



dr hab. inż. Piotr Sawicki
Politechnika Poznańska
Wydział Maszyn Roboczych i Transportu
Zakład Systemów Transportowych
piotr.sawicki@put.poznan.pl

Poznań, 2.11.2016r.

RECENZJA

pracy doktorskiej mgr. inż. Sławomira Tkaczyka,
pt. *Dobór środków transportu do realizacji procesów technologicznych.*

Podstawa opracowania recenzji: pismo Dziekan Wydziału Transportu Politechniki Warszawskiej, prof. dr hab. inż. Marianny Jacyny, z dnia 12 sierpnia 2016r., o powołaniu na recenzenta w przewodzie doktorskim mgr. inż. Sławomira Tkaczyka.

1. OGÓLNA OCENA ROZPRAWY

1.1. Syntetyczna charakterystyka recenzowanej rozprawy

Przedmiotowa rozprawa składa się z:

- 7 zasadniczych i ponumerowanych rozdziałów,
- wstępu i podsumowania (rozdziały nienumerowane),
- streszczenia w języku polskim i angielskim,
- spisu bibliograficznego zawierającego 115 pozycji literaturowych, z czego 16 pozycji, tj. ok. 14% stanowią prace anglojęzyczne, a 95 pozycji, tj. ok. 83% to prace polskojęzyczne (w tym 5 prac autorskich Doktoranta), zaś pozostałe 4 pozycje, tj. 3% pozycje bibliograficznych, stanowią prace francuskojęzyczne,
- wykazu ważniejszych oznaczeń.

Całość pracy zawarta jest na 168 ponumerowanych stronach.

Promotorem rozprawy doktorskiej jest prof. dr hab. Tomasz Ambroziak; w rozprawie nie występuje promotor pomocniczy.

1.2. Ocena doboru tematyki

Recenzowana rozprawa dotyczy problematyki doboru zasobów technicznych, w tym środków transportowych, do realizacji procesów technologicznych, przy założeniu, że ich przydział ma bezpośredni wpływ na technologię (sposób) realizacji tych procesów. W literaturze tematyka ta określana jest mianem harmonogramowania projektów przy ograniczonych zasobach (ang. *resource-constrained project scheduling - RCPS*).

Podjęta tematyka jest ważna i aktualna tak z praktycznego, jak i naukowego punktu widzenia. W ujęciu praktycznym aktualność problematyki wynika przede wszystkim z ciągle rosnącego popytu na usługi przewozowe, a w konsekwencji potrzeby ciągłego dostosowywania ofert przewozowych i posiadanych zasobów do zidentyfikowanych potrzeb przewozowych. W tym względzie Autor rozprawy słusznie zauważa, że „... zapotrzebowanie rynku usług transportowych - przewoźników, spedytatorów, nadawców i odbiorców oraz producentów wymusza dobór środków transportu do realizacji procesów transportowych ..., co pozwala ograniczać koszty realizacji tych procesów.” (s. 11).

Z naukowego punktu widzenia aktualność i ważność zagadnienia potwierdza niemalejące zainteresowanie badaczy tematyką RCPS. Jedną z najbardziej rozpoznawalnych baz publikacji naukowych - Science Direct, zawiera blisko 970 publikacji w tym zakresie. Liczba corocznie publikowanych prac w zakresie problematyki RCPS systematycznie rośnie, od ponad 17 prac w 2000r., przez 35 w 2005r., 42 w 2010r., do blisko 80 w bieżącym roku. Nie bez znaczenia jest również fakt, że wśród czasopism naukowych notowanych na prestiżowej liście JCR znajdują się periodyki poświęcone wyłącznie tej tematyce, w tym: Journal of Scheduling, International Journal of Project Management lub Project Management Journal.

Wszystkie przytoczone powyżej argumenty jednoznacznie wskazują na aktualność zagadnienia poruszanego w rozprawie, a jednocześnie dają podstawy do stwierdzenia, że dobór tematyki podjętej przez Autora ocenianej rozprawy jest zasadny.

1.3. Ocena sformułowania problemu badawczego, tezy i metodyki badawczej

Problem badawczy rozważany w pracy w mojej ocenie polega na optymalizacji przydziału zasobów, w tym środków transportowych, w powiązaniu z ustaleniem kolejności przebiegu poszczególnych operacji procesu technologicznego. Zwracam uwagę, że problematyka poruszana w pracy nie została przez Autora właściwie wyartykułowana we wprowadzeniu do pracy; można o niej wnioskować dopiero po lekturze rozdziału 3, w którym prezentowany jest formalny opis przebiegu procesu.

Autor sformułował tezę badawczą rozprawy, która brzmi: „można dokonać optymalnego doboru zestawu środków technicznych i/ oraz doboru środków transportu do realizacji operacji inwestycyjnych procesów technologicznych infrastruktury transportu w wyniku sformułowania oraz rozwiązania zadań optymalizacyjnych adekwatnych do rozważanej sytuacji decyzyjnej”. Teza w takiej postaci jest sformułowana poprawnie, choć w moim odczuciu jest ona dość oczywista, a zastrzeżenia może budzić sposób oceny adekwatności modelu do rozważanej sytuacji decyzyjnej. Z uwagi na wcześniej poruszany wątek problemu badawczego uważam, że bardziej trafnym sformułowaniem tezy byłoby określenie - można dokonać optymalnego doboru zestawu środków technicznych (...) w wyniku sformułowania i rozwiązania problemu jednoczesnego sekwencjonowania operacji oraz przydziału środków technicznych i transportowych do ich realizacji.

Metodyka badawcza przyjęta przez Autora rozprawy jest uzasadniona i adekwatna do specyfiki problemu. Obejmuje ona takie kluczowe etapy, jak: identyfikację problemu, modelowanie matematyczne analizowanego problemu, dobór metody obliczeniowej, implementację modeli w środowisku obliczeniowym oraz walidację opracowanych modeli.

Reasumując, problem badawczy podjęty w rozprawie przez mgr. inż. Sławomira Tkaczyka, jest sformułowany w sposób prawidłowy, a przyjęta teza badawcza jest weryfikowalna.

2. OCENA TREŚCI ROZPRAWY

2.1. Ogólna ocena zawartości rozprawy

Konstrukcja pracy jako całości jest spójna i konsekwentna. Po wprowadzeniu do tematyki pracy, zarówno od strony metodycznej jak i praktycznej (wstęp), Autor przedstawił fundamenty wiedzy w zakresie harmonogramowania projektów (rozdział 1) oraz postawił tezę badawczą (rozdział 2). W konsekwencji, w detaliczny sposób wprowadził wszelkie niezbędne formalizmy, zarówno z zakresu podstawowych pojęć dotyczących realizacji procesów technologicznych, jak i zasobów z tym związanych (rozdział 3). Następnie, Autor zdefiniował i sformalizował kluczowe cząstkowe i globalne charakterystyki inwestycyjnych procesów technologicznych (rozdział 4). Konsekwencją rozważań prowadzonych w poprzednich rozdziałach jest propozycja sformułowania zadań optymalizacyjnych, w których dokonywany jest jednoczesny przydział zasobów (środków technicznych i transportowych) do zadań oraz ustalanie planu realizacji zadań wchodzących w skład procesu technologicznego (rozdział 5). Zbudowane modele matematyczne zostały następnie zaimplementowane w środowisku narzędzia LINGO (rozdział 6), co pozwoliło na rozwiązanie analizowanego problemu i uzyskanie optymalnego przydziału zasobów do realizacji procesu. Opracowana metodyka została finalnie zweryfikowana na rzeczywistym przykładzie procesu inwestycyjnego (rozdział 7), co pozwoliło na potwierdzenie słusz-

ności założeń przyjętych przez Autora.

