

***Recenzja w postępowaniu habilitacyjnym***  
***dr inż. Pawła Sikory***

Niniejsza recenzja została wykonana zgodnie z pismem Przewodniczącego Rady Dyscypliny Inżynierii Środowiska, Górnictwa i Energetyki Politechniki Śląskiej Pana profesora Andrzeja Rusina z dnia 19.07.2021r.

Podstawą była decyzja Rady Doskonałości Naukowej z dnia 31.05.2021. (Z2.4000.27.2021.3.IB) powołująca mnie na recenzenta w komisji habilitacyjnej do przeprowadzenia postępowania habilitacyjnego dr inż. Pawła Sikory (Politechnika Śląska).

**1. Wstęp**

Dr inż. Paweł Sikora w dniu 15.02.2021 roku Złożył wniosek o przeprowadzenie postępowania habilitacyjnego w dziedzinie nauk technicznych w dyscyplinie Inżynieria Środowiska, Górnictwo i Energetyka.

Do wniosku została dołączona dokumentacja w postaci załączników:

1. Dane kontaktowe.
2. Uwierzytelniona kopia dyplomu doktorskiego (jedynie w wersji elektronicznej).
3. Autoreferat w języku polskim.
4. Autoreferat w języku angielskim.
5. Wykaz opublikowanych prac naukowych i informacje o innych osiągnięciach.
6. Elektroniczna kopia wniosku wraz z załącznikami na nośniku USB pamięci przenośnej.

Podstawą ubiegania się o nadanie stopnia naukowego doktora habilitowanego jest zgodne z ustawą Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce z dn. 20 lipca 2018 art. 219 ust. 1 pkt. 2a (Dz. U. z 2018 r. poz. 1668 ze zm.) monografia habilitacyjna pt. „*Zastosowanie metody automatów komórkowych do opisu deformacji górotworu spowodowanych podziemną eksploatacją górniczą*”. Osiągnięcie to zostało opublikowane przez Wydawnictwo Politechniki Śląskiej w 2019 roku.

Wykonana recenzja dotyczy oceny ww. osiągnięcia naukowego.

## 2. Sylwetka kandydata

Dr inż. Paweł Sikora ukończył studia magisterskie na Wydziale Górnictwa i Geologii Politechniki Śląskiej w Gliwicach w 2005 roku, uzyskując tytuł magistra inżyniera nauk technicznych w dyscyplinie geodezja i kartografia w specjalności geodezja górnicza. Podstawą do nadania tytułu była praca magisterska pt. *„Technologia sporządzania numerycznych map podstawowych na przykładzie KWK Budryk”*. Stopień naukowy doktora nauk technicznych w dyscyplinie górnictwo i geologia inżynierska uzyskał w roku 2011. Podstawą do nadania stopnia była rozprawa doktorska pt. *„Opis obniżeń górotworu pod wpływem podziemnej eksploatacji z wykorzystaniem teorii automatów komórkowych”*. Od roku 2012 pracuje jako Adiunkt na Politechnice Śląskiej w Gliwicach na Wydziale Górnictwa, Inżynierii Bezpieczeństwa i Automatyki Przemysłowej (dawniej Górnictwa i Geologii) w Katedrze Eksploatacji Złóż. W latach 2006–2011 Był Doktorantem na Wydziale Górnictwa i Geologii Politechniki Śląskiej.

## 3. Ocena osiągnięcia naukowego.

Podstawę opracowanej recenzji stanowi dostarczona recenzentowi dokumentacja zawierająca 5 załączników, z których najważniejsze to:

zał. 3: Autoreferat przedstawiający opis dorobku oraz osiągnięć naukowych (w j. polskim),

zał. 4: Wykaz opublikowanych prac naukowych i informacje o innych osiągnięciach, oraz

dołączona monografia pt. *„Zastosowanie metody automatów komórkowych do opisu deformacji górotworu spowodowanych podziemną eksploatacją górniczą”* wskazana w punkcie 4 Autoreferatu jako osiągnięcie naukowe (załącznik 5). Monografia została wydana w roku 2019 przez Wydawnictwo Politechniki Śląskiej. Zgodnie z przyjętymi wytycznymi ww. monografia poddana została w ramach procesu wydawniczego ocenie przez dwóch recenzentów w osobach: prof. dr hab. inż. Edwarda Pytla (Politechnika Wrocławska) i dr hab. inż. Zygmunta Niedojadło (Akademia Górniczo-Hutnicza w Krakowie).

