UNIWERSYTET
EKONOMICZNY
W POZNANIU

Małgorzata Miklas-Kalczyńska

Metody optymalizacji obliczeniowej do rozwiązywania złożonych problemów lokalizacji

(Zbiór powiązanych tematycznie artykułów)

Streszczenie rozprawy doktorskiej

Promotor: dr hab. Krzysztof Węcel, prof. UEP

Tytuł oryginalny: Computational Optimization for Solving Complex Location Problems

Poznań 2024

Wstęp

Decyzje dotyczące lokalizacji odgrywają ważną rolę w sferze zarządzania strategicznego zarówno dla organizacji sektora prywatnego, jak i publicznego. Strategiczny charakter decyzji lokalizacyjnych niesie ze sobą długofalowe konsekwencje, a co za tym idzie, wiąże się z większą niepewnością i znaczną presją związaną z potrzebą jak najdokładniejszego przeanalizowania tego typu decyzji. Teoria lokalizacji, zwana również nauką o lokalizacji przedsiębiorstw, zajmuje się znalezieniem optymalnej lokalizacji przedsiębiorstwa lub jego oddziałów. Jest ważnym elementem wspierającym proces decyzyjny w takich obszarach jak zarządzanie łańcuchem dostaw, otwieranie nowych oddziałów czy ekspansja na nowy rynek. Dobra lokalizacja umożliwia firmom osiągnięcie i utrzymanie trwałej przewagi konkurencyjnej poprzez ułatwiony dostęp do niezbędnych zasobów surowcowych i osobowych oraz bliskość kluczowych rynków zbytu. Prowadzi to z kolei do redukcji kosztów oraz uzyskania lepszej elastyczności i możliwości szybszego reagowania na zmiany otoczenia. Dobra lokalizacja może być motorem innowacji i dobrego spozycjonowania marki. W zarządzaniu operacyjnym lokalizacja jest istotnym czynnikiem redukcji kosztów transportu i dbania o prężność łańcucha dostaw.

Teoria lokalizacji dostarcza wartościowe narzędzia, umożliwiające maksymalizację zysków i redukujące ryzyko kosztów związanych z koniecznością zmian. Zaliczana jest do dziedziny nauk o zarządzaniu i jakości. W nauce światowej mieści się w obszarze badań operacyjnych, których głównym zadaniem jest wspieranie procesu podejmowania decyzji przy wykorzystaniu narzędzi naukowych. Obszar ten ma swoje początki w klasycznym nurcie naukowego zarządzania i w dzisiejszym dynamicznym, nasyconym danymi świecie biznesu niejednokrotnie okazuje się kluczowy. Przewagę konkurencyjną mogą zbudować te firmy, które potrafią szybciej wydobyć z danych właściwą informację. Przedsiębiorstwa konkurują dziś często na najbardziej zaawansowanym poziomie analizy danych, zwanym analityką preskryptywną. Dostarcza ona zaawansowane narzędzia i techniki do wyznaczenia najkorzystniejszych rozwiązań, przy jednoczesnej dogłębnej analizie ograniczeń, możliwości oraz kontroli ryzyka. Tego typu metody zarządzania, przyjmowane przez organizacje na każdym szczeblu, są z natury ilościowe i charakteryzują się wysokim stopniem złożoności. Z tego względu, aby w ogóle możliwa była ich implementacja i wyciągnięcie pożytecznych wniosków zarządczych, rozwiązania matematyczne są upraszczane. Takie podejście z kolei skutkuje niejednokrotnie wynikami, które są mało przydatne w procesie podejmowania decyzji. Problemy lokalizacyjne nie są tu wyjątkiem.

