



---

## RECENZJA

rozprawy doktorskiej mgr. inż. Stanisława Baudzisa  
nt. "Udoskonalona metodyka interpretacji otworowych  
profilowań oporności obciążonych efektem Groningen"

---

Recenzja rozprawy doktorskiej mgr. inż. Stanisława Baudzisa pt. "*Udoskonalona metodyka interpretacji otworowych profilowań oporności obciążonych efektem Groningen*", opracowanej pod kierunkiem prof. dr hab. inż. Jadwigi Jarzyny oraz dr. Pawła Pomianowskiego w funkcji promotora pomocniczego, została opracowana w związku z pismem w tej sprawie prof. dr hab. inż. Jacka Matyszkiewicza, Przewodniczącego Rady Dyscypliny Naukowej Nauki o Ziemi i Środowisku Akademii Górniczo-Hutniczej im. Stanisława Staszica w Krakowie z dnia 21 września 2021 roku (nr WGGiOŚ-dz.0154-233/2021), informującym o powołaniu mnie przez Radę na recenzenta.

Przedstawiona do recenzji rozprawa powstała w ramach programu „*Doktorat wdrożeniowy*” na podstawie umowy o współpracy w zakresie prowadzenia doktoratu wdrożeniowego, zawartej pomiędzy Doktorantem a Geofizyką Toruń S.A. oraz Akademią Górniczo-Hutniczą im. Stanisława Staszica w Krakowie, Wydziałem Geologii, Geofizyki i Ochrony Środowiska. Rozprawa dotyczy problemów z właściwą interpretacją profilowań oporności dla określenia rodzaju i wielkości nasycenia formacji złożowej w szczególnych warunkach usytuowania geologicznego poziomów złożowych, powodującego zawyżanie oporności dalekiego zasięgu w utworach niskooporowych, ekranowanych utworami wysokooporowymi (efekt Groningen). Autor pracy postawił sobie za cel opracowanie metodyki pomiarowo-interpretacyjnej profilowań oporności obciążonych efektem Groningen w polskich warunkach geologicznych z wykorzystaniem modelowania matematycznego odpowiedzi elektrycznych sond sterowanych w warunkach geologicznych oraz metod statystycznych z wykorzystaniem wielowymiarowej analizy skupień i sztucznych sieci neuronowych.

Recenzowana praca jest monograficznym opracowaniem składającym się ze 162 stron tekstu, na które składają się streszczenia w języku polskim i angielskim, spis treści, wykaz skrótów i oznaczeń, sześć rozdziałów z podrozdziałami, cytowana literatura, spis figur oraz spis tabel. Spis literatury obejmuje 171 pozycji opublikowanych przez zespoły polskie



i zagraniczne. Dodatkowo w pracy jest spis stron internetowych z jednym odnośnikiem. W skład pracy wchodzi 107 rysunków i 15 tabel. W rozprawie wyszczególniono zakres prac przeprowadzonych bezpośrednio przez doktoranta w ramach zespołu badawczego, co pozwala na ocenę jego wkładu w wykonanie badań. Rozprawa napisana jest w języku polskim. Tytuł pracy dobrze określa zawartą dalej treść.

