

**RADA NAUKOWA DYSCYPLINY
INFORMATYKA TECHNICZNA I TELEKOMUNIKACJA POLITECHNIKI WARSZAWSKIEJ**

zaprasza na

PUBLICZNĄ OBRONĘ ROZPRAWY DOKTORSKIEJ

mgr. inż. Grzegorza ZALEWSKIEGO

która odbędzie się w dniu 29 czerwca 2021 roku, o godzinie 12:00, w trybie zdalnym,
na platformie MS Teams*.

Temat rozprawy doktorskiej:

„Wielokryterialne modele sprawiedliwej optymalizacji dla rozdziału zasobów sieciowych”

Promotor: dr hab. inż. Andrzej Stachurski – Politechnika Warszawska

Recenzenci: dr hab. inż. Jacek Rak – Politechnika Gdańska
prof. dr hab. inż. Andrzej Jaszkiwicz – Politechnika Poznańska

* Obrona odbędzie się zdalnie na platformie MS Teams. Osoby zainteresowane uczestnictwem w obronie proszone są o zgłoszenie chęci uczestnictwa w formie elektronicznej na adres sekretarza komisji: G.Stepniak@tele.pw.edu.pl, w dniu obrony, do godz. 11:00.

Z rozprawą doktorską i recenzjami można zapoznać się w Czytelnicy Biblioteki Głównej Politechniki Warszawskiej, Warszawa, Plac Politechniki 1.

Streszczenie rozprawy doktorskiej i recenzje są zamieszczone na stronie internetowej:

<http://www.elka.pw.edu.pl/Badania-i-nauka/Postepowania-w-sprawach-stopni-naukowych-i-tytulu-naukowego/Harmonogram-obron-doktorskich-streszczenia-i-recenzje>

Przewodniczący Rady Naukowej Dyscypliny Informatyka Techniczna i Telekomunikacja Politechniki Warszawskiej

dr hab. inż. Jarosław Arabas

Streszczenie

Przedmiotem rozprawy jest przedstawienie wyników prac badawczych związanych z rozwojem modeli i algorytmów wielokryterialnej optymalizacji dla efektywnego i sprawiedliwego rozdziału zasobów. Zadania optymalizacyjne opisane w pracy dotyczą problemów rozdziału ograniczonych zasobów (jednego lub więcej) pomiędzy konkurujące procesy (aktywności, usługi, użytkowników, agentów) tak, aby osiągnąć najlepszą wydajność systemu jako całości, przy jednoczesnym zaspokojeniu potrzeb poszczególnych procesów, ze szczególnym uwzględnieniem najbardziej dyskryminowanych. Obok efektywności całego systemu, istotnym czynnikiem oceny rozdziału zasobów jest minimalizacja nierówności (rozbieżności). Oznacza to sprawiedliwe (bezstronne i równe) traktowanie wszystkich konkurujących procesów. W rzeczywistości napotykanym jest wiele obszarów, gdzie kryterium sprawiedliwości jest jednym z czynników determinującym ocenę. Bardzo istotną grupą rozproszonych systemów wymagających efektywnego i sprawiedliwego rozdziału zasobów są sieci telekomunikacyjne. Na tym przykładzie, w pracy zostały opisane wyniki działania nowo opracowanych algorytmów optymalizacji sprawiedliwej. W kolejnych rozdziałach dokładnie opisano modele w postaci matematycznej pozwalającej na implementację ich według reguł programowania liniowego. Dokonano szeregu porównań wyników uzyskanych przy wykorzystaniu dobrze znanych metod optymalizacji sprawiedliwej takich jak metoda uporządkowanych średnich ważonych, metoda punktu odniesienia czy maksymalizacji leksykograficznej z opracowanymi modelami ilorazowymi, które stanowią główny efekt badań. Do oceny badanych metod zostały wybrane zarówno klasyczne miary nierówności wykorzystywane w statystyce, takie jak odchylenie standardowe, rozrzut, jak i miary sprawiedliwości znajdujące zastosowanie w problemach sieciowych, do których zaliczyć należy współczynnik Giniego oraz Jaina. W dalszej części pracy poruszony został również problem niespójności sieci dużych rozmiarów, bazującej na danych rzeczywistych. W tym celu zaproponowane zostały dwa podejścia do wstępnego przetworzenia danych wejściowych przy wykorzystaniu interfejsu graficznego pozwalającego na wybór zestawu węzłów sieci oraz przedstawienie otrzymanego wyniku w postaci topologii, zawierającej połączenia rzeczywiste oraz pomocnicze, które zostały wygenerowane w celu zapewnienia spójności sieci.

