

dr hab. Konrad Kułakowski, prof. ucz.  
Akademia Górniczo-Hutnicza im. Stanisława  
Staszica w Krakowie  
e-mail: [konrad.kulakowski@agh.edu.pl](mailto:konrad.kulakowski@agh.edu.pl)  
tel.: 664-487-177

27.03.2024

## **Recenzja rozprawy doktorskiej**

*Grzegorz Miebsa*

### **zatytułowanej:**

*Computer-aided decision support methods resistant to imperfections of learning data*

## **1. Problem badawczy i jego znaczenie**

*Jaki jest najważniejszy problem rozważany w rozprawie?*

Rozprawa mgra Grzegorza Miebsa jest zbiorem dziesięciu artykułów oznaczonych P1, P2,...,P10 o tematyce w części oscylującej wokół praktycznego wykorzystania wielokryterialnych metod podejmowania decyzji.

W pracy P1 pt. „*Multiple criteria assessment of insulating materials with a group decision framework incorporating outranking preference model and characteristic class profiles*” autorzy przeprowadzają badania mające na celu ocenę trwałości materiałów izolacyjnych do modernizacji tradycyjnych budynków wiejskich. Przedmiotem testów jest trzynaście różnych materiałów izolacyjnych poddanych ocenie wielokryterialnej obejmującej aspekty społeczno-ekonomiczne i środowiskowe, koszty, cykl życia, utrzymanie historycznego znaczenia budynków oraz komfort cieplny. Autorzy wykorzystują metodę wielokryterialnej analizy decyzyjnej, aby przyporządkować materiały do klas jakościowych, biorąc pod uwagę preferencje właścicieli budynków wiejskich. Wynikiem analizy było przyporządkowanie rozważanych materiałów do trzech klas i wskazanie najkorzystniejszych, tj. np. wełna mineralna, włókna konopne, pianka polistyrenowa czy poliuretan.

Praca P2 pt. „*Sustainability evaluation of retrofitting solutions for rural buildings through life cycle approach and multi-criteria analysis*” podobnie jak poprzednia jest rozbudowanym przykładem wykorzystania metod decyzyjnych w analizie związanej z budownictwem ekologicznym. Tym razem autorzy przedstawiają metodę hybrydową, która łączy optymalizację zużycia energii i komfortu z oceną cyklu życia (LCA) i analizą kosztów cyklu życia (LCC). Problem studialny oparty jest o zagadnienie modernizacji tradycyjnego budynku wiejskiego przy wykorzystaniu wielokryterialnej metody podejmowania decyzji. Również i tutaj wykorzystywane materiały zostały podzielone na odpowiednie kategorie w oparciu, o które została przygotowana odpowiednia rekomendacja.

Kolejny artykuł P3 pt. „*Selection of a sustainable third-party reverse logistics provider based on the robustness analysis of an outranking graph kernel conducted with ELECTRE i and SMAA*” dotyczy wyboru odpowiedniego dostawcy zewnętrznego usług „ekologicznych” (3PRL - third party reverse logistics). W tym przypadku proces analizy musiał uwzględniać aspekty ekonomiczne, środowiskowe i społeczne. W rozważanym studium przypadku, gdzie przedmiotem analizy były procesy biznesowe pewnej indyjskiej firmy zajmującej się regeneracją samochodów zastosowano metodę hybrydową, łączącą podejście ELECTRE I, procedurę Simos i stochastyczną wielokryterialną analizę akceptowalności. Na uwagę zasługuje fakt, że w dużej ilości przypadków w takich

zastosowaniach są zazwyczaj używane metody AHP i TOPSIS, stąd prezentowana praca może być traktowana jako próba przetarcia nowych ścieżek w tym obszarze zastosowań.

