuje ich cechy strukturalne, identyfikuje efekty oddziaływania środowiska wodnego i osuwisk. Kolejno analizuje szczegółowo cechy petrologiczne ILD, wreszcie rozważa ich genezę.

Następnie poddaje analizie morfologiczne formy w obrębie Valle Marineris związane z morfortwórczym wpływem wody, wydzielając systemy koryt odpływowych, formy jeziorne, koryta przepływowe nie związane z „jasnymi utworami warstwowymi” na plateau (LLD), koryta przepływowe związane z „jasnymi utworami warstwowymi” na plateau (LLD), oraz formy z wymywania, powodującego inwersję morfologiczną dawnych koryt przepływowych. [Podobne inwersje są spotykane w warunkach ziemskich – obserwowane na Saharze, gdzie koryta dawnych cieków są wyeksponowane w formie żwirowych „dajek”, wyeksponowanych wskutek wywiewania drobnego materiału przykorytowego, otaczającego żwirowe dna i kamieńce koryt rzecznych]; kolejno - są wspomniane struktury nieciągłe występujące w podłożu utworów powierzchniowych i ujawniane w postaci zróżnicowania jasności powierzchni terenu pod wpływem m.in. zmienności poziomu wód podziemnych.

Następne w części C rozprawy, są omówione przejawy i geneza procesów glacialnych i peryglacialnych, w tym związanych ze zboczami dolin i z ich dnami. Odrębnie autor potraktował inne zjawiska związane ze zlodowaceniem – lub zlodowaczeniami. Do tej grupy zjawisk Doktorant zaliczył niektóre kanały z wymywania podłoża, oraz inne formy rozmyć erozyjnych zwłaszcza w obrębie wzgórz wewnątrz dolin.

Do odrębnej grupy zjawisk omawianych w części C Kandydat zaliczył kilka obszarów o nieuporządkowanych formach rzeźby terenu – rozmieszczonych chaotycznie, przypisując ich genezę procesom związanym ze zjawiskami przebieg hydraulicznych, wieczną zmarzliną oraz blokowaniem odpływu wód dolinnych przez lodowce.

Kolejno Doktorant omówił wydmy piaszczyste, które podzielił na kilka typów, a ich pola na kilka klas, zgodnych z akceptowanymi kryteriami w tym względzie na Ziemi. Dalej - scharakteryzował parametry wydm – ich uziarnienie, mineralogię i geometrię - nachylenia i wysokości, oraz ich stosunek do innych form terenu, wreszcie źródło piasku i trasy transportu.

Jako ostatnie zostały przedstawione jasne warstwowane osady na plateau (LLD). Są to stosunkowo cienkie – kilkudziesięciometrowe, osadowe pokrywy terenu. Poszczególne warstwy mają miąższość od około jednego do kilku metrów. Jest domniemanie, że są to osady pyłu lub wulkanicznego popiołu z czasem zdiagenezowane pod wpływem procesów wietrzeniowych.

Część D Ius Chasma – Mapping Results jest podsumowaniem porządkujących prac kartograficznych – *de facto* zasadniczej części rozprawy doktorskiej Autora, bo odwzorowanej w finalnej mapie geomorfologicznej. Zawiera 9 podrozdziałów, o niespójnej niestety, sekwencji i hierarchii, co jednak nie umniejsza ich merytorycznej wartości: D.1. Walls of spur-and-gully morphology (w swobodnym tłumaczeniu bruzdy i skałki zboczowe); D.2. Sapping channels (koryta suffozyjne [zapadliskowe] przepływów podpowierzchniowych); D.3. Pit chains (ciągi zapadlisk sufozyjnych); D.4. Scars and deposits of large landslides (nisze osuwiskowe i koluwia); D.5. Other mass movements (inne ruchy

masowe); D.6. Glacial features (formy lodowcowe); D.7. Floor units (formy dolinne); D.8. Dendritic channels (dentrytyczna sieć cieków); D.9. Eolian landforms and other features (formy eoliczne i inne). Mimo łącznie równorzędnego potraktowania procesów i form, ta część rozprawy została opracowana zwięźle i merytorycznie poprawnie. Autor wykazał się tu umiejętnością zanalizowania bogatego i różnorodnego materiału i go w sposób syntetyzujący, czego efektem są przekonujące ilustracje oraz umiarkowane nawiązywania do zjawiska ziemskich w części D. rozprawy, oraz podsumowująca, dojrzała auto-dyskusja analityczna materiału w 12 aspektach zawarta w części E oraz imponująca mapa geomorfologiczna.