Pierwsze trzy rozdziały stanowią wprowadzenie do tytułowego problemu analizowanego w dwóch kolejnych rozdziałach. Zawierają one: wstęp wraz z motywacją dla podjętego celu pracy, stan wiedzy w zakresie otworowych profilowań oporności różnego rodzaju sondami, opis problemu z poprawną interpretacją profilowań otworowych, związanego z występowaniem efektu Groningen w postaci zawyżania oporności w utworach położonych poniżej miąższych warstw wysokooporowych, oraz zarys budowy geologicznej i warunki występowania złóż węglowodorów na obszarze Niżu Polskiego, dając tym samym wyobrażenie czytelnikowi o skali i istotności podjętego zadania w poszukiwaniach złóż węglowodorów w Polsce. W tej części pracy Autor stawia tezę rozprawy doktorskiej, która brzmi: *„Zestaw sond do profilowania oporności, odpowiednio dobranych do warunków geologicznych i dopasowana metodyka pomiarów w otworach oraz system poprawek, dobranych do rodzaju profilowania oporności, gwarantują wyznaczenie oporności rzeczywistej na podstawie pomierzonej oporności pozornej, a w konsekwencji wiarygodna wartość oporności prowadzi do poprawnego wyznaczenia nasycenia wodą/węglowodorami”*. Następnie, w rozdziałach czwartym i piątym, Autor prezentuje szereg argumentów, potwierdzających słuszność postawionej tezy, na koniec przytaczając ponownie udowodnioną już tezę w rozdziale szóstym, który jest podsumowaniem pracy. W tej części rozprawy, w rozdziale czwartym, Autor przedstawia wyniki analiz profilowań oporności i innych danych geofizyki otworowej w wybranych otworach wiertniczych na Niżu Polskim oraz prezentuje przykłady poprawnie i niepoprawnie wyznaczonego nasycenia na podstawie geofizyki otworowej, potwierdzonego przez badania próbnikiem i testy złożowe. W pracy zamieszczono informację, że Autor samodzielnie wykonał reinterpretacje nasycenia w analizowanych otworach i sprawował nadzór merytoryczny podczas rejestracji pomiarów oraz ich interpretacji. W rozdziale piątym Autor przedstawia propozycję pomiarowo-interpretacyjną dla otworowych profilowań oporności laterologami o dalekim zasięgu w celu poprawnego szacowania nasycenia wodą/węglowodorami, wraz z wynikami jej zastosowania. W ramach proponowanej metodyki Autor wprowadza szereg funkcjonalności do programu Poprawki\_LLD\_LLS, opracowanego wcześniej w ramach projektu realizowanego przez zespół z Katedry Geofizyki WGGiOŚ, AGH, wspólnie z pracownikami PGNiG S.A. i Geofizyki Toruń S.A. Przedstawia również wyniki testów efektywności wprowadzonych korekt do programu Poprawki\_LLD\_LLS. Następnie, testuje możliwość wykorzystania analizy skupień oraz sieci neuronowych w procesie interpretacji profilowań otworowych. W rozdziale szóstym Autor podaje wnioski wynikające z pomiarów i badań.

Cel rozprawy został osiągnięty. Pan mgr inż. Stanisław Baudzis właściwie zaplanował zadania, aby udowodnić postawioną tezę. Wnikliwie i wszechstronnie przeanalizował wyniki profilowań oporności otrzymywane różnymi sondami dostępnymi w Geofizyce Toruń S.A.

[www.igf.edu.pl](http://www.igf.edu.pl)



Zaproponował odpowiednią metodykę interpretacyjną dla profilowań oporności realizowanych w otworach wiertniczych na Niżu Polskim, aby uzyskać poprawne wartości nasycenia wodą/węglowodorami. Wyniki Jego pracy są istotne w procesie poszukiwania i rozpoznania złóż ropy i gazu, i mają niewątpliwie znaczenie ekonomiczne, przekładając się na prognozę zasobów węglowodorów analizowanej struktury geologicznej. Doktorant wykazał się znajomością metod i narzędzi wykorzystywanych w geofizyce otworowej, włączając w to umiejętność interpretacji otrzymanych wyników i ich wykorzystania do analiz nasycenia. Chciałabym podkreślić, że czytając rozprawę odnosi się wrażenie dużego doświadczenia w zakresie interpretacji wyników profilowań oporności. Doktorant zademonstrował też sprawność innowacyjną poprzez zaimplementowanie swoich wniosków do programu Poprawki\_LLD\_LLS, wykorzystywanego w interpretacji profilowań geofizyki otworowej w przemyśle, oraz stosując nowoczesne, jeszcze niestandardowe, metody badawcze, takie jak sztuczna inteligencja. Wyniki swojej pracy Doktorant prezentował na konferencjach branżowych, między innymi *Geopetrol* i konferencji *Europejskiego Stowarzyszenia Geologów i Inżynierów (EAGE)*. Zaprezentował wyniki również w formie publikacji naukowych w kilku czasopismach o wysokim współczynniku wpływu, między innymi w *Acta Geophysica* (IF 2.054) oraz *Energies* (IF 3.004), co dowodzi jakości prac. Na uwagę zasługuje także praca opublikowana w *Geology, Geophysics and Environment*, która była ściągnięta z serwera ponad 200 razy w ciągu ostatniego roku. To pokazuje duże zainteresowanie wynikami Doktoranta w środowisku geofizyków. Chciałabym podkreślić wysoką jakość prezentacji podjętej problematyki i wyników w rozprawie doktorskiej, bo pomimo tego, że nie jestem specjalistą w zakresie geofizyki otworowej, pracę doktorską czytałam z dużym zainteresowaniem.