Opis osiągnięcia naukowego został przedstawiony w załączniku 3 - Autoreferacie. Habilitant przedstawia w nim cel naukowy, osiągnięte wyniki i uytyltarne możliwości zaprezentowanych rozwiązań.

Habilitant swoje zainteresowania naukowe ukierunkował na możliwości wykorzystania metodyki automatów komórkowych do opisu deformacji górotworu spowodowanych podziemną eksploatacją. Idea podjętych badań wynika wprost z zagadnienia naukowego będącego przedmiotem rozprawy doktorskiej dr inż. Pawła Sikory. Wnikliwa analiza uzyskanych rezultatów na tym etapie rozwoju naukowego doprowadziły Habilitanta do sprecyzowania celu badawczego, w którym przyjęta metodyka badań została w znaczny sposób poszerzona i udoskonalona. W ogólności, idea zastosowania automatów

komórkowych w zagadnieniu deformacji górotworu indukowanej eksploatacją górnictwem, została poddana transformacji z zagadnień dwuwymiarowych do przestrzeni trójwymiarowej. Dodatkowo rozwinięto opis związany z predykcją przemieszczeń poziomych.

Monografię stanowiącą osiągnięcie naukowe można podzielić na 8 zasadniczych części

W **pierwszej** części (rozdziały 1 i 2) Autor dokonuje syntetycznego opisu podejmowanej problematyki, skupiając się na chronologii metod wykorzystywanych do aproksymacji deformacji górotworu na skutek podziemnej eksploatacji. Na podstawie logicznego wywodu, wskazując dawne i aktualne metody stosowane w omawianym zakresie, wskazuje zasadność zastosowania metodyki opartej na automatach komórkowych. Dokonuje krytycznej oceny modeli dwuwymiarowych, bazujących na podejściu geometryczno-całkowym m.in. w kontekście nieliniowego sumowania wpływów od dokonanych eksploatacji. Na tej kanwie Autor formułuje tezę o potencjalnej efektywności stosowania automatów komórkowych do opisu zjawiska związanego z deformacją górotworu wynikającą z działalności podziemnej kopalń.

Finalnie, Autor stawia tezę głoszącą, że *„Przestrzenny model obliczeniowy przy doborze odpowiednich parametrów pozwala uzyskać niekłą obniżeniową jakościowo i ilościowo zgodną z obserwowaną”*. Dodatkowo Wyszczególnia siedem celów, które uściślają postawione stwierdzenie i zdecydowanie poszerzają plan badawczy Habilitanta. W ramach tych celów, oprócz kwestii związanej z wyznaczeniem przemieszczeń pionowych i poziomych dla modelu trójwymiarowego, Habilitant ujmuje również aspekty związane z wpływem: nachylenia wybieranego pokładu, szczelin uskokowych, nieliniowości sumowania wpływów, kierunku prowadzonej eksploatacji oraz jej krotkości. Na tym tle, uzasadniona została również konieczność budowy narzędzia numerycznego, które opisywane jest dalej w przedłożonej monografii.

W **drugiej** części (rozdział 3 i 4) Autor opisując ideę zastosowania automatów komórkowych, konfrontuje ich najważniejsze cechy w kontekście podejmowanego zagadnienia. Sprawia to, że rozdział poświęcony genezie automatów komórkowych jest merytorycznie spójny z tematyką związaną ze zjawiskiem powstawania deformacji w górotworze od podziemnej eksploatacji. W dalszej części Autor rozwija i interpretuje formalizmy opisu matematycznego dla teorii automatów komórkowych, wskazując wyidealizowany model geometryczny oraz warunki brzegowe i końcowe. Podobnie jak we wstępie do rozdziału 3, tak i tutaj Autor każdorazowo odnosi omawiane zależności formalne do przewodniego tematu swojej pracy. W ramach omawianych zagadnień, Autor wskazuje również na konieczność uwzględnienia czynnika czasowego, który pozwoliłby na modelowanie również zjawisk reologicznych.

