



Wrocław, 2026.10.21

Dr hab. inż. Michał Przewoźniczek, prof. uczelni
Katedra Systemów i Sieci Komputerowych
Politechnika Wrocławska
Wybrzeże Stanisława Wyspiańskiego 27,
50-370 Wrocław

Recenzja dorobku habilitacyjnego Dr Dzmitry Padkapayeu (vel. Dmitry Podkopaev)

1. Ocena osiągnięcia naukowego.

Niniejsza recenzja została przygotowana w związku z powołaniem mnie przez Radę Naukową Instytutu Badań Systemowych Polskiej Akademii Nauk na recenzenta w postępowaniu habilitacyjnym dr Dzmitry Padkapayeu (vel. Dmitry Podkopaev). Recenzja ocenia osiągnięcie naukowe oraz istotną aktywność naukową i organizacyjną Habilitanta.

Habilitant przedłożył osiągnięcie naukowe w postaci cyklu tematycznie powiązanych publikacji pod tytułem *Interaktywna optymalizacja wielokryterialna – budowanie mostu między człowiekiem a maszyną*. Cykl składa się z 12 artykułów, z czego 7 zostało opublikowanych w czasopismach, a pozostałe w recenzowanych materiałach konferencyjnych. Część z publikacji stanowi istotne osiągnięcie na poziomie międzynarodowym. Publikacje [2, 4, 6] zostały opublikowane w czasopismach o wysokiej renomie w środowisku naukowym zajmującym się optymalizacją. Natomiast praca [8] została opublikowana jako tzw. *full-paper* na konferencji PPSN, która była wtedy (i jest nadal) jedną z wiodących konferencji międzynarodowych w dziedzinie Optymalizacji Ewolucyjnej. Badania Habilitanta, częściowo dotyczą również tej dziedziny.

Badania Habilitanta koncentrują się na wsparciu użytkownika będącego *decydentem* (tzw. *decision maker*) w procesach decyzyjnych powiązanych z optymalizacją wielokryterialną. Taki obszar badań jest ważny z powodów praktycznych – decydent musi podejmować decyzje, które nie są oczywiste, ponieważ dotyczą rozwiązań problemu, które są względem siebie niezdominowane tzn. optymalizują zestaw miar jakości i każde z ocenianych rozwiązań jest lepsze ze względu na co najmniej jedną miarę jakości.

Biorąc pod uwagę przedstawiony cykl, głównym obszarem badań Habilitanta było opracowanie i wykorzystanie różnych propozycji skalaryzacji, które sprowadzają porównywanie jakości rozwiązań dla problemów wielokryterialnych do jednego kryterium. Powiązanym wątkiem badawczym było zaproponowanie technik, które mogłyby zastąpić decydenta automatycznie działającym agentem.

Badania dotyczące optymalizacji wielokryterialnej i podejmowania decyzji w sprawie wyboru jednego ze znalezionych niezdominowanych rozwiązań od dekad stanowią istotny obszar badań dotyczący badań operacyjnych, praktycznych i teoretycznych zadaniach optymalizacji oraz Sztucznej Inteligencji. Na tej podstawie stwierdzam, że **badania Habilitanta wpisują się w dyscyplinę Informatyka Techniczna i Telekomunikacja.**

1.1. Analiza przedstawionego dorobku.

W pracy [1] Habilitant proponuje technikę wizualizacji puli rozwiązań dla wielokryterialnych problemów z dużą liczbą kryteriów (ang. *many-objective*, MOO). Habilitant rozważa problemy, gdzie w każdej iteracji decydent wskazuje, które dotychczas znalezione niezdominowane rozwiązania go interesują. Taka interakcja służy poszukiwaniu innych niezdominowanych rozwiązań, które w przestrzeni kryteriów (ang. *objective space*) miałyby znajdować się w pobliżu/sąsiedztwie rozwiązania wskazanego przez użytkownika. W przypadku problemów MOO, liczba niezdominowanych rozwiązań może być ogromna co, zwłaszcza w zestawieniu z dużą liczbą kryteriów, może w praktyce uniemożliwiać decydentowi dokonywanie porównań pomiędzy znalezionymi rozwiązaniami niezdominowanymi i dokonywanie pomiędzy nimi wyboru. Dla rozwiązania tego problemu Habilitant proponuje algorytm pozwalający na wizualizowanie znalezionych niezdominowanych rozwiązań w przestrzeni dwuwymiarowej. Rozwiązanie zaproponowane przez Habilitanta zostało zaprezentowane z wykorzystaniem systemu NIMBUS.

