

Recenzja osiągnięć naukowych w postępowaniu w sprawie nadania stopnia naukowego doktora  
habilitowanego Panu dr Marcinowi Pełce

## 1 UWAGI WSTĘPNE

Podstawą do sporządzenia niniejszej recenzji jest pismo Pana Profesora dr hab. Andrzeja Graczyka, Dziekana Wydziału Ekonomii i Finansów Uniwersytetu Ekonomicznego we Wrocławiu, w którym informuje o powierzeniu mi funkcji recenzenta w postępowaniu o nadanie stopnia doktora habilitowanego dr. Marcinowi Pełce.

## 2 OCENA GŁÓWNEGO OSIĄGNIĘCIA NAUKOWEGO

W charakterze swojego głównego osiągnięcia naukowego Pan dr Marcin Pełka przedstawił cykl dwudziestu dwóch publikacji pod zbiorczym tytułem: *Podejście wielomodelowe analizy danych symbolicznych w badaniach ekonomicznych*. Struktura osiągnięcia jest bardzo dobrze przedstawiona w autoreferacie, który wyraźnie nakreśla zasadnicze wątki badawcze. Są to:

1. Prezentacja i ocena metod bazowych, ze szczególnym uwzględnieniem klasyfikacji pojęciowej i metody COBWEB,
2. Badania nad metodami budowy modeli zagregowanych oraz oceny poprawności i efektywności podejścia wielomodelowego,
3. Ocena możliwości zastosowań podejścia wielomodelowego w obszarze zarządzania i ekonomii.

Ocena osiągnięć Habilitanta dokonana zostanie w układzie wynikającym z przedstawionych powyżej wątków badawczych. W powołaniach ma prace Habilitanta stosuję odnośniki w postaci wprowadzonej w autoreferacie w części opisującej główne osiągnięcie naukowe.

### 2.1 OCENA OSIĄGNIĘĆ DOTYCZĄCYCH BADAŃ NAD METODAMI BAZOWYMI ZE SZCZEGÓLNYM UWZGLĘDNIENIEM KLASYFIKACJI POJĘCIOWEJ I METODY COBWEB

W pracach z tego zakresu Habilitant poddał analizie metody, które mogą zostać wykorzystane w podejściu wielomodelowym. W każdym przypadku rozpatrywana była kwestia przystosowania tych algorytmów do przetwarzania danych symbolicznych. Na wysoką ocenę zasługuje bardzo szeroki zakres uwzględnionych problemów badawczych (analiza skupień, porządkowanie liniowe, klasyfikacja wzorcowa oraz regresja) oraz metod. W każdym przypadku Habilitant przedstawił podstawy teoretyczne omawianych metod oraz wyniki badań na zbiorach rzeczywistych lub symulacyjnych. Szczegółowe omówienie osiągnięć przedstawiam poniżej w układzie zgodnym z typami omawianych problemów badawczych.

### 2.1.1 ANALIZA SKUPIEŃ

W swoich racach Habilitant zajmował się zarówno metodami klasyfikacji pojęciowej, jak i klasycznymi metodami klasteryzacji (w wersji przystosowanej do danych symbolicznych).

#### 2.1.1.1 KLASYFIKACJA POJĘCIOWA

Za bardzo istotny element w dorobku Habilitanta należy uznać pracę [5] (z 2015 roku), w której przedstawił autorską modyfikację metody *COBWEB* pozwalającą na jej użycie do przetwarzania danych symbolicznych. Warto zauważyć, że szczegóły osiągnięć Habilitanta przedstawione są w Jego pracy z 2015 roku pod tytułem: *An adaptation of COBWEB for symbolic data case*. Całokształt prac Habilitanta związanych z klasyfikacją pojęciową oceniam bardzo wysoko.

