Poznań, 19.01.2026 r.

dr hab. inż. Grzegorz Waligóra, prof. PP
Instytut Informatyki
Politechnika Poznańska
ul. Piotrowo 2
60-965 Poznań
e-mail: grzegorz.waligora@cs.put.poznan.pl

RECENZJA ROZPRAWY DOKTORSKIEJ

mgr. inż. Marcina Zakidalskiego

pt.

Ewolucyjne sztuczne sieci neuronowe do wspomagania decyzji kredytowych w bankowych systemach informatycznych

1. Wprowadzenie

Niniejsza recenzja rozprawy doktorskiej została przygotowana na zlecenie Rady Dyscypliny Informatyka Techniczna i Telekomunikacja Politechniki Gdańskiej, zgodnie z uchwałą nr 335/I/2025/ITiT z dnia 21.10.2025 r. podjętą na podstawie §38 pkt. 1 Statutu Politechniki Gdańskiej z dnia 10 lipca 2024 r. oraz §5 ust. 3 pkt. 3 Regulaminu określającego sposób postępowania w sprawie nadania stopnia doktora oraz szczegółowego trybu postępowania w sprawie nadania stopnia doktora habilitowanego z dnia 20 września 2023 r.

Rozprawa doktorska jest napisana w języku polskim i złożona w dziedzinie nauk inżynieryjno-technicznych, w dyscyplinie naukowej Informatyka Techniczna i Telekomunikacja.

Promotorem rozprawy jest dr hab. inż. Jerzy Balicki, prof. Politechniki Warszawskiej.

2. Problematyka, cel i teza rozprawy

Problematyka rozprawy dotyczy zastosowania ewolucyjnych sztucznych sieci neuronowych do wspomagania procesu podejmowania decyzji kredytowych w bankowych systemach informatycznych. Podejmowanie decyzji odnośnie do udzielenia lub nieudzielenia kredytu dokonywane jest na podstawie przewidywania wiarygodności kredytowej składającego wniosek. Rozważane w pracy podejście zakłada użycie algorytmów ewolucyjnych do uczenia sztucznych sieci neuronowych, czego efektem jest wielokryterialny algorytm neuro-ewolucyjny. Postawiony problem badawczy polegał na sformułowaniu modeli sytuacji decyzyjnych oraz problemów optymalizacji, a także opracowaniu algorytmu neuro-ewolucyjnego służącego do konstrukcji Pareto-optymalnych reprezentacji klasyfikatorów neuronowych w celu oszacowania wiarygodności kredytowej w oparciu o dostępne zbiory danych testowych.

Zasadniczym celem pracy było opracowanie efektywnych reguł wykorzystania wielokryterialnych algorytmów ewolucyjnych działających na populacjach sztucznych sieci neuronowych do wyznaczania reprezentacji Pareto-optymalnych modeli klasyfikujących w celu ich zastosowania do wybranych sytuacji decyzyjnych zdefiniowanych w kilku publicznie dostępnych zbiorach danych.

Postawiono następującą tezę rozprawy:

Równoczesne wykorzystanie wybranych metryk klasyfikacji typu trafność, wynik F1 oraz pole pod krzywą ROC w algorytmie neuro-ewolucyjnym, w którym modyfikuje się wagi, biasy, architekturę sieci, funkcje aktywacji neuronów oraz algorytmy treningu, umożliwia wyznaczanie optymalnych w sensie Pareto reprezentacji modeli klasyfikujących do oceny wiarygodności wniosków kredytowych, w tym modelu kompromisowego.

Problematyka rozprawy stanowi bardzo ciekawe zagadnienia badawcze, o szczególnym zastosowaniu praktycznym ze względu na bardzo wysoką intensywność udzielania kredytów bankowych w skali ogólnoświatowej.

3. Wartość naukowa

Wartość naukową rozprawy oceniam wysoko. Doktorant podjął trudny temat badania zdolności kredytowej i przyznawania kredytów, który z jednej strony jest bardzo złożony ze względu na ogromną liczbę czynników mających wpływ na decyzję, a także istotne trudności w przewidywaniu efektów tych decyzji z uwagi na zazwyczaj dynamicznie zmieniającą się

sytuację kredytobiorcy, a z drugiej strony ma bardzo duże znaczenie praktyczne biorąc pod uwagę powszechność zaciągania zobowiązań finansowych typu kredyt czy karta kredytowa we współczesnym świecie w krajach rozwiniętych gospodarczo i ekonomicznie. Rozważany problem zdecydowanie wymaga stosowania najnowocześniejszych technologii informatycznych, w tym wykorzystania narzędzi sztucznej inteligencji. Doktorant opracował, zaimplementował i przeanalizował obliczeniowo nowatorski algorytm, reprezentujący podejście nie spotkane dotąd w literaturze światowej.

Do najważniejszych wyników naukowych rozprawy zaliczam:

- dwa obszerne rozdziały teoretyczne stanowiące przegląd i charakterystykę sztucznych sieci neuronowych, algorytmów ewolucyjnych oraz algorytmów neuro-ewolucyjnych w kontekście problemu wspomagania decyzji kredytowych w bankowych systemach informatycznych
- skonstruowanie modeli klasyfikacji wniosków kredytowych z podziałem na dwie komplementarne klasy kredytobiorców: klientów spłacających kredyt w terminie i pozostałych
- opracowanie oryginalnej metodyki oceny wiarygodności kredytowej, w tym ograniczeń i kryteriów do oceny wniosków kredytowych oraz sformułowanie na ich podstawie nowatorskiego problemu optymalizacji wielokryterialnej (4.2.5)-(4.2.8) do wyznaczania reprezentacji klasyfikatorów Pareto-optymalnych
- opracowanie wielokryterialnego podejścia do konstruowania klasyfikatorów wniosków kredytowych, nie prezentowanego dotąd w literaturze przedmiotu
- opracowanie, implementacja i analiza obliczeniowa autorskiego algorytmu neuro-ewolucyjnego do wielokryterialnej oceny wiarygodności kredytowej CENA (ang. *Creditworthiness Evolutionary Neural Assessment*), który stanowi bardzo praktyczny efekt podjętego w rozprawie problemu badawczego oraz posiada duży potencjał wdrożeniowy i aplikacyjny, otwierający szerokie perspektywy zastosowania w realnych bankowych systemach informatycznych.