Spis literatury (a raczej źródeł) został sporządzony staranie. Recenzent sprawdzając wrywkowo znalazł tylko jedną [V33.] nieścisłość na 300 cytowań. Spis zwiera wprawdzie większość istotnych merytorycznie pozycji, ale wydaje mi się, że warto było zacytować jeszcze kilka prac, szczególnie M.C. Malin'a, dotyczących zagadnień metodycznych i opracowań kartograficznych o charakterze zbliżonym do zawartości tej rozprawy.

Odsyłacze do stron Internetu zawierają tylko adresy wejściowe, zagłębianie się w nie powoduje okazjonalne odkrycia odbiegające zasadniczo od problematyki marsjańskiej.

Appendices – 1: Summary of Mars exploration, jest tabelą z datami, nazwami ekspedycji, wynikami i celami, stanowi potrzebne uzupełnienie informacji o ogromie wysiłków ludzkich w pomnażaniu wiedzy o odsłanianiu nowych horyzontów myślowych; **2:** Mars Exploration Family Portrait – ilustracja z „portretami” wszystkich obiektów wysłanych w kierunku Marsa, uzupełniona krótkimi informacjami i flagami państw wysyłających; **3:** CTX Lista z parametrami lokalizacji 100 obrazów powierzchni Marsa, z których zestawiono mozaikę podkładu mapy geomorfologicznej Ius, and Tithonium Chasmata, z rozróżnieniem trzech składowych sekcji mapy, będącej dorobkiem Doktoranta; **4:** HiRISE Lista z parametrami lokalizacji 207 obrazów powierzchni Marsa w różnej skali obejmujących Ius Chasma i jej otoczenie; **Appendix 5:** Geomorphologic map of Ius Chasma (Mapa geomorfologiczna Ius Chasma) została nałożona na podkład zestawiony z mozaiki obrazów satelitarnych tej części Marsa, przedstawiających z wyraźnymi cieniami szczegóły form rzeźby terenu. Autor zawarł w mapie 64 wydzielenia powierzchniowe wyróżniane barwami i szrafurą, i opisane symbolami literowymi, oraz 18 wydzieleni liniowych i punktowych wyróżnianych barwami, symbolami i grubościami kreski. Jest to wyjątkowo duża liczba wydzieleni, ale wszystkie wydają się konieczne, a co więcej, nie zaciemniają ogólnego obrazu treści geomorfologicznej. (Na marginesie tej uwagi - trzeba przyjąć z uznaniem, że autor ustrzegł się stosowania symboli upowszechnianych na szkicach geomorfologicznych dołączanych do szczegółowych map geologicznych – w postaci na przykład „długich stoków” oraz licznych i różnorodnych „krawędzi” oznaczanych za pomocą linii z „ząbkami” i z poprzecznymi brewkami” o różnej wyrazistości - *rake lines* i *comb lines*).

Do ukazania geomorfologicznej treści mapy autor dobrał zbyt intensywną i silnie kryjącą gamę kolorów w znacznej mierze zasłaniających szczegóły treści podkładu to jest urzeźbienie terenu, co należy uznać, za rozwiązanie niefortunne. Drugim niefortunnym rozwiązaniem było niepotrzebne dopisanie wartości mianowanych do graficznej skali mapy, co przy powszechnie stosowanych procedurach wydruku spowodowało nieuchronną niespójność opisu skali graficznej z jej wymiarem liniowym. Niespójność liniowa przekracza 10% [w opisie jest "1 cm = 3 km", a na skali liniowej 30 km odpowiada 11,1 cm długości]. Trzecim niefortunnym, choć powszechnym w nietopograficznej kartografii, rozwiązaniem jest umieszczenie noniusza po prawej stronie wartości zerowej na obrazie skali graficznej.

Ilustracje w tekście – numerowane w sposób utrudniający ich policzenie – są głównie reprodukcjami obrazów NASA, z różnych publikacji na temat „geologii” i procesów na Marsie oraz ilustracje autorskie Kandydata. Wszystkie ilustracje są dobrze wkomponowane w treść tekstu oraz ułatwiają jego percepcję. Szkice, profile morfologiczne oraz przekroje są z konieczności przewyższone, co potęguje wrażenie stromości „ścian” opisywanych „Chasmata”; przydałyby się krótkie stwierdzenie o wielkości przewyższenia, choć czytelnik może je oszacować samodzielnie posługując się miarką i kalkulatorkiem.