Streszczenie pracy w pełni ujmuje zarówno tło problematyki podejmowanej w rozprawie, jak również dokonania Autora w tej dziedzinie. Treść streszczenia rozprawy zachęca czytelnika do zapoznania się z zawartością pracy jako całości, co ma istotne znaczenie w popularyzacji wyników badań naukowych.

Literatura wykorzystana w rozprawie została starannie wyselekcjonowana i w zakresie wiedzy fundamentalnej zawiera kluczowe prace w obszarze problematyki RCPS. Autor pominął niestety najnowsze osiągnięcia w tym zakresie, co odczuwalne jest zarówno w przeglądzie literatury, jak i spisie bibliograficznym; prace z okresu ostatnich 5 lat występują śladowo.

2.2. Ocena poszczególnych rozdziałów rozprawy

2.2.1. Wstęp

We wstępie do rozprawy, zawartym na 2 stronach (s. 11-12), Autor nakreślił tło podejmowanej problematyki badawczej oraz wykazał jej ważność w ujęciu praktycznym. Dodatkowo, rozdział obejmuje syntetyczną charakterystykę rozprawy, z omówieniem jej poszczególnych części.

Autor stwierdził, że „w dostępnej literaturze nie znaleziono metody, która pozwalałaby na wyznaczenie planu realizacji operacji technologicznych poprzez optymalny dobór jednego lub wielu środków i/lub urządzeń możliwych do zastosowania (dostępnych) dla rozpatrywanej inwestycji infrastruktury transportu” (s. 12), z czym zdecydowanie nie mogę się zgodzić. Tematyka rozprawy związana jest z harmonogramowaniem projektów przy ograniczonych zasobach (RCPS), a w tym zakresie literatura przedmiotu posiada liczne publikacje metodyczne i aplikacyjne. Przykładem są chociażby prace przeglądowe, jak np. Herroelen i.in. (1996)¹, Kolisch (1996)², Kolisch i Hartmann (2006)³, które dowodzą różnorodności proponowanych rozwiązań problemu RCPS.

2.2.2. Rozdział 1

Pierwszy numerowany rozdział rozprawy, zatytułowany „Przegląd literatury z zakresu problematyki realizacji inwestycyjnych procesów technologicznych infrastruktury transportu”, zawarty jest na 8 stronach (s. 13-20). Obejmuje on podstawy zarządzania projektami, jako przykład procesów inwestycyjnych związanych z infrastrukturą transportową. Doktorant włożył wiele wysiłku w opracowanie retrospektywnego przeglądu stosowanych metod zarządzania projektami, jednak skupił się wyłącznie na fundamentach wiedzy w przedmiotowym zakresie, niż przeprowadzeniu przeglądu literatury *sensu stricto*. Wszystkie pozycje literaturowe zacytowane w tej części rozprawy (łącznie 16 prac), zostały opublikowane 14-36 lat temu; brak jest przeglądu osiągnięć z ostatnich kilku lat. W tym rozumieniu uważam, że luka badawcza nie została przez Autora właściwie wyartykułowana.

W podsumowaniu rozdziału, który z założenia ma dotyczyć tytułowego przeglądu literatury, Autor charakteryzuje proponowaną przez siebie metodę poszukiwania rozwiązania dla problemu doboru środków transportu do realizacji procesów technologicznych. Niestety nie precyzuje, czy jest to zasadniczy cel pracy, pozostawiając tę kwestię niedopowiedzianą.

2.2.3. Rozdział 2

Rozdział drugi zatytułowany „Sformułowanie tezy badawczej oraz jej uzasadnienie” zawarty jest na 2 stronach (s. 21-22). Autor znaczną część tego bardzo krótkiego rozdziału poświęcił na zagadnienia definicyjne i rozważania teoretyczne, zaś teza (komentarz i uwagi do sformułowania tezy przedstawiono w pkt. 1.3) została sformułowana w końcowej części rozdziału.

Biorąc pod uwagę naciski, jakie zostały położone w trzech pierwszych rozdziałach, tj. we wstępie, rozdziale 1 i 2 uważam, że korzystniejszym rozwiązaniem byłoby scalenie tych rozważań do jednego

¹ Herroelen W., Demeulemeester E., de Reyck B. *Resource-constrained project scheduling - A survey of recent developments*. Report D/1996/2376/44, Katholieke Universiteit Leuven, Leuven, 1996

² Kolisch R. *Serial and parallel resource-constrained project scheduling methods revisited: Theory and computation*. European Journal of Operational Research, vol. 90, no. 2, 1996, s. 320-333.

³ Kolisch R., Hartmann S. *Experimental investigation of heuristics for resource-constrained project scheduling: An update*. European Journal of Operational Research, vol. 174, no. 1, 2006, s. 23-37.

rozdziału, według poniżej zaproponowanej struktury:

1. Wprowadzenie

- 1.1. Tło rozważań - problematyka badawcza i definicja kluczowych pojęć
- 1.2. Analiza stanu wiedzy
- 1.3. Założenia badawcze (określenie luki badawczej)
- 1.4. Cel, teza badawcza i zakres rozprawy

2.2.4. Rozdział 3

Rozdział zatytułowany „*Formalny opis inwestycyjnych procesów technologicznych infrastruktury transportu*” ma objętość 36 stron (s. 23-58) i obejmuje przede wszystkim zagadnienia definicyjne, formalizację opisu procesów, technologii ich realizacji oraz planu realizacji procesu. Ma on fundamentalne znaczenia dla całej pracy, głównie ze względu na wprowadzenie przez Autora formalnego opisu wszystkich podstawowych elementów wymienionych powyżej.

Dyskusyjne wydaje się wprowadzenie przez Autora podziału operacji procesu technologicznego na dwa rodzaje: wykonawcze i transportowe (podr. 3.2, s. 28). Dokonując uszczegółowienia tych pojęć, operacjami wykonawczymi Autor nazywa te, które „... realizowane są przez zestawy środków technicznych”, natomiast operacjami transportowymi te, które „... realizowane są przez środki transportu”. Podział taki wydaje się sztuczny, a klasyfikacja nie jest rozłączna. Czy można przyjąć, że operacja transportowa nie jest operacją wykonawczą? Czy można przyjąć, że środki transportu nie są środkami technicznymi? Być może intencje Autora były słuszne, nie znajduje to jednak odzwierciedlenia w jednoznaczności kryterium podziału operacji. Biorąc pod uwagę rozważania zawarte w rozprawie proponowałbym podział operacji z uwagi na kryterium odległości na: *stacjonarne*, tj. działania wykonywane bez konieczności przemieszczenia lub z przemieszczeniem w obrębie kilku metrów, oraz *transportowe*, tj. działania związane z przemieszczeniem i wykonywane pomiędzy dwoma lub więcej punktami o znacznej odległości.