4. Warstwa edycyjna

Rozprawa napisana jest w języku polskim i składa się z Wprowadzenia, pięciu rozdziałów głównych, Podsumowania oraz Bibliografii. Całość uzupełniają: Wykaz ważniejszych akronimów i oznaczeń, Spis rysunków, Spis tabel oraz dwa dodatki – Dodatek

A zawierający wybrane parametry algorytmu CENA, a także Dodatek B, w którym odnajdujemy krótki opis wykonanej w ramach rozprawy aplikacji (CENA v. 2.1) wraz z dwoma zrzutami ekranowymi i płytą CD z aplikacją oraz danymi do eksperymentów. Każdy z pięciu rozdziałów głównych zawiera jako ostatnią część podrozdział zatytułowany „Wnioski i uwagi" i stanowiący podsumowane całego rozdziału.

Struktura pracy jest następująca.

Wprowadzenie obejmuje wstęp do rozprawy, zawiera sformułowania celu rozprawy, postawionego problemu badawczego oraz tezy, a także opis zawartości poszczególnych rozdziałów.

Rozdział pierwszy dotyczy sztucznych sieci neuronowych i algorytmów ewolucyjnych. Zawiera dziesięć podrozdziałów, z których pierwsze siedem podejmuje tematykę sztucznych sieci neuronowych, a kolejne dwa opisują algorytmy ewolucyjne.

Rozdział drugi charakteryzuje algorytmy neuro-ewolucyjne i składa się z trzech podrozdziałów oraz podsumowania.

Modele decyzyjne i kryteria oceny wiarygodności wniosków kredytowych analizowane są w rozdziale trzecim. Opisywane są tam również pewne ogólne wytyczne dotyczące samej procedury udzielania kredytu. Rozdział zawiera pięć podrozdziałów oraz uwagi końcowe.

W rozdziale czwartym Autor skupia się na zagadnieniu wiarygodności wniosków kredytowych, prezentuje model matematyczny problemu, opisuje wybrane procedury badania wiarygodności oraz kryteria oceny klasyfikatorów. Rozdział podzielony jest na pięć podrozdziałów oraz podsumowanie.

Opis algorytmu neuro-ewolucyjnego CENA do rozwiązywania wielokryterialnego problemu oceny wiarygodności kredytowej i wyznaczania klasyfikatorów Pareto-optymalnych stanowi treść rozdziału piątego. W kolejnych pięciu podrozdziałach znajdują się opisy przeprowadzonych eksperymentów numerycznych wraz z wynikami obliczeń i wnioskami.

W rozdziale Podsumowanie Autor dokonuje syntezy całości rozważań, formułuje najważniejsze wnioski końcowe oraz wskazuje potencjalne kierunki dalszych badań.

Spis pozycji literaturowych obejmuje łącznie 212 prac, z czego 187 stanowią źródła drukowane, a ostanie 25 pozycji to źródła elektroniczne.

5. Uwagi krytyczne

A. Uwagi ogólne

a) Praca opiera się na zbiorach danych: niemiecki GCD oraz dwa amerykańskie LC i GMSK.

W ostatnim paragrafie na str. 38 Autor wspomina o trudności w dostępie do danych dotyczących wiarygodności kredytowej i wynikających z tego problemach w porównywaniu efektywności zaproponowanych podejść. Chciałbym zapytać, czy Autor podjął jakieś próby zdobycia danych o kredytach udzielanych w Polsce, a jeśli tak, to z jakim skutkiem.

Przy tej kwestii mam również drobną uwagę edycyjną.

W Streszczeniu odnajdujemy zdanie „Do eksperymentów wykorzystano publicznie dostępne zestawy danych, w tym German Credit Data oraz Lending Club." Pomięto w tym miejscu Give Me Some Credit, który jest istotnym elementem w rozprawie i stanowi bazę do eksperymentu opisanego w r. 5.4. W rozdziale 5, stanowiącym wstęp do opisu eksperymentów, (str. 88, drugi akapit) Autor wymienia trzy zbiory danych, podobnie w Podsumowaniu (str. 105, trzeci akapit).

b) W rozdziale 4.1 sformułowanych jest 5 problemów optymalizacji jednokryterialnej oznaczonych jako: (4.1.4)-(4.1.5), (4.1.13)-(4.1.18), (4.1.30) przy ogr. (4.1.20)-(4.1.28), (4.1.34)-(4.1.35) oraz (4.1.38)-(4.1.39).

Dużym mankamentem jest brak w rozprawie jakiejkolwiek analizy lub przynajmniej znaczących komentarzy na temat złożoności obliczeniowej sformułowanych problemów. Jedynymi fragmentami o takim charakterze, które można odnaleźć są zdania:

- „Rozwiązanie zagadnienia optymalizacji jednokryterialnej (4.1.13)-(4.1.18) jest czasochłonne obliczeniowo przy dużej liczbie wniosków." (str. 73).
- „Dylemat polega na tym, że zbiorów wniosków wiarygodnych spełniających ograniczenia może być bardzo dużo, a zagadnienie można przekształcić w czasie wielomianowym w NP-trudny problem plecakowy." (str. 77) – dotyczy problemu (4.1.30).

Po pierwsze, w odniesieniu do pozostałych trzech zagadnień nie ma w rozprawie absolutnie żadnego komentarza w odniesieniu do trudności obliczeniowej odpowiedniego problemu.

Po drugie, komentarz dotyczący problemu (4.1.13)-(4.1.18) jest w zasadzie bezwartościowy, jako że wiadomo, iż duża liczba rozwiązań dopuszczalnych optymalizacyjnego problemu kombinatorycznego nie pociąga za sobą bezpośrednio

wykładniczej złożoności czasowej tego problemu. Nie wiadomo więc, co Autor miał na myśli pisząc, że rozwiązanie zagadnienia jest czasochłonne.

Po trzecie, stwierdzenie o możliwej transformacji wielomianowej problemu (4.1.30) do problemu plecakowego jest podana w sposób lakoniczny i nie zawiera ani odniesienia do literatury, ani dowodu istnienia takiej transformacji, co realnie pozostawia to stwierdzenie bez żadnego uzasadnienia.

Po czwarte, w odniesieniu do problemów (4.1.4)-(4.1.5), (4.1.13)-(4.1.18) oraz (4.1.30) pojawiają się komentarze, iż reguła priorytetowa polegająca na posortowaniu wniosków wg odpowiedniego kryterium, a następnie odcięcie odpowiedniej liczby wniosków tak, aby spełnione były ograniczenia problemu, nie gwarantuje znalezienia optymalnego podzbioru. Stwierdzenia Autora nie są poparte żadnym uzasadnieniem, ani też przykładami obliczeniowymi.