OGÓLNA OCENA ROZPRAWY i uwagi szczegółowe

Rozprawa jest bardzo obszerna (może nie ma w tym względzie ograniczeń formalnych?), co nie umniejsza jej wartości, jako dzieła naukowego o charakterze monografii. Jednak w rozprawie doktorskiej jest istotne skupienie się na wyraźnie określonych tezach i wykazanie ich poprawności w sposób zdyscyplinowany naukowo. W recenzowanej pracy zebrany materiał jest podany z dużym nadmiarem w stosunku do oczekiwań. Co oczywiście nie jest błędem Doktoranta, lecz raczej nadmiernej ostrożności jego środowiska, w którym ta pionierska praca doktorska powstawała. Nadaje się do opublikowania w całości, jako monografia. Mapę geomorfologiczną zasadniczą (załącznik 5) oraz mapy autorskie zamieszczone w zbroszurowanej części rozprawy warto opublikować odrębnie, na przykład w formie albumu. Natomiast w przekonaniu recenzenta materiał konieczny, ale i dostateczny, czyli wystarczający do uznania pracy za rozprawę doktorską, zawarty w częściach: A., B.2, we fragmentach C. i selektywnie w E. z załącznikami 1 do 4, oraz w mapie geomorfologicznej Ius Chasma należałoby opublikować właśnie jako ekstrakt z rozprawy doktorskiej, pośpiesznie, bo temat może łatwo stracić oryginalną świeżość.

Autor zbyt skromnie zaprezentował swoje własne, autorskie materiały graficzne, które w większości zawierają oryginalne osiągnięcia analityczne i badawcze stwierdzenia naukowe. W części B.2. nie powołał się na załączoną (zał. 5) oryginalną mapę geomorfologiczną w skali około 1:300 000 (ściślej 1:260 000), czyli o dużej dokładności i liczbie wydzieleni większej niż na porównywalnych opracowaniach ziemskich. Stwierdzenie ze wstępu (A.1) „... a newly produced geomorphologic map ...” jest wieloznaczne.

Po przeanalizowaniu niewspółmiernie wielkiego zasobu danych Autor nie podjął próby przedstawienia własnego poglądu na genezę zespołu form terenowych określanych nazwą Valles Marineris nie mających odpowiednika nigdzie w poznanych obiektach układu słonecznego. Zatem poszukiwanie analogii w poznanych procesach morfotwórczych i w ich przejawach może się odnosić tylko do efektów wtórnych, a geneza zespołu Valles Marineris może być efektem rzadkiego zbiegu okoliczności, które należałoby identyfikować drogą eliminacji czynników nieadekwatnych i poszukiwania przesłanek pozytywnych, dotychczas nieuwzględnianych, jak chociażby orientacji wcięć erozyjnych rozwijanych zapewne na nieciągłościach podłoża pokryw zwietrzelinowych (na obrzeżeniach dolin (B.2.28, D.7).

Zmagając się z ogromem danych Autor ukazał ludzką stronę pracy badawczej zamieszczając urocze, ale i adekwatne zarazem motta – cytaty z Wisławy Szymborskiej, oraz ozdabiając strony tytułowe rozdziałów stosownymi ilustracjami. Zabrakło jednak ciepłego słowa pod adresem NASA, - instytucji i rzeszy jej pracowników i współpracowników, na których tworzywie rozprawa jest głównie oparta.

W ramach określonych tytułem rozprawy zostały wykonane przez pana mgr Krzysztofa Dębniaka liczne akwizycje, przekształcenia i wizualizacje materiałów inicjalnych w celu dostosowania ich do własnych potrzeb badawczych - identyfikowania i określania wzajemnych relacji odległych zjawisk przyrodniczych badanego terenu. Ilustracje zostały wybrane, lub zaprojektowane i przygotowane profesjonalnie.

Autorska dyskusja końcowa jest przedstawiona z umiarem i zastrzeżeniami, według recenzenta słusznymi, jak na przykład dotyczącymi liczenia kraterów uderzeniowych.