2.2.5. Rozdział 4

Rozdział czwarty zatytułowany „*Formalizacja zapisu charakterystyk inwestycyjnych procesów technologicznych infrastruktury transportu*” zawarty jest na 40 stronach (s. 59-98) i stanowi najbardziej obszerną część pracy. Rozdział ten, z uwagi na zakres znaczeniowy, jest jednym z kluczowych w pracy, w którym Autor detalicznie, a przez to w rozbudowany sposób, przedstawia formalny zapis charakterystyk cząstkowych (podr. 4.1), uwzględniając takie mierniki, jak: czas realizacji operacji, liczba zastosowanych środków, intensywność zużycia zasobów oraz koszt wykonania operacji. Wszystkie te wielkości zostały konsekwentnie odniesione do wcześniej przyjętej klasyfikacji operacji nazywanych przez Autora wykonawczymi i transportowymi.

W drugiej części rozdziału (podr. 4.2) Autor skoncentrował się na przedstawieniu formalnego zapisu charakterystyk globalnych, tj. na gruncie całego procesu technologicznego, będących uogólnieniem wcześniej analizowanych charakterystyk cząstkowych (podr. 4.1).

W mojej opinii rozdział stanowi oryginalne osiągnięcie badawcze Autora oraz jest naturalną konsekwencją rozważań prowadzonych w rozdziale 3. Z uwagi na wielość zapisów formalnych przedstawionych w obu podrozdziałach oraz złożoność rozważań w obrębie charakterystyk operacji i procesów technologicznych, wskazane byłoby wprowadzenie podziału treści na trzecim poziomie.

2.2.6. Rozdział 5

Rozdział ten zatytułowany jest „*Zadania optymalizacyjne doboru technologii realizacji inwestycyjnych procesów technologicznych infrastruktury transportu*”; mieści się na 16 stronach (s. 99-114) i został podzielony na dwa podrozdziały. Autor przedstawił propozycję formalnego zapisu zadań optymalizacyjnych jednokryterialnych, w których minimalizowana funkcja celu skoncentrowana jest albo na aspektach czasu realizacji procesu (podr. 5.1), albo kosztach jego realizacji (podr. 5.2).

Rozdział ten jest konsekwencją wcześniejszych części rozprawy i tym samym legitymizuje przyjęty tam stopień szczegółowości i poziom formalizacji prowadzonych rozważań. Dyskusyjnym jest jednak samo sformułowanie tytułu rozdziału, zarówno w kontekście tytułu rozprawy, jak i sformułowanej tezy badawczej. O ile tytuł i zawartość rozdziału 5 sugeruje problem doboru technologii realizacji

procesów, o tyle tytuł i teza rozprawy środek ciężkości rozważań przenosi na dobór środków transportu do realizacji procesów.

W rozdziale 5 Autor zaproponował opracowanie sześciu modeli optymalizacyjnych, z czego trzy pierwsze dotyczą minimalizacji czasu realizacji wszystkich operacji wchodzących w skład procesów technologicznych, natomiast trzy pozostałe modele skoncentrowane są na funkcji kosztu realizacji procesów technologicznych. Przy konstrukcji poszczególnych modeli optymalizacyjnych Autor posłużył się zestawem dziewięciu ograniczeń, które w zależności od kontekstu analizowanego przypadku dobierane są do specyfiki problemu. W odniesieniu do tego założenia zwracam uwagę na trzy istotne kwestie. Po pierwsze, Autor zaproponował identyczny zestaw założeń leżący u podstaw każdego z sześciu modeli matematycznych, a w szczególności: zbiór $G(f); M(f); \tilde{M}(f)$, o interpretacji f -tego grafu dopuszczalnego oraz luków odpowiadających operacjom wykonawczym i transportowym, oraz zbiór $L(f); \tilde{L}(f)$, o interpretacji środków technicznych i środków transportu, eksploatowanych podczas operacji wykonawczych i transportowych. Wobec tych założeń niezrozumiałe jest pominięcie w zbiorze ograniczeń następujących warunków:

- wykluczającego jednoczesne eksploatowanie p -tego środka transportu (dla realizacji w tym samym czasie różnych operacji transportowych) - dotyczy modelu 3 i 6,
- wykluczającego jednoczesne eksploatowanie s -tego środka technicznego (dla realizacji w tym samym czasie różnych operacji wykonawczych) - dotyczy modelu 6,
- określającego, iż moment zakończenia realizacji operacji transportowej jest funkcją momentu jej rozpoczęcia oraz liczby środków transportu eksploatowanych podczas realizacji tej operacji - dotyczy modelu 3 i 6,
- określającego, iż moment zakończenia realizacji operacji wykonawczej jest funkcją momentu jej rozpoczęcia oraz liczby środków technicznych eksploatowanych podczas realizacji tej operacji wykonawczej - dotyczy modelu 6.

Realizacja procesów technologicznych nierozzerwalnie związana jest zarówno z wykonywaniem operacji nazywanych przez Autora wykonawczymi oraz transportowymi i wymaga zastosowania odpowiednio środków technicznych i transportowych. Z tego powodu pominięcie ograniczeń w powyższych przypadkach nie powinno mieć miejsca.

Po drugie, opis werbalny zbioru ograniczeń dla modelu 5 zawiera zestaw sześciu ograniczeń, podczas gdy zapis formalny tego zbioru obejmuje jedynie pięć z nich. W zbiorze ograniczeń zabrakło formalnego zapisu warunku wykluczenia jednoczesnego eksploatowania s -tego środka technicznego.

Po trzecie, z uwagi na fakt, że omawiane modele optymalizacyjne bazują na identycznych zestawach zadanych zbiorów (opis werbalny i zapis formalny), a pierwsze trzy modele odnoszą się do funkcji czasowej, a trzy ostatnie do funkcji kosztowej, treści prezentowane w rozdziale 5 mogłyby zostać sprowadzone do syntetycznego zestawienia tabelarycznego, w którym Autor odwoływałby się do numerów poszczególnych zależności, ograniczając objętość całego rozdziału i zyskując na czytelności. Konieczne byłoby wówczas zachowanie konsekwencji w numeracji wszystkich zapisów formalnych w całej pracy, co nie jest przestrzegane przez Autora.

2.2.7. Rozdział 6

Rozdział ten, zatytułowany „*Implementacja komputerowa zadań optymalizacyjnych dobru technologii realizacji inwestycyjnych procesów technologicznych infrastruktury transportu*”, mieści się na 9 stronach (s. 115-123) i obejmuje swym zakresem 2 podstawowe podrozdziały. Według Autora oba podrozdziały obejmują: algorytm rozwiązywania zadań optymalizacyjnych (podr. 6.1) oraz ich implementację komputerową (podr. 6.2).