#### 2.1.1.2 METODY KLASYFIKACJI POJĘCIOWEJ RÓŻNE OD KLASYFIKACJI POJĘCIOWEJ

Zainteresowania badawcze Habilitanta w zakresie metod analizy skupień wychodzą znacznie poza metody klasyfikacji pojęciowej i obejmują:

- klasyczne metody analizy skupień oparte na macierzy odległości,
- metody klasyfikacji gęstościowej – warto tu zwrócić uwagę na pracę [17], w której Habilitant zaproponował modyfikację metody *DBSCAN* dostosowaną do specyfiki danych symbolicznych,
- metody rozmytej klasyfikacji spektralnej – za bardzo wartościową pracę w tym obszarze należy uznać pozycję [4] z 2013 roku, w której Habilitant bardzo dokładnie przedstawił ideę klasyfikacji spektralnej, jej modyfikację pozwalającą na uzyskanie skupień nierozłącznych oraz modyfikację omawianego podejścia na potrzeby danych symbolicznych. Zaprezentowane w pracy wyniki badań symulacyjnych pozwalają na bardzo wysoką ocenę prezentowanego podejścia.

Dorobek Habilitanta dotyczący metod klasyfikacji bezwzorcowej danych symbolicznych zasługuje na pozytywną ocenę. Autor posiada zarówno osiągnięcia natury teoretycznej, jak również w zakresie aplikacyjnym.

### 2.1.2 KLASYFIKACJA WZORCOWA

Zagadnienie klasyfikacji wzorcowej jest kolejnym problemem badawczym, który może zostać rozwiązany przy wykorzystaniu podejścia wielomodelowego. Podejście Habilitanta w przypadku klasyfikacji wzorcowej jest zbliżone do tego, które zaprezentował w przypadku analizy skupień. W pierwszej kolejności analizie poddane zostały metody bazowe w wersji właściwej dla danych symbolicznych, a następnie – w kolejnym kroku – zostały zweryfikowane możliwości ich wykorzystania w podejściu wielomodelowym. Również ta część dorobku zasługuje na bardzo wysoką ocenę.

#### 2.1.2.1 DRZEWA DECYZYJNE

W pracy [1] Habilitant przeprowadził badania drzew decyzyjnych przystosowanych do przetwarzania danych symbolicznych ukierunkowane na ich odporność na wprowadzanie zmiennych zakłócających w porównaniu z jądrową analizą dyskryminacyjną. Wyniki pokazują, że w przypadku braku zakłóceń lepsze wyniki uzyskano po zastosowaniu jądrowej analizy dyskryminacyjnej. Natomiast po wprowadzeniu zmiennych zakłócających wyższą poprawność klasyfikacji uzyskano po zastosowaniu rozwiązań opartych na drzewach decyzyjnych.

#### 2.1.2.2 SIECI NEURONOWE

Problematyka zastosowania sztucznych sieci neuronowych do przetwarzania danych symbolicznych pojawia się w pracy [2], w której Habilitant badał różne metody reprezentacji danych symbolicznych o charakterze interwałowym. Spośród trzech badanych metod reprezentacji, najlepsze wyniki uzyskano stosując metodę próbkowania, w której zmienna interwałowa reprezentowana jest przez wartość losową o rozkładzie równomiernym z przedziału pokrywającego się z zakresem zmiennej interwałowej. Przeprowadzone badania dotyczyły również przydatności klasyfikatora opartego na sztucznych sieciach neuronowych w odniesieniu do danych zawierających obserwacje nietypowe i zmienne zakłócające.

#### 2.1.2.3 METODA K-NAJBLIŻSZYCH SĄSIADÓW

Metodzie  $k$ -najbliższych sąsiadów w wersji dla danych symbolicznych poświęcona jest praca [3]. Przedstawione rozwiązania znane są z doniesień literaturowych. Natomiast wkład Habilitanta upatruję w przeprowadzeniu badań dotyczących odporności tego typu modeli na wprowadzenie zmiennych zakłócających. Uzyskane wyniki wskazują, że z tego punktu widzenia, metoda  $k$ -najbliższych sąsiadów nie zasługuje na wysoka ocenę.

#### 2.1.2.4 REGRESJA LOGISTYCZNA

Zagadnienia wykorzystania regresji logistycznej do analizy danych symbolicznych omówione zostały w pracy [19] z 2019 roku. W części empirycznej model regresji logistycznej został wykorzystany do klasyfikacji danych uzyskanych w wyniku przeprowadzenia *conjoint analysis* w odniesieniu do danych ankietowych.

#### 2.1.3 REGRESJA

Kolejna część ocenianego dorobku dotyczy metod bazowych służących do rozwiązywania problemów regresyjnych.