Recenzja rozprawy doktorskiej

mgr. inż. Grzegorza Zalewskiego

zatułowanej:

*Wielokryterialne modele sprawiedliwej optymalizacji dla
rozdziału zasobów sieciowych*

1. Problem badawczy i jego znaczenie

Praca dotyczy modeli i algorytmów wielokryterialnej optymalizacji dla efektywnego i sprawiedliwego rozdziału zasobów pomiędzy konkurujące ze sobą procesy (aktywności, usługi, użytkowników, agentów). Rozdział tych zasobów powinien uwzględniać zarówno kryterium efektywnościowe (koszt, wydajność), przy jednoczesnym zapewnieniu sprawiedliwości rozdziału mierzonej odpowiednią miarą. Przykładowe zastosowania mogą dotyczyć rozmieszczenia takich usług jak szpitale, przychodnie czy służby ratownicze. Doktorant koncentruje się na zastosowaniach w sieciach telekomunikacyjnych. Przykładem może być alokacja zasobów sieci telekomunikacyjnej na usługi streamingu video, gdzie z jednej strony należy optymalizować wydajność wykorzystania zasobów sieci, z drugiej strony nie można dopuścić zbyt niesprawiedliwego traktowania poszczególnych usług, w szczególności „zagłodzenia” niektórych z nich. Jest to niewątpliwie problematyka o dużym znaczeniu naukowym i praktycznym, wykraczającym poza przykładowe zagadnienia rozważane w pracy, gdyż część wyników może mieć zastosowanie także w przypadku innych zagadnień rozdziału ograniczonych zasobów.

2. Wkład autora

Wkład autora dotyczy następujących obszarów:

- 1. Propozycja dwukryterialnego modelu sprawiedliwego rozdziału zasobów ograniczonych** uwzględniającego zarówno kryterium efektywnościowe (koszt, wydajność,...) jak i kryterium sprawiedliwości zdefiniowane jako optymalizacja odpowiedniej miary sprawiedliwości. Jako kryterium sprawiedliwości zastosowano albo k -najmniejszych wartości funkcji odniesienia (np. najmniejszych zysków) lub współczynnik Giniego. Do charakteryzacji rozwiązań tak zdefiniowanego problemu dwukryterialnego wykorzystano metodę ilorazową. Do eksperymentalnej oceny rozwiązań uzyskanych za pomocą zaproponowanych metod wykorzystano takie miary sprawiedliwości jak współczynniki Giniego, Jaina, Hossfelda i kosztu sprawiedliwości oraz liczbę odrzuconych żądań.
- 2. Opracowanie sposobów linearyzacji zaproponowanych modeli ilorazowych** pozwalającej na zastosowanie metod programowania liniowego w przypadku problemów, w których oryginalne kryteria i ograniczenia są liniowe.
- 3. Zastosowanie zaproponowanej metodyki do problemu rozdziału zasobów w niepełnej sieci telekomunikacyjnej** opartej na danych rzeczywistych. Zastosowane dane odwzorowywały strukturę sieci dostępowych operatorów telekomunikacyjnych działających

