

Doc. Ing. Jiří Ščučka, Ph.D.
Instytut Geoniki Czeskiej Akademii Nauk
Studentská 1768
Ostrava-Poruba,
Republika Czeska
e-mail: jiri.scucka@ugn.cas.cz

Ostrava, 21 stycznia 2016

RECENZJA

Rozprawy doktorskiej mgr inż. Krzysztofa Oleszko

**„ODWZOROWANIE OBIEKTÓW W PRZESTRZENI TRÓJWYMIAROWEJ PRZY WYKORZYSTANIU
METOD ANALIZY I PRZETWARZANIA OBRAZÓW CYFROWYCH DO ZASTOSOWAŃ GEOLOGICZNO-
GÓRNICZYCH“**

1. Podstawa opracowania recenzji

Recenzję opracowano na zlecenie Dziekana Wydziału Geologii, Geofizyki i Ochrony Środowiska Akademii Górniczo-Hutniczej im. Stanisława Staszica w Krakowie, pismo nr WGGiOŚ /779/2015 z dn. 4.12.2015. Przedmiotem recenzji jest praca doktorska mgr inż. Krzysztofa Oleszko pt. "Odwzorowanie obiektów w przestrzeni trójwymiarowej przy wykorzystaniu metod analizy i przetwarzania obrazów cyfrowych do zastosowań geologiczno-górnich".

2. Dane bibliograficzne o pracy

Oceniana rozprawa doktorska została napisana pod kierunkiem dr hab. inż. Mariusza Młynarczuka, prof. AGH. Rozprawa zawiera 141 stron w tym 25 tabel i 68 rysunków. Treść rozprawy została podzielona na 5 rozdziałów. Spis literatury zawiera 78 publikacji naukowych, w tym 7 prac Doktoranta. Forma i układ pracy jest właściwa dla rozpraw doktorskich, a strona edytorska rozprawy nie budzi zastrzeżeń.

3. Merytoryczna ocena pracy

Doktorant w swojej pracy postawił sobie za cel opracowanie zestawu algorytmów i metod odwzorowania cyfrowego, rekonstrukcji i pomiarów obiektów trójwymiarowych na poziomie mikroskopowym i makroskopowym, które mogą być używane w zastosowaniach geologiczno-górnich. Zagadnienia rozwiązywane w pracy doktorskiej dotyczą trójwymiarowego obrazowania i pomiarów wielkości oraz kształtów ziarn geomateriałów, ścian skalnych i sypkich materiałów transportowanych na przenośnikach taśmowych. Autor używa klasycznych i zaawansowanych metod

obrazowania, przetwarzania i analizy obrazów, odpowiednio je modyfikuje, a przede wszystkim wprowadza zestaw nowych, oryginalnych algorytmów i rozwiązań metodologicznych.

Praca została podzielona na **5 rozdziałów**.

Rozdział 1 jest rozdziałem teoretycznym. Autor w jasny i zrozumiały sposób wyjaśnia podstawowe pojęcia z zakresu przetwarzania i analizy obrazów, przedstawia podstawowe informacje na temat struktury i właściwości dwuwymiarowego i trójwymiarowego obrazu cyfrowego oraz opisuje podstawowe metody przetwarzania obrazów cyfrowych. Wyjaśnione są różnice pomiędzy najczęściej występującymi siatkami obrazów i związanym z nimi pojęciem spójności obiektów. Szczególną uwagę przykładu do metod binaryzacji obrazu oraz do podstawowych operacji morfologii matematycznej stosowanych w przetwarzaniu dwuwymiarowego i trójwymiarowego obrazu. Rozdział zawiera też ogólny opis metod akwizycji danych cyfrowych w przestrzeni dwu i trójwymiarowej.

Następne rozdziały zostały poświęcone pracy badawczej Doktoranta.

Rozdział 2 opisuje zasady działania metod i urządzeń, które Autor wykorzystał w procesie akwizycji trójwymiarowych obrazów ziarn węgla i ziarn granatów. Wspomniane obrazowania wykonano przy pomocy następujących metod:

- profilometria optyczna,
- mikroskopia konfokalna,
- mikrotomografia rentgenowska.