Praca P4 „*Efficient strategies of static features incorporation into the recurrent neural network*” wylamuje się ze schematu prac będących przedstawieniem zastosowań wielokryterialnych metod decyzyjnych. W tym badaniu autorzy zajmują się rekurencyjnymi sieciami neuronowymi (RNN) wykorzystywanymi do przewidywania sekwencyjnych danych, takich jak szeregi czasowe, tekst, sygnały dźwiękowe w czasie. Dane sekwencyjne niosą również informacje statyczną, która nie może być bezpośrednio przekazywane do sieci RNN. Praca omawia metodę integrującą cechy statyczne z sieciami RNN, a rezultatem podjętych ulepszeń jest poprawa procesu uczenia i jego uogólnienie. Podejście to istotnie zwiększa wydajność sieci RNN, pozwalając im na naukę danych sekwencyjnych o różnych cechach oraz ich rozróżnienie za pomocą statycznych informacji. Dodatkowo, w pracy autorzy dokonują oceny modelu pod kątem rzeczywistych pomiarów zużycia energii w szeregach czasowych. Otrzymane wyniki stanowią potwierdzenie, że dokładne prognozy popytu dla różnych grup klientów mogą być zbudowane z wykorzystaniem informacji o cechach statycznych.

Przedmiotem artykułu P5 pt. „*Understanding the drivers of urban development agreements with the rough set approach and robust decision rules*” jest zjawisko rosnącej współpracy między sektorem publicznym a prywatnym w kontekście rozwoju miast. Szczególnym zainteresowaniem autorów cieszą się tzw. umowy rozwoju obszarów miejskich (ang. Urban Development Agreement - UDA). Autorzy analizują znaczenie UDA w strategiach rewitalizacji miast, szczególnie w odniesieniu do terenów przemysłowych, przy uwzględnieniu różnych zasad tzw. zrównoważonego rozwoju. W pracy znajdujemy propozycje pewnych modyfikacji podejścia DRSA (ang. Dominance Rough Set Approach) rozumianego jako metody analizy związków między atrybutami i skutkami procesów rozwoju miast oraz narzędzia wsparcia procesu negocjacyjnego prowadzącego do budowy UDA. Badanie opiera się na danych dotyczących UDA z Lombardii i Włoch, oraz innych UDA w fazie negocjacji, uwzględniających pięć wymiarów związanych z kontekstem miejskim, instytucjonalnym, negocjacyjnym, rozwojowym i gospodarczym. Wyprowadzone reguły decyzyjne mają zastosowanie w procesach decyzyjnych dotyczących alokacji kosztów i korzyści w ramach UDA.

W publikacji P6 pt. „*Heuristic algorithms for aggregation of incomplete rankings in multiple criteria group decision making*” autorzy proponują heurystyczną metodę agregacji rankingów częściowych wykorzystujących relacje porządkowe reprezentowane w postaci grafowej. Autorzy analizują rozwiązania, dążąc do minimalizacji odległości wyniku od rankingów wejściowych. Do znalezienia rozwiązania wykorzystywane są podejścia heurystyczne takie jak np. algorytmy genetyczne, symulowane wyżarzanie, wyszukiwanie tabu i wyszukiwanie lokalne. Skuteczność proponowanych rozwiązań jest analizowana na rzeczywistym studium przypadku dotyczącym rankingu materiałów izolacyjnych na podstawie sprzecznych, niekompletnych preferencji decydentów. Metoda została również przetestowana w serii numerycznych eksperymentów Monte Carlo.

Praca P7 pt. „*Recommending multiple criteria decision analysis methods with a new taxonomy-based decision support system*” proponuje nową metodologię wyboru metody wielokryterialnej analizy decyzyjnej (MCDA). Proponowana metodologia została zaimplementowana w narzędziu, systemie ekspertowym, MCDA-MSS służącym analitykom do wyboru najbardziej odpowiedniej metody MCDA dla konkretnego problemu decyzyjnego. MCDA-MSS oferuje użytkownikom wybór metody decyzyjnej z obszernej kolekcji około dwustu możliwych rozwiązań. System bierze pod uwagę wytyczne dotyczące procesów decyzyjnych i wyboru metod, uwzględniając różnorodne cechy problemów, preferencji, rodzajów informacji oraz konstrukcji rekomendacji. Przeprowadzone przez autorów rozważania sugerują, że MCDA-MSS jest narzędziem dość elastycznym pozwalającym na obsługę zarówno prostych jak i bardziej skomplikowanych przypadków.

