

em. prof. dr hab. inż. Jacek Rajchel  
Katedra Geologii Ogólnej i Geoturystyki  
Wydział Geologii, Geofizyki i Ochrony Środowiska  
Akademia Górniczo-Hutnicza w Krakowie

Kraków, 2.02.2019

Recenzja rozprawy doktorskiej  
mgr. Mateusza Szczęcha  
nt.: ***Budowa geologiczna płaszczowiny magurskiej i jej wpływ na geomorfologiczną strukturę terenu między Ochotnicą Górną a Klikuszową w południowej części Gorców.***

Recenzowana rozprawa doktorska posiada 192 strony i składa się z ośmiu ilustrowanych szkicami, mapkami i zdjęciami rozdziałów, podsumowania oraz trzech nieujętych w spisie treści załączników graficznych. W ich skład wchodzi wielkoformatowa *Mapa geologiczna płaszczowiny magurskiej w południowej części Gorców pomiędzy Klikuszową a Ochotnicą Górną* w skali 1:25 000, wraz z dwoma profilami litostratygraficznymi, pięcioma przekrojami geologicznymi i objaśnieniami, oraz *Mapa topograficzna* i *Mapa tektoniczna* badanego obszaru w skali 1:50 000. Praca zawiera również spis literatury obejmujący 237 pozycji, a także jednostronicowe streszczenia i słowa kluczowe w języku polskim i angielskim, aczkolwiek zabrakło w nich słowa Karpaty.

Recenzowana rozprawa jest przykładem poprawnego i z dużą starannością wykonanego opracowania kartograficznego w oparciu o solidny materiał geologiczny i geomorfologiczny uzyskany przez Autora w terenie, połączonego z wykorzystaniem wysokorozdzielczego numerycznego modelu terenu (NMT), pochodzącego z danych pozyskanych z lotniczego skaningu laserowego (LIDAR).

We *Wstępie* (trzy strony) Autor przedstawia bardzo krótki zarys budowy obszaru badań, na tle geologii płaszczowiny magurskiej w odniesieniu do geologii Karpat w granicach Polski.

W rozdziale 2. *Cel pracy* (trzy strony) Autor postawił sobie zadanie wykonania szczegółowej mapy geologicznej badanego terenu w skali 1:25 000, unowocześnionej mapy tektonicznej i szkicu geomorfologicznego. Zaplanował również skorygowanie dotychczasowego spojrzenia na litostratygrafię i tektonikę badanego obszaru i ich wpływu na morfologię. Jak pisze sam Autor „*Prace te miały doprowadzić do wypracowania nowych metod, mających za zadanie wspomaganie klasycznych metod kartowania geologicznego metodami bezdotykowymi. Oparto je na metodach morfometrycznych prowadzonych na NMT, które wykorzystują zaobserwowane zależności rzeźby terenu od budowy geologicznej*”.

Rozdział ten zawiera również zarys historii badań i ewolucji poglądów na budowę geologiczną kartowanego obszaru. Autor słusznie zwraca w nim uwagę na trudności w pracy terenowej z uwagi na małe skonstrastowanie i monotonię litologicznego wykształcenia występujących tam gruboławicowych piaszczystych utworów płaszczowiny magurskiej. Kluczem do sukcesu okazało się tu zastosowanie przez Doktoranta wspomnianego wyżej, wysokorozdzielczego numerycznego modelu terenu (NMT). Metoda ta dostarczyła szeregu nowych informacji, takich jak przebieg nieciągłych deformacji tektonicznych, dokładne uchwycenie linii intersekcyjnych zespołów a nawet pojedynczych warstw, ustalenia rozmiarów i granic obszarów dotkniętych przez powierzchniowe ruchy masowe, głównie osuwiska, a także towarzyszących im jeziorzek zastoiskowych i ich osadów, przebiegu terasów rzecznych i szeregu innych zjawisk, trudno, lub w ogóle niemożliwych do pozyskania dzięki tradycyjnej krokówce geologicznej, jak również poprzez wykorzystanie klasycznych zdjęć satelitarnych i lotniczych.

W rozdziale 3. *Teren badań* (dwie strony) Autor charakteryzuje geograficzne położenie terenu badań liczącego około 230 km<sup>2</sup> w obrębie SW części Gorców i jego geologiczne umiejscowienie na obszarze podjednostki krynickiej i bystrzyckiej płaszczowiny magurskiej.