##### 2.1.3.1 REGRESJA LINIOWA

Praca [8] (z 2014 roku) zawiera omówienie problematyki budowy modeli regresji liniowej dla danych symbolicznych interwałowych. Habilitant wskazuje na trzy podejścia stosowane przy budowie modeli regresyjnych dla danych symbolicznych o charakterze interwałowym: metoda środków, metoda środków i promieni, metoda uwzględniająca funkcję kary. W badaniach symulacyjnych Habilitant uwzględnił pierwsze dwie metody. Uzyskane wyniki wskazują, że podejście oparte na metodzie środków i promieni pozwala na uzyskanie lepszych rezultatów w sensie przyjętych miar dopasowania.

#### 2.2 OCENA OSIĄGNIĘĆ DOTYCZĄCYCH METOD BUDOWY MODELI ZAGREGOWANYCH ORAZ OCENY POPRAWNOŚCI I EFEKTYWNOŚCI PODEJŚCIA WIELOMODELOWEGO

W tej części recenzji chciałbym się odnieść do osiągnięć Habilitanta dotyczących metod budowy i oceny podejścia wielomodelowego. Tak jak w punkcie poprzednim, będę chciał przedstawić omówienie i przeprowadzić ocenę w podziale na poszczególne rodzaje problemów badawczych.

## 2.2.1 ANALIZA SKUPIEŃ

### 2.2.1.1 KLASYFIKACJA POJĘCIOWA

W pracy [12] (2014) zaprezentowane zostały badania dotyczące wykorzystania metod klasyfikacji pojęciowej w podejściu wielomodelowym. Wyniki wskazują na zasadność stosowania przyjętego podejścia. Kontynuacją tej pracy jest artykuł [13] (2015), w którym Habilitant zajmował się tworzeniem modeli, w których w charakterze metod bazowych wykorzystane zostały algorytmy klasyfikacji pojęciowej, zaś agregacja realizowana była za pomocą metody *bagging* w wersji zaproponowanej przez Leischa.

Osiągnięcia Habilitanta w obszarze podejścia wielomodelowego łączącego wyniki uzyskiwane za pomocą algorytmów klasyfikacji pojęciowej należy uznać za istotne. Chociaż główne osiągnięcia Autora związane z klasyfikacją pojęciową upatruję w modyfikacji metody *COBWEB* na potrzeby danych symbolicznych.

### 2.2.1.2 METODY ANALIZY SKUPIEŃ RÓŻNE OD KLASYFIKACJI POJĘCIOWEJ

Podstawy teoretyczne podejścia wielomodelowego w analizie skupień obiektów opisywanych za pomocą danych symbolicznych znajdujemy w pracy [9] z 2012 roku. W pracy tej przedstawiono również wyniki badań symulacyjnych, które jednoznacznie wskazują na przewagę metod opartych na podejściu wielomodelowym w porównaniu z zastosowaniem pojedynczej metody klasyfikacji.

Kontynuacją tych rozważań jest praca [10] z 2013 roku pokazująca dwa podstawowe podejścia stosowane w podejściu wielomodelowym w analizie skupień, a mianowicie podejście pozwalające na agregację wielu macierzy odległości oraz podejście agregujące wyniki zastosowania różnych metod klasteryzacji. To drugie podejście może być oparte na macierzy współwystąpień (pokazującej ile razy każda para obiektów została zaliczona do tej samej klasy) lub może korzystać z modyfikacji metody *bagging* (propozycje w tym zakresie przedstawili Leisch, Dudoit i Fridlyand oraz Hornik). Przedstawione wyniki badań symulacyjnych wskazują na przewagę podejścia wielomodelowego nad klasycznym pod względem stabilności wyników klasyfikacji, poprawności mierzonej współczynnikiem Randa oraz odporności na czynniki zakłócające. Habilitant w swoich badaniach wykazał, że wybór konkretnej metody agregacji wyników klasteryzacji uzyskanych za pomocą różnych algorytmów ma drugorzędne znaczenie.