Dla każdej z tych metod, Autor opisuje zasadę działania, przedstawia możliwości zastosowania, oraz zwraca uwagę na ich zalety oraz wady. W tekście opisano szczegółowo metody, które Autor zastosował do obrazowania przy użyciu konkretnej metody, w szczególności pozycjonowanie skanowanych obiektów, konfigurację systemu, tryby skanowania oraz charakter przetwarzanych danych cyfrowych. Opisane zostały również komplikacje, które pojawiły się podczas badań, a które Doktorant musiał rozwiązać.

Główna część rozdziału 2 poświęcona jest rozwiązaniu problemu niepełnego odwzorowania dolnej części ziarna (na której ziarno spoczywa na stoliku urządzenia), w pomiarach wykonywanych profilometrem optycznym i mikroskopem konfokalnym. Autor proponuje algorytm trójwymiarowej rekonstrukcji "niewidocznych" części ziarna, który bazuje na założeniu, że dolna część ziarna jest

podobna w pewnej skali do górnej jego części. Algorytm jest opisany i przedstawiony na przykładzie referencyjnych ziarn mineralnych. Wyniki rekonstrukcji są weryfikowane przez porównanie objętości ziarn zmierzonych na rekonstruowanych obrazach z rzeczywistymi objętościami zmierzonymi przy pomocy piknometru.

Następnie Autor przedstawia wyniki stosunkowo czasochłonnego i metodycznie wymagającego eksperymentu, przeprowadzono w celu weryfikacji zaproponowanego algorytmu oraz oceny powtarzalności wyników. Wyniki uzyskane przez rekonstrukcję obrazów trójwymiarowych porównywane są z wynikami uzyskanymi przy wykorzystaniu mikrotomografu komputerowego. Metoda mikrotomografii rentgenowskiej pozwala uzyskać pełny obraz obiektów trójwymiarowych, ale czasochłonność i stosunkowo wysokie koszty inwestycji i użytkowania tej metody nie pozwalają na jej powszechne stosowanie w praktyce inżynierskiej.

Materiałem w eksperymencie jest 50 ziarn węgla kamiennego, które były odwzorowane za pomocą trzech metod, o których mowa powyżej, i zrekonstruowane w pełnym kształcie przy użyciu zaproponowanego przez Doktoranta algorytmu. Na nich mierzone były podstawowe parametry geometryczne, takie jak np. objętość ziarna i jego pole powierzchni.

Wyniki pomiarów uzyskanych przez trzy metody obrazowania zostały poddane porównaniu i analizie.

Wartościową częścią rozdziału 2 jest również określenie **parametrów kształtu** ziarn. Autor przedstawia definicję parametrów wykorzystywanych w celu opisanie kształtu ziarn w dwuwymiarowej i trójwymiarowej przestrzeni oraz stosuje wybrane parametry do opisu różnych frakcji granulometrycznych na zrekonstruowanych w przestrzeni 3D obrazach ziarn węgla.

Rozdział 3 dotyczy **obrazowania trójwymiarowego i pomiarów powierzchni ścian skalnych** w skali makroskopowej. Autor przygotował dwa zestawy nisko kosztowych urządzeń pomiarowych umożliwiających odwzorowanie powierzchni ściany skalnej w przestrzeni trójwymiarowej. W obu przypadkach bazują one na analizie obrazów świetlnych rzucanych na mierzoną powierzchnię i są przeznaczone do wykonywania pomiarów w środowisku o niskim natężeniu światła.

W pierwszym przypadku jest to **urządzenie emitujące linię laserową** pod znanym kątem ostrym w płaszczyźnie pionowej w stosunku do mierzonej ściany. Urządzenie emitujące **linię laserową** umieszczono jest na statywie w odległości kilku metrów od mierzonej ściany skalnej. Linia laserowa padając na badaną powierzchnię tworzy krzywą, która jest obserwowana z pozycji prostopadłej do mierzonej ściany. Kształt powstałej krzywej uzależniony jest od ukształtowania powierzchni skalnej. Urządzenie jest przytwierdzone do stolika obrotowego sterowanego komputerowo, umożliwiającego

obrót o dowolny kąt w płaszczyźnie poziomej. Po każdej zmianie kąta robione jest zdjęcie o dużej rozdzielczości przedstawiające krzywą powstałą na mierzonej powierzchni skalnej. Pomiar wybranej powierzchni składa się z zestawu zdjęć przedstawiających zakrzywione linie lasera na powierzchni skalnej, gdzie każde ze zdjęć przedstawia linię lasera padającą pod innym kątem. Znając kąty, pod jakimi emitowana była linia oraz mając do dyspozycji wymiary stanowiska pomiarowego, Autor dokonuje cyfrowego odwzorowania mierzonej powierzchni w przestrzeni trójwymiarowej.