Rozdział 4. *Historia badań* (7 stron) przedstawia dotychczasowy stan wiedzy na temat budowy geologicznej Gorców, w nawiązaniu do geologii obszarów przyległych, poczynając od czasów Uhliga (1988) i Szajnochy (1895) po czasy współczesne, w którym Autor powołuje się na około 128 publikacji.

W rozdziale 5. *Metodyka badań* (20 stron) Autor przedstawia zakres prowadzonych przez siebie badań terenowych, zarówno dotyczący geologii, jak i morfologii terenu, z wykorzystaniem GPS-u i mapy w skali 1:10 000, oceniając na około 1600 ilość terenowych punktów obserwacyjnych i pomiarowych. Opisuje również przeprowadzone badania analityczne z wykorzystaniem wysokorozdzielczego numerycznego modelu terenu (NMT) wykonanego metodą lotniczego skaningu laserowego (LIDAR – Light Detection and Ranging) w ramach programu informatycznego systemu osłony kraju (ISOK). Pozwala on na utworzenie obrazu powierzchni terenu z wyłączeniem szaty roślinnej, z możliwością zidentyfikowania nawet niewielkich form morfologicznych. W oparciu o przeprowadzoną analizę tej metody Autor wybrał do dalszych badań klasyczny model cieniowanego reliefu (hilshade), wielokierunkowy model cieniowanego reliefu, model nachylenia stoków, współczynnik widoczności nieba (sky-view factor), uzupełnionych przez topograficzny wskaźnik wysokości (TPI) i ich kombinacje.

Możliwości tych metod zostały przez Autora przedstawione na wybranych fragmentach obszaru badań. Jedną ze zweryfikowanych przez Autora w terenie zalet tej metody badawczej, jest możliwość zdalnego, z dokładnością do kilku stopni, określenia parametrów zalegania powierzchni stratyfikacji, jak również azymutów ich rozciągłości. Daje ona także możliwość ustalenia przebiegu granic intersekcyjnych poszczególnych wydzieleni, a przede wszystkim dokładnego określenia przebiegu uskoku, w wielu przypadkach niewyróżnionych klasycznymi metodami kartograficznymi. Doktorant zwraca również uwagę na podobne rezultaty uzyskane poprzez identyfikowanie linijsko ułożonych ciągów źródeł. W powiązaniu z metodą identyfikacji lineamentów Autor uzyskał wzrost zidentyfikowanych uskoku o około

80% w stosunku do wcześniejszych opracowań kartograficznych i ponad 50% przyrost form skałkowych; metoda NMT pozwoliła również na wykrycie ponad 300 osuwisk.

Najobszerniejszą częścią pracy jest rozdział 6. *Budowa geologiczna* (76 stron), na który składa się opis stratygrafii i tektoniki badanego obszaru. W części dotyczącej stratygrafii (55 stron) Autor przedstawił w formie opisowej i graficznej profile litostratygraficzne, uwzględniając poszczególne formacje i ogniwa sukcesji podjednostki krynickiej i bystrzyckiej, występujących na badanym terenie. W opisach tych skoncentrował się głównie na makroskopowych cechach litologicznych i sedymentologicznych skał, w niewielkim stopniu podbudowanych obserwacjami mikroskopowymi. Poszczególne wydzielenia ilustrowane są odpowiednio dobranymi zdjęciami. Podane zostały również pomierzone przez Autora kierunki transportu materiału badanych utworów, a także obecne tam ichnoskamieniałości. Wiek poszczególnych wydzieleni został w większości przyjęty na podstawie istniejących publikacji, chociaż Autor uzyskał dane wiekowe dla 18. z 60. pobranych do tego celu próbek, na podstawie mikrofauny otwornicowej. Zestawienie oznaczonych taksonów Autor przedstawił w tabeli, a niektóre również zilustrował.

