

Warszawa, 13 listopada 2023 r.

dr hab. inż. Grzegorz Borowik, prof. UTH  
Wydział Inżynieryjny  
Uczelnia Techniczno-Handlowa im. Heleny Chodkowskiej

**Recenzja rozprawy doktorskiej**  
**pt. Destylacja korpusu danych testowych w procesie fuzzingu z wykorzystaniem**  
**algorytmu genetycznego**

Autor rozprawy:  
kpt. mgr inż. Marcin Pachnik

Promotor: dr hab. inż. Kazimierz Worwa, prof. WAT  
Promotor pomocniczy: płk dr inż. Rafał Kasprzyk

Niniejsza recenzja pracy doktorskiej została sporządzona w odpowiedzi na pismo z dnia 7 lutego 2023 roku, otrzymane od dr. hab. inż. Jana Kelnera, prof. WAT, zastępcy przewodniczącego Rady Dyscypliny Naukowej Informatyka Techniczna i Telekomunikacja przy Wojskowej Akademii Technicznej im. Jarosława Dąbrowskiego w Warszawie (referencja: WYCH\N\00062\2023).

Przedmiotowa rozprawa doktorska została przygotowana pod kierunkiem dr. hab. inż. Kazimierza Worwy, profesora WAT oraz promotora pomocniczego płk. dr inż. Rafała Kasprzyka. Praca została przedłożona Radzie Dyscypliny Naukowej Informatyka Techniczna i Telekomunikacja Wojskowej Akademii Technicznej. Zgodnie z procedurami określonymi w Ustawie z dnia 20 lipca 2018 r. Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce (Dz. U. 2018 poz. 1668 z późniejszymi zmianami), Rada podjęła uchwałę nr 5/RDN ITiT/2023 o delegowaniu mi zadania wykonania recenzji tej pracy, w dziedzinie nauk inżynieryjno-technicznych, dyscyplinie informatyka techniczna i telekomunikacja.

Dokonując oceny rozprawy doktorskiej kpt. mgra inż. Marcina Pachnika uwzględniłem obligatoryjne wymogi formalno-prawne stawiane dysertacjom, determinowane przepisami ustawy Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce z dnia 20 lipca 2018 roku. Warunki jakie musi spełnić rozprawa doktorska zostały ujęte w art. 187 tej ustawy i zgodnie z nimi rozprawa ta powinna prezentować ogólną wiedzę teoretyczną kandydata w dyscyplinie albo dyscyplinach oraz umiejętność samodzielnego prowadzenia pracy naukowej lub artystycznej. Natomiast przedmiotem rozprawy doktorskiej powinno być oryginalne rozwiązanie problemu naukowego, oryginalne rozwiązanie w zakresie zastosowania wyników własnych badań naukowych w sferze gospodarczej lub społecznej, albo oryginalne dokonanie artystyczne.

W ramach recenzji pracy doktorskiej, aby sprawdzić czy spełnia ona wymagane warunki, dokonałem szczegółowej oceny wielu jej aspektów. Szczególną uwagę zwróciłem na dobór problematyki badawczej i tematu pracy, postawionego celu badawczego, hipotez pracy, wykorzystane metody badawcze oraz treść i strukturę pracy, co jest kluczowe dla zrozumienia znaczenia i oryginalności. Wykonałem ocenę merytoryczną i formalną pracy na bazie swojej wiedzy i dostępnych publikacji. Postawiłem konkluzję końcową.

**1. Jaki jest problem naukowy (teza) rozprawy i czy został on trafnie i jasno sformułowany?**

Problem naukowy (teza) rozprawy, jak wynika z przedłożonej pracy, koncentruje się na efektywnym przygotowaniu korpusu danych testowych w procesie fuzzingu z wykorzystaniem wielokryterialnego

algorytmu genetycznego wzbogaconego o operator epigenetyczny. Analiza sformułowania problemu naukowego pozwala stwierdzić, że teza została trafnie i jasno sformułowana.