Celem niniejszej rozprawy doktorskiej jest zaproponowanie nowych rozwiązań, które redukują wyżej wspomniane ograniczenia. Nowe metody zaprezentowane są w formie zbioru powiązanych tematycznie artykułów naukowych. Zadania optymalizacyjne w zakresie teorii lokalizacji, którym poświęcona jest niniejsza rozprawa, mogą charakteryzować się rozmaitymi kryteriami optymalizacji, a także zakładać różnorodne ograniczenia, w zależności od celów przedsiębiorstwa. Ważnym aspektem łączącym tego rodzaju problemy optymalizacyjne jest ich wysoka złożoność obliczeniowa. Z tego względu stanowią one znaczne wyzwanie w kontekście podej-

mowania decyzji zarządczych. Nieliniowe, niewypukłe funkcje celów i warunki ograniczające powodują, że otrzymanie przydatnych w praktyce rozwiązań jest niezwykle trudne. Brakuje zatem metod optymalizacji obliczeniowej, które umożliwiłyby rozwiązanie nieuproszczonych, czyli nieliniowych, niewypukłych zadań optymalizacyjnych w zakresie lokalizacji, co stanowi lukę badawczą zidentyfikowaną w niniejszej rozprawie doktorskiej. W pracy proponowane jest zamknięcie tejże luki poprzez opracowanie nowych metod wykorzystujących najnowsze osiągnięcia naukowe w zakresie technik rozwiązywania problemów optymalizacyjnych, używających najnowszych narzędzi optymalizacyjnych oraz zaawansowanych systemów komputerowych o dużych mocach obliczeniowych.

Artykuły naukowe wchodzące w skład dysertacji opublikowane zostały w wysoko punktowanych czasopismach naukowych, sklasyfikowanych w dziedzinie nauk o zarządzaniu i jakości:

1. Kalczynski, P., Miklas-Kalczynska, M. (2019) *A decentralized solution to the car pooling problem*, International Journal of Sustainable Transportation, Taylor & Francis, 13(2), pp. 81–92, https://doi.org/10.1080/15568318.2018.1440674
   [70 punktów w wykazie czasopism naukowych Ministra Nauki]

2. Miklas-Kalczynska, M., Kalczynski, P. (2021) *Self-organized Carpools with Meeting Points*, International Journal of Sustainable Transportation, Taylor & Francis, 15(2), pp. 140-151, https://doi.org/10.1080/15568318.2019.1711468
   [70 punktów w wykazie czasopism naukowych Ministra Nauki]

3. Miklas-Kalczynska, M., Kalczynski, P. (2024) *Multiple Obnoxious Facility Location - the Case of Protected Areas*, Computational Management Science, Springer Nature, 21(1), p. 23, https://doi.org/10.1007/s10287-024-00503-4
   [70 punktów w wykazie czasopism naukowych Ministra Nauki]