Ósma praca, P8, „*Multi-criteria human resources planning optimisation using genetic algorithms enhanced with MCDA*” przedstawia implementację systemu informatycznego do harmonogramowania zadań. Przedstawione rozwiązanie w oparciu o programowanie ewolucyjne, generuje front Pareto, a następnie z wykorzystaniem metody MCDA jest wybierany ten element z wygenerowanego zbioru, który stanowi rozwiązanie rekomendowane. Wykorzystywaną metodą w tym przypadku jest klasyczne podejście ELECTRE.

Praca dziewiąta, P9, pt. „*Predicting a time-dependent quantity using recursive generative query network*” swoją tematyką, podobnie jak P4, odbiega od problematyki MCDA i zajmuje się sieciami neuronowymi do analizy i predykcji szeregów czasowych. W pracy tej autorzy przedstawiają ciekawą architekturę neuronową, RGQN, przeznaczoną do przewidywania szeregów czasowych, będącą adaptacją idei GQN (Generative Query Network) do danych sekwencyjnych. RGQN umożliwia efektywne przewidywanie szeregów czasowych, wykorzystując informacje predykcyjne oraz meta-informacje towarzyszące każdemu szeregowi czasowemu. W prezentowanym podejściu meta-informacje i składniki dynamiczne są dostarczane równocześnie do rekurencyjnej sieci neuronowej (RNN). Przykładem studialnym w prezentowanej pracy jest model rurociągu, w przebiegu którego, w różnych miejscach są dokonywane pomiary ciśnienia. Zmiany ciśnień w czasie pozwalają na detekcję awarii i wycieków z rurociągu.

W ostatniej, dziesiątej (P10) pracy cyklu „*An active preference learning approach to aid the selection of validators in blockchain environments*” autorzy zajmują się zagadnieniem wspomagania decyzji wyboru walidatorów (ang. validators), tj. takich aktorów, którzy przechowują blockchain, w ekosystemach blockchain. Autorzy proponują system wspomagania decyzji (DSS), który pomaga nominującym (ang. nominators) w wyborze walidatorów. DSS strukturyzuje problem wielu atrybutów i zawiera dedykowany algorytm aktywnego uczenia się, który ma na celu znalezienie małego zestawu pytań, służących ustaleniu preferencji nominujących. Wskazane w pracy testy przeprowadzone z udziałem kilkudziesięciu rzeczywistych nominatorów z ekosystemu Polkadot wskazują na przewagę proponowanego rozwiązania nad podejściem bez wspomagania podejmowania decyzji.

Podsumowując; w powyższym cyklu publikacje P1, P2, P3, P5, P7, P8, P10 mają charakter aplikacyjny pokazujący w jaki sposób adaptować istniejące metody wspomagania podejmowania decyzji (MCDA) to istniejących problemów decyzyjnych. Przy, w mojej ocenie, dużej wartości praktycznej tych prac ich wartość teoretyczna jest mniejsza i pojawia się w nich niejako przy okazji rozwiązywania problemu praktycznego. W pracach tych wiodą prym metody oparte o relację przewyższenia w tym różne warianty metody ELECTRE często połączone z innymi mechanizmami i formalizmami tworzącymi proponowane rozwiązanie takimi jak np. algorytmy heurystyczne, metody grafowe itp.

Wcześniej niewymieniona praca P6 również, ze względu na zawarty przykład studialny, posiada pewne znaczenie praktyczne, w moim jednak odczuciu szczególnie ciekawe w przypadku tej pracy jest pokazanie sposobu wykorzystania metod heurystycznych poszukiwania rozwiązania optymalnego w połączeniu z klasycznym podejściem MCDA.

W tym kontekście pojawia się pytanie o kształt przestrzeni rozwiązań a tym samym o istnienie (unikalność) rozwiązania optymalnego. Czy można w przypadku modelu rozważanego w pracy P6 coś na ten temat powiedzieć więcej?

