

**Recenzja habilitacyjna dr inż. Pawła Sikory,
ocena osiągnięć oraz aktywności naukowej**

1. Wprowadzenie

Recenzję opracowałem na podstawie pisma Przewodniczącego Rady Dyscypliny Inżynieria Środowiska, Górnictwo i Energetyka Politechniki Śląskiej, Pana prof. dr hab. inż. Andrzeja Rusina, który skierował do mnie zlecenie o znaku RJE-BD/4/406/2020/2021 z dnia 19.07.2021 r. Stwierdzam, że otrzymana dokumentacja pt.: „Wniosek z dnia 15 lutego 2021r. o przeprowadzenie przewodu habilitacyjnego w dyscyplinie Inżynieria Środowiska, Górnictwo i Energetyka”, zawiera niezbędne informacje dla wykonania oceny zarówno dorobku naukowego, jak i oceny osiągnięć i aktywności naukowej Pana dr inż. Pawła Sikory.

2. Ocena osiągnięcia naukowego - habilitacyjnego

Osiągnięcie habilitacyjne dr inż. Pawła Sikory, bazuje na monografii pt. *Zastosowanie metody automatów komórkowych do opisu deformacji górotworu spowodowanych podziemną eksploatacją górniczą*, wydanej przez Politechnikę Śląską w roku 2019.

Analizując wymienioną publikację, jak i opis osiągnięcia naukowego zamieszczony w autoreferacie (zał.3) zauważam trafne znalezienie obszaru badań (niszy badawczej), które jest związane z:

- wzrastającą w Polsce i na świecie odpowiedzialnością za zagrożenia na terenach górniczych,
- rozwojem narzędzi matematycznych i informatycznych.

Badania prowadzone przez P. Sikorę dotyczyły przede wszystkim analiz i przekształceń wyników obserwacji geodezyjnych skutków podziemnej eksploatacji górniczej.

Pierwsza refleksja po zapoznaniu się z autoreferatem (koniec lipca 2021 r.) była następująca: jest napisany zrozumiałym (klarownym) językiem. Opis osiągniętych wyników, pomimo złożoności problemu, świadczy o dużym potencjale badawczym Habilitanta.

Druga refleksja to, systematyczne rozwijanie pomysłu, jaki Autor przedstawił w pracy doktorskiej, w której znajdują się początki badań w zakresie zastosowania automatów komórkowych do opisu deformacji powierzchni, przyczyniający się do istotnego przyrostu dorobku w 2020 r.

Co P. Sikora rozumie pod pojęciem Automatu Komórkowego (AK)? Na str. 16 monografii Habilitant określa go, jako model matematyczny, którego struktury opisane są przez siatkę komórek oraz ich stany, przejścia i reguły tych przejść. Istotnym warunkiem działania AK jest jednocześnie poddanie wszystkich komórek działaniu algorytmu. Według recenzenta, w ujęciu górniczym, AK to przestrzeń - model górotworu, w którym odbywa się jego deformacja na skutek wybierania jego elementów (w pokładzie węgla kamiennego). Deformacja odbywa się według pewnego algorytmu, co zdaniem recenzenta, jest istotą osiągnięcia naukowego. Zaprezentowana koncepcja zastosowaniu AK do modelowania przemieszczeń górotworu nawiązuje wprost do rozwiązań teorii ośrodka sypkiego (stochastycznego) J. Litwiniszyna i szczególnego rozwiązania tej teorii, jakim jest wzór S. Knothego. Modelując obniżenia ośrodka jednorodnego i ciągłego metodą AK uzyskujemy wyniki zgodne z wynikami uzyskiwanymi wzorami J. Litwiniszyna i S. Knothego.