Jeśli przyjąć powszechnie stosowane pojęcie algorytmu⁴, który jest skończonym i uporządkowanym ciągiem jasno zdefiniowanych czynności, koniecznych do wykonania postawionego zadania, wówczas podrozdział 6.1 nie spełnia tych cech, lecz jest zaledwie zbiorem założeń do zbudowania algorytmu. Dodatkowo, podrozdział 6.2, który według Autora ma być poświęcony implementacji komputerowej, ma charakter podręcznikowy i w znacznej mierze jest zorientowany na charakterystykę narzędzia LINGO, a nie na wymaganiach i formalizacji związanej z programowaniem w tym środowisku.

⁴ na podstawie - <https://pl.wikipedia.org> (hasło: algorytm)

2.2.8. Rozdział 7

Rozdział zatytułowany „*Aplikacje metody doboru środków transportu do realizacji inwestycyjnych procesów technologicznych inwestycji infrastruktury transportu*” zawarty jest na 38 stronach (s. 124-161) i został podzielony na dwa kluczowe podrozdziały poświęcone przykładowej implementacji opracowanych modeli. Rozdział ten stanowi egzemplifikację opracowanego podejścia i zasadniczą podstawę jego weryfikacji.

Pierwszy z podrozdziałów (7.1) został nazwany przez Autora jako „*Przykład 1 - dobór optymalnych środków transportu do realizacji procesów technologicznych*”. W tym zakresie konieczne jest przyjęcie bardziej precyzyjnego zapisu, gdyż o pojęciu optymalności można mówić w kategoriach rozwiązywanego problemu, tj. doboru środków transportu, a nie optymalności środków transportu samych w sobie. Właściwe jest zatem przyjęcie zapisu - optymalny dobór środków transportu do realizacji procesów. Dodatkowo, zapis pierwszego z podpunktów, tj. „*Projekt inwestycji infrastruktury ... - optymalizacja czasu i kosztu realizacji operacji wykonawczych i operacji transportowych*” wskazuje, że zadanie ma charakter dwu-kryterialnego problemu optymalizacyjnego, a nie jak wynika to z zapisu kolejnych podrozdziałów, dwóch odrębnych zadań optymalizacji jednokryterialnej (odrębnie: czas lub koszt realizacji operacji).

W odniesieniu do przykładu zastosowania opracowanej metody doboru środków transportu do realizacji procesów technologicznych należy wskazać kilka uwag o charakterze porządkowym. Po pierwsze, werbalny opis problemu przedstawiony w pierwszej części podrozdziału 7.1 nie precyzuje skali przedsięwzięcia, np. w postaci określenia kluczowych wymiarów obiektu, czy działki na której ma zostać zlokalizowany ten obiekt, jak również brak jest szczegółowego zakresu poszczególnych operacji. Ma to istotne znaczenie przy ocenie realności przyjętych parametrów, głównie w zakresie pracochłonności i kosztów realizacji tych prac. Przykładowo, do wykonania operacji $m=1$ (przygotowanie terenu) zaplanowano wykorzystanie środka transportu $p=7$ (pojazd dostawczy do przewozu osób) oraz $p=2$ (naczepa specjalizowana). Nie znając szczegółowego zakresu prac wchodzących w skład operacji $m=1$, trudno jest odnieść się do zaplanowanego czasu realizacji z wykorzystaniem poszczególnych środków transportu (por. tab. 7.1.9, s. 134) wynoszącego po 1 [h] dla każdego z zasobów. Po drugie, trudno jest zweryfikować słuszność i poprawność poszczególnych zestawień tabelarycznych w obliczu zastosowania innych oznaczeń operacji, tj. w tab. 7.1.1, tab. 7.1.2, tab. 7.1.5, tab. 7.1.6, tab. 7.1.9 oraz tab. 7.1.10 operacje wykonawcze oznaczone są jako $m(k)$, $K=\{1, \dots, k, \dots, 24\}$, podczas, gdy w tab. 7.1.2 oraz zbiorze rysunków (rys. 7.1.4 - rys. 7.1.7) zastosowano inne (dodatkowe) oznaczenia, tj. np. operacja $k=16$ posiada swoje rozwinięcie do postaci $m(16.1)$, $m(16.2)$, $m(16.3)$ oraz $m(16.4)$ itd. Po trzecie, trudno zweryfikować poprawność modelu matematycznego zapisanego w notacji LINGO (rys. 7.1.8 - funkcja celu, rys. 7.1.9 - ograniczenia) i fragment jego rozwiązania (rys. 7.1.10) nie znając interpretacji poszczególnych składowych modelu - np.: co oznacza $y1117$, ..., $y1242159$, $x211$, ..., $x624215$ (por. rys. 7.1.8 i rys. 7.1.9)?

Podobne uwagi dotyczą zarówno przypadku optymalnego doboru środków transportu z uwzględnieniem kosztu budowy obiektu magazynowo-produkcyjnego (przypadek 1), jak również problemu określonego jako „*aspekty organizacyjne doboru środków transportu do realizacji procesów technologicznych*” (przypadek 2, podr. 7.2).

2.2.9. Podsumowanie

W ramach podsumowania, zawartego na 2 stronach (s. 162-163), Autor bardzo skrótowo odniósł się zarówno do zakresu podjętych prac, osiągniętych rezultatów, jak i kierunków dalszych swoich działań naukowych.

W odniesieniu do zakresu prac scharakteryzowanego przez Autora, zaskakującym jest twierdzenie, że „... *optymalny dobór środków transportu do wyznaczania planu realizacji inwestycji ... można dokonać wykorzystując aparat nieliniowego programowania matematycznego...*”. O ile sformułowanie w ogólności jest słuszne, o tyle w odniesieniu do opiniowanej pracy zdecydowanie nie, gdyż wszystkie modele opracowane przez Autora bazują wyłącznie na aparacie liniowego programowania matematycznego.

Odnosząc się do części praktycznej rozprawy, Autor wskazuje na przeprowadzenie weryfikacji metody doboru środków transportu, która została zrealizowana na rzeczywistym projekcie budowy obiektu magazynowo-produkcyjnego. W rozumieniu weryfikacji metodyki badawczej, tj. oceny po-

prawności: budowy modelu matematycznego, implementacji komputerowej oraz uzyskanych wyników, takie twierdzenie jest w pełni uprawnione, a wynik weryfikacji jest pozytywny. Pozwala to zatem na potwierdzenie prawdziwości tezy badawczej przyjętej w pracy. Uważam jednak, że z punktu widzenia weryfikacji własności opracowanej metody na tle innych podejść do zagadnienia harmonogramowania projektów w warunkach ograniczonej dostępności zasobów, taka weryfikacja nie została przeprowadzona i osobiście odczuwam niedosyt w tym zakresie.