W części poświęconej tektonice (21 stron) Autor przedstawił, zmodyfikowany w stosunku do dotychczas przyjętego, układ nasunięć, dyslokacji uskokowych i struktur fałdowych, opierając się w dużej mierze na wysokorozdzielczym numerycznym modelu terenu (NMT). Właśnie w oparciu o ten model wyznaczył dokładniejszy przebieg nasunięcia podjednostki krynickiej na bystrzycką, doskonale widoczny na mapie w formie morfologicznej questy. Był on pomocny również Autorowi do wydzielenia łuski Kudłonia, jako nowej, samodzielnej jednostki tektonicznej niższego rzędu oddzielonej od skiby Turbacza powierzchnią nasunięcia, oraz do udokumentowania braku nasunięcia tzw. „strefy fałdów przyskałkowych” na wspomnianą skibę.

W obrębie skiby Turbacza i łuski Kudłonia Autor wyróżnił szereg lokalnych synklin i antyklin o równoleżnikowym przebiegu i niewielkiej amplitudzie, zarówno o wergencji północnej, jak i rzadziej - południowej, szczególnie w przyskałkowej części obszaru badań. Najdłuższą z tych struktur jest fałd Rdzawki – Obidowca widoczny na całej długości obszaru badań, podczas gdy inne fałdy da się śledzić na dystansach 2-6 km. Ich przebieg jest silnie zaburzony gęstą siecią poprzecznych i ukośnych uskoków przesuwczych i zrzutowych.

Wszystkie wyróżnione na terenie badań uskoki Autor podzielił na te o dłuższym przebiegu, rzędu kilku, kilkunasty km, wyróżnione tradycyjnymi metodami kartografii naziemnej, i na znacznie liczniejszą populację uskoków długości od kilkudziesięciu do paruset m, i amplitudzie od kilku do kilkudziesięciu m, wykrytych z pomocą NMT. Większość z nich, to uskoki zrzutowo-przesuwcze zgrupowane w systemy uskokowe widoczne na dystansie kilku do kilkunastu km, często przemieszczające krawędź nasunięcia krynickiego nawet kilkaset m i kontynuujące się poza granice obszaru badań. Największy z takich systemów, opisywany dotychczas jako pojedynczy uskok Waksmund – Ponice, został przez Autora określony jako grupa uskoków o przebiegu NNW-SSE, przedłużająca się ku N w tzw. uskoku Skawy, a w kierunku na S powodująca skręt PPS-u.

Tektonikę płaszczowiny magurskiej na terenie badań ilustruje mapa geologiczna z przekrojami w skali 1:25 000 oraz mapa tektoniczna w skali 1:50 000,

na których zaznaczono, wraz z nazwami, osie synklin i antyklin stojących, pochylonych i obalonych, ze szczególnym uwzględnieniem stref wstecznych obaleń warstw ku S oraz nasunięcia i uskoki. Autor przedstawia również diagramy orientacji wysłędzonych uskoków, opisuje także przejawy mezotektoniki, często towarzyszące większym deformacjom tektonicznym, takie jak brekcje, melanże tektoniczne, kataklazyty, mylonity, zadziory tektoniczne, kalcytową sekrecję mineralną i in.

Szkoda, że na ryc. 43 Autor nie zaznaczył uskoków, o których jest mowa w podpisie. Należałoby również umieścić na mapie geologicznej w skali 1:25 000 więcej nazw miejscowości, najważniejszych szczytów i dróg, co ułatwiłoby lepszy odbiór zawartych tam informacji.

Z kolei w obrębie podjednostki bystrzyckiej, zajmującej niewielki fragment kartowanego obszaru, analizuje jedynie południowy fragment łuski Tobałowa – Turbaczyka ukształtowanej w formie rozległej synkliny z niewielką ilością poprzecznych uskoków zrzutowo-przsuwczych.

W rozdziale 7. *Rzeźba terenu* (30 stron) Autor rozprawy stwierdza, że wbrew istniejącej opinii, że budowa geologiczna ma niewielki wpływ na morfologię terenu badań, a szerzej rozumiejąc – Gorców, taki wpływ jest wyraźnie widoczny. Odnosi się to do dużych form morfologicznych - grzbietów i dolin rzecznych. I tak główne grzbiety posiadają równoleżnikowy przebieg, odpowiadający rozciągłości gruboławicowych kompleksów piaskowcowych, podczas gdy grzbiety niższych rzędów nie wykazują zazwyczaj takiej korelacji. Podobnie wygląda sytuacja z dolinami głównych cieków, nawiązujących do równoleżnikowych struktur fałdowych, podczas gdy mniejsze doliny posiadają przebieg ukośny lub prostopadły do tych struktur, nawiązując do ukierunkowania uskoków.