Przedstawione tu badania kontynuowane są w pracy [11] z 2014 roku, przy czym w tej pracy badania porównawcze dotyczyły pojedynczych metod analizy skupień w porównaniu z metodami opartymi na macierzy współwystępowania. Wyniki również wskazują na przewagę podejścia wielomodelowego. Prace [14] (z 2016 roku) i [15] (z 2017 roku) prezentują kontynuację tych badań, w których ocenie poddano metody pojedyncze analizy skupień z podejściem wielomodelowym wykorzystującym podejście Leischa, Hornika oraz Sandrine Dudoit i Jane Fridlyand.

Istotnym zagadnieniem poruszonym w pracy [15] jest zastosowanie klasyfikacji spektralnej w podejściu wielomodelowym ukierunkowanym na przetwarzanie danych symbolicznych. Przeprowadzone badania potwierdzają przydatność klasyfikacji spektralnej w analizie tego typu danych.

Praca [17] poświęcona jest przede wszystkim zaproponowanej przez Habilitanta modyfikacji metody *DBSCAN* na potrzeby przetwarzania danych symbolicznych. Warto jednak podkreślić, że Habilitant rozpatruje również możliwość jej wykorzystania w podejściu wielomodelowym.

Oceniając ten obszar badań Habilitanta należy stwierdzić, że badania mają charakter oryginalny, w sposób całościowy odnoszą się do postawionego problemu, prace zawierające wyniki tworzą logiczną całość.

#### 2.2.2 PORZĄDKOWANIE LINIOWE

Zagadnienie porządkowania liniowego obiektów przedstawione jest w pracy [18], w której Habilitant przedstawia modyfikacje metody wzorca i antywzorca rozwoju przystosowane do specyfiki danych symbolicznych, a następnie pokazuje w jaki sposób należy zastosować podejście wielomodelowe przy rozwiązywaniu zagadnień porządkowania liniowego (przedstawiona propozycja wykorzystuje zaproponowaną przez Leischa modyfikację metody *bagging* oraz podejście oparte na macierzy współwystępowania).

#### 2.2.3 KLASYFIKACJA WZORCOWA

##### 2.2.3.1 SIECI NEURONOWE

Interesującą propozycję wykorzystania sieci neuronowych w podejściu wielomodelowym znajdujemy w pracy [22] (z 2020 roku). Należy jednak zauważyć, że w proponowanym podejściu wykorzystywana jest jedna sieć neuronowa do transformacji danych wejściowych o charakterze symbolicznym do postaci numerycznej (w tym charakterze wykorzystywane są dane wyjściowe z warstwy ukrytej), które w kolejnym kroku przekazywane są do przetwarzania przez zbiór drzew decyzyjnych.

##### 2.2.3.2 METODA K-NAJBLIŻSZYCH SĄSIADÓW

Podejście wielomodelowe do rozwiązywania problemów z zakresu klasyfikacji wzorcowej przy wykorzystaniu metody *k*-najbliższych sąsiadów przedstawione zostało w pracy [6] z 2011 roku. Agregacja wyników uzyskanych za pomocą kolejnych realizacji algorytmu *k*-najbliższych sąsiadów (w wersji przystosowanej do przetwarzania danych symbolicznych) przeprowadzona została za pomocą metody *bagging*. Z kolei w pracy [7] do budowy modelu zagregowanego wykorzystano podejście *boosting*. Przeprowadzone badania symulacyjne potwierdziły przydatność proponowanego podejścia

#### 2.2.4 REGRESJA

##### 2.2.4.1 REGRESJA LINIOWA

W pracy [8] znajdujemy prezentację aspektów teoretycznych i praktycznych dotyczących budowy modeli zagregowanych opartych na modelach regresji liniowej dla danych symbolicznych łączych za pomocą metody *bagging*. Podejście wielomodelowe pozwoliło na poprawę jakości modeli regresyjnych w sensie przyjętych miar jakości.

### 2.3 OCENA OSIĄGNIĘĆ W ZAKRESIE ZASTOSOWAŃ PODEJŚCIA WIELOMODELOWEGO W OBSZARZE ZARZĄDZANIA I EKONOMII

Kolejna część osiągnięć Habilitanta dotyczy wykorzystania podejścia wielomodelowego do analizy danych symbolicznych opisujących rzeczywiste problemy z zakresu ekonomii i zarządzania. Omówienie tej części dorobku przedstawię w układzie zgodnym z rozważanymi przez Habilitanta problemami badawczymi.