Cechą wyróżniającą przedstawioną metodę względem wymienionych metod jest możliwość uwzględniania wpływu niejednorodnej budowy górotworu na rozkład jego przemieszczeń. Odbywa się to poprzez przypisanie pewnych cech wybranym komórkom modelu obliczeniowego, które pozwalają na odwzorowanie zmiennych własności ośrodka skalnego takich jak zmienne własności geologiczne poszczególnych warstw górotworu i przebieg szczelin uskokowych. Ponadto rozkład przejść (ruch komórek) jest rejestrowany i zapamiętywany w każdej komórce siatki automatu, co umożliwia delinearizację procesu obliczeniowego w zależności od zaistniałych różniących między sobą się deformacji w całej bryle rozpatrywanego górotworu.

Podstawy teoretyczne autorskiego osiągnięcia naukowego są następujące:

1. Budowa przestrzennego modelu obliczeniowego, jako skończony automat komórkowy w odniesieniu do wybranego fragmentu górotworu.
2. Opracowanie matematycznej charakterystyki dyskretnego modelu obliczeniowego do praktycznego symulowania pionowych i poziomych przemieszczeń przestrzennego modelu górotworu. W szczególności dotyczyło to ustalenia wpływu rozmiarów komórek i ilości ich warstw na maksymalne nachylenia modelowanej niecki obniżeniowej.
3. Weryfikacja założeń modelowych w zakresie możliwości symulacji przemieszczeń pionowych i poziomych z zastosowaniem liniowości tego procesu.

4. Opracowanie charakterystyki metody uwzględniającej wpływ niejednorodności budowy geologicznej górotworu (warstwowość, uskoki, nachylenie warstw górotworu) i wpływ już zaistniałych deformacji górotworu (delinearyzacja), na wynik symulacji prognozowanych deformacji górotworu i powierzchni.
5. Weryfikacja założeń metody obliczeniowej w odniesieniu do rzeczywistych przypadków eksploatacji górniczej, skomplikowanych pod względem geometrycznym (uskoki, nachylenie warstw) i geologicznym (zmiennosc właściwości warstw).

Każdemu z tych etapów towarzyszyło tworzenie i nieustanne doskonalenie autorskiego oprogramowania komputerowego połączone z realizacją bardzo wielu testów numerycznych których wyniki były weryfikowane w oparciu o istniejącą wiedzę na temat deformacji górotworu oraz o wyniki wybranych pomiarów geodezyjnych przemieszczeń terenu górniczego.

W odniesieniu do symulacji deformacji górotworu, w którym odbywa się eksploatacja górnicza, w AK jest modelowany wysyp rumoszu skalnego do pustki poeksploatacyjnej. Jest to taki rodzaj AK, który wskutek przyjętych warunków początkowych i określonego algorytmu (tak zwanej funkcji przejścia) ewoluje do jednoznacznego stanu końcowego, zdefiniowanym warunkiem brzegowym. Osiągnięcie naukowe doktora Pawła Sikory to:

- zbudowanie przestrzennego modelu górotworu, w którym odbywa się symulacja jego deformacji, który odwzorowuje model ośrodka stochastycznego,
- określenie warunków początkowych (brzegowych) modelu górotworu, rozmiarów komórki, która decyduje o dokładności odwzorowania deformacji w rzeczywistości.

Ma to wyraz w zdefiniowaniu:

- sąsiedztwa komórek z komórką bazową dla przemieszczeń pionowych (rys. 4.2 i 4.3 monografii),
- sąsiedztwa komórek z komórką bazową dla przemieszczeń poziomych (rys. 6.1 i 6.2)
- funkcji przejścia dla przemieszczeń pionowych, w ujęciu deterministycznym i stochastycznym.
- funkcji przejścia dla przemieszczeń poziomych w ujęciu deterministycznym (rys. 6.3).

Reasumując, oryginalnym wynikiem badań Habilitanta zawartych w monografii, jest nowa, kompletna metoda prognozowania ciągłymi deformacjami górotworu i powierzchni terenu górniczego umożliwiającą uwzględnianie wpływu niejednorodnej budowy ośrodka skalnego, oraz wpływu zaistniałego zdeformowania górotworu na deformacje prognozowane.