W rozdziale 4 zostały szczegółowo opisane zasady stanowiące swoiste jądro funkcjonowania modeli bazujących na automatach komórkowych. Zaprezentowano formalizm matematyczny deterministycznych i stochastycznych funkcji przejścia w

przypadku aproksymacji przemieszczeń pionowych. Tą część monografii wypełniają również graficzne schematy ideowe pozwalające na interpretację zależności matematycznych. Przedstawiono tutaj również ogólną, hipotetyczną zasadę działania automatu komórkowego o zadanej siatce, wskazując na konieczność uwzględnienia podziału pojedynczej komórki bazowej na elementarne objętości  $\kappa$ . W toku rozważań dotyczących stochastycznej funkcji przejścia Autor odniósł się do zagadnienia implementacji komputerowej rozwiązań teorii ośrodka stochastycznego w mechanice górotworu wg. *Litwiniszyna*, które było podejmowane wcześniej przez *Trutwina*, *Szpetkowskiego* oraz *Niemca*.

Część **trzecia**, którą stanowi całość rozdziału 5, poświęcona jest zastosowaniu przyjętej metodyki do modelowania przemieszczeń pionowych oraz pośrednio do wyznaczania nachyleń. Autor przeprowadził tutaj symulacje o charakterze abstrakcyjnym na wyidealizowanych modelach górotworu i złoża oraz, w końcowej części, odniósł się do przypadków rzeczywistych z rejonu GZW.

Na początku zostały zaprezentowane wyniki numerycznej symulacji modelu wyidealizowanego, w którym górotwór zamodelowany przez siatkę automatu poddany jest działaniu polegającym na wybraniu jednej komórki. Analizowany jest prosty przykład dotyczący wybrania jednej komórki z trzypoziomowego pokładu (*w tym miejscu zamieszczony rysunek symulacji i jego opis nie odpowiada oznaczeniom zastosowanym w tekście*) o zadanej geometrii (sześciangu o boku 1m i wysokości 2m). Do obliczeń symulacyjnych przyjęto deterministyczną funkcję przejścia, którą Autor opisał w rozdziale 4. Uzyskując symulacyjnie wyznaczone przemieszczenia pionowe, Autor dokonał również pośredniego oszacowania nachyleń. Na tej podstawie odniósł maksymalną wartość obniżenia w stosunku do wyznaczonych maksymalnych wartości nachyleń. Otrzymałą zależność przedstawił na wykresie i wyodrębnił model regresyjny.

W następnej kolejności Autor przedstawił wyniki symulacji wyidealizowanego modelu górotworu o zadanej geometrii dla poszczególnej komórki (1m x 1m x 1m) z zastosowaniem stochastycznej (niedeterministycznej) funkcji przejścia. Przyjęto tutaj głębokość zalegania równą 10 m. Odnosząc się do rozdziału 4.3 zastosowano stochastyczną funkcję przejścia przy wartości parametru  $\kappa$  równym 5. Wyniki zostały zestawione w postaci wykresu warstwicowego, na którym zaprezentowano działanie przyjętej metodyki zarówno dla funkcji deterministycznej, jak i stochastycznej. (*W tej części nie jest wystarczająco jasno uzasadniony fakt przyjęcia podziału objętości komórki  $\kappa = 5$* ).

Uzyskane wyniki zostały poddane szczegółowej ocenie, również w odniesieniu do modelu płaskiego, który był opisany w ramach rozprawy doktorskiej Habilitanta. Szczególną uwagę zwrócono na wpływ wartości parametru  $\kappa$  w trakcie symulacji obniżeń. W tym celu Autor dokonał parametrycznego podejścia symulując działanie modelu dla wartości  $\kappa$  równych odpowiednio 5, 10, 20, 40, 80 i 160. Wykazane zostało, że wzrost wartości parametru  $\kappa$  (czyli zagęszczenie modelu obliczeniowego) wpływa korzystnie na wyniki

symulacji z zastosowaniem stochastycznej funkcji przejścia prowadząc do podniesienia stopnia regularności niecki.