Należy zaznaczyć, że teza pracy naukowej powinna zostać sformułowana w czasie terażniejszym. Jest to standardowa praktyka, ponieważ teza odzwierciedla obecny stan wiedzy i założenia pracy, które autor przedstawia na podstawie przeprowadzonej analizy lub badania. Użycie czasu terażniejszego podkreśla, że wnioski i założenia są aktualne i odnoszą się do istniejącego stanu badań.

Dlatego teza pracy powinna brzmieć: „Przeprowadzona analiza literatury oraz badania zrealizowane w ramach dotychczasowych publikacji pozwalają postawić tezę, że wykorzystanie w procesie destylacji wielokryterialnego algorytmu genetycznego wzbogaconego o operator epigenetyczny oraz mechanizm sterowania zbieżnością pozwala na efektywną redukcję korpusu danych testowych w procesie fuzzingu.”

W ramach rozprawy doktorskiej zidentyfikowano i opracowano następujące oryginalne elementy badawcze:

- rozwinięcie metodyki destylacji korpusu danych testowych, stosowanych w procesie fuzzingu, z konwencjonalnego problemu minimalnego ważonego pokrycia zbioru do bardziej złożonego problemu wielokryterialnego pokrycia zbioru,
- wprowadzenie entropii uproszczonej jako innowacyjnego, dodatkowego kryterium w procesie destylacji korpusu danych testowych,
- opracowanie nowego operatora epigenetycznego, uwzględniającego eliminację osobnika w procesie selekcji jako kluczowy czynnik stresowy, co stanowi adekwatne odzwierciedlenie analogicznego zjawiska w ewolucji biologicznej,
- zaproponowanie specyficznego kodowania, umożliwiającego efektywną implementację operatora epigenetycznego w sposób zgodny z rozwiązywanym problemem i twierdzeniem o schematach,
- rozbudowę algorytmu VEGA poprzez integrację opracowanego operatora epigenetycznego,
- rozszerzenie algorytmu VEGA o mechanizmy sterujące jego zbieżnością,
- przeprowadzenie eksperymentów mających na celu ustalenie minimalnego efektywnego prawdopodobieństwa  $p_e$  wystąpienia operatora epigenetycznego oraz jego wariantów dla różnych formatów plików w kontekście destylacji korpusu danych.

## **2. Jaka jest konstrukcja rozprawy?**

Analiza treści wskazuje na dość dobrze zorganizowaną strukturę, jednak rozpoczęcie właściwej części pracy na stronie 62 może wskazywać na pewne zaburzenie proporcji, zwłaszcza jeśli bierze się pod uwagę, że praca liczy 133 strony. Duża część pracy jest poświęcona na wprowadzenie, przegląd literatury i teoretyczne podstawy, co może wydawać się nieproporcjonalne w stosunku do części poświęconej bezpośrednio na eksplorację i rozwiązanie problemu badawczego.

Pierwsze rozdziały pracy, skupiające się na fuzzingu i algorytmach ewolucyjnych, tworzą solidne podstawy teoretyczne. Następnie, w rozdziale piątym, autor formułuje problem badawczy. W rozdziale szóstym, autor przedstawia eksperymentalne weryfikacje swojego podejścia. Pracę kończą konkluzje i propozycje dalszych badań.

Praca jest oparta na solidnych podstawach teoretycznych, a problem badawczy został jasno zdefiniowany oraz właściwie przedstawiony we wstępie pracy.

## **3. Czy tematyka rozprawy jest aktualna lub dostatecznie ważna?**

Tematyka rozprawy, skoncentrowana na wykorzystaniu fuzzingu oraz optymalizacji procesu testowania oprogramowania przez zastosowanie algorytmów genetycznych i epigenetycznych, jest aktualna i istotna z punktu widzenia rozwoju technologii informatycznych i cyberbezpieczeństwa. Fuzzing, jako kluczowa metoda wykrywania podatności w oprogramowaniu, zyskuje na znaczeniu

w kontekście dynamicznie rozwijających się zagrożeń cybernetycznych oraz nieustannej ewolucji nowych aplikacji i systemów. Rozwój technik usprawniających ten proces jest zatem niezbędny i cenny.