Drugie urządzenie bazuje na akwizycji danych trójwymiarowych **przy pomocy płaszczyzn bitowych**. Wykorzystany jest projektor komputerowy, wyświetlający linie bitowe na mierzonej powierzchni skalnej. Podczas pomiaru projektor jest umieszczony na statywie, pod zadaniem znanym kątem ostrym w płaszczyźnie pionowej w stosunku do mierzonej powierzchni. Projektor pozostaje w tej samej pozycji - zmieniają się tylko obrazy, które rzucają się na powierzchnię skalną. Obrazy przedstawiają płaszczyzny bitowe, składające się z linii o różnej grubości. Po każdej zmianie obrazu wykonywana jest fotografia linii zakrzywionych na mierzonej powierzchni.

W tekście opisane zostały algorytmy przetwarzania obrazów, które Autor wykorzystał do obróbki danych cyfrowych, uzyskanych przy użyciu wyżej wspomnianych urządzeń. Podano też przykłady graficznego odwzorowania powierzchni skalnych.

Autor wykonał serie obrazowań i pomiarów in situ na ścianach skalnych w trzech miejscach - w nieczynnym kamieniołomie porfiru, na bliżej nieokreślonej ścianie skalnej zlokalizowanej w okolicach Krakowskiego Zakrzówka, i w czynnej kopalni węgla kamiennego.

Podczas wykonywania pomiarów wstępnych in situ pojawiły się problemy techniczne związane z użyciem projektora komputerowego. W związku z tym Autor zbudował własne urządzenie do generowania płaszczyzn bitowych, które jest przenośne i może być stosowane w warunkach kopalnianych, w których istnieje zagrożenie wybuchem gazu. Urządzenie to jest pomysłem modyfikacją klasycznego rzutnika slajdów, a jego konstrukcja jest szczegółowo opisana w tekście pracy.

Aby zweryfikować poprawność użytych metod pomiarowych, eksperymenty były prowadzone w ten sposób, że z mierzonej ściany została mechanicznie usunięta część materiału skalnego. Rzeczywista objętość usuniętego materiału była porównana z objętością mierzoną na modelu trójwymiarowym uzyskanym przez odwzorowanie ściany skalnej, przed i po usunięciu materiału. Wyniki pomiarów uzyskane przez metody obrazowania trójwymiarowego zostały dogłębnie przeanalizowane.

Rozdział 3 zawiera też propozycje metody **pomiarów materiału przenoszonego na przenośniku taśmowym**, czyli pomiarów gdzie opisywane obiekty są w ciągłym ruchu. Metoda ta bazuje na analizie zakrzywienia linii laserowej, podobnie jak przy obrazowaniu powierzchni ścian skalnych.

Metoda ta była zweryfikowana w eksperymentach wykonanych w warunkach laboratoryjnych. Materiał sypki transportowany był na przenośniku taśmowy, nad którym umieszczone było urządzenie emitujące linię laserową w taki sposób, że światło lasera padało na przenośnik pod kątem 45 stopni. Prostopadle do przenośnika, nad miejscem gdzie padało światło lasera umieszczony był cyfrowy aparat fotograficzny, który swoim obiektywem obejmował cały wycinek taśmy oświetlanej laserem. W pracy opisany jest autorski algorytm umożliwiający przetwarzanie sekwencji wideo rejestrowanej przez ten aparat. Podana jest też graficzna prezentacja odwzorowanego trójwymiarowego wycinka materiału przenoszonego na przenośniku taśmowym.

Aby zweryfikować wyniki wykonanych pomiarów, obliczone wartości objętości przenoszonego materiału porównane były z jego wartościami rzeczywistymi. Wyniki eksperymentów zostały poddane analizie i dyskusji.

Autor wspomina również o potencjalnym zastosowaniu powyższej metody obrazowania w badaniach otworów wiertniczych.

Rozdział 4 dotyczy możliwości przyspieszenia czasochłonnego procesu przetwarzania i analizy danych przez **zrównoleglenie kodu**. Wybrane kody szeregowe zostały poddane zrównolegleniu, po czym Autor wykonał testy czasochłonności algorytmów dla trzech typów procesorów. W pracy przedstawiono wyniki testu porównawczego dla czasochłonnej procedury rekonstrukcji niewidocznej części ziarna przy użyciu danych z mikroskopu konfokalnego. Wyniki eksperymentów zostały poddane szczegółowej analizie i dyskusji.