W ramach **trzeciej** części Autor podjął również próbę rozwiązania zagadnienia prognozy obniżeń dla modelu eksploatacji pokładowej. W tej części wskazano, że procedura symulacji była analogiczna jak w przypadku wcześniejszym i ograniczono się jedynie do podania i interpretacji uzyskanych wyników. Analizą objęto 15 różnych geometrycznie modeli. Wyniki poddano weryfikacji przyjmując jako kryterium nachylenia oraz parametr zgodności A. Finalnie ustalono relację wiążącą wartość parametru zgodności A z przyjmowaną do symulacji wartością główną przejścia P.

Ostatecznie przeprowadzono obliczenia dla abstrakcyjnego przykładu parceli o wymiarach 800m x 800 m i grubości  $g=1$  m zalegającej na głębokości  $H=400$  m. Wyniki symulacji porównano z modelem wzorcowym opartym na teorii *Knothe*go. Ostatecznie porównano wyznaczone wartości symulowanych przemieszczeń pionowych oraz nachyleń. W obu przypadkach otrzymano bardzo wysoki stopień zbieżności z modelem wzorcowym opartym na teorii obniżeń *Knothe*go. Wyniki zestawiono w formie wykresów.

Podsumowaniem tej części pracy jest analiza parametryczna wpływu rozmiaru komórki przyjmowanej do symulacji. Na podstawie założeń co do geometrii symulowanego pola eksploatacji oraz głębokości zalegania pokładu, przeprowadzono szereg symulacji, których wyniki analizowano względem zmieniającego się rozmiaru komórki. Finalnie uzyskano wniosek ogólny, w którym Autor rekomenduje „*przyjmowanie rozmiarów komórek odpowiadających długości bazy pomiarowej na powierzchni terenu górniczego lub dostosowanie szerokości i długości komórki do wymiarów typowych obiektów budowlanych podlegających ochronie*”.

Autor dodatkowo zasygnalizował możliwość wyznaczenia wartości współczynnika maksymalnego nachylenia  $a_T$  oraz zasięgu deformacji wewnątrz modelu. W pierwszym przypadku zostały jedynie zasygnalizowane informacje dotyczące analogii do parametru  $tg\beta$ , które nie zostały poparte wynikami obliczeń Autora. Z kolei w drugim przypadku, Autor dokonał analizy parametrycznej, wskazując możliwość wyznaczenia zasięgu wpływów na dowolnej głębokości modelu. W tym celu Habilitant zamieścił wyniki graficzne rozkładów obniżeń i nachyleń na różnych poziomach obliczeniowych. Ostatecznie, na podstawie uzyskanych wyników, Autor wyznaczył zależność maksymalnego obniżenia  $w_{max}$  od maksymalnego nachylenia  $T_{max}$  na danym poziomie obliczeniowym  $h$  w stosunku do głębokości parceli  $H$ . Uzasadnił zatem poprawność otrzymanych wyników z rozwiązaniem *Litwiniszyna* dla ośrodka stochastycznego.

Na końcu rozdziału 5 Autor przedstawił wyniki wskazujące efektywność zastosowanej metodyki dla eksploatacji pokładu 326/5 KWK „Dębieńsko” oraz wielokrotnej eksploatacji w pokładzie 354 KWK „Chwałowice”. W obu przypadkach implementacja metodyki przestrzennych automatów komórkowych dała dobre rezultaty w porównaniu z wynikami obserwacji niwelacyjnych. Dodatkowo wykazano, że zgodność modelu z

wynikami pomiarów zachodzi zarówno w odniesieniu do niecki pełnej, jak i etapów pośrednich, w których tworzyła się niecka niepełna.

Powyższe zestawienie badań kończy część poświęconą symulacji pionowych przemieszczeń zarówno w kontekście przypadków wyidealizowanych (abstrakcyjnych), jak i rzeczywistych związanych z udokumentowaną pomiarami eksploatacją na terenie GZW.