W obecnym paradygmacie informatycznym, zastosowanie algorytmów genetycznych i elementów sztucznej inteligencji w testowaniu oprogramowania jest obszarem intensywnych badań i innowacji. Te technologie, poprzez ich zdolność do adaptacji i uczenia się, otwierają możliwości tworzenia bardziej efektywnych i inteligentnych systemów testowania. Dodatkowo, włączenie elementów epigenetycznych do algorytmów genetycznych jest unikalnym i obiecującym kierunkiem, który może przynieść przełomowe zmiany w metodologiach projektowania algorytmów.

Kluczowe jest również to, że udoskonalenie technik testowania oprogramowania ma bezpośredni wpływ na poprawę jego jakości i bezpieczeństwa. To z kolei ma istotne konsekwencje dla użytkowników końcowych, firm i instytucji, które zależą od niezawodności i bezpieczeństwa swoich systemów informatycznych. W obliczu rosnącej złożoności oprogramowania i systemów informatycznych, innowacyjne podejścia do testowania stają się kluczowe dla utrzymania ich wysokiej jakości i bezpieczeństwa.

W kontekście omawianej pracy doktorskiej, istotne jest podkreślenie znaczenia algorytmów genetycznych w dzisiejszym świecie nauki i technologii. Mimo rosnącej popularności i rozwoju wielkich modeli generatywnych, opartych przede wszystkim na głębokim uczeniu, algorytmy genetyczne nadal zachowują swoje istotne miejsce w różnorodnych dziedzinach badawczych i aplikacyjnych. Na przykład, dzięki zdolności do efektywnej optymalizacji w skomplikowanych, nieliniowych przestrzeniach poszukiwań, znajdują zastosowanie w obszarach takich jak inżynieria, bioinformatyka, projektowanie oraz inne. Ich unikalna zdolność do eksploracji wielomodalnych przestrzeni rozwiązań czyni je niezastąpionymi w wielu specyficznych problemach optymalizacyjnych.

Interesującym aspektem jest synergia algorytmów genetycznych z modelami głębokiego uczenia. Stosowane są one między innymi do optymalizacji hiperparametrów sieci neuronowych, co dowodzi ich adaptowalności i komplementarności w stosunku do nowoczesnych technik uczenia maszynowego.

W niektórych specyficznych zadaniach algorytmy genetyczne mogą przewyższać skutecznością modele oparte na głębokim uczeniu, zwłaszcza w kontekstach, gdzie dostępne dane są ograniczone lub gdzie wymagana jest wysoka specjalizacja rozwiązania. To podkreśla ich uniwersalność i znaczenie w szerszym spektrum zastosowań.

#### **4. Czy rozprawa prezentuje ogólną wiedzę teoretyczną doktoranta?**

Tematyka rozprawy doktorskiej mieści się w nurcie badań z zakresu bezpieczeństwa oprogramowania. Charakter rozprawy można uznać za syntetyczno-eksperymentalny, wyraźnie ukierunkowany w stronę praktycznego zastosowania.

Wykaz literatury obejmuje 151 pozycji (są to pozycje z okresu 1942–2022, z czego większość to publikacje z ostatniego trzydziestolecia, ale zamieszczenie pozycji starszych jest jak najbardziej uzasadnione), w tym jedna pozycja autorska oraz jedna pozycja współautorska kpt. mgr inż. Marcina Pachnika.

Rozdziały dotyczące stanu wiedzy w dziedzinie fuzzingu i algorytmów ewolucyjnych podkreślają, że autor dokonał przeglądu istniejącej literatury w tych obszarach. Przedstawienie różnych podejść, metod i technik wraz z ich analizą stanowi ważny element przeglądowny.

#### **5. Czy rozprawa wykazuje umiejętność samodzielnego prowadzenia pracy naukowej?**

Na podstawie przedłożonej rozprawy można wnioskować, że jej autor wykazuje zdolność do konceptualizacji i wyraźnego zidentyfikowania problemu badawczego.