Prace P4 i P9 dotyczą sieci neuronowych wykorzystywanych do analizy szeregów czasowych i nie są w bezpośredni sposób związane z eksperckimi metodami decyzyjnymi rozumianymi

sensu stricto (oczywiście traktując zagadnienie wspomaganie decyzji odpowiednio szeroko można i sieci neuronowe uznać za obszar badań związany z metodami podejmowania decyzji, ale przypadku tak szerokiego potraktowania sprawy wytyczenie granicy pomiędzy tym co wchodzi w zakres zainteresowania MCDA a tym co się w tym zakresie nie mieści, może być trudne.) Praca P9 w moim odczuciu prezentuje dość ciekawy model architektury SN i w tym sensie przedstawione rezultaty wydają się mieć istotne znaczenie teoretyczne. Odpowiadając zatem na pytanie o to co stanowi główny problem będący przedmiotem badań przedstawionych w rozprawie wskazałbym na problem adaptacji (implementacji) metod MCDA i innych takich jak np. heurystyczne metody poszukiwania rozwiązań do rzeczywistych i realnych problemów wymagających podejmowania decyzji. Problem ten w swojej istocie nie jest trywialny. Często bowiem zdarza się, że posiadając nawet wiedzę teoretyczną z zakresu MCDA osoby odpowiedzialne za przeprowadzenie procesu i stworzenie rekomendacji mają problem albo z doбором właściwej metody decyzyjnej albo z jej adaptacją do rzeczywistego problemu czy faktycznej, zastanej, sytuacji.

*Czy ma on charakter naukowy?*

Problem „adaptacji i doboru metod wspomaganie podejmowania decyzji”, taki jak ten który wyłania się z cyklu P1 – P10 prezentowanych publikacji, w sposób bezsporny jest problemem naukowym. Co więcej, jak pokazuje praca P7, sam w sobie może wymagać metody i procesu podejmowania decyzji.

Niemniej jednak w moim przekonaniu wartość teoretyczna wskazanych prac (poza być może pracą P9, która lokuje się poza wskazanym głównym problemem rozprawy) ustępuje ich walorom praktycznym.

*Czy ma on znaczenie praktyczne?*

Problem „adaptacji i doboru metod wspomaganie podejmowania decyzji” ma istotne znaczenie praktyczne. Duża część prezentowanych prac z jednej strony przedstawia sposoby adaptacji i modyfikacji istniejących algorytmów i metod na potrzeby rzeczywistych problemów, co może być interesujące dla praktyków MCDA, menadżerów, ekspertów, konsultantów. Z drugiej, opisywane przypadki studialne są istotne z punktu widzenia tych dziedzin, w ramach których, przygotowywane są rekomendacje. Tym samym znaczenie praktyczne wskazanych prac jest podwójne i wykracza poza obszar wspomaganie decyzji.

## **2. Wkład autora**

*Jaki jest najważniejszy wkład autora opisywane w rozprawie?*

*Jeżeli niezbędne, recenzent może rozróżnić wkład deklarowany przez autora rozprawy i wkład, który sam recenzent uważa za najważniejszy. W tym wypadku należy podać powody, dla których recenzent nie zgadza się z twierdzeniami autora (np. ktoś wcześniej zaproponował już dany pomysł, lub jest on oryginalny ale niepoprawny z powodów opisanych w sekcji 3). Prosimy także o komentarze dotyczące praktyczności zaproponowanych rozwiązań (może być tak, że problem jest bardzo praktyczny, ale*

*zaproponowane rozwiązanie nie). Jeżeli ma to zastosowanie, recenzent może odwołać się do innych wskaźników jakości (np. jakości publikacji, patentów autora, cytowań, wdrożonych zastosowań...).*

Wkład autorski doktoranta w poszczególne prace cyklu jest oznaczony dość ogólnie. W większości prac możemy odnaleźć dość ogólne oświadczenia pochodzące od pozostałych autorów, z wyjątkiem doktoranta i promotora. Stąd w tych pracach z jednej strony wobec ogólności sformułowań opisujących istotę wkładu innych autorów, z drugiej wobec brak określenia procentowego kontrybucji tychże autorów, ciężko wymierzyć realny udział doktoranta w powstaniu tej czy innej pracy. Z drugiej strony nie można od osoby, będącej na etapie prowadzenia badań mających posłużyć jako część pracy doktorskiej, wymagać samodzielności naukowej. W tym sensie sytuacja, w której trudno jest rozdzielić wkład w powstanie pracy doktoranta od kontrybucji promotora jest w znacznej mierze uzasadniona.