Ostatnią częścią pracy doktorskiej jest **Rozdział 5**, gdzie na 4 stronach tekstu podsumowane i krytycznie ocenione zostały wykonane przez Doktoranta prace eksperymentalne i analityczne, uzyskane wyniki oraz stopień osiągnięcia zdefiniowanych na początku badań celów.

4. Poziom formalny pracy

Praca posiada przejrzystą strukturę, opracowana jest na wysokim poziomie stylistycznym i graficznym. Zawiera wysokiej jakości zdjęcia, schematy i graficzne prezentacje wyników

eksperymentalnych. Dla każdego zagadnienia opisany jest aktualny *state of the art* z odpowiednimi powołaniami literaturowymi.

Jeśli chodzi o formalną strukturę dysertacji, mam tylko jeden zarzut. Podrozdział 3.6 „Pomiar materiału przenieszonego na przenośniku taśmowym” jest w mojej opinii nieodpowiednio umieszczony w rozdziale 3 - „Trójwymiarowe obrazowanie ścian skalnych”.

5. Praktyczny aspekt pracy

Obrazowanie i pomiar parametrów geometrycznych ziarn minerałów, skał i innych materiałów jest tematyką aktualną, rozpatrywaną w szerokim zakresie dyscyplin technicznych, od analizy petrograficznej skał i gruntów, przez technologie dezintegracji i obróbki powierzchni materiałów, aż, przykładowo, do zaproponowania optymalnego składu kompozytowych materiałów budowlanych typu kruszywo + spoiwo.

Przykładem zastosowań może być też nowoczesna technologia cięcia materiałów abrazyjnym strumieniem wodnym, gdzie wiedza o morfologii abrazyjnych ziarn mineralnych jest niezbędna w celu optymalizacji wydajności systemu cięcia. Pomiary wielkości i kształtu ziarn przed i po dezintegracji są istotne do oceny możliwości ponownego wykorzystania abrazyjnych materiałów, co ma związek z ekologicznymi aspektami tej technologii.

Jak podaje Autor, wyniki jego prac - rekonstrukcja i pomiary ziarn węgla - zostały już wykorzystywane w praktyce do weryfikacji modeli uwalniania metanu w kopalniach węgla kamiennego, co ma związek z bezpieczeństwem pracy i ochroną życia i zdrowia ludzi pracujących w warunkach dołowych w kopalniach węgla kamiennego.

Możliwości zastosowania proponowanych metod, są jednak znacznie szersze. W dziedzinie bezpieczeństwa robót podziemnych, aktualnie badanymi problemami są np. interakcje geochemiczne skała-woda w skałach tworzących barierę izolacyjną podziemnego składowania wypalonego paliwa jądrowego lub odpadów przemysłowych. Dane wstępne do modelowania tych interakcji są uzyskiwane z eksperymentów laboratoryjnych, wykonywanych na próbkach skał kruszonych, gdzie pole powierzchni cząstek jest istotnym parametrem wpływającym na przebieg reakcji chemicznych.

Automatyczna analiza obrazów prowadzona w celu pomiaru wielkości i kształtu cząstek jest dzisiaj wykonywana zazwyczaj w przestrzeni dwuwymiarowej - na dwuwymiarowych rzutach cząstek na powierzchnię, na której są one ułożone. Absencja trzeciego wymiaru cząstki - wysokości - prowadzi

często do uzyskania parametrów kształtu, których wartości różnią się od rzeczywistych. Podejście Autora efektywnie rozwiązuje ten problem.

Ważny jest również wkład Autora do problematyki obrazowania i pomiarów powierzchni ścian skalnych. Integralną częścią eksploracji geotechnicznej podczas drążenia liniowych wyrobisk podziemnych jest monitorowanie i dokumentacja towarzyszącej im budowy geologicznej. Czynność ta jest zwykle wykonywana przez geologa na poszczególnych przodkach, w formie wykresu z opisem makro petrograficznym skał i informacją o grubości, gęstości i orientacji struktur geologicznych. Dokumentacja ta zwykle uzupełniana jest zdjęciami cyfrowymi.