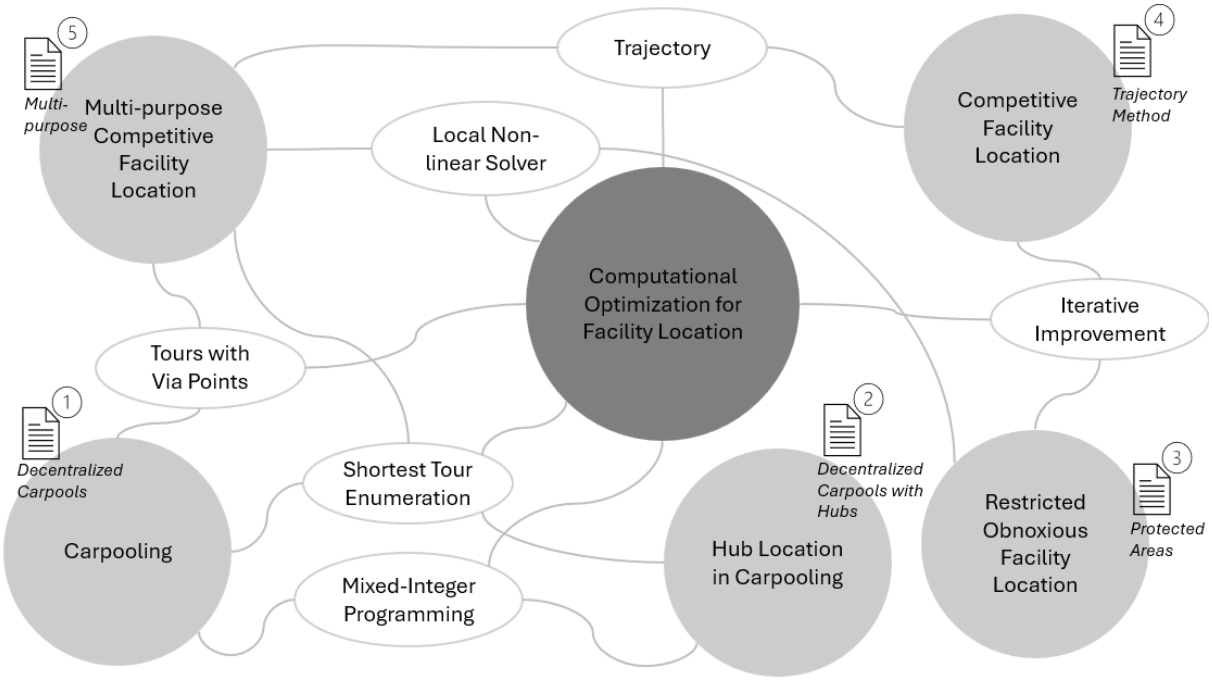
4. Drezner Z., Miklas-Kalczynska, M. (2023), *Solving non-linear optimization problems by a trajectory approach*, IMA Journal of Management Mathematics, Oxford University Press, 35(3), pp. 537–555, https://doi.org/10.1093/imaman/dpad011
   [40 punktów w wykazie czasopism naukowych Ministra Nauki]

5. Miklas-Kalczynska, M. (2024) *Extensions to Competitive Facility Location with Multi-purpose Trips*, Networks and Spatial Economics, Springer Nature, 24, pp. 565-588, https://doi.org/DOI:10.1007/s11067-024-09625-3
   [100 punktów w wykazie czasopism naukowych Ministra Nauki]

Cztery z powyższych artykułów stworzone zostały przy współpracy z pojedynczym współautorem, przy znaczącym wkładzie kandydatki. Ostatnia publikacja jest w pełni jej autorstwa.

Artykuły wchodzące w skład rozprawy powiązane są nie tylko pod względem spajającej je sfery badawczej (tj. teorii lokalizacji), lecz również poprzez typ proponowanych metod, będących odpowiedzią na ograniczenia istniejących technik rozwiązywania problemów optymaliza-

cyjnych wspomagających decyzje zarządcze. Poniższy graf obrazuje wielorakie połączenia istniejące pomiędzy artykułami.



Centralnym elementem tego grafu jest optymalizacja obliczeniowa w teorii lokalizacji (Computational Optimization for Facility Location). Stanowi ona spinającą, nadrzędną metodę, w której skład wchodzą wszystkie poszczególne obszary zainteresowań, oznaczone jaśniejszymi kolorami. Są to: carpooling, organizacja punktów spotkań w ramach carpoolingu (hub location in carpooling), lokalizacja obiektów uciążliwych (obnoxious facility location), lokalizacja jednostek konkurencyjnych (competitive facility location) oraz lokalizacja jednostek konkurencyjnych w ramach podróży o wielu celach (multi-purpose competitive facility location). W zakresie carpoolingu optymalizacja obliczeniowa umożliwiła rozwiązanie problemu nieliniowego, obejmującego również punkty spotkań (artykuły 1 i 2). W zakresie teorii lokalizacji jednostek uciążliwych pozwoliła na dokładniejszą reprezentację obszarów chronionych (artykuł 3). Optymalizacja obliczeniowa umożliwiła również opracowanie metody zastosowania techniki trajektorii jako wygodnego narzędzia do rozwiązywania problemów decyzyjnych z różniczkowalną funkcją celu, nie posiadających warunków ograniczających (artykuł 4). W zakresie lokalizacji jednostek konkurencyjnych optymalizacja obliczeniowa umożliwiła rozmieszczenie oddziałów przedsiębiorstwa przy założeniu, że konsumenci podczas podróży realizują wiele celów (artykuł 5).