3. OCENA REDAKCYJNEJ STRONY ROZPRAWY

3.1. Ocena strony stylistycznej rozprawy

W recenzowanej rozprawie doktorskiej zauważyć można kilka sformułowań o niewłaściwej stylistyce lub stanowiących błędny zapis. Zakłóca to odbiór rozprawy, jako dzieła naukowego. Do usterek natury stylistycznej zaliczyć można następujące zapisy:

- „... *wynoszą od kilku nawet do kilkudziesięciu procent.*” (s. 11, w. 9g)⁵, zamiast - *wynoszą od kilku do kilkudziesięciu procent, lub ... od kilku do nawet kilkudziesięciu procent*;
- „... *trudności w wyborze najlepszego doboru zestawów środków technicznych i/ oraz ...*” (s. 11, w. 12d), zamiast *trudności w wyborze najlepszego zestawu środków technicznych oraz*;
- „... *przydział środków wielu środków dla jednej ...*” (s. 17, w. 14-15g), zamiast - *przydział wielu środków do jednej...*;
- „... *przeszukiwanie tabu (tabu searching)*” (s. 18, w. 6-7d), zamiast *tabu searching* a właściwie *tabu search*;
- „... *o różnorodnym, a najczęściej skomplikowanym stopniu złożoności.*” (s. 21, w. 7g), zamiast - *o różnorodnym, najczęściej wysokim stopniu złożoności*;
- „... *a po zakończeniu jej zakończeniu nie mogą ...*” (s. 24, w. 4d), zamiast - *a po jej zakończeniu*,
- „... *warunki technologiczne, różnorodność i nierównomierność zużycia ...*” (s. 25, w. 12g), zamiast - *warunki technologiczne, różnorodność i równomierność zużycia*;
- „... *składają się koszty - koszty jednorazowe (...), koszty stałe (...), koszty zmienne ...*” (s. 26, w. 13-19g), zamiast - *składają się następujące kategorie kosztów: jednorazowe, stałe i zmienne*;
- „... *w grafie przyległymi, może ...*” (s. 32, w. 2g), zamiast - *w grafie przyległym, może*;
- „*Zmienną i zanumerowano te procesy.*” (s. 34, w. 8-9g) - fragment, który znalazł się w tym miejscu przypadkowo;
- „... *do realizacji operacji k-tej operacji wykonawczej ...*” (s. 42, w. 6g), zamiast - *do realizacji k-tej operacji wykonawczej*;
- „... *że odwzorowanie b w przeprowadza iloczyn ...*” (s. 48, w. 7g), zamiast - *odwzorowanie b przeprowadza iloczyn*;
- „... *co możemy możemy zapisać: ...*” (s. 51, w. 12d), zamiast - *co możemy zapisać ...*;
- „... *będzie zbiorem, elementy którego zdefiniowano ...*” (s. 61, w. 11g; s. 64, w. 10d; s. 67, w. 2g i 8g; s. 68, w. 1d; s. 69, w. 6g), zamiast - *zbiorem, którego elementy zdefiniowano*;
- „... *do chwili t oraz oraz dysponowanej liczby ...*” (s. 69, w. 6d), zamiast - *do chwili t oraz dysponowanej liczby*;
- „*Koszt wykonania operacji wykonawczych ...*” (s. 76, w. 12d), zamiast - *koszt realizacji operacji wykonawczych*;
- „... *wynikających z zużycia ...*” (s. 79, w. 11g oraz s. 83, w. 11g), zamiast - *wynikających ze zużycia*;
- „... *na wykonanie (i, k, f)-tej operacji wykonawczej*” (s. 80, w. 7g), zamiast - *na realizację (i, k, f)-tej operacji wykonawczej*;
- „... *wynikających z eksploatacji podczas jej realizacji środków technicznych ...*” (s. 80, w. 7-8g; s. 84, w. 4d oraz s. 94, w. 6g), zamiast - *wynikających z eksploatacji środków technicznych podczas realizacji*;
- „*Oznacza to, że każdej parze (...)* przyporządkowana liczba rzeczywista ...” (s. 82, w. 12g), zamiast - *oznacza to, że każdej parze przyporządkowana jest liczba rzeczywista*;

⁵ numer strony (s. 11), numer wiersza (w. 9). kierunek liczenia wierszy (d - od dołu, g - od góry)

- „Z powyższego natomiast, że: ...” (s. 95, w. 3g), zamiast - z powyższego wynika, że;
- „... wynikających z eksploatacji podczas jej realizacji środków transportu, ...” (s. 96, w. 1-2d), zamiast - wynikających z eksploatacji środków transportu podczas jej realizacji;
- „... liczbie środków środków technicznych: ...” (s. 110, w. 8g), zamiast - liczbie środków technicznych;
- „... nastąpi dokonanie wyboru planu ...” (s. 115, w. 9g), zamiast - nastąpi wybór planu;
- „... Undetermined (stan początkowy)” (s. 117, w. 8g), zamiast - *undetermined* (stan nieokreślony);
- „... dane wejściowe po programu” (s. 118, w. 5g), zamiast - dane wejściowe do programu;
- „Wyniki, które otrzymujemy w wyniku dokonanych ...” (s. 119, w. 8d), zamiast - wyniki otrzymane po przeprowadzeniu;
- „... jak i również ograniczeń ...” (s. 121, w. 8d), zamiast - jak również ograniczeń.

3.2. Ocena strony edycyjnej rozprawy

Ostateczna edycja pracy nie została przeprowadzona w należyty sposób, a niektóre błędy edycyjne powtarzają się przez całą pracę. Dotyczy to przede wszystkim:

- stosowania podziału wyrazów w tytułach rozdziałów i podrozdziałów - dotyczy: rozdz. 1, s. 13; rozdz. 2, s. 21; rozdz. 3, s. 23; podrozdz. 3.4, s. 40, rozdz. 4, s. 59, podrozdz. 4.1, s. 59, rozdz. 5, s. 99, podrozdz. 5.1, s. 100, rozdz. 7 i podrozdz. 7.1, s. 124;
- braku odstępów pomiędzy wyrazami, np.: „oraz *środkówtransportu*” (s. 22, w. 5g)⁶, „w *odpowiedniejliczbie*” (s. 53, w. 7d), „*oznacza to, że*” (s. 92, w. 3d), „*interpretacji:wielkość*” (s. 101, w. 3g), „*kryterium,postaci*” (s. 102, w. 9g), „*dzielimynatomiast*” (s. 115, w. 12g);
- nadmiarowych odstępów pomiędzy wyrazami (zbytńo rozstrzelonego tekstu), np.: s. 21, w. 3d; s. 23, w. 7 (co jest skutkiem niezastosowania odstępów pomiędzy znakiem przecinka, a kolejną pozycją literaturową w ciągu cytowanych pozycji - w. 8g); s. 74, w. 9g; s. 116, w. 10g; s. 125, w. 6d;
- błędów literowych, np.: „*realizacja*” (s. 22, w. 2d) zamiast - realizacji, „*podkrślić*” (s. 39, w. 2g) zamiast - podkreślić, „*będa*” (s. 39, w. 6g) zamiast - będą, „*f-tego*” (s. 42, w. 7g) zamiast - f-tym”, „*altrnatywnym*” (s. 52, w. 7d i 14d) zamiast - alternatywnym, „*nastepny*” (s. 56, w. 12g) zamiast - następny, „*jesli*” (s. 60, wzór 4.1.2 - dwukrotnie oraz s. 63, wzór 4.1.13 - dwukrotnie) zamiast - jeśli, „*kartezjńskim*” (s. 64, w. 4d) zamiast - kartezjańskim, „*przeprowadzau*” (s. 71, w. 10d) zamiast - przeprowadza w ..., „*przyjeta*” (s. 75, w. 8d) zamiast - przyjęta, „*ma post*” (s. 79, w. 4d) zamiast - ma postać, „*interpretacje*” (s. 78, w. 10g) zamiast - interpretację, „*wiekszy*” (s. 79, w. 9g) zamiast - większy, „*ttransportu*” (s. 87, w. 4g) zamiast - transportu, „*zaleznościq*” (s. 91, w. 3d oraz s. 93, w. 4g) zamiast - zależnością, „*jesl?*” (s. 93, wzór 4.2.23 - dwukrotnie oraz s. 96, wzór 4.2.32 - dwukrotnie) zamiast - jeśli, „*uwzględniaq*” (s. 94, w. 1g) zamiast - uwzględniając, „*określqce*” (s. 94, w. 1g) zamiast - określające, „*rodzau*” (s. 94, w. 2g) zamiast - rodzaju, „*przyeliśmy*” (s. 94, w. 2g) zamiast - przyjęliśmy, „*funkci*” (s. 94, w. 4g) zamiast - funkcji, „*określqcej*” (s. 94, w. 4g) zamiast - określającej, „*wynikqcych*” (s. 94, w. 5g) zamiast - wynikających, „*technologocznych*” (s. 99, w. 12g) zamiast - technologicznych, „*wyboruowychtechnologii*” (s. 99, w. 3d) zamiast - wyboru technologii, „*momentuuj*” (s. 112, w. 1g) zamiast - moment lub momenty, „*wykonawczychch*” (s. 112, w. 8g) zamiast - wykonawczych, „*spelniajq*” (s. 114, w. 7g) zamiast - spełniają, „*kazda*” (s. 116, w. 9g) zamiast - każda, „*pomiedzy*” (s. 117, w. 2g) zamiast - pomiędzy, „*umozliwia*” (s. 119, w. 10g) zamiast - umożliwia, „*programu*” (s. 119, w. 10d) zamiast - program, „*przedstawiono*” (s. 121, w. 6d) zamiast - przedstawiono, „*przyjeto*” (s. 121, w. 5d) zamiast - przyjęto, „*skladajqc*” (s. 125, w. 5g) zamiast - składające, „*przyjeto*” (s. 125, w. 6g) zamiast - przyjęto;
- stosowania odstępów pomiędzy wyrazem poprzedzającym a znakiem interpunkcyjnym, np.: s. 26, w. 15g; s. 55, w. 9d; s. 59, w. 5d; s. 63, w. 4g; s. 65, w. 8d; s. 66, w. 14g; s. 68, w. 17d; s. 83, w. 13g; s. 89, w. 8d; s. 92, w. 5d; s. 97, w. 4d, s. 116, w. 15g, s. 118, w. 4g, s. 121, w. 4g, s. 124, w. 5d;
- błędnego zastosowania znaków interpunkcyjnych, np.: brak kropki na końcu zdania (s. 67, w. 13g; s. 72, w. 3g; s. 80, w. 8g), stosowanie kilku kropek na końcu zdania (s. 99, w. 1d) lub kilku

⁶ oznaczenie - jak wyżej

- przecinków (s. 125, w. 6d);
- braku umieszczenia odwołania do spisu literatury - pozostawiony pusty nawias kwadratowy (s. 116, w. 5d),
- niewłaściwej numeracji: numer rysunku - rys. 6.8 (s. 122), zamiast - rys. 6.2.8.

3.3. Ocena zastosowanych zapisów formalnych i oznaczeń

Zapisy formalne zastosowane w pracy zostały przygotowane ze starannością. W pracy o tak olbrzymim ładunku formalizacji analizowanego problemu, zauważyć można kilka drobnych błędów, do których należą:

- $I(i) = \{1,2\}$, s. 31, w. 9d, zamiast $I(i) = \{1, 2\}$,
- $I()i = 2$, s. 32, w. 6g, zamiast $I(i) = 2$,
- $K()i = 2$, s. 32, w. 8g, zamiast $K(i) = 2$,
- $K()i = 7$, s. 33, w. 1d, zamiast $K(i) = 7$,
- $n(m(k, f), s) = 1$, s. 41, w. 9d, zamiast $n(m(i, k, f, s)) = 1$ lub $n(m(i, k, f), s) = 1$,
- $n(m(k, f), s) = 0$, s. 41, w. 7d, zamiast $n(m(i, k, f, s)) = 0$ lub $n(m(i, k, f), s) = 0$,
- $\tilde{n}(\tilde{m}(i, k', f, p))$, s. 43, w. 8g, zamiast $\tilde{n}(\tilde{m}(i, k', f), p)$,
- $\tilde{n}(\tilde{m}(i, k', f, p)) = 1$, s. 43, w. 12g, zamiast $\tilde{n}(\tilde{m}(i, k', f), p) = 1$,
- $\tilde{n}(\tilde{m}(i, k', f), p)$, s. 43, wzór (3.4.12), zamiast $\tilde{n}(\tilde{m}(i, k', f), p)$,
- $k \in \tilde{K}$, s. 46, zależność 3.4.24, zamiast $k' \in \tilde{K}$,
- $\tilde{E}(i, k)$, s. 46, w. 9g, zamiast $\tilde{E}(f)$,
- $N(f) \times P$, s. 48, w. 8g, zamiast $N(f) \times Z$,
- $b(m(i, k, f, s), z) \equiv b(i, k, f, s, z)$, s. 48, w. 14d, zamiast $b(n(i, k, f, s), z) \equiv b(i, k, f, s, z)$,
- $\tilde{b}(\tilde{m}(i, k', f, s), z)$, s. 49, w. 8g oraz 12g, zamiast $\tilde{b}(\tilde{n}(i, k', f, s), z)$,
- $T(f) = \{t : t < 0 \leq T^{**}(f)\}$, s. 50, w. 4d, zamiast $T(f) = \{t : t < 0 \leq T^{**}(f)\}$, dodatkowo, oznaczenie $T^{**}(f)$ nie zostało wyjaśnione w treści pracy,
- $L(f) = \{u(i, k, f, s) : u(i, k, f, s) \in u(i, k, f, s), k \in K(f), i \in I\}$, $f = 1, \dots, F$, s. 52, wzór (3.5.3), zamiast $L(f) = \{u(i, k, f, s) : u(i, k, f, s) \in u(i, k, f), k \in K(f), i \in I\}$, $f = 1, \dots, F$,
- $d^h((x(e_1, f), x(e'_{N(k,h,f)}, f))$, s. 56, w. 12d, zamiast $d^h(x(e_1, f), x(e'_{N(k,h,f)}, f))$,
- (i, k, f, s, t) , s. 66, wzór (4.1.23) oraz s. 68, w. 12d, zamiast (i, k, f, s, t) ,
- $A1(f) = \{\dots\}$, s. 70, zależność (4.1.34), zamiast $A1(f) = \{\dots\}$,
- $\tilde{A}1(f) \times tt'(f) \times tt''(f)$, s. 74, w. 5d, zamiast $\tilde{A}1(f) \times tt'(f) \times tt''(f)$,
- $\tilde{A}1((i, k', f, t, z), t'(i, k', f), \tilde{u}((i, k', f, p)))$, s. 75, wzór (4.1.47) oraz wzór (4.1.48) - dwukrotnie, zamiast $\tilde{A}1((i, k', f, t, z), t'(i, k', f), \tilde{u}(i, k', f, p))$,
- $\tilde{A}(i, k', f, t, z), t'(i, k', f), \tilde{u}(i, k', f, p)$, s. 75, w. 3d, zamiast $\tilde{A}((i, k', f, t, z), t'(i, k', f), \tilde{u}(i, k', f, p))$,
- $\tilde{A}(i, k', f, t, z), t'(i, k', f), \tilde{u}(i, k', f, p) ;$, s. 76, w. 11g, zamiast $\tilde{A}((i, k', f, t, z), t'(i, k', f), \tilde{u}(i, k', f, p)) ;$,
- $((\lambda(i, k, f, z, t, t'(i, k, f), u(i, k, f, s)), c1(z)))$, s. 78, w. 4d oraz s. 79, wzór (4.1.61), zamiast $(\lambda(i, k, f, z, t, t'(i, k, f), u(i, k, f, s)), c1(z))$,
- $\zeta1((\lambda(i, k, f, z, t, t'(i, k, f), u(i, k, f, s)), c1(z)))$, s. 78, w. 3d, s. 79, wzór (4.1.61), zamiast $\zeta1(\lambda(i, k, f, z, t, t'(i, k, f), u(i, k, f, s)), c1(z))$,
- $\omega(i, k, f, s, t, t'(i, k, f), u(i, k, f, s)), g(s)$, s. 79, w. 8g, zamiast $(\omega(i, k, f, s, t, t'(i, k, f), u(i, k, f, s)), g(s))$,
- $K3(f) = \{\dots\}$, s. 79, (4.1.36), zamiast $K3(f) = \{\dots\}$,
- $\zeta1((\omega(i, k, f, z, t, t'(i, k, f), u(i, k, f, s)), g(s)) > 0$, s. 79, wzór (4.1.63), zamiast $\zeta1(\omega(i, k, f, z, t, t'(i, k, f), u(i, k, f, s)), g(s)) > 0$,
- $\zeta((\tilde{\omega}(i, k', f, p, t, t'(i, k', f), \tilde{u}(i, k', f, p)), \tilde{c}(p)) > 0$, s. 82, wzór (4.1.72), zamiast $\zeta(\tilde{\omega}(i, k', f, p, t, t'(i, k', f), \tilde{u}(i, k', f, p)), \tilde{c}(p)) > 0$,
- $((\tilde{\omega}(i, k', f, p, t, t'(i, k', f), \tilde{u}(i, k', f, p)), \tilde{c}(p)) \in W2(\tilde{f}) \times \tilde{C}$, s. 82, wzór (4.1.72), zamiast $(\tilde{\omega}(i, k', f, p, t, t'(i, k', f), \tilde{u}(i, k', f, p)), \tilde{c}(p)) \in W2(f) \times \tilde{C}$,
- $((\lambda(i, k', f, z, t, t'(i, k', f), \tilde{u}(i, k', f, p)), \tilde{c}1(z)))$, s. 83, wiersze: 7g, 8g, 14g i 15g (wzór 4.1.74), zamiast $(\lambda(i, k', f, z, t, t'(i, k', f), \tilde{u}(i, k', f, p)), \tilde{c}1(z))$,
- $\tilde{\omega}(i, k', f, p, t, t'(i, k', f), \tilde{u}(i, k', f, p)), \tilde{g}(p)$, s. 83, w. 5d, zamiast $(\tilde{\omega}(i, k', f, p, t, t'(i, k', f), \tilde{u}(i, k', f, p)), \tilde{g}(p))$,

- $\tilde{u}(i, k, f, p)$, s. 83, w. 3d, zamiast $\tilde{u}(i, k', f, p)$,
- $((\tilde{\omega}(i, k', f, \dots)), \tilde{g}(p))$, s. 84, dwukrotnie we wzorze (4.1.76), zamiast $(\tilde{\omega}(i, k', f, \dots)), \tilde{g}(p))$,
- $t'(i, k, f)$, s. 84, wzór (4.1.76), zamiast $t'(i, k', f)$,
- $c1(i, k, f, u(i, k, f, s))$, s. 95, wzór (4.2.27) oraz w. 6g, zamiast $c1(i, k, f, u(i, k, f, s))$,
- $(c1(i, k_1, f, u(\dots)), c1(i, k_2, f, u(\dots)), \dots, c1(i, k_{l(f,k)}, f, u(\dots)) \in C(f)^{l(f,k)}$, s. 95, w. 6d, zamiast $(c1(i, k_1, f, u(\dots)), c1(i, k_2, f, u(\dots)), \dots, c1(i, k_{l(f,k)}, f, u(\dots))) \in C(f)^{l(f,k)}$,
- $[\sum_{p \in P} (\tilde{u}(\dots)) \tilde{c}(p) + \sum_{p \in P} (\tilde{u}(\dots)) \tilde{g}(p) + \dots] dt$, s. 97, w. 7g, zamiast $[\sum_{p \in P} \tilde{u}(\dots) \tilde{c}(p) + \sum_{p \in P} \tilde{u}(\dots) \tilde{g}(p) + \dots] dt$,
- $\sum_{p \in P} (\tilde{u}(i, k', f, p)) \tilde{g}(p)$, s. 97, wzór (4.2.35), zamiast $\sum_{p \in P} \tilde{u}(i, k', f, p) \tilde{g}(p)$,
- $\tilde{c}1(i, k', f, \tilde{u}(i, k', f, p))$, s. 97, wzór (4.2.36) oraz w. 3d, zamiast $\tilde{c}1(i, k', f, \tilde{u}(i, k', f, p))$,
- $(\tilde{c}1(\dots, \tilde{u}(\dots)), \tilde{c}1(\dots, \tilde{u}(\dots)), \dots, \tilde{c}1(\dots, \tilde{u}(\dots)) \in \tilde{C}(f)^{l(f,k)}$, s. 98, w. 6g, zamiast $(\tilde{c}1(\dots, \tilde{u}(\dots)), \tilde{c}1(\dots, \tilde{u}(\dots)), \dots, \tilde{c}1(\dots, \tilde{u}(\dots))) \in \tilde{C}(f)^{l(f,k)}$,
- $\{t'(i, k, f)\} \square$, s. 106, w. 7d, zamiast $\{t'(i, k, f)\}$,
- pozostawione puste miejsca na kolejne ograniczenie (s. 109, w. 6g).