Wyrobisko podziemne drążone jest w geologicznej strukturze przestrzennej, która jest określona przez orientację przestrzenną płaszczyzn warstwowania, foliacji, szczelin, i stref naruszenia tektonicznego. Trójwymiarowe dane cyfrowe uzyskane na bazie zaproponowanych przez Doktoranta metod mogą być wykorzystane do uzupełnienia dokumentacji geologicznej dla celów geotechnicznego lub geomechanicznego monitorowania konkretnego wyrobiska podziemnego.

Istotną zaletą trójwymiarowego obrazowania ścian skalnych jest eliminacja niektórych podstawowych problemów, które są związane z realizacją tradycyjnej dokumentacji geologicznej, a mianowicie:

1. Dokumentacja wykonywana jest tylko w czasie przerwy technologicznej po wydobyciu urobku albo po oddaleniu się maszyny drążącej od przodka. Dlatego dokumentacja taka musi być wykonana bardzo szybko.
2. Dokumentacja wykonywana jest w niekorzystnych warunkach (niskie natężenie oświetlenia, duża wilgotność, duże zapylenie, itp.).
3. Dokumentacja wykonywana jest w ograniczonych warunkach przestrzennych, często na granicy zabezpieczonej strefy.
4. Dokumentacja musi być ostateczna, gdyż nie jest możliwy powrót do ocenianego miejsca i wstecznie jej uzupełnienie.

Wykorzystanie metod zaproponowanych i weryfikowanych przez Doktoranta może więc przynieść: po pierwsze **poprawę efektywności wykonywania** dokumentacji geologicznej, a po drugie poprawę i kwantyfikację informacji z eksploracji przodka. Jest to również istotne ze względu na modelowanie numeryczne aktualnych sytuacji geomechanicznych, które wymaga jako danych wejściowych nowych i aktualnych informacji.

6. Uwagi krytyczne

W pracy brakuje niektórych informacji, których absencja nie zmniejsza jednak wysokiego profesjonalnego i formalnego poziomu pracy. W szczególności:

1. W pracy nie zostało dostatecznie wyraźnie zaakcentowane praktyczne znaczenie trójwymiarowego obrazowania i pomiarów 3D w dziedzinie geologii, badań geomateriałowych, górnictwa i kopalnictwa. Podane są jedynie krótkie informacje typu „Precyzyjne określenie przestrzennych parametrów ziarn [...] może również mieć znaczny wpływ na poprawność określenia kształtu ziarna węgla używanych do badań nad metanonośnością, a co za tym idzie poprawą bezpieczeństwa w podziemnych kopalniach, w których istnieje zagrożenie metanowe...”. Uważam, że Doktorant powinien zwrócić większą uwagę na praktyczne znaczenie opracowanych przez siebie metod i algorytmów.
2. Algorytmy opracowane przez Doktoranta są w pracy opisane jedynie słownie, bez podania kodów źródłowych. Przykładowe algorytmy, w mojej opinii, powinny być dołączone do pracy. Jeśli nie w formie kodów źródłowych, to przynajmniej w formie pseudokodów.
3. Na stronie 96 opisane są pomiary wykonane na ścianie skalnej „w okolicach Krakowskiego Zakrzówka”. Oprócz tej informacji, nie ma w tekście żadnych dodatkowych informacji o charakterze mierzonego obiektu. W tekście opisującym pomiary ściany skalnej w kopalni węgla kamiennego „Brzeszcze” nie podano informacji na jak dużym wycinku powierzchni były wykonywane te pomiary.
4. Autor podkreśla, że podczas obrazowania i pomiarów ścian skalnych część materiału skalnego była usunięta ze ściany. Autor nie precyzuje, w jaki sposób to usunięcie było przeprowadzone.
5. W rozdziale 3.6 dotyczącym pomiarów materiału przenoszonego na przenośniku taśmowym, opisany został eksperyment wykonany w warunkach laboratoryjnych. Autor napisał, że został testowany materiał sypki, ale nie jest wskazane, jakiego rodzaju był ten materiał, jaka była wielkość przenoszonych cząstek lub kawałków i jaka była wielkość wolnej przestrzeni pomiędzy ziarnami lub kawałkami. Można się domyślać, że parametry te będą miały wpływ na wyniki obrazowania i pomiarów.