W **części czwartej** (rozdział 6), Autor wprowadza opis procedury tworzenia modelu automatu komórkowego dla symulacji przemieszczeń poziomych (trójwymiarowy deterministyczny automat komórkowy). Wskazuje, że dla właściwego odwzorowania modelu konieczne jest utworzenie dwóch siatek komórek oraz zdefiniowanie dwóch funkcji przejścia. W tym celu Autor odnosząc się do prac *Dymka* uzależniając funkcję przejścia od stosunku przyjmowanych wymiarów komórek i odległości komórki bazowej (rozpatrywanej w danej iteracji) od komórki początkowej, ostatecznie konstruuje funkcję rozkładu dla pojedynczej komórki składowej pokładu. Dalej, bazując na wynikach wielokrotnych symulacji Autor dokonuje aproksymacji wartości parametru  $B_u = u_{max}/w_{max}$  dla danego sąsiedztwa komórkowego.

Dalej Autor przedstawia wyniki symulacji dla abstrakcyjnej parceli o wymiarach 800m x 800 m, zalegającej poziomo na głębokości 400 m. Implementując wcześniej skonstruowane rozwiązanie Autor dokonał analizy charakterystyk wskaźników deformacji dla przedmiotowego modelu. Na tej podstawie, uwzględniając relacje między wyznaczonymi wskaźnikami i odnosząc je do rezultatów tradycyjnych metod prognozowania Autor wskazuje na słuszność przyjętych założeń i utworzonej procedury.

Część **piątą** monografii stanowią wyniki analiz opisane w rozdziałach 7, 8 i 9. Są one rezultatem symulacji przyjętej metodyki dla przypadków abstrakcyjnych i rzeczywistych, w których ujawniają się efekty zaburzające typowy przebieg eksploatacji. I tak, poszczególne rozdziały są poświęcone zastosowaniu metodyki automatów komórkowych do prognozowania przemieszczeń pionowych i poziomych w przypadku: występowania pokładów nachylonych, szczeliny uskokowej (również dla eksploatacji wielopokładowej) oraz do ekstrakcji nieliniowych efektów od sumowania wpływów wielokrotnej eksploatacji.

Przypadek dotyczący symulowania pokładów nachylonych został przez Autora zweryfikowany na drodze symulacji modelu abstrakcyjnego i analizy jakościowej uzyskanych wyników. Odnosząc się do spodziewanych efektów kształtowania niecki w takich okolicznościach Autor uzasadnia poprawność przyjętej metodyki.

Analizując sytuację związaną z koniecznością uwzględnienia nieciągłości górotworu, Autor dokonał symulacji modelu abstrakcyjnego, jak również weryfikacji modelu względem danych pomiarowych dotyczących rzeczywistej eksploatacji w rejonie GZW (Pokłady 413, 415/1, 416, 502). Zarówno analiza jakościowa wyników modelu

abstrakcyjnego, jak i ilościowa bazująca na dopasowaniu wyników modelowania do danych pomiarowych, pozwoliły Autorowi uzasadnić poprawność stosowania automatów komórkowych jako efektywnego narzędzia do odwzorowania wpływu szczelin uskokowych na rozkład obniżeń spowodowanych eksploatacją górniczą.

Ostatnim zagadnieniem, jakie zostało przez Habilitanta ujęte w ramach tej części pracy było zastosowanie automatów komórkowych do symulowania nieliniowych efektów od wielokrotnych eksploatacji. Uzasadniając swoją tezę w tym zakresie na podstawie ograniczeń metod geometryczno-całkowych, Autor bazując na efektach swoich wcześniejszych prac, zastosował zmodyfikowaną funkcję przejścia uwzględniającą parametry delinearizujące  $z_d$  i  $a_d$ . Porównując efekty przy zastosowaniu liniowej funkcji przejścia z podejściem uwzględniającym nieliniowość, analiza jakościowa kształtu niecki pozwoliła Autorowi zatwierdzić poprawność stosowania automatów komórkowych z nieliniowymi funkcjami przejścia.