Autor, jako pierwszy z badaczy Marsa zajął się osuwiskami, sufozją i erozją w sposób profesjonalny i bardziej wnikliwie, niż jego poprzednicy piszący o tych zjawiskach na Marsie. Wnioski końcowe (w liczbie 11), istotna część rozpraw doktorskich, odnoszą się do wcześniej wspomnianej mapy geomorfologicznej Ius Chasma. Wszystkie z nich są dobrze sformułowane, uzasadnione treścią przedstawionej rozprawy oraz wnoszą wiele nowych spostrzeżeń, sformułowań i kartograficznej faktografii. Odnośnie genezy i przekształceń całego obszaru Valle Marineris, Autor zachował powściągliwość poddając dyskusji i rozważaniom tylko poglądy istniejące w literaturze. Bardziej osobiście i odważnie podjął dyskusję na temat implikacji geomorfologicznych – sekwencji zdarzeń, obecności i roli wody w kształtowaniu strefy przypowierzchniowej Marsa, obecności paleo jezior, glacji i deglacji oraz współczesnych intensywnych procesów eolicznych.

Jako recenzent nie mam zastrzeżeń do merytorycznej treści rozprawy. Należy sądzić, że promotorzy pana mgr Krzysztofa Dębniaka zechcą go zachęcić do podjęcia trudu kontynuacji zgłębiania i poszerzania problematyki „marsologicznej” aktywności Marsa w świetle dostępnych nowych materiałów NASA i spodziewanych materiałów z ESA, ISRO i JAXA, a niezależnie od tego, do przygotowania do druku monografii Valles Marineris, monografii Ius Chasma oraz przeglądowej pracy skompilowanej z jego History of Valles Marineris, z pożytkiem dla poszerzenia wiedzy ogólnej na temat Marsa.

PODSUMOWANIE

Recenzowaną rozprawę doktorską pana mgr Krzysztofa Dębniaka uważam za wartościową. Skupienie uwagi na wielce osobliwej strukturze Valles Marineris przydaje pracy Kandydata szczególnych walorów poznawczych. Jest to bowiem struktura nieporównywalna z innymi odkrywanymi i badanymi w układzie słonecznym, a jej kompleksowa budowa i nieokreślona geneza wielu jej elementów składowych stanowią o atrakcyjności podjętego zadania, którego spełnienie zaowocowało szczególnie Mapą Geomorfologiczną Ius Chasma.

Wśród naukowych predyspozycji Doktoranta zwraca uwagę jego determinacja i sprawność w docieraniu do oryginalnych materiałów badawczych i posługiwaniu się nowoczesnymi metodami graficznych analiz numerycznych i kartowania. Na podkreślenie zasługuje zabranie i zanalizowanie praktycznie wszystkich dostępnych w olbrzymiej ilości materiałów i publikacji naukowych dotyczących badanego obszaru pozaziemskiego.

WNIOSEK KOŃCOWY

W uzasadnionym przekonaniu recenzenta, wymagania formalne i merytoryczne dotyczące nadawania naukowego stopnia doktora są spełnione zarówno w całokształcie naukowej sylwetki Doktoranta, pana magistra Krzysztofa Dębniaka, jak i w zawartości przedstawionej

przez niego rozprawy doktorskiej. Wiedza oraz cierpliwość, umiejętności i skrupulatność badawcza pana mgr Krzysztofa Dębniaka odpowiadają wymaganiom niezbędnym do przyznania mu naukowego stopnia doktora. Autor rozprawy w przyjęty przez siebie sposób potrafił ujednoczyć opisy poszczególnych zespołów form terenowych, skał i związanych z nimi procesów oraz przedstawić je w obrazach kartograficznych. Zatem stworzył i zweryfikował pozytywnie osobliwą procedurę wizualizacji zdalnych badań obszarów pozaziemskich.

Tytuł rozprawy odpowiada jej treści, a stwierdzenia są oparte na powołaniach na prace publikowane, oraz na wynikach własnych opracowań i przemyśleń badawczych Autora.

Biorą powyższe pod uwagę wnoszę o dopuszczenie pana magistra Krzysztofa Dębniaka do publicznej obrony jego rozprawy doktorskiej, zgodnie z obowiązującymi przepisami i postanowieniami prawnymi w tej sprawie: (Ustawa z dnia 14 marca 2003 r. – Dz.U. Nr 65, poz. 595 z późn. zm. w Dz. U. z 2005 r., Nr. 164, poz. 1365; Dz.U. z 2 grudnia 2014 poz. 1852)

Jednocześnie sugeruję wyróżnienie recenzowanej pracy, jako wartościowego osiągnięcia naukowo badawczego.


(Prof. Stanisław Ostaficzuk)