na terenie Polski. Zastosowanie to wymagało rozwiązania wielu problemów, często związanych z rzeczywistymi danymi, w szczególności niespójności sieci. Do wyznaczania ścieżek wykorzystano algorytm Dijkstry, a do rozdziału zasobów solver liniowego programowania matematycznego. Opracowane metody zaimplementowano w narzędziu informatycznym z graficznym interfejsem. Rozwiązania uzyskane za pomocą zaproponowanych metod ilorazowych porównano z rozwiązaniami uzyskanymi za pomocą metod max-min i OWA. Jako alternatywę dla metody bazującej na algorytmie Dijkstry, dla problemu wyznaczania ścieżek łączących zadane węzły w sieci, która nie musi być spójna, zaproponowano także heurystyczny algorytm typu kolonii mrówek.

3. Poprawność

Niezależnie od ogólnej pozytywnej oceny rozprawy podczas jej lektury nasuwa się szereg uwag o charakterze krytycznym lub dyskusyjnym.

1. Podstawowe pytanie metodyczne nasuwające się po lekturze rozprawy jest takie, dlaczego po sformułowaniu problemu sprawiedliwego i efektywnego rozdziału zasobów jako zagadnienia dwukryterialnego, doktorant nie rozważa innych podejść do charakteryzacji zbioru rozwiązań Pareto=optimalnych tego problemu niż modele ilorazowe. Do tego celu można by przecież wykorzystać np. metodę punktu odniesienia lub ϵ -ograniczeń w przestrzeni dwukryterialnej. Czy autor widzi jakieś szczególne zalety modeli ilorazowych w tym kontekście? Model punktu odniesienia jest co prawda wykorzystywany w pracy, ale jedynie w kontekście oryginalnego problemu wielokryterialnego (podejście bezpośrednie).
2. Spory niedosyt pozostawiają eksperymenty obliczeniowe, które zostały wykonane na pojedynczych instancjach. Wyniki te można więc traktować co najwyżej jako proof-of-the-concept, trudno jednak wyciągać z nich jakieś ogólniejsze wnioski, co jednak autor czyni. Opisywane eksperymenty powinny być wykonane na odpowiednio liczonym zbiorze instancji z analizą istotności statystycznej.
3. Niestety bardzo dużo do życzenia pozostawia redakcja pracy. Przede wszystkim ma się wrażenie, że praca powstała poprzez mało staranne połączenie odrębnych publikacji (artykułów?), bez odpowiedniego wysiłku włożonego w zapewnienie spójności łącznego tekstu. Efektem są np. dość liczne powtórzenia. Np. problem decyzyjny zdefiniowany na stronie 17 został zdefiniowany już wcześniej. Podobnie podany na stronie 25 przykład zadania dotyczącego rozmieszczenia budynków pełniących funkcję schronienia w wypadku katastrof i klęsk żywiołowych był już wspomniany wcześniej. Dwa sformułowania problemu dla rozdziału zasobów ograniczonych w sieci w notacji NL i LP są powtarzane co najmniej dwukrotnie. Na stronie 35 i 36 definiowane jest pojęcie sprawiedliwości, choć było ono już przecież przedmiotem wcześniejszych rozważań. Na stronie 23 zbiór L jest definiowany dwukrotnie. Skrót RZO definiowany jest co najmniej dwa razy. Inne przykłady powtórzeń opisałem w komentarzach dostarczonych autorowi rozprawy.
4. W kilku przypadkach brakuje odniesień do literatury i/lub innych części pracy. Dotyczy to np. stwierdzenia „Dla problemów RZO powstał szereg modeli pozwalających na uzyskiwanie rozwiązań sprawiedliwych. Uwzględniają one jednak tylko jedno kryterium nie zwracając szczególnej uwagi na kryterium wydajności.”
5. Czytanie pracy utrudnia brak spójności terminologicznej. Np. jak się wydaje zamiennie używa się terminów „wydajność, efektywność, dochód, przychód” (np. uwaga na str. 34).
6. Dlaczego problem (1) jest nazywany jednokryterialnym, skoro optymalizowany jest wektor? Problem (2) opisywany jako wielokryterialna wersja problemu (1) jest jedynie modyfikacją