Część **szósta** stanowią wyniki implementacji metody automatów komórkowych do prognozy wartości wskaźników deformacji dla rzeczywistych eksploatacji w rejonie GZW (KWK Budryk – pokład 338/2). Symulacje te zostały zweryfikowane z danymi pomiarowymi. Na tej podstawie wykazano efektywność zastosowania metody automatów komórkowych, co potwierdza aspekt użyteczny zaproponowanej metodyki i pozwala na jej stosowanie w warunkach rzeczywistych.

Część **siódma** stanowi opis implementacji modelu obliczeniowego w środowisku programistycznym.

W ostatniej części, **ósmej**, zamieszczono podsumowanie i wnioski końcowe.

### *Podsumowanie*

Dr inż. Paweł Sikora w swojej dotychczasowej karierze naukowej próbuje zmierzyć się z zagadnieniem prognozy deformacji górotworu spowodowanej eksploatacją górniczą. W tym celu zaadaptował oryginalne podejście numeryczne bazujące na teorii automatów komórkowych. Koncepcja zastosowania tego typu podejścia została zawarta w jego rozprawie doktorskiej, w której ograniczono się do analizy modelu płaskiego i weryfikowano jego efektywność jedynie w kontekście przemieszczeń pionowych. Wyniesione na tym polu doświadczenia Habilitanta, pozwoliły poszerzyć zakres badań, rozwijając przyjętą koncepcję do przypadków trójwymiarowych oraz prognozy przemieszczeń poziomych. W tym celu dr inż. Paweł Sikora, odnosząc się ściśle do specyfiki fizycznej opisywanego zjawiska, zdefiniował elementarne założenia podstawowe warunkujące działanie przestrzennej siatki automatów komórkowych reprezentujących model górotworu. W tym celu przewidział i zweryfikował dwa podejścia stanowiące jądro działania siatki automatów komórkowych tj. deterministyczne i stochastyczne funkcje przejścia. Wielokrotne symulacje na przykładach abstrakcyjnych oraz weryfikacja działania dla przypadków rzeczywistych potwierdzają efektywność zaproponowanej metodyki do zagadnień związanych

z prognozą przemieszczeń pionowych i poziomych w górotworze wynikających z podziemnej eksploatacji górniczej. Dodatkowo rozpatrzone zostały przypadki atypowe związane z występowaniem uskoków pokładów nachylonych oraz sumowania wpływów od wielokrotnej eksploatacji. W ostatnim przypadku Autor zredefiniował podstawowe, liniowe funkcje przejścia wprowadzając parametry delinearizujące. To pozwoliło na wyodrębnienie nieliniowości ujawniającej się w przypadku oddziaływania wielokrotnej eksploatacji.

Wszystkie zaprezentowane w pracy symulacje numeryczne zostały zweryfikowane pod kątem, jakościowym odnosząc się do aktualnego stanu wiedzy z zakresu prognozowania deformacji terenu górniczego. Z kolei w zaprezentowanych przypadkach rzeczywistych uzyskano zadowalającą zgodność z danymi pomiarowymi. Oznacza to, że zastosowana metodyka oraz indywidualnie zdefiniowane przez Autora warunki brzegowe oraz funkcje przejścia między komórkami siatki automatów zostały przyjęte poprawnie w kontekście modelowanego procesu.

Autor w ramach analiz poświadczających poprawność zastosowanej metodyki, bardzo często dokonuje dodatkowych uszczegółowionych analiz parametrycznych. Pozwala to wyekstrahować związki między obliczanymi wskaźnikami deformacji co również stanowi atut przedłożonej pracy.

Reasumując uważam, że treść pracy zawarta w rozprawie monograficznej wnosi cenny wkład do obszaru zagadnień związanych z modelowaniem górotworu, a w szczególności wpływów od eksploatacji górniczej. Wg oceny recenzenta, aktualny status ustalonej metodyki może być dalej rozwijany z zastosowaniem nowoczesnych narzędzi optymalizacyjnych, w tym również metod z zakresu uczenia maszynowego. Dodatkowo, zauważa się pewien trend, który może prowadzić w stronę metodyki DEM (Discrete Element Method). Tego efektem może być np. próba ustalenia funkcji przejścia na kanwie zależności fizycznych, które wykorzystuje się do opisu zjawiska w mechanice górotworu.