Po piąte, w odniesieniu do tych samych (jw.) problemów Autor zamieszcza komentarz, iż odpowiedni problem można rozwiązać za pomocą algorytmów metaheurystycznych lub podejść dokładnych typu metoda podziału i ograniczeń. Takie stwierdzenie bez określenia złożoności obliczeniowej problemu nie ma żadnej mocy, gdyż – jak wiadomo – każdy problem optymalizacji kombinatorycznej można rozwiązywać stosując powyższe podejścia. Pytanie jednak brzmi, czy ich zastosowanie jest zasadne, a to już wynika ze złożoności problemu.

Po szóste, w odniesieniu do problemu (4.1.34)-(4.1.35) Autor pisze, iż „sytuacja decyzyjna (...) jest najbardziej kompleksowa ze wszystkich opisanych do tej pory." Określenie „sytuacja decyzyjna" wydaje mi się niefortunne, jako że mamy do czynienia z problemem optymalizacyjnym. Ponadto, nie wiadomo jak owa „kompleksowość" wpływa na trudność obliczeniową problemu, gdyż – ponownie – nie znajdujemy w rozprawie żadnego komentarza na temat złożoności zdefiniowanego problemu.

Po siódme i ostatnie, w odniesieniu do problemu (4.1.38)-(4.1.39) Autor nie pokusił się o jakikolwiek opis czy komentarz, poza samym jego sformułowaniem.

c) Na stronie 86 Autor podaje, że na podstawie Twierdzenia 4.1 można udowodnić Twierdzenie 4.2 i - w związku z tym – pomija dowód drugiego twierdzenia. Uważam, że poza przypadkami, kiedy pewne twierdzenie stanowi oczywisty i natychmiastowy wniosek z innego, prezentowanie dowodu zamieszczonego w pracy naukowej twierdzenia jest pożądane. Szczególnie, że w całej rozprawie można odnaleźć tylko jeden dowód, właśnie owego Tw. 4.1. Dodatkowo, analizując oba twierdzenia wydaje się, że Tw. 4.2 jest

uogólnieniem Tw. 4.1 na większą niż 3 liczbę kryteriów skalarnych, czy więc nie wystarczyłoby sformułować i udowodnić jedno twierdzenie dla $n + l$ kryteriów?

Ponadto, od str. 86, na której znajdują się twierdzenia, aż do końca rozprawy nie ma ani jednej wzmianki, jak Autor wykorzystuje lub zamierza wykorzystywać sformułowane przez siebie twierdzenia, ani generalnie żadnego komentarza na temat ich zastosowania.

d) Algorytm CENA jest jedną w głównych kontrybucji rozprawy. Niestety jego opis w rozdziale 5 jest daleki od idealnego.

Na diagramie na rys. 5.1 (str. 89), w pierwszej ramce pod słowem „START" znajduje się wpis „Wprowadzenie wartości następujących hiperparametrów:", po którym wymienionych jest 9 parametrów algorytmu, których znaczenia Autor nie podaje. Okazuje się, że ich opis znajduje się w Dodatku A (tab. A.1 str. 119) na końcu pracy, do którego w rozdziale 5 nie znajdujemy odwołania.

Generalnie opis działania algorytmu jest mocno powierzchowny. Autor tylko wymienia zastosowane rodzaje mutacji, bez ich opisów ani podania przykładów działania. Jedyny zamieszczony schemat dotyczy mutacji wstawiającej warstwę neuronów (rys. 5.2), jednak jego analiza jest utrudniona ze względu na ubogi opis. Nie wiadomo, co oznaczają części a) oraz b) rysunku, można się domyślać, że jest to stan sprzed i po zastosowaniu operatora mutacji. Na rysunku b) widnieje tajemniczy zapis „warstwa(id1+id2)/233333, którego znaczenie jest niezrozumiałe, podobnie jak pochodzenie liczby 233333, o której Autor w rozprawie nic nie wspomina. Na diagramie algorytmu CENA (rys. 5.1) widnieje polecenie „Zastosuj wybrane rodzaje mutacji", nie wiadomo jednak w jaki sposób wybrane, ani ile z nich się wybiera.

Jakkolwiek opisy mutacji zawarte w rozprawie są bardzo ograniczone, to o operatorze krzyżowania nie udało mi się znaleźć zupełnie nic, poza bardzo ogólnym opisem wyboru rodziców (rys. 5.1).

e) Uwagi dotyczące eksperymentów obliczeniowych

Str. 88: „Jako maksymalną liczbę warstw w sieciach neuronowych przyjęto 12" – dlaczego taka właśnie wartość tego parametru (brak uzasadnienia)?

„Z zestawów danych GCD, GMSK oraz LC wybrano 600, 2000 oraz 1000 obserwacji (...)" – w jaki sposób wybrano (losowo?) oraz dlaczego akurat takie liczby obserwacji z odpowiednich zbiorów?

Tytuły podrozdziałów w r. 5 są niekonsekwentnie sformułowane. Skoro w r. 5.1, 5.4 i 5.5 przyjęto, że tytuł określa dla jakiej metryki i dla którego zbioru danych wykonano opisany w tym rozdziale eksperyment, to konwencja ta powinna być zachowana również w tytułach rozdziałów 5.2 i 5.3. Jednak tytuł r. 5.2 nie zawiera informacji o zbiorze danych (GCD), a tytuł rozdziału 5.3 ani o metrykach (AUC ROC i F1-score), ani o zbiorze danych (GCD).

Moja najbardziej krytyczna uwaga w kontekście przeprowadzonych eksperymentów obliczeniowych opisanych w rozdziale 5 dotyczy przyjętych do eksperymentów założeń. W rozdziałach 5.1 – 5.5 Autor opisuje pięć eksperymentów, każdy z nich dotyczy wybranych metryk oraz wybranego zbioru danych (jednego z trzech rozważanych w rozprawie: GCD, GMSK i LC). Tabela 5.1 na str. 104 pokazuje wybrane do eksperymentów kombinacje (metryka/zbiór) oraz wyniki osiągnięte dla klasyfikatorów.