- (1) polegająca na wprowadzeniu zmiennych pomocniczych. W definicji tego problemu brakuje mi też jawnego założenia o równoważność i anonimowość kryteriów związanych z poszczególnymi żądaniami.
7. Na stronie 13 trudno mówić o kolejnym przykładzie (problemie plecakowym) skoro jest to pierwszy przykład zadań związanych z alokacją zasobów opisywany w szczegółowy sposób. Nie jest też jasne czym są „rodzaje elementów” w tym problemie.
 8. W przykładzie na stronie 14 opisywane rozwiązanie może, ale nie musi być zwrócone przez metodę max-min. Kilka rozwiązań jest równoważnych w tym modelu.
 9. Wektor jednostkowy e jest używany przed jego definicją.
 10. We wzorze (12) dzielenie przez 2 wydaje mi się błędne.
 11. Co to jest „standardowy średni model dwukryterialny” – strona 20?
 12. Definicja (33) - (34) opisuje też sposób obliczania kryteriów co nie występowało w poprzednich podobnych definicjach.
 13. Czy istnieje formalny dowód stwierdzenia „Rozwiązanie uzyskane metodą PF gwarantuje określony poziom sprawiedliwości oraz większą wydajność niż w przypadku rozwiązań modeli z grupy MMF.”
 14. Na stronie 31 definicje zbiorów E i L są identyczne.
 15. Co oznaczają symbole p_1 i p_2 na Rys. 2?
 16. Co oznaczają symbole H1-H10 w Tabeli 4.
 17. Co oznacza pojęcie „iteracji” na stronie 54.
 18. Czy opis POF na stronie 55 jest zgodny z wcześniejszą definicją?
 19. Na stronie 67 należy opisać sposób odtwarzania oryginalnych zmiennych (patrz (74)). Czy jest to jednoznaczne i proste?
 20. Co oznaczają symbole MF1-MF10 w Tabeli 8. Co oznacza β należąca do pewnego przedziału w tej tabeli.
 21. Sposób dodawania połączeń pomocniczych opisany na stronie 95 jest niezrozumiały. Brakuje jednoznacznego opisu algorytmu np. w pseudokodzie.
 22. Co oznacza termin „maksymalnie największą liczbę węzłów” na stronie 97?
 23. Część odwołań do rysunków wydaje się błędna np. Rys. 20 (18) na stronie 99.
 24. Referencję [69] można by z pewnością zastąpić pracą opublikowaną.
 25. Liczne inne uwagi merytoryczne i językowe zawarłem w komentarzach w przesłanym autorowi dokumencie.

4. Wiedza kandydata

Opis istniejącego stanu wiedzy kandydat zawarł głównie w rozdziale 2, choć elementy przeglądowe pojawiają się także w innych rozdziałach. Części te pozostawiają jednak pewien niedosyt. Przegląd literatury można by z pewnością poszerzyć, w szczególności o w zakresie najważniejszych publikacji międzynarodowych (autor koncentruje się na publikacjach polskich autorów). W szczególności warto by poszerzyć opis zasady Pigou–Dalton i dominacji Lorenza.

5. Inne uwagi

Podstawowa uwaga jaka się nasuwa po lekturze rozprawy, to pytanie dlaczego autor nie podjął większego wysiłku w celu publikacji wyników swoich prac w renomowanych światowych czasopismach.