**Przedstawione przez dr inż. Pawła Sikorę, osiągnięcie naukowe w postaci autorskiej procedury budowy siatki automatów skończonych do przestrzennego modelowania deformacji górotworu indukowanych podziemną eksploatacją górniczą jest oryginalnym osiągnięciem naukowym. Z tego względu uważam, że zasługuje na pozytywną ocenę.**



#### **4. Ocena pozostałych osiągnięć badawczych nie wchodzących w skład osiągnięcia naukowego.**

W załączniku 4 dr inż. Paweł Sikora przedstawił swoje pozostałe osiągnięcia naukowo-badawcze.

Obszar aktywności naukowej Habilitanta dotyczy głównie:

- 1) implementacji automatów komórkowych w mechanice górotworu,
- 2) modelowania deformacji powierzchni będących skutkiem podziemnej eksploatacji górniczej

Habilitant będąc członkiem kilku zespołów badawczych brał czynny udział w opracowaniu i rozwiązywaniu problemów naukowo-badawczych. Tematyka tych prac, przedstawiona w załączniku 4, dotyczy przede wszystkim:

- 1) rozwoju i modernizacji nowych technologii górniczych w aspekcie ochrony środowiska naturalnego i bezpieczeństwa pracy,
- 2) zastosowania technologii BSL i BIM w ramach monitoringu obiektów mostowych,
- 3) zagadnień geodezyjnych związanych z transformacją układów współrzędnych na potrzeby GIS,
- 4) zastosowania automatów komórkowych do oceny obniżeń terenu indukowanych eksploatacją podziemną,
- 5) problemów zaburzeń hydrogeologicznych związanych z eksploatacją górniczą,
- 6) dostosowania warunków eksploatacji do ochrony liniowych obiektów infrastrukturalnych (autostrada A4),
- 7) wdrażania autorskich narzędzi CAD do budowy numerycznego modelu złoża oraz wyznaczania wskaźników deformacji terenu.

#### **5. Ocena pozostałych osiągnięć Habilitanta**

We wniosku habilitacyjnym dr inż. Paweł Sikora przedstawia całokształt swojego dorobku naukowego. Obejmuje on m.in. monografię stanowiącą osiągnięcie naukowe, wykaz pozostałych prac nie wchodzących w skład osiągnięcia naukowego, ekspertyzy dla przemysłu, spis realizowanych projektów badawczych, listę wygłoszonych referatów oraz recenzje prac naukowych dla czasopism międzynarodowych. W zestawieniu uwzględniono dodatkowo informacje o stażach międzynarodowych i gremiach oceniających w konkursach o charakterze naukowo-dydaktycznym.

Z przedstawionej dokumentacji zawartej w załączniku wynika, że dr inż. Paweł Sikora po otrzymaniu tytułu naukowego doktora nauk technicznych opublikował łącznie 27 prac (bez uwzględnienia doktoratu, złożonej monografii oraz tzw. komunikatów konferencyjnych), z czego 19 opublikowanych zostało w czasopismach lub wydawnictwach krajowych i zagranicznych (w tym 3 artykuły w czasopismach a bazy JCR z sumarycznym IF = 7,029), 6 opublikowanych referatów konferencyjnych, a także 2

rozdziały w monografiach zbiorowych. Liczba uzyskanych punktów przyznanych za artykuły z listy MNISW oraz bazy JCR wynosi 396. Łącznie z monografią habilitacyjną daje to sumę 476 punktów.

<b>Rodzaj osiągnięcia</b>	<b>Samodzielne</b>	<b>Współautor</b>
Monografie	1	-
Publikacje – lista JCR	1	2
Publikacje spoza bazy JCR z punktacją MNiSW	4	11
Publikacje spoza bazy JCR bez punktacji MNiSW	2	1
Publikacje w materiałach konferencyjnych	1*	5*
<b>Suma</b>	<b>9</b>	<b>19</b>

\* z uwagi na niejednoznaczność danych zestawionych we wniosku wykorzystano zbiór publikacji: Portal zarządzania wiedzą i potencjałem badawczym. Dane bibliograficzne od roku 2017. Politechnika Śląska. <https://omega.polsl.pl/index.seam>.