W mojej opinii, praca [1] jest istotna z powodów praktycznych, choć jej nowatorski potencjał w kontekście badań związanych z optymalizacją jest niewielki. Taką opinię uzasadnia również miejsce publikacji – czasopismo *International Journal of Computers Communications & Control*, którego współczynnik IF jest i był stosunkowo niewielki (0.627 w roku publikacji) oraz o bardzo szerokiej tematyce publikowanych prac. Należy jednak zauważyć, że praca [1] nie jest centralnym punktem zaproponowanego przez Habilitanta cyklu. Stanowi raczej jego uzupełnienie i jako taka jest jego cennym elementem.

Kluczowym aspektem nowości zaproponowanym w pracy [2] jest zaproponowanie modelu, który informuje decydenta o górnej i dolnej granicy wartości kryteriów dla tych rozwiązań, które są dla niego interesujące. Habilitant proponuje budowę modeli w oparciu o rozwiązania dopuszczalne i niedopuszczalne co w momencie publikacji było istotną nowością. Jedną z istotnych zalet zaproponowanego podejścia jest to, że może współpracować z dowolnym optymalizatorem wielokryterialnym (treść pracy wskazuje liczne, aktualne w momencie publikacji, przykłady).

Choć proponowanie modeli oferujących zakres wartości nie jest zjawiskiem nowym, praca [2] stanowi w mojej opinii jedno z ważniejszych osiągnięć Habilitanta, ponieważ posiada istotne (wymienione powyżej) aspekty nowości oraz duży potencjał zastosowania w praktyce. Ponadto, zaproponowane podejście pozwala np. na podniesienie dokładności (zawężenie zakresu przewidywanej wartości) na żądanie użytkownika. Taka elastyczność jest w mojej opinii szczególnie cenna. Należy zauważyć, że praca została opublikowana w renomowanym czasopiśmie zajmującym się optymalizacją i jej aspektami praktycznymi. Ponadto, stanowi element współpracy Habilitanta z I. Kaliszewskim, jednym z wiodących badaczy w uprawianej przez Habilitanta dziedzinie.

Praca [3] przedstawia kompilację znanych technik i prezentuje kompletne narzędzie (system) do podejmowania decyzji w scenariuszach z wieloma kryteriami. Główną zaletą pracy jest jej aspekt edukacyjny. Autorzy pracy sami podkreślają, że jej głównym celem jest obniżenie bariery poznawczej dla użytkowników nieposiadających znaczących umiejętności w zakresie matematyki. Uważam, że ta praca nie powinna znaleźć się w cyklu publikacji dokumentujących osiągnięcia naukowe Habilitanta, ponieważ nie dostrzegam jej wpływu na stan badań w rozważanej dziedzinie.

Metody typu *Multiple Criteria Decision Analysis* (MCDA) pozwalają na tworzenie rankingów rozwiązań wielokryterialnych ułatwiając decydentom dokonywanie wyboru. Praca [4] proponuje technikę, która pozwala na translację rankingów wybranych metod MCDA do rankingu generowanego przez metodę Simple Additive Weighting (SAW). Translacja jest wykonywana za pomocą wyznaczenia takich wag, dla SAW, które dają taki sam ranking jak metody MCDA, których proces działania można uznać za skomplikowany. W mojej opinii praca [4] stanowi jedno z najważniejszych osiągnięć Habilitanta, ponieważ

wygenerowanie modelu o znacznie prostszej konstrukcji, ale równoważnego zaawansowanym i aktualnym w momencie publikacji modelom stanowi znaczący wkład w rozwój dziedziny.