Rozwiązania zaprezentowane przez Habilitanta są cenne z punktu widzenia problematyki ochrony terenów górniczych. Moim zdaniem, metoda jak i opracowane bardzo obszerne oprogramowanie posiadają znaczny potencjał rozwojowy oraz możliwości adaptacji w innych aspektach naukowych w górnictwie, np. przy ocenie potencjalnego stanu zagrożenia tąpnięciami spowodowanego wzrostem oddziaływania (mierzonego w odkształceniach pionowych) krawędzi eksploatacyjnych i uskoków w rejonach projektowanych robót górniczych.

Monografia wraz towarzyszącymi jej publikacjami powiększa wiedzę o deformacjach górotworu i powierzchni w odniesieniu do ogólnego rozwiązania ruchów górotworu J. Litwiniszyna [46], pomysłu T. Niemca dotyczącego AK [53,54] oraz teorii S. Knothego [31], opisu deformacji powierzchni według J. Białka [2,3], a głównie własnych zawartych w pracy doktorskiej [72].

Do elementów krytycznych w rozwiązaniu P. Sikory podnoszę problem doboru wymiarów komórek do symulacji deformacji (str. 55 monografii). Czy o wymiarach komórki powinny decydować budowa geologiczna górotworu oraz zaszłości wynikające z dokonanej wcześniej eksploatacji górniczej, a nie długość bazy pomiarowej lub wymiary typowych obiektów budowlanych na powierzchni? Choć mając na uwadze stan końcowy deformacji, zdefiniowanych warunkiem brzegowym, czyli długość bazy pomiarowej lub wymiary typowych obiektów budowlanych na powierzchni, można tym uzasadnić wymiary komórek.

3. Ocena dorobku naukowego

Dr inż. Paweł Sikora ukończył studia na Politechnice Śląskiej na Wydziale Górnictwa i Geologii w 2005 r. Początkowo odbywał studia doktoranckie, potem doktorat (2012), następnie jest zatrudniony na stanowisku adiunkta, ostatnio w Katedrze Eksploatacji Złóż.

Praca w Katedrze i zajmowanie się Ochroną terenów górniczych, Geoinformatyką i Geodezją Górniczą spowodowała, że podjął badania z wykorzystaniem teorii automatów komórkowych, co zaowocowało doktoratem. Następnie włączył się zarówno w działalność dydaktyczną, jak i ekspercką, realizując znaczną liczbę ekspertyz (31). Tematyka badawcza była realizowana głównie dla kopalń węgla kamiennego i KGHM „Polska Miedź”, oraz innych zlecniodawców, co spowodowało rozwój Jego zainteresowań naukowych i twórcze osiągnięcia.

Inne osiągnięcia badawcze, poza opisanymi w pkt. 2 recenzji, są między innymi następujące:

- Współpraca z Prof. Dai Huayang, kierownikiem Katedry Geodezji i Zagospodarowania Przestrzennego Chińskiego Uniwersytetu Górniczego.
- Staż dydaktyczny w ramach programu STA ERASMUS w University of Mining and Geology "St. Ivan Rilski" w Bułgarii.
- Uczestnictwo w projekcie pt.: Opracowanie koncepcji zintegrowanego systemu zarządzania produkcją na zlecenie Tauron Wydobycie S.A.). W ramach projektu pełnił rolę kierownika zespołu odpowiedzialnego za opracowanie koncepcji zarządzania obiektami powierzchniowymi a także członka zespołu związanego z obszarem deformacji powierzchni. Wyniki prac zostały opublikowane w artykule naukowym.
- Od roku 2015 uczestniczy w pracach Komisji Ochrony Terenów Górniczych Wydziału IV Oddziału Katowice Polskiej Akademii Nauk. W ramach członkostwa dwukrotnie przedstawiał swoje osiągnięcia naukowe na posiedzeniach Komisji.