W dorobku zwraca uwagę relatywnie mała liczba prac samodzielnych. Jednak wartość sumaryczna IF = 7,029 oraz wskaźnik cytowani Hirscha = 3 są parametrami zadawalającymi, jak na ten etap rozwoju naukowego.

Habilitant był autorem lub współautorem 26 referatów na konferencjach krajowych (21) i zagranicznych (5). Ponadto był członkiem komitetów organizacyjnych 5-ciu konferencji naukowo-technicznych.

Dotychczas dr inż. Paweł Sikora był recenzentami 11 artykułów dla czasopism z listy JCR.

Na uznanie zasługuje dorobek dydaktyczny Habilitanta. Od 2006 roku prowadził zajęcia na pięciu kierunkach studiów. Łącznie przygotował autorskie programy do 14 przedmiotów oraz programu ERASMUS. Prowadzone zajęcia obejmują prawie wszystkie aspekty związane z geodezją oraz dodatkowo elementy cyfrowego przetwarzania obrazów, która to dziedzina jest ściśle związana z rozwojem narzędzi informatycznych. Był opiekunem naukowym 19 prac magisterskich i 36 prac inżynierskich. Ponadto jest opiekunem naukowym koła studenckiego „Agrimensor”. Wynikiem prac dr inż. Pawła Sikory było 3-krotne wyróżnienie nagrodą Rektora III stopnia za osiągnięcia dydaktyczne.

Dr inż. Pawła Sikorę należy wyróżnić za jego działalność ekspercką. W okresie swojej pracy zawodowej na Politechnice Śląskiej był współautorem 31 ekspertyz oraz prac badawczych wykonywanych dla zakładów górniczych. Dodatkowo doprowadził również do wdrożenia efektów swoich prac w przemyśle (Implementacja utworzonych algorytmów do modelowania numerycznego złoża – firma Geolisp, wdrożenie autorskiego programu CA3D do obliczeń prognostycznych przemieszczeń górotworu spowodowanych eksploatacją górnictwem).

Za dokonania na polu naukowo-technicznego w branży górniczej dr inż. Paweł Sikora zostały mu nadane stopnie: Inżyniera Górniczego oraz Dyrektora Górniczego III stopnia.

## 6. Wniosek końcowy

Na podstawie analizy i oceny przedłożonego osiągnięcia naukowego oraz dorobku naukowego, dydaktycznego, popularyzatorskiego oraz w zakresie współpracy międzynarodowej stwierdzam, że:

1. Monografia habilitacyjna dr inż. Pawła Sikory jest oryginalnym i samodzielnym rozwiązaniem przez habilitanta postawionego problemu naukowego.
2. Ocena dorobku naukowo-badawczego dr inż. Pawła Sikory jest pozytywna (w stopniu dostatecznym).
3. Działalność dydaktyczną, popularyzatorską oraz w zakresie współpracy międzynarodowej Habilitanta oceniam jako dobrą.

Biorąc pod uwagę powyższe stwierdzenia uważam, że osiągnięcie naukowe pt. „Zastosowanie metody automatów komórkowych do opisu deformacji górotworu spowodowanych podziemną eksploatacją górniczą” zaprezentowane przez dr inż. Pawła Sikorę, spełnia kryteria stawiane kandydatom do stopnia naukowego doktora habilitowanego wg art. 221 ust. 4 i 5 ustawy z dn. 20 lipca 2018 r. Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce (Dz. U. z 2020 r. poz 85. Z późn. zm.).

W związku z powyższym zwracam się do Komisji Habilitacyjnej o dalszą kontynuację postępowania habilitacyjnego dr inż. Pawła Sikory w sprawie nadania mu stopnia naukowego doktora habilitowanego.



.....  
Dr hab. inż. Janusz Rusek, prof. Uczelni AGH

Akademia Górniczo-Hutnicza w Krakowie  
Wydział Geodezji Górniczej i Inżynierii Środowiska  
Katedra Geodezji Inżynierskiej i Budownictwa