Należy zwrócić uwagę, że praca została opublikowana w czasopiśmie *Expert Systems With Applications* cieszącym się (w momencie publikacji i obecnie) dobrą renomą i wysokimi wskaźnikami bibliometrycznymi.

Praca [5] proponuje przegląd literatury dotyczący interaktywnych nieliniowych metod optymalizacji wielokryterialnej. W związku ze swoją naturą praca nie proponuje istotnej nowości, stanowi jednak ważny wkład w uprawianą przez Habilitanta dziedzinę badań, ponieważ proponuje jej systematyzację.

Praca [6] proponuje nowe podejście do znajdowania rozwiązań niezdominowanych. W momencie publikacji typowe było pozwolenie na pogorszenie wartości wybranych przez decydenta kryteriów we wcześniej znalezionym rozwiązaniu niezdominowanym po to, żeby poprawić inne. Zasadniczy aspekt nowości zaproponowany w [6] polega na tym, że na bazie wskazanych przez decydenta preferencji, wychodząc z rozwiązań gorszej jakości (takich, które mogą być zdominowane przez inne, wcześniej znalezione rozwiązania) znajdowane jest potencjalnie nowe rozwiązanie niezdominowane. Główną zaletą takiego podejścia jest to, że decydent nie musi wskazywać tych kryteriów, które są dla niego mniej ważne. Zamiast tego wskazuje zestaw wag definiujących jak ważne jest dla niego dane kryterium.

Praca [7] proponuje konstrukcję surogatu aproksymującego front Pareto oraz wykorzystanie czterech rodzajów agentów. Pierwszy typ nazywany agentami preferencji (ang. *preference agents*) ma za zadanie uczyć się preferencji decydenta po to, żeby zastąpić go w kolejnych iteracjach, w których musi on określać swoje preferencje na bazie znalezionych wcześniej rozwiązań niezdominowanych. Drugi rodzaj agentów znajduje przybliżone rozwiązania niezdominowane na bazie zbudowanego surogatu. Trzeci rodzaj znajduje rozwiązania niezdominowane wykorzystując do tego optymalizowaną funkcję. Czwarty rodzaj agentów aktualizuje surogat problemu uwzględniając wcześniejsze decyzje decydenta.

Zaproponowany system jest dość złożony – wykorzystuje wiele różnych narzędzi i koncepcji zaproponowanych przez innych badaczy. Moim zdaniem szczególnie interesujący jest aspekt agenta modelującego decyzje decydenta. Pozwala on na eliminację (lub przynajmniej minimalizację) interakcji z człowiekiem. Pomimo że wykorzystanie surogatów w problemach optymalizacji nie jest zagadnieniem nowym, zaproponowany system stanowi ciekawą propozycję o istotnym potencjale dotyczącym zastosowań praktycznych.

Pomimo wysokiego współczynnika IF czasopisma, moim zdaniem to osiągnięcie publikacyjne ma pomniejsze znaczenie. Podobnie jak prace [1,3] praca [7] może być traktowana jako uzupełnienie przedstawionego cyklu publikacji.

Praca [8] proponuje definicję sztucznego decydenta na podstawie sformułowanych wcześniej dobrze umotywowanych intuicji. W sekcji eksperymentalnej wykorzystano znane w dziedzinie optymalizacji wielokryterialnej w przestrzeniach ciągłych funkcje testowe (DTLZ) oraz aktualny w momencie publikacji optymalizator ewolucyjny dedykowany dla problemów wielokryterialnych (R-NSGA-II).

W mojej opinii praca [8] jest jednym z najważniejszych osiągnięć publikacyjnych Habilitanta w całej karierze. Co istotne, poza kluczowym wkładem merytorycznym w pracę, Habilitant pokazał, że we

współpracy z wiodącymi w dziedzinie naukowcami (K. Miettinen) nie pełni roli drugorzędnego współautora, ale kluczowego członka zespołu badawczego.