Po pierwsze Autor nigdzie nie wyjaśnia, dlaczego takie, a nie inne kombinacje przyjął. Czy nie można było przeprowadzić eksperymentów dla każdej metryki i każdego zbioru danych? Dlaczego spośród wielu metryk opisanych w rozprawie Autor ograniczył się do trzech: trafność, F1-score i AUC ROC? Być może odpowiedzią na te pytania jest stwierdzenie umieszczone na końcu str. 103: „Ze względu na zakres pracy zamieszczono jedynie wyniki najbardziej reprezentatywnych eksperymentów. Natomiast pozostałe wyniki będą systematycznie publikowane w pracach naukowych." Zdanie o podobnej treści pojawia się w Podsumowaniu rozprawy na str. 106: „Ze względu na ograniczenia wynikające z natury rozprawy doktorskiej nie zaprezentowano wyników uzyskanych dla innych zbiorów danych." Oba zacytowane fragmenty są dla mnie niejasne. O jakim zakresie pracy Autor pisze i o jakie ograniczenia chodzi? Co Autor rozumie przez naturę rozprawy doktorskiej, która miałaby narzucać takie ograniczenia? Rozprawa doktorska jest zamkniętą całością i powinna stanowić kompleksowe opracowanie problemu badawczego. Nie są mi znane żadne ograniczenia w charakterze takiej rozprawy, które miałyby narzucać limit na ilość prezentowanych w niej wyników. Zdanie o systematycznym publikowaniu pozostałych wyników w pracach naukowych jednoznacznie sugeruje, że Autor posiada te wyniki, ale nie umieścił ich w rozprawie, dlaczego? Zauważmy, że rozprawa zawiera łącznie 121 stron, z czego rozdział 5 opisujący pięć eksperymentów ma łącznie jedynie stron 17. Nie rozumiem, jaki problem stworzyłoby rozwinięcie tego rozdziału o opis innych wykonanych eksperymentów, skoro Autor – jak należy rozumieć – i tak już je wykonał. Jedyną tabelą w całej pracy prezentującą wyniki obliczeniowe jest niewielka tabela 5.1 na str. 104.

Druga uwaga krytyczna w kontekście przedstawionych w rozprawie eksperymentów numerycznych dotyczy porównania uzyskanych wyników z innymi modelami. W rozdziałach 5.1 i 5.2 takie porównania się znajdują, przynajmniej częściowo: dla metryki „trafność" (r. 5.1) oraz „F1-score" (r. 5.2). Autor nie wyjaśnia jednak skąd biorą się wartości podane dla innych modeli, czy są to wyniki zaczerpnięte z pracy magisterskiej [82] z 2018 roku? Jeśli tak, to czy zachowano w tamtej pracy takie same wartości parametrów w eksperymentach? Pochodzenie tych wyników nie jest wyjaśnione. Autor używa też na str. 93 określeń „bagging" oraz „gradient boosting" nie wprowadzonych wcześniej w rozprawie. W pozostałych trzech rozdziałach dotyczących eksperymentów (5.3, 5.3 i 5.5) nie znajdujemy żadnego odniesienia do wyników uzyskanych przez alternatywne metody, stąd wartości podsumowane w tab. 5.1 trudno jakkolwiek zinterpretować. W Podsumowaniu na str. 106 Autor umieszcza stwierdzenie, iż „jakość uzyskanych rozwiązań zazwyczaj przewyższała jakość klasyfikatorów wyznaczonych za pomocą innych metod". Powyższe „zazwyczaj" oznacza – jak należy rozumieć – dwa przypadki wspomniane wcześniej, gdyż dla pozostałych kombinacji przyjętych do eksperymentów porównań tych wyników najzwyczajniej brakuje.

f) Wątek dotyczący potencjalnych kierunków dalszych badań, stanowiący zakończenie całej rozprawy, składa się z zaledwie dwóch zdań.

B. Uwagi dotyczące stosowanej w rozprawie notacji

Muszę przyznać, że miałem bardzo duże problemy z właściwą interpretacją przyjętej w rozprawie notacji. Wiele symboli używanych jest wielokrotnie w różnych rozdziałach do oznaczenia innych wielkości. Pojawiają się też symbole nigdzie wcześniej nie zdefiniowane. Największym chyba mankamentem jest niejednoznaczność w zapisie wektorów – bardzo często w treści rozprawy używana jest zwykła czcionka, podczas gdy w Wykazie ważniejszych akronimów i oznaczeń (a także w samej rozprawie) wektory zapisywane są czcionką pogrubioną.

Uwagi szczegółowe dotyczące notacji przedstawiam poniżej:

Str. 11, powyżej wzoru (1.1.1): x oraz w są wektorami i powinny być zapisane pogrubioną czcionką

Str. 15 powyżej wzoru (1.1.2) oraz w samym wzorze: symbole X (oznacza zbiór) oraz x, $y_n(x)$, $y_n^*(x)$ oznaczają wektory i powinny być pogrubione

Ponadto we wzorze (1.1.3) występuje oznaczenie X^L zapisane po pierwsze zwykłą czcionką, a po drugie z indeksem „L" nigdzie nie zdefiniowanym – występuje tylko oznaczenie $\boldsymbol{X^l}$ (czcionka pogrubiona i mała litera „l").

Str. 21, wzór (1.3.1): symbol x_i jako wektor powinien być pogrubiony

Str. 22, wzór (1.3.2): x_i jest wektorem (pogrubienie), ponadto symbole b_i oraz w_{ji} występują w Wykazie ważniejszych akronimów i oznaczeń jako b_n oraz w_{mn}, co nie jest błędem, jednak stanowi pewną niekonsekwencję notacji.

Str. 22 (kilkukrotnie): symbole x oraz w są wektorami (pogrubienie)

Str. 29, wzór (1.6.8) i objaśnienia: wszystkie cztery symbole zaczynające się od y oznaczają wektory i powinny być zapisane czcionką pogrubioną.

Ponadto, w mojej opinii wzór (1.6.8) jest sformułowany w sposób mało zrozumiały. Po lewej stronie wzoru występuje funkcja H, której argumentami są y_n oraz y_n^* , co sugeruje, że są to odpowiedzi dla n-tego neuronu (zgodnie z Wykazem). Jednak zmienna n nie pojawia się w ogóle po prawej stronie wzoru. Zachodzi podejrzenie, że w symbolach $y(i)$ oraz $y^*(i)$, które nie są nigdzie wcześniej w rozprawie zdefiniowane, brakuje po prostu dolnego indeksu n. Z drugiej jednak strony w symbolach $y(i)$ oraz $y^*(i)$ zmienna i wydaje się być liczbą, ponieważ występuje pod sumą $\sum_{i=1}^{\ddot{X}}$, co stanowiłoby niekonsekwencję z definicjami $\boldsymbol{y_n(x)}$ oraz $\boldsymbol{y_n^*(x)}$ umieszczonymi w Wykazie.