Techniki wykorzystane do osiągnięcia celów badawczych, przedstawione na grafie w owalach, ściśle łączą artykuły, tworząc zwartą strukturę. Są to: technika trajektorii (trajectory), solwer nieliniowy, nie gwarantujący globalnego optimum (local non-linear solver), metoda iteracyjna (iterative improvement), trasy z punktami pośrednimi (tours with via points), enumeracja najkrótszych tras (shortest tour enumeration), metody programowania mieszanego całkowitoliczbowego (mixed-integer programming).

Przedmiot badań i cele badawcze

Pierwszym obszarem zainteresowania niniejszej rozprawy (artykuły 1 i 2) jest zagadnienie carpoolingu. Termin ten oznacza organizowanie przez jednostki indywidualne wspólnego transportu w celu zredukowania szeroko pojętych kosztów regularnych dojazdów do wspólnego celu. Umowy mają charakter długofalowy. Są też często promowane i wspierane przez zatrudniających w kontekście dojazdów pracowniczych. Celem badawczym obu publikacji jest zdecentralizowane rozwiązanie problemu carpoolingu. Artykuły analizują zalety tej metody w porównaniu z dominującą metodą scentralizowaną, której wadą jest powszechnie występujące niskie zainteresowanie carpoolingiem, pomimo globalnych wysiłków mających na celu obniżenie emisji spalin oraz redukcję zakorkowania ulic.

Kolejnym obszarem zainteresowań (artykuł 3) jest lokalizacja obiektów uciążliwych, takich jak wysypiska śmieci, elektrownie, fabryki czy lotniska. Są one niedogodne lub wręcz niepożądane w pobliżu osiedli lub obiektów rekreacyjnych, a jednocześnie niezbędne do funkcjonowania społeczeństwa. Wiążą się zwykle z emisją pewnego rodzaju zanieczyszczeń, dlatego ich umiejscowienie jest problematyczne. Cel badawczy, zainspirowany przez ograniczenia istniejących rozwiązań, to znalezienie lepszej metody lokalizacji obiektów uciążliwych w kontekście istnienia obszarów chronionych, takich jak parki narodowe czy tereny rekreacyjne. Dotychczasowe metody nie umożliwiały bowiem wzięcia pod uwagę rzeczywistych granic takich obszarów, ze względu na nieregularny i niewypukły kształt wielokątów przedstawiających je na powierzchni. Prowadzi to do niepraktycznych rozwiązań, lokujących obiekty w sposób naruszający istniejące regulacje lub powodujący niezadowolenie społeczne, a co za tym idzie, pogarszające wizerunek organizacji.

Kolejny obszar badań dotyczy metody trajektorii (artykuł 4), pozwalającej na rozwiązywanie złożonych nieliniowych problemów optymalizacyjnych nie posiadających ograniczeń, które charakteryzują się różniczkowalnymi funkcjami celu. Prace badawcze skupiają się na znalezieniu nowych modeli umożliwiających dogodne zastosowanie techniki trajektorii w teorii lokalizacji, jak również do innych obszarów, przy użyciu najnowszych osiągnięć w zakresie optymalizacji obliczeniowej. Modele te mają na celu ułatwienie i przyspieszenie procesu decyzyjnego, ograniczając skalę zaangażowanych zasobów.