Praca [9] proponuje nowy rodzaj skalaryzacji problemów wielokryterialnych. Zaproponowana skalaryzacja pozwala ograniczyć skalę kompromisów. Dodatkowo, praca [10] formalnie dowodzi, że decyzje oparte o model zaproponowany w [9] są racjonalne. Wyniki zaprezentowane w [9,10] są moim zdaniem istotne dla dziedziny, ponieważ proponują nowe rodzaje skalaryzacji mające silne uzasadnienie w praktyce oraz formalnie dowodzą ich cech. Wpływają więc na rozwój dyscypliny nie tylko poprzez złożenie nowej wartościowej propozycji, ale również poprzez udowodnienie jej własności.

Praca [11] skupia się na prezentacji różnic w interpretacji wag w przypadku trzech technik skalaryzacji. Porównanie bazuje na analizie różnic rankingów proponowanych przez te techniki skalaryzacji. Poprzez przykłady i analizę różnic w otrzymywanych rankingach, praca próbuje wyjaśnić cechy poszczególnych skalaryzatorów. Ponadto, wykorzystując technikę *Simple Additive Weighting* (SAW) oraz propozycję z pracy [4] (innej pracy Habilitanta), praca [11] prezentuje do jakiego stopnia SAW potrafi odtworzyć oryginalny ranking do którego wagi SAW zostały dostosowane. Ma to na celu sprawdzenie na ile jedna technika skalaryzacji, nazwijmy ją A, może dawać takie same wyniki jak inna technika skalaryzacji (technika B). SAW służy jako narzędzie do stwierdzenia możliwości takiej translacji.

W mojej opinii praca [11] jest cenna, choć nie proponuje faktycznej nowości. Jej celem jest poprawienie zrozumienia działania znanych technik skalaryzacji. Moim zdaniem propozycja mechanizmu pozwalającego na weryfikację, do jakiego stopnia jedna technika skalaryzacji może zwracać takie same wyniki jak inna technika skalaryzacji jest kluczowa dla dziedziny. Oferuje lepsze zrozumienie znaczenia i interpretacji wag w wybranych technikach skalaryzacji, ale także pozwala na weryfikację, która technika faktycznie różni się od innych, a która może być traktowana jako reinterpretacja innych, istniejących już technik.

Praca [12] może być interpretowana jako kontynuacja badań przedstawionych w [9,10]. Celem tej pracy jest zaproponowanie możliwie prostej techniki, w której decydent wskazuje preferowany kierunek poprawy kryteriów. Celem jest, aby w kolejnych iteracjach znajdować rozwiązania dominujące wobec rozwiązań z poprzedniej iteracji. Przeznaczeniem tej techniki jest wsparcie decydentów w sytuacjach, w których decydent (lub grupa decydentów) nie chce rozstrzygać sytuacji konfliktowych (czyli godzić się na poprawę jednego kryterium, kosztem drugiego).

1.2. Ocena cyklu.

Habilitant zaprezentował spójny zestaw prac koncentrujących się na różnych aspektach badań związanych z podejmowaniem decyzji w interaktywnej optymalizacji problemów wielokryterialnych. Cykl pokazuje, że Habilitant potrafi wnieść istotny nowy wkład do tej dziedziny [2,4,6,8,9,10,11] oraz prezentować wartościowe analizy dotyczące stanu badań [5,12]. Prace [1,7] można traktować jako uzupełnienie głównej części cyklu. Uważam, że praca [3] ma bardziej popularnonaukowy niż naukowy charakter i dlatego powinna zostać pominięta w zaproponowanym cyklu.