Str. 33 wzór (1.7.2): w równaniu do kwadratu powinny być podniesione moduły liczb zespolonych, tzn. poprawna forma równania to: $|\beta|^2 + |\gamma|^2 = 1$.

Str. 40, wzory (2.1.2) i (2.1.3): (uwaga analogiczna do wzoru (1.3.2) na str. 22) we wzorach występuje symbol w_{ji}, podczas gdy w Wykazie w_{mn}

Str. 42, wzór (2.2.2): Species(S) – brak wyjaśnienia parametru

Str. 68 (kilkukrotnie): x jest wektorem i powinien być zapisany pogrubioną czcionką, również w zapisie $F_1(x)$

Str. 68: uwagi do zapisu $x = [\tilde{x}_0, \dots, \tilde{x}_{19}, \tilde{x}_{221}]$. Po pierwsze w Tabeli 3.1 występuje jeszcze zmienna $\tilde{x}_{222}$, która została tu pominięta, a Autor nie tłumaczy dlaczego. Po drugie, podobnie jak w Tabeli 3.1, właściwe byłoby wyjaśnienie, z czego wynika przeskok indeksu zmiennej z 19 na 221 – czy Autor świadomie pomija jakieś zmienne ze zbioru GCD (jeśli tak, to dlaczego), czy też zmienne o tych indeksach w tym zbiorze nie występują. Po trzecie, poprzednio w rozprawie symbol x był używany do oznaczenia wektora danych wejściowych do sieci neuronowej, od rozdziału 4 Autor zaczyna używać tego samego symbolu do oznaczenia wniosku kredytowego, co jest zabiegiem bardzo niefortunnym.

Str. 69: wzory (4.1.2) i (4.1.3). Po pierwsze przydałoby się przypomnienie, że zmienna $\tilde{x}_5$ oznacza kwotę kredytu. Po drugie, w moim przekonaniu we wzorze (4.1.2) powinna występować zmienna $x(i)$ (analogicznie jak we wzorze (4.1.3), a nie $x(j)$. Po trzecie, znaczenie zmiennej $x(i)$ nie jest wyjaśnione, można się domyślać, że jest to i-ty wniosek kredytowy w rozpatrywanym zbiorze. Po czwarte, jeśli powyższy domysł jest poprawny, to zmienna $x(i)$ jest wektorem i powinna być zapisana pogrubioną czcionką.

Str. 70: symbole $x(i)$ oraz x oznaczają wektory i powinny być zapisane pogrubioną czcionką

Str. 71, ramka ze wzorem (4.1.6): 7-krotne wystąpienie symbolu x oznaczającego wektor (pogrubienie)

Str. 72, wzory (4.1.7) i (4.1.8): symbol $x(i)$ jako oznaczający wektor powinien być pogrubiony

Str. 73: we wzorach (4.1.12) i (4.1.18) symbol $x(j)$ jako oznaczający wektor powinien być pogrubiony, taka samo symbol $x(i)$ we wzorze (4.1.14); podobnie symbol p wewnątrz ramki, o którym sam Autor pisze, że jest wektorem i także go definiuje

Str. 74: symbole $x(j)$ oraz x oznaczają wektory

Str. 75: symbole c oraz $x(j)$ (4-krotnie) oznaczają wektory

Str. 76, wzory (4.1.23) do (4.1.27): symbol $x(j)$ oznacza wektor

Str. 77: wzór (4.1.29) symbol $x(j)$ oznacza wektor, podobnie c oraz α^0 w problemie (4.1.30)

Str. 78, problemy (4.1.32) i (4.1.33): symbol x oznacza wektor

Str. 80, problem (4.1.34)-(4.1.35): symbol x oznacza wektor

Str. 81, problem (4.1.36)-(4.1.39): symbol x oznacza wektor

Str. 84 i 85: kolejny przykład niejednoznaczności notacji, symbol N jest na str. 84 zdefiniowany jako liczba skalarnych funkcji celu, na str. 85 natomiast jako liczba kryteriów cząstkowych (tak też jest podane w Wykazie)

Str. 85: symbole: y (wzór 4.2.4) oraz a, b (wzór 4.2.8) są wektorami

Str. 92: niejednoznaczność notacji, parametr n we wzorze (5.7) definiuje numer współrzędnej oceny klasyfikatora, kilka linii niżej n oznacza numer ograniczenia we wzorze (4.2.6), a przypomnijmy, że w Wykazie na str. 5 n jest numerem neuronu.

C. Uwagi dotyczące literatury i cytowań:

Generalnie spis literatury, obejmujący aż 212 pozycji, jest bardzo obszerny o dowodzi o dogłębnym przeanalizowaniu przez Autora prac naukowych z rozważanego zakresu.

Wątpliwości budzą cytowania pozycji literaturowych w rozdziale 1.8 stanowiącym wprowadzenie do algorytmów ewolucyjnych. Dotyczy to w szczególności pozycji [9], która jest zebranym cyklem wykładów, a jest cytowana aż trzykrotnie, oraz pozycji [15] wydanej w materiałach konferencyjnych. Pewne zdziwienie może wywołać brak chociażby kilku fundamentalnych publikacji książkowych z tego zakresu (np. Holland 1975 lub Michalewicz 1992).

Podobnie niefortunne wydaje się cytowanie pracy [36] w kontekście równania (1.7.2) opisującego warunek normalizacyjny współczynników stanów kwantowych.

Przykładem nieumiejętnego cytowania literatury jest rozdział 3.5. Na jednej stronie rozprawy pozycja [108] cytowana jest 9-krotnie, w tym w trzecim i drugim akapicie od końca 4-krotnie w czterech kolejnych zdaniach.

Uwagi szczegółowe:

Str. 23: zbiór PAK (2010) – brak referencji

Str. 39: Liquid State Machine – brak referencji

Str. 52: Fannie Mae Single Family Loan Performance Data – brak referencji

Str. 83: odwołanie do pozycji [162] w kontekście strat Hamminga powinno nastąpić wyżej na tej stronie, przy pierwszym wystąpieniu hasła.

D. Uwagi dotyczące zamieszczonych w rozprawie rysunków

Część rysunków cechuje się bardzo małym rozmiarem czcionki w opisach osi i/lub legendach, co czyni je bardzo nieczytelnymi. Uwaga dotyczy w szczególności rysunków o numerach: 1.6, 1.7, 1.8, 1.9, 1.13 b i c, 1.14 b i c, 4.1, 5.4, 5.6, 5.8, 5.9, 5.10, 5.11, 5.13, 5.15, 5.16 oraz 5.17.