Autor stwierdza również, że tylko w niewielkim stopniu zaznacza się na obszarze badań, tak pospolita w Karpatach fliszowych inwersja rzeźby, co spowodowane jest jego zdaniem brakiem większych struktur fałdowych o dużych amplitudach oraz obfitością gruboławicowych, odpornych na wietrzenie piaskowców prawie we wszystkich wydzieleniach.

Dużo uwagi poświęca Autor osuwiskom, słusznie uważając, że powierzchniowe ruchy masowe to jeden z najważniejszych procesów wpływających na morfologię obszaru badań. Posiadają one powierzchnie od kilkuset m<sup>2</sup> do czterech km<sup>2</sup>, zajmujących około 10% całego badanego obszaru. Wątpliwość recenzenta budzi jednak fakt wyznaczania przez doktoranta uskoków metodą NMT na obszarach pokrytych koluwalnym materiałem, jak to np. jest widoczne na ryc. 52. Szkoda również, że nie został obrysowany kontur osuwiska na ryc. 53 i 54, wykrytych tą metodą. Autor poświęca również dużo miejsca opisowi morfologii poszczególnych osuwisk i form pokrewnych, a także zaporowym jeziorom osuwiskowym i ich osadom. Doktorant pokusił się również o palinologiczne określenie ich wieku, który dla dwóch próbek wynosi około 4,5 do 2,5 tys. lat BP.

Innym aspektem opisywanej morfologii obszaru badań są, wzbudzające powszechne zainteresowanie, skałki. Prowadzone badania z wykorzystaniem NMT pozwoliły Autorowi na wykrycie kilkuset tego typu form, z których największe zostały przez Autora opisane i przedstawione na fotografiach; nie zostały jednak zaznaczone na mapie geologicznej.

Kolejny rozdział *Dyskusja* (19 stron) zawiera uwagi o stratygrafii i litologii utworów podjednostki krynickiej i obszaru ich alimentacji, oraz uwagi o tektonice i geomorfologii.

W rozdziale tym Autor zwraca m.in. uwagę na trudności, jakie napotkał przy wydzieleniu w terenie granic ogniw jednostki magurskiej, podkreśla pomocną w tej kwestii rolę ogniwa z Kowańca, i po raz kolejny przywołuje „nieocenioną pomoc” płynącą z zastosowania NMT. Podkreśla również podobne trudności w rozdzieleniu formacji z Zarzecza i formacji szczawnickiej, której przypisuje miano formacji ropianieckiej. Zwraca także uwagę na trudności z pozyskiwaniem mikrofauny, głównie otwornicowej, i kwestię jej redepozycji. Wspomina również o podjęciu „gęstego opróbowania profilu utworów paleogeńskich podjednostki krynickiej” w ilości 60 próbek, co zdaniem recenzenta jest ilością daleko odbiegającą od takiej oceny. W konkluzji stwierdza, że „Przyjęty podział litostratygraficzny utworów serii magurskiej w badanym terenie pod względem formalnym dostosowuje się do propozycji Birkenmajera i Oszczypko (1989), Oszczypko (1991) oraz Oszczypko i in. (2005)”.

W uwagach o tektonice Autor wspomina o obecnych w podłożu płaszczowiny magurskiej płaszczowinach grybowskiej i dukielskiej oraz charakteryzuje hipsometryczne usytuowanie powierzchni nasunięcia tej jednostki stromo obniżające się w kierunku PPS-u. Ponownie wypowiada się na temat stosunku strefy fałdów przyskałkowych, stanowiących według niego „normalny stratygraficzny nadkład” skiby Turbacza. Krótko charakteryzuje też genezę strefy subdukcji wzdłuż N krawędzi PPS-u, tłumacząc przebiegiem tego procesu pionowe a nawet obalone położenie utworów wspomnianej strefy.

Na koniec charakteryzuje proces sedymentacji obu badanych subjednostek w granicach opisywanego terenu, obejmujących interwał czasowy od późnej kredy po wczesny miocen, wskazując na obszar alimentacji materiału detrytycznego na grzbiecie ograniczającym od S basen magurski. Pytanie, co Autor miał na myśli używając określenia „głębokomorskie stożki sedymentacyjne o fartuchowym charakterze”.