Za moją ogólnie pozytywną oceną przedstawionego cyklu przemawiają następujące argumenty. Habilitant potrafi zaproponować istotną dla dziedziny nowość i wykazać jej jakość na tle aktualnego w momencie publikacji stanu badań np. [2,4,6,8]. Ponadto część z prac została opublikowana w czasopiśmie i na konferencjach cieszących się bardzo dobrą renomą (wysoki współczynnik IF czasopisma przy dość wąskim zakresie tematycznym lub wysoki ranking Core konferencji) np. [2,4,6,8]. Cały cykl stanowi dowód, że Habilitant współpracuje z wiodącymi naukowcami zajmującymi się podejmowaniem decyzji w interaktywnej optymalizacji problemów wielokryterialnych (współautorami wielu prac Habilitanta są I. Kaliszewski i K. Miettinen).

Istotnym rozwinięciem przedstawionych badań mogłoby być zastosowanie niektórych propozycji Habilitanta w optymalizacji problemów wielokryterialnych, ale bez interakcji z decydującym, czyli w klasycznej optymalizacji wielokryterialnej. Badania Habilitanta polegające na nowych sposobach skalaryzacji problemów wielokryterialnych mogłyby potencjalnie poprawić jakość działania optymalizatorów ewolucyjnych wykorzystujących skalaryzację, np. MOEA/D [Zha07]. Takie badania byłyby szczególnie wartościowe, gdyby dotyczyły aktualnych wersji tego optymalizatora. Na przykład punktem wyjścia do badań mogłyby być optymalizatory zaprezentowane w [Che17].

Przedstawiony cykl dotyczy lat 2007-2016, przy czym większość prac (aż osiem) została opublikowana w latach 2015-16. Najnowsze prace w cyklu są sprzed dekady, jest to dla mnie zaskakujące, ponieważ oczekiwałbym raczej, że cykl, przynajmniej częściowo, będzie dotyczył najnowszych prac Habilitanta. Niemniej niniejsza recenzja koncentruje się wyłącznie na jakości przedstawionego cyklu i wskazana okoliczność, choć moim zdaniem nietypowa, nie miała wpływu na moją ocenę.

Chciałbym również wskazać drobną uwagę polemiczną. Habilitant w swoich pracach często odnosi się do pojęcia rozwiązań Pareto-optymalnych. Prace Habilitanta często dotyczą metod ogólnego przeznaczenia (np. do wizualizacji rozwiązań niezdominowanych jak w [1] lub generowania nowych niezdominowanych rozwiązań na podstawie tych już znalezionych jak w [7]). Dlatego w odniesieniu do puli znalezionych niezdominowanych rozwiązań Habilitant nie powinien używać określenia „Pareto-optymalne”, ponieważ w ogólnym przypadku nie wiemy, czy te rozwiązania faktycznie takie są. Możemy mówić jedynie o zbiorze rozwiązań niezdominowanych (spośród tych, które znaleźliśmy dotychczas). Należy jednak zauważyć, że zwyczaj utożsamiania znalezionych rozwiązań niezdominowanych z rozwiązaniami Pareto-optymalnymi wydaje się dość częsty na polu badań prowadzonych przez Habilitanta (ma miejsce np. w [Ha12]¹). Dlatego ten aspekt nie wpłynął na moją ocenę przedstawionego dorobku.

Podsumowując, szczególnie istotne elementy cyklu uważam nowe techniki skalaryzacji oraz metody pozwalające na dostrojenie wag jednej techniki tak aby w największym stopniu odtwarzała ranking innej techniki. Tego typu osiągnięcia przyczyniają się do rozwoju zastosowań praktycznych oraz zrozumienia istoty działania technik skalaryzacji. **Uważam zatem, że przedłożony przez Habilitanta cykl spełnia formalne oraz zwyczajowe wymagania stawiane w postępowaniach habilitacyjnych.**

¹ Patrz: literatura na końcu dokumentu

2. Ocena innej działalności naukowej.

2.1 Publikacje poza wskazanym cyklem.

Zgodnie z danymi w bazie *Web Of Science* Habilitant jest też autorem 20 prac w czasopismach JCR z czego 18 zostało opublikowanych po uzyskaniu doktoratu. Wiele prac zostało opublikowanych w specjalistycznych czasopismach o uznanej pozycji naukowej np. *Journal of Global Optimization*, lub *IEEE Access*. Po 2016 Habilitant opublikował 7 artykułów, co wskazuje na kontynuację pracy naukowej na wysokim poziomie. Zgodnie z informacjami dostępnymi w bazie *Google Scholar* Habilitant od 2020 roku Habilitant opublikował w sumie 12 prac, co daje średnią nieco poniżej 2 publikowanych prac rocznie. Taki wynik jest poniżej moich oczekiwań, uważam go jednak za wystarczający.