Rysunki 5.5, 5.7, 5.12, 5.14 i 5.18 prezentujące architektury sieci są niewątpliwie imponujące, ale z powodu zagęszczenia połączeń w sieciach można je traktować bardziej jako graficzne dzieło sztuki niż schematy niosące realną informację.

E. Ogólne uwagi edycyjne:

a) Wątpliwości budzi stosowanie angielskich terminów obarczonych polskimi końcówkami fleksyjnymi, szczególnie w przypadku braku trudności użycia polskiego odpowiednika. Mam tu na myśli terminy stosowane często w rozprawie: dataset, benchmark, scoring, rating.

W odniesieniu do rozważanych w rozprawie zbiorów danych testowych używane są aż cztery różne określenia: zbiór danych, dataset, benchmark oraz zbiór obserwacji.

b) W zdecydowanej większości przypadków w rozprawie używane są polskie nazwy metryk: trafność, precyzja i czułość. Sposób ich wyliczania byłby łatwiejszy do odnalezienia, gdyby w takiej wersji występowały we wzorach (1.6.1), (1.6.2) i (1.6.3) zamiast ich odpowiedników anglojęzycznych. Dyskusyjna jest kwestia metryki F1-score (wzór 1.6.4), która rzeczywiście jest bardziej powszechnie znana pod nazwą oryginalną, chociaż używa się też polskich odpowiedników: wynik F1, miara F1 lub ewentualnie wskaźnik F1.

Dodatkowo, oprócz wzorów (1.6.1) – (1.6.3) angielskie nazwy metryk pojawiają się również w samej treści rozprawy. Przykładem może być zdanie ze str. 58, stanowiące mieszankę językową: „Należy do nich funkcja błędów, trafność, recall, precision, F1-score oraz AUC ROC." W podobnym stylu napisany jest fragment ze str. 86: „(...) optymalizacja jednego kryterium (np. trafności). Inne metryki, takie jak precyzja, recall, F1-score, AUC ROC (...)" lub zdania ze str. 87: „Maksymalizowanie trafności może prowadzić do obniżenia wartości precyzji lub recall." oraz „(...) (wysokie recall) (...) (wysoka precyzja) (...)."

c) Stosowanie skrótów literowych wynikających z terminów anglojęzycznych:

Dobrym zwyczajem jest wyjaśnianie pochodzenia skrótu literowego przy jego pierwszym użyciu oraz stosowanie go w dalszej części bez ponownego wyjaśniania. Autor zastosował również konwencję stosowania dużych liter w określeniu anglojęzycznym (co jest w mojej opinii dobrym zwyczajem), jednak nie zachował konsekwencji w przekroju całej rozprawy.

Uwagi szczegółowe w tej kwestii przedstawiam poniżej:

Str. 9: „Sztuczne sieci neuronowe ANN" – jest to pierwsze wystąpienie skrótu ANN w rozprawie (nie licząc Wykaz ważniejszych akronimów i oznaczeń), brakuje wyjaśnienia (ang. Artificial Neural Network)

Str. 10: „błąd średniokwadratowy (MSE)" – brak wyjaśnienia skrótu MSE (pojawia się dopiero na str. 15)

Str. 22: duże litery G, R, N, N oraz P, N, N w objaśnieniach skrótów GRNN oraz PNN, odpowiednio; ponadto – w określeniu „Generalized Regression Network" brakuje słowa „Neural"

Str. 26: CNN, LSTM, RNN – brak rozwinięć skrótów literowych

Str. 27: duże litery T, F, P oraz N w objaśnieniach skrótów TP, TN, FP oraz FN

Str. 28: duże litery T, P, R oraz T, N, R oraz F, N, R w objaśnieniach skrótów TPR, TNR i FNR, odpowiednio

Str. 29: duże litery F, P, R w objaśnieniu skrótu

Str. 29: Wyjaśnienie skrótu AUC ROC jest moim zdaniem nieprecyzyjne. Skrót ROC pochodzi od określenia „Receiver Operating Characteristic", a nie „Receiver Operating Curve", jak zapisano w rozprawie. Z kolei, skrót AUC pochodzi od terminu „Area Under the Curve". Stąd cały skrót literowy AUC ROC należałoby objaśnić terminem „Area Under the Curve of the Receiver Operating Characteristic" lub – co jest częściej spotykane w literaturze – " Area Under the Receiver Operating Characteristic Curve", podczas gdy w rozprawie podane jest określenie " Area Under the Receiver Operating Curve".

Str. 34: MOGA, NPGA, NSGA – brak rozwinięć skrótów literowych

Str. 37: RBF – brak wyjaśnienia skrótu

Str. 41: duże litery L, S, M w objaśnieniu skrótu, ponadto skrót LSM powinien być wprowadzony wcześniej – na str. 39

Str. 43: duże litery E, A, N, T w objaśnieniu skrótu

Str. 56: FNMA – brak rozwinięcia skrótu literowego w języku angielskim (Federal National Mortgage Association)

Str. 59: duże litery C, A, R w objaśnieniu skrótu

Str. 59: RWA – brak wyjaśnienia skrótu

Str. 59: duże litery P, D w objaśnieniu skrótu

Str. 60: duże litery L, G, D oraz E, A, D w objaśnieniach skrótów LGD i EAD, odpowiednio

Str. 61: EL – brak wyjaśnienia skrótu

Str. 67: dopiero w tym miejscu wprowadzony jest skrót literowy GCD w odniesieniu do nazwy zbioru danych German Credit Data, która była już wielokrotnie używana wcześniej

Str. 70: analogiczna uwaga do powyższej w odniesieniu do skrótu JCS i nazwy zbioru danych Japanese Credit Screening

Str. 74: komentarz identyczny do dwóch powyższych, tym razem w odniesieniu do skrótu GMSC i zbioru danych Give Me Some Credit

Str. 76: MSC – brak wyjaśnienia skrótu

Str. 79 i 80: skrót LC w symbolu $\boldsymbol{X^{LC}}$ zapewne pochodzi od Lending Club, aczkolwiek nigdzie w rozprawie nie został wprowadzony

Str. 80: pierwsze użycie skrótu FM w odniesieniu do Fannie Mae Single Family Loan Performance Data (uwaga analogiczna do GCD, JCS i GMSC)

Str. 83: duże litery M, O, M, L oraz E, M, O w objaśnieniu skrótów

Str. 84: BP-MLL – brak wyjaśnienia skrótu, przydatne byłoby też wyjaśnienie pochodzenia terminu AdaBoost (od ang. Adaptive Boosting)

F. Szczegółowe uwagi edycyjne

Wyłączając zdania niejasne bądź wątpliwe co do treści ale poprawne, w rozprawie znalazłem około 50 klasycznych błędów językowych różnego typu (najczęściej gramatyczne), co jest liczbą bardzo dużą. Jako recenzent rozprawy pozwolę sobie wyrazić niedosyt, iż Autor nie zadał sobie wystraczająco dużo trudu, aby uważnie przeczytać całość i skorygować te błędy przed złożeniem ostatecznej wersji pracy.