Sądząc z pomiarów kierunków transportu materiału silikoklastycznego odbywał się on głównie ku W i NW, znacznie rzadziej na N i NE a najrzadziej na E, co być może wynikało z nachylenia dna basenu magurskiego. Przedstawia też profile sedymentologiczne dla subjednostki krynickiej, posługując się terminologią Stow’a.

Zwieńczeniem pracy jest *Podsumowanie*, na prawach rozdziału nr 8. (3 strony), w którym Autor w dziesięciu akapitach przedstawił w sposób zwięzły i wyważony całokształt własnych dokonań.

Na podkreślenie zasługuje niezwykle staranna szata edytorska i graficzna całej pracy, jej poprawny język i niewielka ilość drobnych błędów literowych, np. „struktura antyklinoralna”, czy niezręcznych pomyłek, typu „uskoki o orientacji NNW-WWE”, czy „geneza powstania”. Wielka szkoda, że duża ilość zdjęć została kolorystycznie przesunięta w kierunku koloru zielonego. Praca niewątpliwie zyskałaby na przejrzystości po dokonaniu znacznych skrótów i wyeliminowaniu licznych powtórzeń.

Podsumowując stwierdzam na podstawie przedłożonej do recenzji rozprawy doktorskiej mgr. Mateusza Szczęcha, nt.: *Budowa geologiczna płaszczowiny magurskiej i jej wpływ na geomorfologiczną strukturę terenu między Ochotnicą Górną a Klikuszową w południowej części Gorców*, że mimo wskazanych przeze mnie w recenzji pewnych uwag krytycznych, Doktorant:

- wykonał w zadawalający sposób postawione sobie zadanie badawcze;
- dysponuje dojrzałym i nowoczesnym warsztatem naukowym i bogatą wiedzą na temat stratygrafii, litologii, tektoniki i morfologii Karpat zewnętrznych, oraz umiejętnościami jej praktycznego wykorzystania w prowadzonych badaniach;
- znakomicie potrafi prowadzić terenowe geologiczne prace kartograficzne;
- zna i biegle posługuje się najnowszymi algorytmami komputerowymi;
- potrafił w oparciu o przeprowadzane prace terenowe i laboratoryjne, z udziałem numerycznego modelu terenu NMT, dokonać właściwej interpretacji uzyskanych wyników badań i wyciągnąć poprawne wnioski.

Reasumując stwierdzam, że recenzowana przez mnie praca doktorska mgr. Mateusza Szczęcha, nt.: *Budowa geologiczna płaszczowiny magurskiej i jej wpływ na geomorfologiczną strukturę terenu między Ochotnicą Górną a Klikuszową w południowej części Gorców* spełnia warunki Ustawy o stopniach naukowych i tytule naukowym oraz o stopniach i tytule w zakresie sztuki z dnia 14 marca 2003 r. (Dz.U. 2003 Nr 65 poz. 595) z późniejszymi zmianami, i wnioskuję o dopuszczenie jej Autora do dalszych czynności przewodu doktorskiego.

Jednocześnie składam wniosek do Wysokiej Rady Naukowej Instytutu Nauk Geologicznych Uniwersytetu Jagiellońskiego w Krakowie o wyróżnienie pracy doktorskiej mgr. Mateusza Szczęcha, nt.: *Budowa geologiczna płaszczowiny magurskiej i jej wpływ na geomorfologiczną strukturę terenu między Ochotnicą Górną a Klikuszową w południowej części Gorców*, napisanej pod opieką prof. dr. hab. Marka Cieszkowskiego w Zakładzie Kartografii Geologicznej i Tektoniki Instytutu Nauk Geologicznych Wydziału Geografii i Geologii UJ w Krakowie.

Autor recenzowanej pracy wykazał się bowiem ponadprzeciętną umiejętnością pracy w terenie, zdolnością zastosowania najnowszych algorytmów do pozyskiwania i przetwarzania danych geologicznych i geomorfologicznych, w tym zastosowania wysokorozdzielczego modelu terenu (NMT), oraz bogatą wiedzą na temat stratygrafii, litologii, tektoniki i morfologii Karpat .

Prof. dr hab. inż. Jacek Rajchel