6. Podsumowanie

Biorąc pod uwagę opinie zaprezentowane w poprzednich punktach i wymagania zdefiniowane przez artykuł 13 Ustawy z dnia 14 marca 2003 r. o stopniach naukowych i tytule naukowym (z późniejszymi zmianami)¹ moja ocena rozprawy pod względem trzech podstawowych kryteriów jest następująca:

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

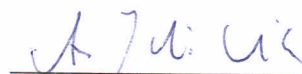
| | | | | |
|-------------------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| 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?

| | | | | |
|-------------------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| <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 umiejętnością 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

¹ http://www.nauka.gov.pl/g2/oryginal/2013_05/b26ba540a5785d48bee41aec63403b2c.pdf



**POLITECHNIKA
GDAŃSKA**

WYDZIAŁ ELEKTRONIKI,
TELEKOMUNIKACJI I INFORMATYKI

Gdańsk, 12.04.2021 r.

Dr hab. inż. Jacek Rak, prof. PG
Wydział Elektroniki, Telekomunikacji i Informatyki
Politechnika Gdańska

**RECENZJA ROZPRAWY DOKTORSKIEJ DLA RADY
NAUKOWEJ DYSCYPLINY INFORMATYKA TECHNICZNA I TELEKOMUNIKACJA
POLITECHNIKI WARSZAWSKIEJ**

Tytuł rozprawy: Wielokryterialne modele sprawiedliwej optymalizacji dla rozdziału zasobów sieciowych

Autor rozprawy: Mgr inż. Grzegorz Zalewski

1. **Jakie zagadnienie naukowe jest rozpatrzone w pracy /teza rozprawy/ i czy zostało ono dostatecznie jasno sformułowane przez autora? Jaki charakter ma rozprawa (teoretyczny, doświadczalny, inny)**

Oceniana praca dotyczy zagadnienia sprawiedliwego rozdziału zasobów sieciowych, tj. problemów optymalizacyjnych obejmujących dwa kryteria: (1) maksymalizacji łącznego przychodu wynikającego z uzyskanej konfiguracji oraz (2) zapewnienia rozwiązania sprawiedliwego. Szczególną uwagę Doktorant poświęca zagadnieniom alokacji ograniczonych zasobów sieciowych (przepustowości łączy) mających z natury ograniczony charakter (klasyfikowanych w pracy jako problemy rozdziału zasobów ograniczonych – RZO). W przeciwieństwie do modeli jednokryterialnych, sprawiedliwy rozdział zasobów sieciowych ma za zadanie niedopuszczenie do dyskryminacji żadnego z żądań, traktując te żądania w sposób szczególny, nawet jeśli są one mniej atrakcyjne z powodów efektywnościowych/wydajnościowych systemu. Sprawiedliwy rozdział zasobów sieciowych jest więc

JRak

kompromisem między łączną efektywnością systemu, a sprawiedliwością konfiguracji rozdziału zasobów. Doktorant w pracy zauważa, że zaproponowane dotychczas modele sprawiedliwego rozdziału zasobów mają charakter jednokryterialny i, koncentrując się wyłącznie na aspekcie sprawiedliwości, nie sprawują kontroli nad wynikową łączną wydajnością rozwiązania.

Mimo, że teza nie została w rozprawie wyraźnie wyeksponowana, Autor dąży do wykazania w rozprawie, że poprzez proponowane algorytmy i ich odpowiednią konfigurację, możliwe jest uzyskanie rozwiązania będącego kompromisem pomiędzy łączną efektywnością a jej sprawiedliwością. Kierunek ten ukazuje ostatnie pełne zdanie znajdujące się na stronie 8 rozprawy („Przez umiejętne dobranie równań opisujących je możliwe jest wyznaczenie rozwiązania, które jest kompromisem pomiędzy wydajnością i sprawiedliwością rozwiązania”). Cel opracowania metod zapewniających rozwiązanie kompromisowe został w rozprawie jasno sformułowany.

Rozprawa ma w mojej ocenie charakter teoretyczny poparty eksperymentami numerycznymi.

2. Czy w rozprawie przeprowadzono w sposób właściwy analizę źródeł / w tym literatury światowej, stanu wiedzy i zastosowań w przemyśle / świadczący o dostatecznej wiedzy autora? Czy wnioski z przeglądu sformułowano w sposób jasny i przekonujący?