Autor szczegółowo omawia historię, podział i zastosowanie fuzzingu, co świadczy o gruntownym zrozumieniu tematu. Wprowadzenie algorytmów ewolucyjnych i zjawisk epigenetycznych wskazuje na umiejętność łączenia różnych obszarów wiedzy w celu rozwiązania problemu badawczego. Destylacja korpusu danych testowych dla zadania fuzzingu została przedstawiona jako problem optymalizacji wielokryterialnej. Zaś wykorzystanie algorytmu genetycznego wzbogaconego o operator epigenetyczny do rozwiązania tego problemu wskazuje na kreatywność i zdolność do myślenia analitycznego. W rozdziale szóstym, autor przedstawił wyniki eksperymentalne, co dowodzi umiejętności praktycznego zastosowania teorii w badaniach. Konkluzje i propozycje dalszych badań na końcu pracy świadczą o umiejętności krytycznego myślenia i otwartości na nowe pomysły.

Tym samym autor pracy demonstruje umiejętność identyfikacji i konceptualizacji problemu badawczego, a także zdolność do tworzenia i weryfikacji hipotez.

## **6. Czy rozprawa stanowi oryginalne rozwiązanie problemu naukowego albo oryginalne rozwiązanie w zakresie zastosowania wyników własnych badań naukowych w sferze gospodarczej lub społecznej?**

Autor proponuje nowe podejście do destylacji korpusu danych testowych, traktując je jako problem optymalizacji wielokryterialnej. Podejście, wzbogacone o autorski algorytm epiVEGA, wskazuje na oryginalny wkład badawczy. Praca zawiera także rozdział eksperymentalny, gdzie autor wykorzystuje zaproponowany algorytm do destylacji korpusów plików w różnych formatach. Takie praktyczne zastosowanie teorii również świadczy o oryginalnym badaniu.

Zaprojektowanie i rozwój nowego algorytmu epiVEGA, który łączy algorytm VEGA z operatorem epigenetycznym, stanowi istotny wkład w dziedzinę projektowania algorytmów. Jest to przykład twórczego podejścia do rozwiązania istniejącego problemu badawczego.

Wprowadzenie elementów epigenetyki do algorytmów genetycznych w kontekście fuzzingu stanowi autorskie podejście, zaś zastosowanie nowatorskiego podejścia w dziedzinie testowania oprogramowania może przyczynić się do rozwoju tej dziedziny.

## **7. Jakie są słabe strony rozprawy i jej główne wady?**

Rozprawa zawiera pewne wady, które listuję poniżej.

Zdanie “Dodatkowo zostały wykryte błędy, które wynikały z wysokiego stopnia złożoności współczesnego oprogramowania i stosowanych w nim algorytmów.” na stronie 21 wnosi pewną wartość merytoryczną, ale może być uznane za dość ogólne, zwłaszcza w kontekście technicznym lub informatycznym, gdzie wysoka złożoność oprogramowania i algorytmów jest powszechnie znanym faktem. W podanej informacji brakuje szczegółów, które byłyby wartościowe dla specjalistów lub osób zainteresowanych dokładnymi przyczynami i rodzajami błędów. W kontekście technicznym, użyteczne mogłoby być dodanie informacji na temat specyfiki tych błędów, ich przykładów lub wyjaśnienie, w jaki sposób złożoność wpłynęła na konkretne problemy w oprogramowaniu.

W pracy, na stronie 26, podczas omawiania testowania różnicowego, autor nie uwzględnił faktu, iż ta metoda testowania nie może być stosowana w sytuacjach, gdzie różnice w implementacjach są nie tylko nieuniknione, ale wręcz wymagane.

Zasadnicze znaczenie miałyby dostarczenie przez autora rozprawy wyjaśnienia lub odpowiedzi na kwestię, czy istnieje liniowa zależność między redukcją rozmiaru korpusu a czasem obsługi pliku (strona 31), a także jakiego rodzaju złożoność obliczeniowa i pamięciowa charakteryzuje proces destylacji.