Szczegółowe uwagi edycyjne przedstawiam poniżej:

a) Streszczenie:
„odnośnie do akceptacji" zamiast „odnośnie akceptacji"
„który jest oparty" zamiast „która jest oparta" – dotyczy algorytmu a nie oceny
„rozwiązań Pareto-optymalnych" zamiast „„rozwiązań Pareto-optymalne"
„dla parametru p=2" – ze streszczenia nie wynika o jaki parametr chodzi, jest dobrym zwyczajem aby nie umieszczać w streszczeniu wzorów, równań i innych zapisów matematycznych
„takich jak" zamiast „takimi jak"
„drzewa losowe" zamiast „drzewa losowa"

b) Spis treści:
Tytuł rozdziału 5: „Algorytm neuro-ewolucyjny CENA" – w mojej ocenie nazwa proponowanego algorytmu powinna pojawić się w tytule tego rozdziału, jako że została już wprowadzona w Streszczeniu

c) Wykaz ważniejszych akronimów i oznaczeń:
Sugerowałbym rozszerzenie wykazu o poniższe hasła i skróty, często występujące w rozprawie:
Give Me Some Credit (patrz analogiczna uwaga do Streszczenia), [MU], [DM], CNN, RNN, LSTM, SVM, kNN
„powierzchnia pola pod krzywą ROC" – wcześniej (Streszczenie) oraz w dalszym ciągu rozprawy używane jest określenie „pole pod krzywą ROC"

d) Treść rozprawy:

Str. 7: „odnośnie do szacowania" (jw.)

Str. 11: „nie posiada mian" – w moim przekonaniu jest to błąd językowy, nie rozumiem też, co Autor chciał przez to wyrazić

Str. 15: „rysunku 1.6" zamiast „rysunku 1.7"

Str. 16: „modelem najlepszym" zamiast „modelem najlepszą"

Str. 17: „rysunku 1.9" zamiast „rysunku 1.10"

Str. 19, wiersz 21 Tabeli 1.2: „nie spłacił kredytu" zamiast „nie spłacił kredyt"

Str. 19, Tabela 1.3: zawartość tabeli jest dla czytelnika niezrozumiała, poza kolumnami 2, 8, 11, 13, 16, 18 i 21 zawierającymi liczby, pozostałe kolumny zawierają symbole zaczynające się od litery „A", które nie są nigdzie wyjaśnione i ich znaczenie pozostaje niewiadome

Str. 20: „odnośnie do przyznawania kredytu"

Str. 20: w zdaniu „Zbiór zawiera dane z wniosków odnośnie do przyznawania kredytu na ..." powinno być: „sprzęt AGD" (lub „zakup sprzętu AGD"), „wyjazdy wakacyjne", „inwestycje biznesowe"

Str. 24: „Na zakończenie" zamiast „Na zakończenia"

Str. 25: „odnośnie do wartości wag"

Str. 27, tytuł tabeli 1.4: „dla macierzy pomyłek" zamiast „dla macierz pomyłek"

Str. 30: „Zamierza się modyfikować" – błąd stylistyczny

Str. 32: „za pomocą poniższej zależności" zamiast „za pomocą poniższej zależnością"

Str. 36: „W [85] porównano (...)" zamiast „Porównano (...) w [85]."

Str. 36: „była porównywalna" zamiast „była porównywalne"

Str. 36: „regresję logistyczną" zamiast „regresję logistycznej"

Str. 37: „umożliwił selekcję" zamiast „umożliwił selekcji"

Str. 37: „k-najbliższych sąsiadów" lub krótko „kNN" (skrót literowy wprowadzono wcześniej na str. 13) zamiast „k-nearest neighbours"

Str. 44: zdanie „Algorytm zastosowano do aproksymacji funkcji" jest niejasne – nie wiadomo do jakiej funkcji, ani w której pracy miało to miejsce

Str. 44: „modele sieci neuronowych" zamiast „modele sieci neuronowe"

Str. 45: „w celu uniknięcia" zamiast „w celu uniknięcie"

Str. 48 (dwukrotnie na tej stronie): „ze zobowiązań" zamiast „z zobowiązań"

Str. 49: „spowodowany zbyt intensywnym przyznawaniem" zamiast „spowodowany zbyt intensywnym przyznawaniu"

Str. 52: „dane o liczbie" zamiast „dane o liczbę"

Str. 53-57, tabele 3.1-3.7: W moim przekonaniu dane z tabel można by umieścić w dodatku do rozprawy; jakkolwiek tabele 3.1 – 3.5 można jeszcze prześledzić, to uważne zapoznanie się z zawartością tabel 3.6 i 3.7 jest w zasadzie nierealne (szczególnie tab. 3.6 zawierająca 151 zmiennych).

Str. 57: zdanie „W porównaniu do Fannie Mae (...)" jest niejasne – nie wiadomo jakie jest kryterium tego porównania, czy chodzi o platformę, okres użytkowania, czy jej zastosowanie

Str. 64: „koszty związane" zamiast „koszty związanych"

Str. 66: „wydaje się łatwiejsze niż" lub „wydaje się ułatwione w porównaniu do" zamiast „wydaje się ułatwione niż"

Str. 67: „sformułowane w tym rozdziale" lub „sformułowane w niniejszym rozdziale" zamiast „sformułowane w rozdziale"

Str. 68: „uwzględnia się" zamiast „uwzględnienia się"

Str. 69: „Niech rozpatruje się" – błąd stylistyczny

Str. 70: „za pomocą wytrenowania klasyfikatora za pomocą" – błąd stylistyczny

Str. 71, tabela 4.1: w drugim wierszu podana jest treść reguły jako: „odrzucane są wnioski pochodzące od bezrobotnych i zamężnych kobiet, które chciałyby kupić rower (...)". Reguła ta brzmi cokolwiek humorystycznie, czy tylko rower jest przedmiotem, który decyduje o odrzuceniu wniosku? A co w przypadku, jeśli bezrobotna i zamężna kobieta chciałaby kupić np. hulajnogę?