Analiza źródeł literatury została przeprowadzona w pracy w sposób właściwy. Sam wykaz literatury (część 8. rozprawy) obejmuje 76 prac (głównie artykułów w czasopismach), a więc stanowi zbiór o raczej średnim rozmiarze. Zawiera on jednakże prace o istotnym znaczeniu, w tym ważne pozycje literatury dotyczące sprawiedliwego rozdziału zasobów sieciowych oraz mechanizmów doboru tras w sieciach teleinformatycznych.

Opis charakterystyk modeli dostępnych w literaturze z rozpatrywanego obszaru jest zawarty głównie w rozdziale 2 rozprawy. Zadaniem tego rozdziału jest ukazanie najważniejszych koncepcji przydziału zasobów do obsługi żądań w tym m.in. metod ukierunkowanych na zapewnianie sprawiedliwości (np. max-min fairness), miar służących ocenie poziomu sprawiedliwości rozwiązania oraz strategii optymalizacji ukierunkowanych na maksymalizację zysku wynikającego z zastosowanego przydziału zasobów. Zastosowania metod referencyjnych zostały przez Autora przedstawione w rozdziale 2 w kontekście różnorodnych problemów (tzn. nie tylko w odniesieniu do zastosowań w sieciach teleinformatycznych), co dowodzi dużej wiedzy Autora i elastyczności w zakresie analizowanej tematyki, której poziom jest adekwatny do wymogów stawianych rozprawom doktorskim.

Wnioski sformułowane przez Autora rozprawy dotyczące istniejących rozwiązań, w tym np. spostrzeżenie dotyczące ryzyka dyskryminacji żądań o niewielkim jednostkowym dochodzie przez jednokryterialne modele RZO ukierunkowane na maksymalizację łącznego zysku operatora sieci (co w istocie stoi w sprzeczności z oceną sprawiedliwości rozwiązania) są również jasne i przekonujące.

JK

3. Czy autor rozwiązał postawione zagadnienia, czy użył właściwej do tego celu metody i czy przyjęte założenia są uzasadnione?

Zadaniem ocenianej pracy doktorskiej było zaproponowanie algorytmów sprawiedliwego rozdziału zasobów sieciowych ukierunkowanych jednocześnie na wydajność i sprawiedliwość. Rozwiązanie sformułowanych przez Autora problemów zostało w rozprawie ukazane poprzez użycie właściwych do tego celu metod oraz założeń. W ogólności, Autor dla większości analizowanych problemów przedstawił ich zapis w postaci modeli programowania liniowego obejmujących funkcje kryterialne odzwierciedlające cele optymalizacji oraz zbiory ograniczeń dotyczące elementów analizowanych sieci (łączy) oraz zbiorów żądań. Następnie dokonał stosownych implementacji w celu umożliwienia rozwiązania zadanych problemów przy wykorzystaniu znanego pakietu optymalizacyjnego CPLEX. Rozwiązania analizowanych w rozprawie problemów dla sieci o większym rozmiarze zostały przez Autora uzyskane w wyniku realizacji metod heurystycznych (rozdziały 4-5 rozprawy).

4. Na czym polega oryginalność rozprawy, co stanowi samodzielny i oryginalny dorobek autora, jaka jest pozycja rozprawy w stosunku do stanu wiedzy czy poziomu techniki reprezentowanych przez literaturę światową?

W mojej ocenie, do oryginalnego dorobku autora ukazanego w ocenianej rozprawie należy zaliczyć:

- 1) charakterystykę dwóch typowo przeciwstawnych aspektów: wydajności rozwiązania (od której zależy np. zysk operatora sieci) oraz sprawiedliwości rozwiązania (cechy istotnej z punktu widzenia użytkownika) ukazaną w rozdziale 2 rozprawy wraz z opisem dostępnych miar sprawiedliwości oraz metod jednokryterialnych (dotyczących sprawiedliwego rozdziału zasobów oraz metod alokacji przepustowości łączy sieci skutkujących doborem tras maksymalizującym zysk operatora),
- 2) propozycję wykorzystania modeli ilorazowych ukazanych w rozdziale 3 rozprawy, umożliwiających przeprowadzenie optymalizacji dwukryterialnej, tj. przy jednoczesnym uwzględnieniu kryteriów wydajności i sprawiedliwości oraz:
 - a. identyfikacji k -najbardziej dyskryminowanych wartości (model zaprezentowany w dwóch wersjach: RBMIN i RBMAX),
 - b. wykorzystaniu współczynnika Giniego jako miary sprawiedliwości (model RGM).

W szczególności, Autor wykazał w rozprawie, że odpowiednia konfiguracja modeli prowadzi do uzyskania oczekiwanego kompromisu pomiędzy sprawiedliwością rozwiązania a jego wydajnością,

- 3) propozycję metod heurystycznych zaprezentowanych w rozdziałach 4-5 rozprawy dotyczących uzyskania rozwiązań postawionych problemów dla sieci o większym rozmiarze oraz przygotowania danych wejściowych (obejmujących parametry sieci o dużym rozmiarze)

TK

w kontekście ograniczenia problemu niespójności sieci (tzw. uspojnienie grafu sieci omawiane w rozdziale 4 rozprawy).

W mojej ocenie propozycje Autora są warte uwagi i rozszerzają stan wiedzy i technik rozwiązywania problemów w rozpatrywanym obszarze.

5. Czy autor wykazał umiejętność poprawnego i przekonującego przedstawienia uzyskanych przez siebie wyników /zwięzłość, jasność, poprawność redakcyjna rozprawy/ ?

Wyniki zaprezentowane przez Autora w rozprawie zostały przedstawione w sposób zwięzły i przekonujący. Sama rozprawa składająca się z 10 rozdziałów ma ogólnie poprawną strukturę i jest poprawnie zredagowana. Zauważalna jest jedynie dysproporcja objętościowa rozdziału drugiego, który stanowi prawie 40% całej rozprawy. W tym kontekście oraz z uwagi na zawartość merytoryczną, lepszym rozwiązaniem wydaje się wyodrębnienie podrozdziałów 2.3 i 2.4 (dotyczących kolejno sformułowania problemu RZO dla sieci teleinformatycznych oraz przedstawienia modeli optymalizacji bezpośredniej dla problemu RZO) jako oddzielnych rozdziałów.

6. Jakie są słabe strony rozprawy i jej główne wady?

Rozprawę odbieram pozytywnie, jednak posiada ona kilka słabszych stron bądź niedopowiedzeń wymienionych poniżej, które warto wyjaśnić podczas obrony pracy.

- i) Pomimo, że praca jest ogólnie napisana dobrze pod względem stylistycznym, zdarzają się w niej literówki oraz niedociągnięcia stylistyczne, np.:
 - Str. 10: „... rozdział zasobów powinna się odbyć...”
 - Str. 11: „W przypadku kiedy możliwa jest rozdział...”
 - Str. 17: „mapujących” → „odwzorujących”
 - Str. 33: „całkowito-liczbowe” → „całkowitoliczbowe”
 - Str. 46: „Problemy alokacji ograniczonych zasobów na zapotrzebowania może dotyczyć...”
 - Str. 64: „wartości przychodu jednostkowego z przedzielonego żądania...”
 - Str. 67: „...na sprawiedliwość rozwiązania został można nazwać modelem...”
 - Str. 76: „W odróżnieniu do modelu RBMIN...”
 - Str. 96: „...między węzłami, spójność nie miałyby.”
- ii) W rozdziale 2 brakuje podsumowania, które w szczególności mogłoby podkreślić motywację poszukiwania modyfikacji istniejących metod (OWA i RPM) rozwiązywania problemów optymalizacji sprawiedliwej RZO przedstawionych w kolejnych rozdziałach pracy.
- iii) W rozdziale 2.4 widoczny jest przykład zastosowania metod OWA i RPM do rozwiązywania problemu sprawiedliwego rozdziału zasobów, natomiast zakres modyfikacji wprowadzonych

Rok

przez Autora wymaga lepszego uwypuklenia w tym rozdziale (trudno jest w rozdziale 2.4 dostrzec granicę pomiędzy elementami nowatorskimi wprowadzonych przez Autora rozprawy w porównaniu ze zbiorem założeń oryginalnych metod OWA i RPM znanych z literatury).