W pracy doktorskiej zauważalny jest obszerny opis metod fuzzingu, zajmujący znaczącą część tekstu, a mianowicie około 20% całości. Autor podsumowuje te zagadnienia w kilku akapitach na stronie 38,

jednakże, sposób prezentacji tych informacji pozostawia czytelnika bez jasnego wyobrażenia o stanowisku autora wobec omawianej tematyki. W kontekście akademickim istotne jest, aby tak obszerne omówienie metodyk było wsparte klarownym wyrażeniem własnych przemyśleń i wniosków autora, co w niniejszej pracy nie zostało w pełni osiągnięte.

Interesującym aspektem pracy jest stwierdzenie autora, iż główną wadą fuzzingu jest identyfikowanie głównie prostych błędów. Taka opinia wydaje się być w sprzeczności z wcześniejszymi rozważaniami na temat metod wykorzystujących, na przykład, „pokrycie wierszowe” w procesie fuzzingu. Warto byłoby, aby autor dokładniej wyjaśnił tę kwestię, uwzględniając w swojej argumentacji przedstawione wcześniej metody, by zapewnić spójność i kompleksowość analizy.

W pracy znajduje się stwierdzenie odnoszące się do fuzzingu wykorzystującego generatory pseudolosowe, w którym autor zwraca uwagę na ograniczone pokrycie kodu przez tę metodę. Autor podkreśla, że w przypadku programów obsługujących pliki z sumami kontrolnymi, fuzzer testuje głównie moduły odpowiedzialne za ich obliczanie. Ta obserwacja wymaga dodatkowego wyjaśnienia, aby uzasadnić, dlaczego taki fuzzer nie jest efektywny w testowaniu oprogramowania, co byłoby cenne dla pełniejszego zrozumienia wad i zalet różnych metod fuzzingu.

Pomimo wyrażonej krytyki wobec fuzzingu w sekcji 2.8, autor w ostatnim akapicie tej sekcji zdecydowanie podkreśla, że stosowanie fuzzingu zwiększa bezpieczeństwo oprogramowania. Taka niejednoznaczność w ocenie skuteczności fuzzingu jest zaskakująca i wymaga od autora dokładniejszego wyjaśnienia oraz podkreślenia, w jakich warunkach i kontekstach fuzzing rzeczywiście przyczynia się do poprawy bezpieczeństwa oprogramowania.

Warto również zauważyć, że autor nie odniósł się w swojej pracy do metodyki tworzenia kodu znanej jako Test Driven Development (TDD). TDD jest techniką tworzenia oprogramowania, która kładzie nacisk na pisanie testów przed napisaniem właściwej funkcjonalności. Odniesienie do tej metodyki mogłoby wzbogacić analizę oraz dyskusję na temat różnych podejść do tworzenia i testowania oprogramowania, zwłaszcza w kontekście porównania z metodami fuzzingu.

W swojej pracy autor wielokrotnie zauważył, że rozważane zagadnienie jest ściśle związane z procesem optymalizacyjnym, problem pokrycia zbioru, czy problem wielokryterialnego pokrycia zbioru. W szczególności na stronie 33 autor przedstawia problem znalezienia minimalnego pokrycia wierszowego, który jest równoważny z zadaniem znajdowania minimalnego pokrycia kolumnowego dla macierzy transponowanej. Problem znajdowania minimalnego pokrycia kolumnowego został opisany m.in. w pozycji: Brayton R.K., Hachtel G.D., McMullen C.T., A. Sangiovanni-Vincentelli, Logic Minimization Algorithms for VLSI Synthesis, Kluwer Academic Publishers, 1984. Jako problem niewielomianowy może być zredukowany do wielu innych problemów, które zostały opisane w książkach Papadimitriou C.H., Computational complexity, Academic Internet Publ., 2007 oraz Dasgupta S., Papadimitriou C.H., Vazirani U.V., Algorithms. McGraw-Hill, 2008, między innymi grafowych.