2.2 Aktywność konferencyjna.

W ostatnich 10 latach Habilitant opublikował w sumie 7 prac konferencyjnych z czego 2 prace są indeksowane w bazie Web of Science.

2.3 Projekty badawcze, granty.

Habilitant brał udział w 7 projektach badawczych. W każdym był wykonawcą.

2.4 Patenty i wdrożenia.

Habilitant jest współautorem jednego patentu.

2.5 Staże naukowe.

W latach 2012-2014 Habilitant odbywał staże naukowe na Uniwersytecie Jyväskylä (Finlandia).

2.6. Współpraca naukowa (w tym międzynarodowa)

Niezależnie od stażu wskazanego w punkcie 2.5, dorobek naukowy Habilitanta świadczy o Jego wieloletniej i owocnej współpracy z wiodącymi naukowcami zajmującymi się tym samym lub podobnym obszarem badań. Są to prof. Ignacy Kaliszewski i prof. Kaisa Miettinen.

3. Ocena działalności dydaktycznej i organizacyjnej.

Habilitant był członkiem trzech komitetów organizacyjnych konferencji naukowych. Brak informacji o działalności dydaktycznej.

4. Konkluzja końcowa.

Osiągnięcie naukowe w postaci cyklu tematycznie powiązanych publikacji pod tytułem *Interaktywna optymalizacja wielokryterialna – budowanie mostu między człowiekiem a maszyną* oceniam jako wystarczające dla ubiegania się o stopień doktora habilitowanego w dyscyplinie Informatyka Techniczna i Telekomunikacja. Przedstawione do oceny osiągnięcie naukowe dra inż. dr Dmityry Padkapayeu (vel. Dmitry Podkopaev) wskazują na znaczący wkład autora w rozwój dyscypliny naukowej Informatyka Techniczna i Telekomunikacja. Ponadto, Habilitant wykazuje się istotną aktywnością naukową albo artystyczną realizowaną w więcej niż jednej uczelni, instytucji naukowej lub instytucji kultury, w szczególności zagranicznej oraz wśród wskazanych do oceny osiągnięć naukowych znajduje się co najmniej jedno z osiągnięć naukowych wymienionych w art. 219. ust. 1. pkt 2 ustawy Prawo o szkolnictwie wyższym.

Biorąc pod uwagę powyższe informacje uważam, że dr Dmityry Padkapayeu (vel. Dmitry Podkopaev) spełnia wymagania stawiane kandydatom do stopnia naukowego doktora habilitowanego określonych w art. 219 ustawy Prawo o szkolnictwie wyższym z dnia 20 lipca 2018 r. **Wnioskuje o nadanie Panu dr Dmityry Padkapayeu (vel. Dmitry Podkopaev) stopnia naukowego doktora habilitowanego w dyscyplinie Informatyka Techniczna i Telekomunikacja.**

LITERATURA

[Ha12] M. Hartikainen, K. Miettinen, M.M. Wiecek, „PAINT: Pareto front interpolation for nonlinear multiobjective optimization,” in *Comput Optim Appl*, vol. 52, pp. 845–867, 2012.

[Zha07] Q. Zhang and H. Li, "MOEA/D: A multiobjective evolutionary algorithm based on decomposition," in *IEEE Transactions on Evolutionary Computation*, vol. 11, no. 6, pp. 712–731, 2007.

[Che17] J. Chen, J. Li, B. Xin, “DMOEA- ϵ C: Decomposition-Based Multiobjective Evolutionary Algorithm With the ϵ -Constraint Framework,” in *IEEE Transactions on Evolutionary Computation*, 2017.