### 2.3.1 OCENA ZDOLNOŚCI KREDYTOWEJ KLIENTÓW INDYWIDUALNYCH

Tematyka oceny zdolności kredytowej klientów indywidualnych poruszona została w pracy [20] (z 2019 roku), w której Habilitant zaproponował model oparty na jednostopniowych drzewach decyzyjnych. Ocenie poddane zostało podejście oparte na pojedynczym drzewie jak i podejście wielomodelowe. Biorąc pod uwagę poprawność klasyfikacji, lepsze wyniki uzyskano po zastosowaniu modeli zagregowanych. Warto jednak podkreślić, że rezultaty uzyskane za pomocą pojedynczego modelu charakteryzowały się wysokim stopniem poprawności i były łatwiejsze do interpretacji.

Tematyka oceny zdolności kredytowej klientów indywidualnych omawiana jest również w pracy [22] (z 2020 roku), gdzie zastosowano podejście wykorzystujące sieci neuronowe (do wstępnego przetworzenia danych wejściowych) i modelu zagregowanego obejmującego drzewa decyzyjne (w charakterze właściwego klasyfikatora). Lektura tej pracy wskazuje, że badania w tym zakresie należy kontynuować, a uzyskane przez Habilitanta wyniki należy uznać za wstępne.

### 2.3.2 OCENA INNOWACYJNOŚCI KRAJÓW UNII EUROPEJSKIEJ

Tematyka oceny innowacyjności krajów europejskich jest zasadniczym tematem pracy [16] z 2017 roku. Analiza dotyczyła okresu pięcioletnie, zaś dane dla poszczególnych lat pozwoliły na utworzenie obiektów symbolicznych II rodzaju. Zastosowanie podejście badawcze zakładało użycie metody *k*-medoidów i agregacji za pomocą macierzy współwystąpień. Przeprowadzone badania pozwoliły na identyfikację czterech grup krajów europejskich różniącym się poziomem innowacyjności. W pracy znajdujemy stosunkowo szerokie omówienie zmiennych użytych w trakcie badań i charakterystyki uzyskanych skupień.

Problematyka badania innowacyjności krajów Unii Europejskiej pojawia się w pracy [17], w której Habilitant posłużył się zmodyfikowaną na potrzeby przetwarzania danych symbolicznych metodą DBSCAN. Zaproponowane podejście badawcze pozwoliło wyróżnić również cztery skupienia grupujące kraje o zbliżonym poziomie innowacyjności.

### 2.3.3 OCENA POZIOMU ROZWOJU EUROPEJSKICH KRAJÓW OECD

Zagadnienie oceny poziomu rozwoju europejskich krajów *OECD* przedstawione zostało w pracy [18]. W trakcie badań zastosowano podejście wielomodelowe agregujące wyniki metod porządkowania liniowego (bazujących na koncepcji wzorca i antywzorca rozwoju) przy wykorzystaniu metody *bagging* (w wersji zaproponowanej przez Leischa) i macierzy współwystępowania. Uzyskane w obu przypadkach wyniki należy uznać za zbliżone.

### 2.3.4 OCENA POZYCJI RYNKOWEJ PRODUKTÓW

Przeprowadzone w tym obszarze badania miały na celu określenie pozycji rynkowej zbioru 28 marek samochodów osobowych, z których każda opisywana była jako obiekt symboliczny II rzędu. Zastosowane podejście uwzględniało wielokrotną analizę danych za pomocą metody *k*-medoidów, a następnie agregację wyników przy wykorzystaniu zaproponowanej przez Hornika modyfikacji techniki *bagging*.

### 2.3.5 PROGNOZOWANIE WIELKOŚCI PRODUKCJI ROLNEJ

Podejście wielomodelowe oparte na modelach regresji liniowej dla danych symbolicznych zastosowano do oszacowania zbiorów pszenicy w zależności od wielkości nawożenia (wyniki przedstawiono w pracy [8]). Analiza została przeprowadzona dla danych w postaci obiektów

symbolicznych II rzędu powstałych poprzez agregację danych na poziomie powiatów. Jest to bardzo ciekawy przykład zastosowań podejścia wielomodelowego do rozwiązania rzeczywistych problemów ekonomicznych, jednakże zawarty w pracy opis aspektów istotnych z punktu widzenia produkcji rolnej jest skromny.