Str. 72: „wyższa rata" lub „większa wysokość raty" zamiast „wyższa wysokość raty"

Str. 74: „w ciągu ostatnich dwóch lat" zamiast „w ciągu najbliższych dwóch lat"

Str. 78: zdanie „dwa atrybuty (...) mogą przyjmować nieskończenie wiele wartości (...)" – jest to pewna nadinterpretacja, jako że wspomniane atrybuty definiują kwoty pieniężne i podane są przedziały, w których ich wartości muszą się zawierać

Str. 81: „różnym wartościom" zamiast „różnym wartością"

Str. 81, podpis pod rys. 4.1: „podczas ewolucji za pomocą algorytmu" zamiast „podczas ewolucji pomocą algorytmu"

Str. 84: „do wyznaczania klas" zamiast „do wyznaczanie klas"

Str. 86, Tw. 4.2: „relacja dominowania" zamiast „relacji dominowania"

Str. 86: „koszty błędów fałszywie pozytywnych i fałszywie negatywnych" – te metryki nie były nigdzie wcześniej zdefiniowane, pojawiają się w rozprawie po raz pierwszy; ma str. 27 mamy jedynie definicje metryk: współczynnik wniosków fałszywie negatywnych (FNR) i współczynnik wniosków fałszywie pozytywnych (FPR)

Str. 87: „podczas gdy dla udzielania kredytów" zamiast „podczas gdy udzielania kredytów"

Str. 87: „Podejście wielokryterialne" zamiast „Podejście wielokryterialna"

Str. 87: zdanie „Kompromisowy model klasyfikatora (...)" jest niejasne, być może Autor miał na myśli fakt, że klasyfikator ten „pozwala znaleźć" rozwiązanie optymalne w sensie Pareto

Str. 87: „odległości Euklidesa od punktu idealnego" zamiast „odległości Euklidesa do punktu idealnego

Str. 87: „zastosowanie metaheurystyki typu algorytm różnicowy" – dlaczego akurat tę metaheurystykę Autor wymienia w tym miejscu? Algorytm różnicowy nie pojawił się nigdzie wcześniej w rozprawie.

Str. 99: „(rys. 5.14)" zamiast „(rys. 5.15)"

Str. 103: „odnośnie do udzielania"

Str. 104: „polioptymalizacji" zamiast „polioprtymalizacji"

Str. 105: „eksperymentów numerycznych" zamiast „eksperymentów numeryczne"

Str. 105: „odnośnie do szacowania"

Str. 116, rys. 4.1: „ewolucji za pomocą algorytmu" zamiast „ewolucji pomocą algorytmu"

Str. 118, tab. 1.4: „macierzy pomyłek" zamiast „macierz pomyłek"

Str. 119, Dodatek A: „które odbywają się" zamiast „który odbywa się".

6. Podsumowanie

Odpowiadając na pytania szczegółowe wymagane w recenzji rozprawy doktorskiej stwierdzam, co następuje.

1. Jaki jest problem naukowy (teza) rozprawy i czy został on trafnie i jasno sformułowany?
   Odpowiedź: Teza rozprawy jest przytoczona w p. 2 niniejszej recenzji. Została trafnie i jasno sformułowana.
2. Czy Autor rozwiązał postawiony problem i czy użył do tego właściwych metod dowodząc, że posiadł umiejętności związane z metodyką i metodologią prowadzenia badań naukowych?
   Odpowiedź: TAK. Autor opracował nowatorską metodę rozwiązania postawionego problemu, wykazując się umiejętnością właściwego prowadzenia badań naukowych.
3. Czy tematyka rozprawy jest aktualna lub dostatecznie ważna?
   Odpowiedź: TAK. Tematyka rozprawy jest zarówno bardzo aktualna, jak i posiada duże znaczenie naukowe i praktyczne.

4. Na czym polega oryginalny dorobek Autora i jakie jest jego znaczenie poznawcze lub przydatność praktyczna dla nauki bądź techniki?

   Odpowiedź: Oryginalny dorobek Autora został scharakteryzowany w p. 3 niniejszej recenzji. Ostatnie dwie pozycje wypunktowania definiują wartość poznawczą i przydatność praktyczną wkładu Autora.

5. Czy rozprawa świadczy o dostatecznej wiedzy Autora, wiedzy na zaawansowanym poziomie, o charakterze podstawowym dla dziedziny nauk technicznych oraz o charakterze szczegółowym odpowiadającej obszarowi prowadzonych badań naukowych?

   Odpowiedź: TAK. W moim przekonaniu rozprawa dowodzi dostatecznej wiedzy Autora o charakterze podstawowym w dziedzinie nauk technicznych oraz zaawansowanej wiedzy Autora o charakterze szczegółowym w obszarze prowadzonych badań.

6. Czy rozprawa obejmuje najnowsze osiągnięcia nauki i świadczy o znajomości współczesnej literatury z dyscypliny naukowej, której dotyczy?

   Odpowiedź: TAK. Rozprawa wpisuje się w aktualny stan wiedzy i osiągnięć naukowych, a zawarta w niej bibliografia świadczy o znajomości współczesnej literatury.

7. Jakie są wady i słabe strony rozprawy?

   Odpowiedź: Słabe strony i mankamenty rozprawy zostały szczegółowo omówione w p. 5 niniejszej recenzji.

8. Do której z następujących kategorii Recenzent zalicza rozprawę:

   a/ nie spełniająca wymagań

   b/ wymagająca wprowadzenia poprawek i ponownego recenzowania

   c/ zadowalająco spełniająca wymagania

   d/ wyraźnie wykraczająca poza poziom przeciętny (spełniająca wymagania z nadmiarem)

   e/ wybitna

   Odpowiedź: Rozprawę zaliczam do kategorii c/ tzn. zadowalająco spełniających wymagania.

W podsumowaniu stwierdzam, że pomimo znaczących niedociągnięć w warstwie edycyjnej recenzowana rozprawa doktorska spełnia warunki ustawy z dnia 20 lipca 2018 r. Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce (Dz. U. z 2023 r., poz. 742, z późn. zm.) w odniesieniu do rozpraw doktorskich i może być dopuszczona do publicznej obrony.

Grzegorz Wojnicz