- iv) Na rysunku 2 numeracja łączy wydaje się być niepoprawna: brakuje ciągłości numeracji łączy (zamiast l_4 powinno być l_3) a współdzielenie jest zilustrowane na łączy l_2 , a nie jak to wynika z tytułu rysunku na l_3 . Podobnie brakuje łączy l_3 na rys. 3.
- v) Główna część rozprawy bazuje na zastosowaniu metod programowania liniowego do rozwiązania złożonych problemów (NP-trudnych). Nasuwa się więc naturalne pytanie o efektywność czasową tych metod (w szczególności o zależność czasu obliczeń od rozmiaru sieci, liczby żądań) lecz wyniki zestawione w formie tabel tego ważnego aspektu praktycznego nie obrazują.
- vi) Uwaga Autora w rozprawie koncentruje się na dwóch aspektach rozwiązań problemów: sprawiedliwości (ważnej głównie dla użytkownika) oraz efektywności (wpływającej na zysk operatora). Jednakże na ogólny poziom zadowolenia użytkownika może mieć wpływ większa liczba parametrów rozwiązania – np. długość ścieżek transmisji determinująca opóźnienie transmisji między węzłami krańcowymi. Warto byłoby przeanalizować wpływ zastosowanych metod na opóźnienie transmisji oraz wartości innych parametrów QoS.

Powyższe uwagi nie rzutują na moją ogólną pozytywną ocenę całościową rozprawy.

7. Jaka jest przydatność rozprawy dla nauk technicznych?

Rozprawa mgr inż. Grzegorza Zalewskiego wnosi zauważalny wkład w rozwój metod sprawiedliwego rozdziału zasobów sieciowych i wpisuje się w ramy zagadnień dyscypliny naukowej Informatyka techniczna i telekomunikacja. Z uwagi na szerokie spektrum zastosowań mechanizmów sprawiedliwości wskazane w rozprawie, które wykracza poza główny nurt badań Doktoranta dotyczący sieci teleinformatycznych, istnieje duża szansa na zaadaptowanie zaprezentowanych w rozprawie technik również w innych obszarach nauk technicznych.

8. Do której z następujących kategorii Recenzent zalicza rozprawę:

- a/ nie spełniająca wymagań stawianych rozprawom doktorskim przez obowiązujące przepisy
- b/ wymagająca wprowadzenia poprawek i ponownego recenzowania
- c/ spełniająca wymagania
- d/ spełniająca wymagania z wyraźnym nadmiarem
- e/ wybitnie dobra, zasługująca na wyróżnienie

Powyższa recenzja pracy, w tym opis osiągnięć, sformułowane uwagi, jak i informacja o opublikowaniu części prac Autora w pięciu publikacjach naukowych, w tym w:

- dwóch rozdziałach monografii z 2018 i 2019 r. (kolejno; 20 pkt i 5 pkt MNiSW),

- jednym artykule w czasopiśmie *Metody Ilościowe w Badaniach Ekonomicznych* (2015, 9 pkt MNiSW),
- dwóch artykułach w czasopiśmie *Journal of Telecommunications and Information Technology* (oba w 2016 r., 12 pkt MNiSW)

sprawiają, że zaliczam niniejszą rozprawę do kategorii **c/ spełniająca wymagania**.

Wnoszę o dopuszczenie rozprawy doktorskiej mgr inż. Grzegorza Zalewskiego do publicznej obrony.