Charakterystycznym i uniwersalnym przekształceniem, do którego problem może być zredukowany, jest algorytm transformacji koniunkcyjnej postaci normalnej (CNF) do dysjunkcyjnej postaci normalnej (DNF). Zaś przekształcenie koniunkcyjnej postaci normalnej do dysjunkcyjnej postaci normalnej polega na znalezieniu wszystkich implikantów prostych zadanej przez CNF formuły boolowskiej. Znalezienie wszystkich implikantów prostych jest problemem o złożoności niewielomianowej, jednakże, autor niniejszej rozprawy doktorskiej nie porusza w swojej pracy kwestii złożoności obliczeniowej tego problemu.

Przechodząc do dalszej części analizy, sama macierz reprezentacji, po transponowaniu, jest często nazywana macierzą blokującą lub macierzą rozróżnialności (por. Komorowski J., Pawlak Z., Polkowski L., Skowron A., Rough Sets: A Tutorial, 1999). Należy również zauważyć, że „egzotyczne wiersze” oraz osobliwości mają swoje nazwy w postaci zbioru pustego, tautologii oraz jednoargumentowych wyrażeń, a wiersze dominujące i ich redukcja wynika bezpośrednio z własności absorpcji algebry Boole’a.

Niezależnie, autor mylnie zauważa, że celem algorytmu jest znalezienie najmniejszego podzbioru przypadków testowych. Rozwiązaniem zaś jest każdy minimalny podzbiór przypadków testowych. Wszakże najmniejsze podzbiory przypadków testowych zawierają się w zbiorze wszystkich minimalnych podzbiorów przypadków testowych, ale każdy minimalny zbiór jest właściwym rozwiązaniem. Zakładając zaś, że przedstawiony problem jest niewielomianowy, a stosowany algorytm jest algorytmem przybliżonym, jest wielce prawdopodobne, że otrzymuje się w rezultacie zbiór minimalny, ale nie zawsze najmniejszy.

W trakcie analizy głównej części pracy zauważalne są przedstawione w formie wypunktowanej elementy pracy bez wyraźnego wprowadzenia lub zakończenia, na przykład opis cech i ich dopuszczalnych wartości, a także opisy algorytmów zawarte w rozdziale 5. Zabrakło mi tutaj bardziej rozbudowanego wprowadzenia, które przybliżyłoby czytelnikowi kontekst oraz przyczyny wyboru omawianych elementów. Ponadto, rozdział ten skorzystałby na szczegółowym przedstawieniu struktury oraz skróconej metodyki badań na jego początku. Istotnym elementem, którego brakuje w tym rozdziale, jest podsumowanie, które pozwoliłoby na lepsze zrozumienie i syntezę prezentowanych treści.

Identyfikacja oryginalnych elementów pracy autora w rozdziale 5 może być również wyzwaniem dla czytelnika nieposiadającego głębokiej, specjalistycznej wiedzy w omawianym obszarze. Brakuje wyraźnego wyodrębnienia i podkreślenia tych części pracy, które stanowią nowy wkład w dziedzinę badań. W konsekwencji, osoby nieobeznane z tematyką mogą mieć trudności z szybkim zidentyfikowaniem kluczowych, oryginalnych wniosków autora. W celu poprawienia czytelności i dostępności pracy dla szerszego grona odbiorców, zalecałbym bardziej wyraźne zaznaczanie i opisywanie tych aspektów pracy, które reprezentują nowatorskie podejście autora, szczególnie w kontekście istniejącego stanu wiedzy w danej dziedzinie.

Rozdział 6 natomiast charakteryzuje się pewną schematycznością i powtarzalnością w opisach tabel i wykresów. Chociaż prezentacja danych i wyników w pracy doktorskiej jest ważna, zabrakło w pracy szczegółowego wyjaśnienia choćby jednej z tabel lub wykresu, co znacznie ułatwiłoby zrozumienie interpretacji autora. Zauważyłem też pewną nadmiarowość w tym rozdziale. Sugerowałbym przeniesienie wielu elementów do dodatku pracy (np. tabele 1-24, a następnie tabele 25-42, oraz odpowiadające im wykresy), skupiając się w głównym tekście na syntetycznej analizie i dobrze opracowanych wnioskach z przeprowadzonych badań. Taki sposób prezentacji zwiększyłby klarowność i czytelność pracy.