Pytania wymagające wyjaśnienia:

1. Autor pisze na stronie 78, że wyniki pomiarów ziarn węglowych otrzymane w ramach opisanych prac zostały wykorzystane w badaniach prowadzonych w celu weryfikacji modelu uwalniania metanu. Czy Autor może wyjaśnić, jak wiedza o parametrach trójwymiarowych ziarn węgla przyczynia się do modelowania uwalniania metanu?
2. Trójwymiarowe obrazowanie i pomiary ścian skalnych wykonywane były na prostokątnych wycinkach powierzchni skalnej o wymiarach 0,7 x 0,7 m i 1,15 x 1 m. Zazwyczaj, w zastosowaniach praktycznych, potrzebne jest udokumentowanie i ocena większej powierzchni skalnej, czy to środowisku kamieniołomów, kopalni węgla kamiennego lub odstonięciu skalnym. Jakie możliwości oferują metody opracowane przez Doktoranta do analizy większych obszarów ścian skalnych? Jakie są limity i możliwości dalszego rozwoju tych metod obrazowania do przetwarzania danych trójwymiarowych?
3. W pracy nie jest podana specyfikacja techniczna aparatu fotograficznego wykorzystywanego do robienia zdjęć ścian skalnych ani nie są opisane stosowane parametry ekspozycji. Wiadomym jest, że fotografowanie w warunkach kopalni węgla wiąże się z pewnymi problemami, na przykład z refleksją światła na **cząsteczkach pyłowych**, powodującą niepożądane artefakty na zdjęciu (patrz małe jasne koła na rysunku 3.15). Z jakiego rodzaju problemami Doktorant spotkał się podczas fotografowania w kopalni węgla i jak te problemy rozwiązywał?
4. Czy Doktorant wykonywał na sekwencjach 2D obrazów ścian skalnych jakieś korekty zniekształceń geometrycznych obiektywu (dystorsja beczkowa)? Czy ten typ wady optycznej obiektywu ma istotny wpływ na jakość danych uzyskanych za pomocą zastosowanych metod? Innym potencjalnym problemem jest korekta zniekształceń perspektywicznych obrazu, związanych z pozycją aparatu fotograficznego względem mierzonej ściany. Czy Doktorant jakoś rozwiązywał ten problem?
5. Na stronie 80 Autor stwierdza, że warunkiem koniecznym do przeprowadzenia pomiarów ścian skalnych przy użyciu zaproponowanych metod jest środowisko o niskim natężeniu światła. Część eksperymentów, prowadzona była w kamieniołomie, gdzie taki warunek nie jest spełniony. Czy warunki oświetlenia nie mogły mieć wpływu na dokładność wyników uzyskanych w stosowanych metodach?

6. Jakie jest wyobrażenie Doktoranta o dalszych badaniach w dziedzinie trójwymiarowego obrazowania obiektów geologicznych lub geotechnicznych? Na co, jego zdaniem, należy położyć szczególny nacisk w przyszłych badaniach?

7. Wniosek końcowy

Przedłożona praca doktorska świadczy o motywacji Doktoranta i jego głębokim zainteresowaniu badaną tematyką. Część metodologiczna pracy obejmuje metody i oryginalne algorytmy, opracowane lub zmodyfikowane przez Doktoranta. W tym również propozycje układów eksperymentalnych i innowacyjnych zmian konstrukcyjnych w zastosowanych urządzeniach. Wyniki uzyskane przez zastosowanie proponowanych metod zostały zweryfikowane przez relatywnie obszerne, czasochłonne i technicznie wymagające eksperymenty.

Częściowe wyniki prac badawczych były sukcesywnie publikowane przez Doktoranta podczas jego studiów doktorskich. O jakości wyników świadczy m.in. fakt, że zostały one przyjęte do druku w czasopiśmie posiadającym Impact Faktor.

Reasumując należy stwierdzić, że oceniana praca doktorska wnosi element nowości i stanowi oryginalne rozwiązania problemów naukowych.

Zakres przeprowadzonych badań i analiz upoważnia Recenzenta do stwierdzenia o udowodnieniu postawionych tez pracy w pełnym zakresie, oraz o zrealizowaniu zamierzonego celu pracy.

Recenzowana praca spełnia warunki Ustawy z dn. 14 marca 2003 r. o stopniach naukowych i tytule naukowym oraz o stopniach i tytule w zakresie sztuki (Dz. U. Nr. 65, poz. 595, z późn. zm.) wymienione w art. 13.1 i 3 stawianym pracom doktorskim. Składam więc wniosek o dopuszczenie Doktoranta do dalszych etapów przewodu doktorskiego.

Ostrava dnia 21 stycznia 2016 roku