Pomijając zatem prace wieloautorskie, w których doktorant nie jest pierwszym autorem, warto wskazać na prace P4, P6 i P9, w których nazwisko doktoranta jest umieszczone na początku listy autorów. Są to prace dotyczące sieci neuronowych (P4 i P9) oraz praca łącząca wykorzystanie algorytmów heurystycznych oraz metod wspomagania decyzji. Jeśli więc miałbym wskazywać na najważniejszy wkład, który przypisywałbym w dużej (znacznej) mierze samemu doktorantowi, to wskazałbym na te właśnie prace. Przy czym, w moim odczuciu, szczególnie interesujące są P6 oraz P9. Obie te prace zostały opublikowane w periodykach cieszących się wysoką punktacją MNiSW / MEIN oraz dużą renomą w środowisku zarówno informatycznym jak i badań operacyjnych. Obecnie współczynnik IF obu czasopism jest powyżej 8.

W kontekście rozważań o wkładzie autorskim trochę szkoda, że doktorant nie wskazał jako elementu osiągnięcia pracy jedno-autorskiej. Praca taka mogłaby, jeśli dobrze była by przygotowana, posłużyć jako benchmark pozwalający na bezsporną ocenę wielu cech i elementów warsztatu naukowego doktoranta w sposób bezsporny i minimalizujący „zaburzenia” w postaci nadmiernego udziału innych osób w ocenianym osiągnięciu.

### **3. Poprawność**

*Czy stwierdzenia zawarte w rozprawie są godne zaufania? Czy uzasadnienia są poprawne? Wskaż zauważone słabości i błędy. Wskaż także te aspekty dotyczące poprawności, które są najbardziej wartościowe (elegancja dowodów, plan eksperymentów, analiza danych empirycznych, jakość prototypowego oprogramowania/sprzętu...).*

Sformułowanie pytania o poprawność rozprawy doktorskiej będącej w swojej istocie cyklem publikacji w dużej mierze opublikowanych w renomowanych czasopismach stawia recenzenta w kłopotliwej sytuacji. W istocie przestaje on bowiem w tym aspekcie recenzować pracę samego doktoranta a zaczyna być recenzentem pracy swoich anonimowych kolegów, którzy te prace wcześniej zrecenzowali. Choć więc, jak uczy doświadczenie, nie ma prac idealnych to w tym miejscu powstrzymam się od wyszukiwania uchybień formalnych i formalno-edytorskich zarówno w artykułach jak i ich redakcji przedstawionej w postaci dysertacji książkowej.

Chciałbym jednak zwrócić uwagę na cokolwiek niefrasobliwe podejście do przedstawianych w różnych pracach cyklu (np.: P1, P6, P8) algorytmów. O ile te najczęściej są zapisywane w postaci pseudo-kodu co pozwala dość sprawnie zapoznać się z nimi osobom mającym doświadczenie z zakresu nauk informatycznych to najczęściej ich opis donosi się tylko do samej idei ich działania. Brak natomiast jest analizy złożoności tych algorytmów. Ostatecznie więc możliwość ekstrapolacji przedstawionych w pracach rozwiązań na problemy większe jest ograniczona do przykładów „takich samych lub podobnych problemów”.

#### **4. Wiedza kandydata**

*Które z rozdziałów (lub sekcji w rozdziałach) rozprawy omawiają istniejący stan wiedzy i dzięki temu potwierdzają ogólny stan wiedzy kandydata w zakresie Informatyki? Jakie obszary tych dyscyplin zostały omówione w tych rozdziałach/sekcjach? Jaka jest opinia recenzenta o jakości tych rozdziałów/sekcji? Jaka jest opinia recenzenta o bibliografii? Na ile bibliografia jest kompletna? Prosimy o podanie innych argumentów za lub przeciw stwierdzeniu, że kandydat posiada ogólną wiedzę w dyscyplinie Informatyka techniczna i telekomunikacja.*