3.4. Ocena fachowej terminologii zastosowanej w rozprawie

W mojej opinii terminologia zastosowana w pracy jest poprawna i dostosowana do specyfiki pracy. Sporadycznie występują jednak niepoprawne sformułowania, do których zaliczyć można:

- „Objętość operacji - to ilość pracy ...” (s. 26, w. 1-3d), ponieważ objętość jest miarą przestrzeni, praca wykonywana w procesie lub projekcie, nawet jeśli związana jest z wykonywaniem przemieszczania materiałów sypkich (np.: ziemia, piasek, kruszywa) nie powinna być wyrażana w ten sposób;
- „wynikający ze zużycia roboczogodzin środków technicznych ...” (s. 79, w. 11g oraz s. 83, w. 2d), roboczogodzina nie jest zasobem lecz jednostką miary (zasobu czasu), zatem konieczne jest bardziej precyzyjne sformułowanie - np. wynikających z pracy środków technicznych w czasie;
- „Optymalizacja planu polega na ... tak, aby wartość przyjętego kryterium była optymalna” (s. 116, w. 11-13d), optymalizacja to wyznaczanie ekstremum funkcji i tak należałoby określić to zjawisko w oznaczonym fragmencie pracy - optymalizacja planu polega na (...) tak, aby wartość przyjętego kryterium osiągnęła ekstremum;
- „Program automatycznie dokonuje obliczeń i wygenerowania zadania optymalizacyjnego.” (s. 119, w. 12d), generowanie zadania optymalizacyjnego dokonuje analityk - w tym przypadku Autor rozprawy, a zatem po przeprowadzeniu obliczeń w programie możliwe jest wygenerowanie ostatecznego rozwiązania dla zbudowanego wcześniej zadania optymalizacyjnego;
- „Program (...) i stosowany jest do rozwiązywania liniowych, nieliniowych i całkowitoliczbowych zadań optymalizacyjnych.” (s. 116, w. 5-7d), pamiętając, że programowanie całkowitoliczbowe jest szczególnym przypadkiem programowania liniowego, trudno zgodzić się z tak przedstawioną klasyfikacją. W takim przypadku należałoby użyć sformułowania - stosowany jest do rozwiązywania liniowych (w tym całkowitoliczbowych) i nieliniowych zadań optymalizacyjnych;
- „Zapis zadania optymalizacyjnego w notacji LINGO” (s. 122, podpis rys. 6.8), jest opisem zbyt ogólnym - na rysunku przedstawiono bowiem zapis funkcji celu zadania optymalizacyjnego i taki też podpis powinien znaleźć się w opisie tego rysunku.

3.5. Ocena elementów graficznych i zestawień tabelarycznych w rozprawie

W ocenianej pracy elementy graficzne, głównie rysunki, występują w rozdz. 3 oraz 6-7. W ogólności zostały one przygotowane starannie i w czytelnej formie, chociaż kilka z nich nie spełnia tych wymogów, w tym występują rysunki o następujących mankamentach:

- nieczytelny zapis - zbyt mała wielkość czcionki: rys. 6.2.2 (s. 118), rys. 6.2.4 - 6.2.5 (s. 120), rys. 6.2.9 (s. 123), rys. 7.1.13 (s. 145);
- zbyt niska rozdzielczość - rys. 6.2.7 (s. 122), rys. 7.1.2 (s. 125) - brak możliwości oceny skali przedsięwzięcia;
- zdeformowany tekst: rys. 6.2.8 (s. 122)⁷, rys. 7.1.8 (s. 139);

⁷ wg Autora rozprawy - rys. 6.8

- brak opisu na rysunku, uniemożliwiający identyfikację kolejności wykonywania operacji, wchodzących w skład procesu - rys. 7.1.3 (s. 128), rys. 7.2.2 (s. 150).

W przypadku zestawień tabelarycznych brak jest jakichkolwiek uwag co do formy ich prezentacji.

3.6. Ocena wykazu bibliograficznego rozprawy

Zapis poszczególnych pozycji bibliograficznych jest w kilku wymiarach niekonsekwentny w stosunku do przyjętego wzorca. W szczególności uwagi dotyczą:

- pominięcia zakresu stron w przypadku artykułów zamieszczonych w czasopismach, dotyczy prac [4, 5, 9, 26, 31, 35, 40, 44, 51, 54, 61, 63, 65, 80, 87, 89, 104-109, 115],
- zastosowania skrótów nazw czasopism, w takich pracach, jak: [54, 63, 115],
- pominięcia nazwy wydawcy publikacji książkowej - dotyczy prac [94, 102, 103, 113],
- pominięcia numeru woluminu lub numeru wydania czasopisma w takich pracach, jak: [35, 87].

Nie wszystkie publikacje zawarte w wykazie bibliograficznym zostały wykorzystane w pracy. Najbardziej jaskrawym przykładem potwierdzającym tę uwagę jest brak odwołania w treści pracy do pełnego zbioru prac Autora. Spośród 5 pozycji bibliograficznych [104-108] dwie, tj. [107, 108] nie zostały przywołane w pracy.

4. PODSUMOWANIE I WNIOSEK KOŃCOWY

Krytyczne uwagi o charakterze merytorycznym, jak i edycyjnym sformułowane w odniesieniu do rozprawy doktorskiej mgr. inż. Sławomira Tkaczyka, znacząco zaburzają odbiór pracy jako dzieła naukowego. Charakter i skala wskazanych błędów nie powinna mieć miejsca na tym etapie rozwoju naukowego, a ich występowanie wskazuje na brak poświęcenia wystarczającej uwagi podczas przygotowania ostatecznej wersji dysertacji.

Oceniając całościowo przedmiotową rozprawę uważam, że zgłoszone uwagi nie powinny przysłonić zasadniczych osiągnięć Autora, do których zaliczyć należy:

- identyfikację i formalizację zapisu procesów technologicznych w zakresie infrastruktury transportowej,
- formalizację zapisu szerokiego spektrum charakterystyk procesów technologicznych realizowanych w zakresie infrastruktury transportowej,
- budowę alternatywnych jednokryterialnych liniowych modeli optymalizacyjnych w zakresie problemu jednoczesnego doboru środków transportu do zadań i ustalania technologii realizacji procesów technologicznych,
- implementację komputerową wybranych modeli optymalizacyjnych.

Teza badawcza, sformułowana przez Autora, została potwierdzona w wyniku realizacji przedmiotowej rozprawy. Autor dokonał formalnego opisu procesów technologicznych, zbudował pakiet modeli optymalizacyjnych, komputerowo zaimplementował wybrane modele, a na rzeczywistym przykładzie zweryfikował poprawność zrealizowanych prac. W takim znaczeniu można uznać, że rozprawa doktorska mgr. inż. Sławomira Tkaczyka stanowi kompletne rozwiązanie postawionego problemu, jakim jest jednoczesny dobór zasobów do zadań w procesie technologicznym i ustalanie technologii realizacji tego procesu. Autor w tym względzie wykazał się biegłością w posługiwaniu się warsztatu badawczego w zakresie modelowania matematycznego.

Reasumując, rozprawa mgr. inż. Sławomira Tkaczyka pt. „Dobór środków transportu do realizacji procesów technologicznych”, wykonana pod kierunkiem prof. dr hab. Tomasza Ambroziaka, spełnia warunki przewidziane w Ustawie z dnia 14 marca 2003r. o stopniach naukowych i tytule naukowym oraz o stopniach i tytule w zakresie sztuki, z późniejszymi zmianami (Dz.U. 2003, Nr 65, poz. 595). Wnioskuje zatem o przyjęcie dzieła przedstawionego do recenzji, jako rozprawy doktorskiej mgr. inż. Sławomira Tkaczyka, kandydata na stopień doktora nauk technicznych w dyscyplinie Transport i dopuszczenie jej do publicznej obrony.