Oprócz osiągnięć, recenzowana rozprawa ma również słabsze strony. Jeden z rozdziałów prezentujący wykorzystanie metod statystycznych i sieci neuronowych w interpretacji wyników profilowań otworowych, został przedstawiony w formie wniosków z obszerniejszych analiz w tym zakresie. Czytając tę część rozprawy, która stanowi istotną część argumentacji popierającej postawioną przez Doktoranta tezę badawczą, odczuwam niedosyt informacji. Jakie metody podobieństwa/klasyfikacji badanych danych były testowane? Jakie metryki odległości pomiędzy klastrami zostały wykorzystane? Jak na wyniki końcowe identyfikacji elektrofacji wpływała założona liczba klastrów, czy i jakie Doktorant ma w tym zakresie rekomendacje dla interpretatorów i użytkowników oprogramowania z zaimplementowanym modułem analizy skupień? Kolejne pytania nasuwają się w przypadku analiz wykorzystujących sieci neuronowe – czy liczba warstw oraz liczba iteracji miała znaczenie dla poprawy dokładności wyników? Jakie są rekomendacje w tym zakresie przy obecnie wykorzystywanych komputerach dużej mocy w przemyśle? Prosiłabym o odpowiedzi oraz podanie szerszej informacji o stosowanych metodach podczas publicznej obrony pracy doktorskiej. Mam też kilka uwag dotyczących jakości prezentowanych rysunków. Większość rysunków jest bardzo dobrej jakości, natomiast zdarzają się mapy oraz rysunki z bardzo małymi literami w legendzie, właściwie uniemożliwiającymi odczytanie treści, np. Fig. 3.4.2.

*Podsumowanie.* Mimo przedstawionych powyżej kilku uwag krytycznych, które mają charakter dyskusyjny bądź redakcyjny i nie podważają zasadniczego dorobku Doktoranta, uważam, że wyznaczone cele rozprawy zostały zrealizowane. Recenzowana praca jest dobrym podsumowaniem przemyślanego programu badawczego. Prezentuje oryginalne osiągnięcia badawcze Autora o znaczeniu metodycznym, poznawczym oraz użytkowym, świadczące o wiedzy Doktoranta, o umiejętności prowadzenia badań, oraz umiejętności wykorzystania wyników badań w praktyce przemysłowej. Tematyka poruszana w pracy jest istotna dla poszukiwań i rozpoznania złóż ropy i gazu, szczególnie w warunkach geologicznych Polski. Praca wnosi istotne poszerzenie wiedzy w tym zakresie. Recenzowana praca jest efektem współpracy zespołów badawczych z Katedry Geofizyki na WGGiOŚ, AGH, oraz petrofizyków z Geofizyki Toruń S.A. i PGNiG S.A. Jest przykładem współpracy międzysektorowej, która jest źródłem nowych rozwiązań, a co za tym idzie możliwości większego konkurowania w zmieniającym się otoczeniu. Umiejętnie wykorzystany tutaj transfer wiedzy pozwolił na realizację założonych celów rozwojowych. Wobec powyższego uważam, że rozprawa doktorska mgr. inż. Stanisława Baudzisa pt. *“Udoskonalona metodyka interpretacji otworowych profilowań oporności obciążonych efektem Groningen”* odpowiada wymogom Ustawy z dnia 20 lipca 2018r. *Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce* (Dz. U. 2018r., poz. 1668 z późn. Zm.). Wnoszę więc o przyjęcie rozprawy i dopuszczenie mgr. inż. Stanisława Baudzisa do publicznej obrony recenzowanej rozprawy.

prof. dr hab. inż. Beata Orlecka-Sikora  
Instytut Geofizyki Polskiej Akademii Nauk  
ul. Księcia Janusza 64  
01-452 Warszawa