W moim przekonaniu przedstawione prace w sposób jednoznaczny pokazują dość szeroka teoretyczną i praktyczną wiedzę doktoranta w zakresie informatyki. W szczególności, doktorant potrafi właściwie opisać problem, przeprowadzić badanie, wykonać w tym celu niezbędne oprogramowanie. Mgr Miebs potrafi zaprojektować rozwiązanie postawionego problemu badawczego, zapisać je w ustrukturyzowanej postaci pseudo-kodu oraz wykonać implementacje w języku programowania. Doktorant posiada również wiedzę z zakresu algorytmów heurystycznych oraz dość szeroką wiedzę w zakresie konstrukcji oraz wykorzystania klasycznych metod wspomaganie podejmowania decyzji takich jak np. ELECTRE. Bibliografie we wszystkich pracach są kompletne i możliwe obszerne. W części obejmują prace informatyczne oraz takie, które trzeba ulokować na pograniczu dyscyplin informatyki technicznej oraz badań operacyjnych i metod decyzyjnych.

#### **5. Inne uwagi<sup>1</sup>**

Praca obszerna i niejednorodna. Gdyby była spójną tematycznie a udział doktoranta w większości prac byłby znaczny i bezsporny to przedstawiony cykl z powodzeniem mógłby stanowić rozprawę habilitacyjną. Obecna forma oraz opisane powyżej braki sprawiają, że śmiało można cykl ten rekomendować „tylko” jako rozprawę doktorską, nie można go jednak rekomendować jako zbioru prac habilitacyjnych.

Obszerność przedstawionego cyklu, duża ilość prac oraz donośników do wytworzonego oprogramowania utrudnia zapoznanie się z całością dokonań doktoranta. Ze względu na swoją niejednorodność utrudniona jest również ocena „głównego” czy „najważniejszego” wkładu autora w dyscyplinę. O ile więc w moim przekonaniu problem „adaptacji i doboru metod wspomaganie podejmowania decyzji” jest dość istotnym wkładem w naszą wiedzę dotyczącą metod podejmowania decyzji (i patrząc na ilość prac jest reprezentowany najliczniej) to bardzo ciekawe są obie prace skupione na wykorzystaniu sieci

---

<sup>1</sup> Opcjonalnie

neuronowych do analizy szeregów czasowych. W tym sensie moje wskazanie, iż tym najważniejszym problemem naukowym diskutowanym w rozprawie jest ów pierwszy, jest nieco sztuczne i podyktowane koniecznością wskazania tego jedynego i najważniejszego.

## 6. Podsumowanie

Biorąc pod uwagę opinie zaprezentowane w poprzednich punktach i wymagania zdefiniowane przez art. 187 Ustawy z dnia 20 lipca 2018 r. Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce (z późniejszymi zmianami)<sup>2</sup> moja ocena rozprawy pod względem trzech podstawowych kryteriów jest następująca:

A. Czy rozprawa zawiera oryginalne rozwiązanie problemu naukowego? (wybierz jedną opcję stawiając znak X)

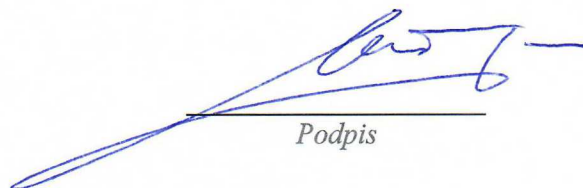
<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Zdecydowanie TAK	Raczej TAK	Trudno powiedzieć	Raczej NIE	Zdecydowanie NIE

B. Czy po przeczytaniu rozprawy zgadzasz się, że kandydat posiada ogólną wiedzę teoretyczną w dyscyplinie Informatyka techniczna i telekomunikacja?

<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Zdecydowanie TAK	Raczej TAK	Trudno powiedzieć	Raczej NIE	Zdecydowanie NIE

C. Czy kandydat posiada umiejętność samodzielnego prowadzenia pracy naukowej?

<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Zdecydowanie TAK	Raczej TAK	Trudno powiedzieć	Raczej NIE	Zdecydowanie NIE

  
Podpis

<sup>2</sup> <http://isap.sejm.gov.pl/isap.nsf/DocDetails.xsp?id=WDU20190000276>