#### 2.3.6 PRAWDOPODOBIEŃSTWO REZYGNACJI KLIENTA Z KORZYSTANIA USŁUG FIRM TELEKOMUNIKACYJNYCH

Zagadnieniu oceny prawdopodobieństwa rezygnacji klienta z usług świadczonych przez firmy telekomunikacyjne poświęcona jest praca [19] (z 2019 roku). Zastosowane tu podejście wykorzystuje *conjoint analysis* do przetworzenia danych ankietowych, a następnie drzewa decyzyjne przystosowane do danych symbolicznych.

### 3 OCENA POZOSTAŁYCH OSIĄGNIĘĆ NAUKOWYCH

Pan dr Marcin Pełka przedstawił również do oceny zbiór dziesięciu prac, które nie wchodzą w skład zasadniczego osiągnięcia naukowego. Jednakże, w mojej ocenie, przedstawiony zbiór publikacji stanowi ważny składnik dorobku naukowego Habilitanta i w sposób istotny wpływa na Jego ocenę.

Przedstawiony zestaw artykułów można podzielić na dwie grupy. Pierwsza z nich zawiera prace zawierające treści rozszerzające zagadnienia przedstawione w charakterze głównego osiągnięcia naukowego. Natomiast w drugiej grupie prac, znajdujemy publikacje pokazujące obszary aktywności badawczej różne od tych, które pokrywają się z tematyką głównego osiągnięcia naukowego.

Do prac związanych tematycznie z głównym osiągnięciem naukowym zaliczam:

- *An adaptation of COBWEB for symbolic data case* – praca z 2015 roku, bardzo mocno powiązana z głównym osiągnięciem badawczym (zastanawiam się dlaczego Habilitant nie zdecydował się na jej włączenie do zestawu prac stanowiącego zasadnicze osiągnięcie naukowe), przedstawia autorską modyfikację algorytmu *COBWEB* mającą na celu przystosowanie go do przetwarzania danych symbolicznych; w pracy znajdujemy również przykład pokazujący działanie proponowanej metody,
- *A comparison study for spectral, ensemble and spectral-mean shift clustering approaches for interval-valued symbolic data* – praca z 2016 roku zawierająca porównanie różnych metod stosowanych w podejściu wielomodelowym do rozwiązania zagadnienia klasteryzacji zbiorów obiektów opisywanych za pomocą danych symbolicznych; na wysoką ocenę zasługuje zarówno część teoretyczna pracy jak i zaprezentowane wyniki badań symulacyjnych,
- *Analysis of innovations in the European Union via ensemble symbolic density clustering* – artykuł z 2018 roku; jest również bardzo mocno powiązana z zagadnieniami przedstawionymi w ramach głównego osiągnięcia naukowego i poświęcona jest klasyfikacji gęstościowej (modyfikacja algorytmu DBSCAN) krajów Unii Europejskiej biorąc pod uwagę poziom ich innowacyjności,
- *Assessment of the development of the European OECD countries with the application of linear ordering and ensemble clustering of symbolic data* – praca z 2019 roku; zawiera treści wchodzące w skład głównego osiągnięcia naukowego,
- *Symbolic decision stumps in individual credit scoring* – praca z 2019 roku; wydaje mi się, że ta praca pojawiła się w zbiorze innych osiągnięć naukowych omyłkowo, gdyż została zaliczona przez Habilitanta do głównego osiągnięcia naukowego,
- *Analiza wielopoziomowa z wykorzystaniem danych symbolicznych* – praca z 2016 roku; zawiera bardzo istotne rozszerzenie rozważań przedstawionych w ramach głównego osiągnięcia

naukowego i pokazuje sposób budowy i wykorzystania wielopoziomowych modeli regresyjnych dla danych symbolicznych,

Natomiast prace pokazujące inne obszary aktywności naukowej Habilitanta to:

- *TCA/HB Compared to CBC/HB for Predicting Choices Among Multi-Attributed Products* – praca z 2016 roku, przygotowana przez czteroosobowy polsko-niemiecki zespół autorski, w którym analizie poddano dwie odmiany *conjoint analysis* i oceniono ich przydatność do analizy zbiorów danych różniących się jakością,
- *Ratings-/Rankings-Based Versus Choice-Based Conjoint Analysis for Predicting Choices* – praca z 2015 roku przygotowana przez wspomniany powyżej zespół autorski, który starał się odpowiedzieć na pytanie sformułowane w tytule pracy; autorom pracy udało się wskazać uwarunkowania przemawiające za zastosowaniem każdego z wymienionych podejść,
- *Polish universities of Economics in European networks* – praca z 2021 roku, przygotowana przez zespół autorski w składzie: Adam Sagan, Justyna Brzezińska, Mirosława Sztemberg-Lewandowska, Marcin Pełka; zawiera bardzo interesujące rozważania dotyczące oceny pozycji polskich uniwersytetów ekonomicznych na arenie europejskiej przeprowadzonej za pomocą analiz sieciowych,
- *Multivariate statistical analysis of environmental data* – praca z 2018 roku przygotowana przez trzysobowy zespół autorski; zawiera wyniki badań dotyczące analizy krajów OECD metodami porządkowania liniowego ze względu na dane opisujące stan środowiska naturalnego.

#### 4 AKTYWNOŚĆ HABILITANTA POZA MACIERZYSTĄ UCZELNIĄ

Pan dr Marcin Pełka posiada duże doświadczenie we współpracy międzynarodowej. Należy bardzo pozytywnie ocenić fakt, że nawet stosunkowo krótkie wyjazdy zagraniczne bardzo często zaowocowały realnymi osiągnięciami naukowymi. Za najważniejsze przykłady tego typu działań należy uznać:

- współpracę z badaczami z Uniwersytetu w Cagliari, która dotyczyła klasyfikacji pojęciowej, a w szczególności dostosowania metody *COBWEB* do danych symbolicznych i jej wykorzystania w podejściu wielomodelowym,
- współpracę z naukowcami z Uniwersytetu w Porto dotyczącą podejścia wielomodelowego w analizie danych symbolicznych,
- wspólne przedsięwzięcia badawcze z naukowcami z Bayreuth dotyczące analizy preferencji konsumentów.

Na wysoką ocenę zasługuje również aktywność konferencyjna Habilitanta w ramach konferencji *ECDA* i *IFCS*.

W działalności naukowej Habilitanta istotną rolę odgrywa również współpraca z ośrodkami krajowymi, do których należy zaliczyć Uniwersytet Ekonomiczny w Krakowie (badania dotyczące modeli wielopoziomowych dla danych symbolicznych) oraz Uniwersytetem Ekonomicznym w Katowicach (badania dotyczące ekorozwoju).

Habilitant jest również bardzo aktywnym uczestnikiem krajowych konferencji naukowych, przede wszystkim konferencji *SKAD*.

#### 5 OCENA DZIAŁALNOŚCI DYDAKTYCZNEJ I ORGANIZACYJNEJ

Pan dr Marcin Pełka może wykazać się wieloma osiągnięciami o charakterze dydaktycznym i organizacyjnym:



- prowadzi wysoko oceniane przez studentów zajęcia w języku polskim i angielskim (z matematyki, analizy danych, informatyki, prognozowania, ekonometrii),
- pełni funkcję promotora studentów przygotowujących prace licencjackie i magisterskie,
- jest zaangażowany we współpracę dydaktyczną ze szkołami średnimi,
- angażuje się w realizację przedsięwzięć dydaktycznych o zasięgu międzynarodowym (m.in. w Euroregionie Nysa),
- jest członkiem Wydziałowej Komisji ds. Współpracy z Zagranicą,
- pełni funkcję promotora pomocniczego w przewodzie doktorskim.

## 6 KONKLUZJA

Biorąc pod uwagę wszystkie powyższe przesłanki uważam, że osiągnięcia naukowe Pana dr Marcina Pełki w pełni odpowiadają wymaganiom określonym w art. 219 ust. 1 pkt 2 i 3 ustawy z dnia 20 lipca 2018 r. *Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce*, których spełnienie jest konieczne do nadania Mu stopnia doktora habilitowanego w dziedzinie nauk społecznych w dyscyplinie ekonomia i finanse.

A handwritten signature in blue ink, consisting of stylized cursive letters, likely representing the name of the official who signed the document.