## **8. Analiza językowa i strukturalna: błędy gramatyczne, typograficzne i inne problemy w tekście**

Strona 20 – W zdaniu “Badania wykazały, iż niezawodność oprogramowania na z czasem znacznie się pogorszyła” występuje błąd gramatyczny spowodowany przez zbędne użycie słowa “na”.

Autor ma skłonność do antropomorfizowania. Na przykład w zdaniu “Prawie połowa standardowych programów UNIX nie potrafiła poprawnie zweryfikować otrzymywanych wartości” na stronie 21 można dostrzec pewien stopień antropomorfizmu. Antropomorfizm polega na przypisywaniu ludzkich cech, emocji lub zachowań nieludzkiemu bytom, obiektom lub koncepcjom. W kontekście technicznym lub naukowym, bardziej precyzyjnym sposobem wyrażenia tej samej myśli byłoby używanie bardziej neutralnych technicznie sformułowań, np. “Zidentyfikowano, że w prawie połowie standardowych programów UNIX nie zaimplementowano mechanizmu weryfikacji otrzymywanych wartości.” To zdanie precyzyjnie wskazuje na brak implementacji określonej funkcjonalności w programach, unikając antropomorfizmu i jednocześnie jasno komunikując istotę problemu.

Podobny problem występuje w zdaniu „Zbiory przypadków testowych, które są zbyt małe, nie są w stanie znaleźć zadowalającej liczby błędów bezpieczeństwa.” na stronie 30.

W sekcji 2.6.1, tytuł „Źródło pików” najprawdopodobniej zawiera niezamierzony błąd typograficzny. W kontekście treści rozdziału, bardziej adekwatnym sformułowaniem wydaje się być „Źródło plików”.

Na stronie 32, zdanie rozpoczynające się od „Zasada działania programu...” powinno być umieszczone na początku nowego akapitu, co przyczyni się do lepszej struktury i czytelności tekstu.

Kolumny w tabelach z jednorodną wartością mogą zostać pominięte, a właściwa informacja przeniesiona do opisu (por. tab. 1-24).

Stwierdzenie „Wartym zgłębienia zagadnieniem...” (str. 118) może być postrzegane jako mało formalne w kontekście przedłożonej pracy doktorskiej, która wymaga od autora użycia formalnego i akademickiego języka.

W przypadku pozycji literaturowych dostępnych w formacie cyfrowym, należy zwrócić uwagę na brak podanej daty uzyskania dostępu do tych źródeł.

## **9. Wniosek końcowy**

Na podstawie przeprowadzonej recenzji rozprawy doktorskiej kpt. mgra inż. Marcina Pachnika pt.: „Destylacja korpusu danych testowych w procesie fuzzingu z wykorzystaniem algorytmu genetycznego” stwierdzam, że: a) rozprawa stanowi oryginalne rozwiązanie przez Doktoranta problemu naukowego, b) treść rozprawy świadczy o ogólnej wiedzy Doktoranta w dyscyplinie naukowej (informatyka techniczna i telekomunikacja), c) rozprawa świadczy o umiejętnościach Doktoranta w zakresie samodzielnego prowadzenia pracy naukowej, co spełnia warunki określone w art. 187 Ustawy, Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce z dnia 20 lipca 2018 roku (Dz. U. 2018 poz. 1668). Uwzględniając powyższe, wnioskuję do Rady Dyscypliny Naukowej Informatyka Techniczna i Telekomunikacja przy Wojskowej Akademii Technicznej im. Jarosława Dąbrowskiego w Warszawie o przyjęcie recenzowanej rozprawy doktorskiej kpt. mgra inż. Marcina Pachnika i dopuszczenie jej do dalszych etapów postępowania w przewodzie doktorskim.