Ponadto w pracy naukowej zajmował się zagadnieniami niezwiązanymi z problematyką prognozowania deformacji górotworu, przede wszystkim problematykę stosowania nowoczesnych technologii do pomiarów geodezyjnych (między innymi wykorzystaniu: skaningu laserowego, latających obiektów bezzałogowych (drony), technologii GNSS a także zagadnieniami związanymi z wykorzystaniem GIS w geodezji.

Publikował artykuły zarówno w języku polskim i angielskim, którym posługuje się biegle. Z wykazu osiągnięć naukowych, który stanowi załącznik 4 wynika, że:

- Rok 2020, jest okresem, kiedy nastąpił istotny dla oceny osiągnięć naukowych przyrost dorobku, gdyż zostały opublikowane 3 artykuły (o wartości punktowej jeden za 100, a dwa po 70 punktów). Jeden samodzielny i dwa gdzie jest współautorem, wszystkie w języku angielskim i mające Impact Factor. W wymienionych artykułach powiększył swój dorobek głównie w zakresie modelowania numerycznego procesu deformacji.
- Po uzyskaniu stopnia doktora (za okres 10 lat) opublikował 36 prac, w tym 19 artykułów, pozostałe to artykuły i komunikaty z konferencji naukowych. Dominują artykuły, w których jest współautorem, kilka artykułów jest w języku angielskim. Dotyczą prognoz deformacji, geodezji górniczej, modelowania numerycznego oraz informatyki.
- Jest autorem oprogramowania przeznaczonego do modelowania deformacji górotworu, które jest wykorzystywane dla prac badawczych i eksperckich.

- 24 razy występował na konferencjach krajowych i zagranicznych, w tym znaczna część wystąpień w języku angielskim.
- Jest aktywny jako organizator lub współorganizator konferencji organizowanych przez Wydział Górnictwa i Geologii Politechniki Śląskiej.
- Był recenzentem publikacji w czasopismach międzynarodowych posiadających IF.
- Uczestniczył w programie badawczym dotyczącym wykorzystania dronów i metody BIM monitorowania obiektów budowlanych.
- Jest współautorem 31 ekspertyz- mających zastosowanie w praktyce.
- Uczestniczył i współpracował z sektorem zarówno społecznym (autor oprogramowania) jak i gospodarczym (wykorzystywanie tego oprogramowania).

Ocena bibliometryczna artykułów będących w bazie JCR i spoza bazy jest następująca:

- **sumaryczna liczba punktów: 476,**
- **imapct factor: 7,029,**
- **indeks Hirscha: 3,**
- **cytowania według bazy Scopus: 35.**

Powyższe czyni, że ocena dorobku Habilitanta jest dobra. Wysoko oceniam praktyczną przydatność dorobku Habilitanta w zakresie technicznych przedsięwzięć związanych z usuwaniem i zapobieganiem szkodom górniczym (ochronie terenów górniczych). Uzyskane wyniki wskazują na ich przydatność w profilaktyce górniczej i budowlanej.

4. Ocena dorobku dydaktycznego, popularyzatorskiego i organizacyjnego

Prowadził zajęcia akademickie (wykłady, laboratoria, projekty, ćwiczenia, seminaria) na następujących przedmiotach:

- Badania deformacji powierzchni terenu i górotworu,
- Geodezja wyższa i satelitarna,
- Geodezja górnicza i metrologia,
- Geodezja i Podstawy Systemów Informacji Przestrzennej,
- Geodezja inżynierska,
- Zajęcia terenowe z geodezji,
- Fotogrametria i teledetekcja,
- Wybrane zagadnienia z geodezji,
- Kartografia komputerowa,

4. Wnioski

Na podstawie recenzji osiągnięcia naukowego dr inż. Pawła Sikory pod tytułem: *Zastosowanie metody automatów komórkowych do opisu deformacji górotworu spowodowanych podziemną eksploatacją górniczą*, a także oceny Jego dorobku naukowego, dydaktycznego, popularyzatorskiego, organizacyjnego oraz współpracy międzynarodowej stwierdzam, że:

1. Monografia pod wymienionym powyżej tytule spełnia w dobrym stopniu wymogi stawiane habilitacji, tj. zawiera oryginalne metody badań. Wyniki badań Habilitanta stanowią wkład do rozwoju dyscypliny naukowej Inżynieria Środowiska, Górnictwo i Geologia.
2. Habilitant w 10-letnim okresie od uzyskania stopnia doktora nauk technicznych powiększył jakościowo i ilościowo swój dorobek naukowy. Dorobek spełnia w stopniu dobrym kryteria jakościowe: zawiera elementy oryginalności oraz nowatorstwa, a także posiada znaczenie praktyczne.
3. Dorobek naukowy Habilitanta został upowszechniony poprzez publikacje w czasopismach znajdujących się w bazie Journal Citation Reports (JCR), jak również poprzez referaty i wystąpienia na konferencjach zagranicznych. Ocena bibliometryczna jest zadawalająca.

Biorąc pod uwagę powyższe stwierdzenia, które uzasadniłem w recenzji, stawiam przed Radą Dyscypliny Naukowej Inżynieria Środowiska, Górnictwo i Geologia Politechniki Śląskiej w Gliwicach, wniosek potwierdzający, że dr inż. Paweł Sikora w stopniu zadawalającym spełnia wymagania stawiane w przewodzie habilitacyjnym określonymi w art. 219 ust. 1 pkt 2 ustawy – Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce (j.t. Dz.U. 2020 r. poz. 85, z późn. zm.) i zwracam się z prośbą o dopuszczenie pana dr inż. Pawła Sikory do dalszego procesu postępowania o nadaniu stopnia doktora habilitowanego.

Podpisał Andrzej Kowalski

- Satelitarne techniki pomiarowe i podstawy geodynamiki,
- ERASMUS – geodezja (w języku angielskim),
- ERASMUS – geodezja i kartografia (w języku angielskim).

Od roku akademickiego 2020/2021 prowadzi zajęcia laboratoryjne na kierunku Automatyka i Informatyka Przemysłowa z przedmiotów:

- Cyfrowe przetwarzanie obrazów,
- Podstawy programowania.

Od początku pracy dydaktycznej pracuje nad udoskonalaniem programu kształcenia oraz form jego realizacji. W tym zakresie najważniejsze osiągnięcia to:

- autorskie opracowanie prowadzonych wykładów w oparciu o aktualne wyniki osiągnięć naukowych i projektowych w skali światowej, wykorzystując nowoczesne środki przekazu,
- autorskie opracowanie programu przedmiotu: Satelitarne Techniki Pomiarowe i Podstawy Geodynamiki.

W zakresie dydaktyki był opiekunem 19 prac magisterskich i 36 inżynierskich. Opiekuje się studentami i doktorantami. Uczestniczy w stażach naukowych krajowych i zagranicznych oraz uczestniczy w Zespołach Eksperymentalnych. Recenzuje artykuły dla czasopism z listy A wykazu MNiSW.

W ramach działalności organizacyjnej i popularyzatorskiej wygłosił szereg wykładów o charakterze popularno-naukowym w liceach i technikach. Był współorganizatorem i uczestniczył w wielu wydarzeniach promujących Politechnikę Śląską: m.in. podczas cyklicznie organizowanej „Nocy Naukowców”, „Dni Ziemi” oraz „Pikniku Naukowego” Polskiego Radia i Centrum Popularyzacji Nauki Kopernik w Warszawie. Wygłosił wykład w ramach spotkań Uniwersytetu Trzeciego Wieku w Rybniku.

Od roku 2015 jestem członkiem Wydziałowej Komisji ds. Kształcenia. W roku 2016 został powołany na członka Wydziałowej Komisji ds. Wizerunku

Z przedstawionego wykazu zaangażowania w dydaktykę oraz działania popularyzatorskie, wynika istotny wkład dr inż. Pawła Sikory w popularyzowaniu nauki zwłaszcza w zakresie ochrony terenów górniczych i geodezji oraz nowych technologii pomiarowych i obliczeniowych (IT).