Ostatnim obszarem badań niniejszej rozprawy jest lokalizacja jednostek konkurencyjnych w ramach podróży konsumentów o wielu celach (artykuł 5). Cel badawczy to zamodelowanie problemu poszukiwania optymalnej lokalizacji oddziałów przedsiębiorstwa, która pozwala na maksymalizację udziału w rynku w obliczu istniejącej konkurencji. Uwzględniane jest tu dodatkowe założenie, że podczas pojedynczego wyjazdu na zakupy klienci mogą odwiedzać wiele lokalizacji w celu nabycia dóbr lub usług niekonkurencyjnych. Uwzględnienie możliwości podróży o wielu celach dodaje kolejny wymiar do problemu optymalizacyjnego, zwiększając jego złożoność. Z tego względu istniejące dotąd modele ograniczają liczbę przystanków do dwóch. Przedstawiona w rozprawie metoda niweluje te ograniczenia.

Luki i pytania badawcze

Pierwsza luka badawcza polega na braku technik organizacyjnych w zakresie carpoolingu, które optymalizowałyby korzyści dla indywidualnych uczestników. Istniejące metody skupiają się na celach ogólnosystemowych, takich jak ograniczenie emisji spalin czy zmniejszeniu natężenia ruchu drogowego. To z kolei prowadzi do niskiego zainteresowania carpoolingiem. Konieczność oferowania dodatkowych zachęt dla dojeżdżających do korzystania z carpoolingu generuje dodatkowe koszty i niejednokrotnie nie przynosi oczekiwanych rezultatów.

Z powyższym powiązana jest druga luka badawcza, która wynika z ograniczonej liczby modeli carpoolingu uwzględniających punkty spotkań. Co więcej, brak jest takiego typu modeli, które oferowałyby podejście zdecentralizowane.Brak punktów spotkań zawęża grupy osób chętnych do wspólnego podróżowania ze względu na konieczność zbytniego nadłożenia trasy.

Trzecia luka badawcza wynika z powszechnie stosowanego uproszczenia w reprezentacji obszarów chronionych w modelach optymalizacyjnych zajmujących się lokalizacją obiektów uciążliwych. Sposoby przedstawiania tych obszarów na płaszczyźnie, dominujące w istniejących modelach, sprowadzają się do reprezentacji punktowej, bądź przy użyciu najprostszych geometrycznych figur wypukłych. Stosowanie modeli z tak ograniczoną reprezentacją obszarów chronionych może prowadzić do rozwiązań umieszczających obiekty uciążliwe na granicy lub wewnątrz rzeczywistych obszarów chronionych, co z kolei może prowadzić do naruszenia przepisów lub wywoływać niezadowolenie społeczne.

Czwarta luka badawcza związana jest z ograniczeniami istniejących narzędzi decyzyjnych (solwerów lokalnych) przy rozwiązywaniu złożonych nieliniowych problemów optymalizacyjnych bez warunków ograniczających. W przypadku tego typu problemów solwery lokalne nie gwarantują znalezienia globalnego optimum ze względu na możliwość występowania wielu rozwiązań lokalnie optymalnych. Dodatkowo praktyczne stosowanie solwera lokalnego w procesie decyzyjnym nastręcza wielu trudności, takich jak potrzeba odpowiedniej parametryzacji, kwestia użycia wielu rozwiązań startowych oraz dysponowanie znacznymi zasobami obliczeniowymi.

Piąta luka badawcza wynika z ograniczeń istniejących modeli lokalizacji jednostek konkurencyjnych w kontekście wyjazdów zakupowych o wielu celach. Ograniczenia te polegają na uwzględnieniu maksymalnie dwóch celów. Decyzje strategiczne dotyczące umiejscowienia nowych oddziałów przedsiębiorstwa w środowisku konkurencyjnym mają duże znaczenie. Używanie modeli, które nie w pełni odzwierciedlają zachowanie konsumentów, może nieść długofalowe konsekwencje w postaci ograniczenia udziału w rynku.

Pytania badawcze niniejszej rozprawy doktorskiej sformułowane są następująco:

1. Jak przenieść nacisk z celów globalnych organizatorów systemów carpoolingowych na cele indywidualne uczestników carpoolingu i czy wpłynie to na skłonność do uczestnictwa w carpoolingu?

2. Jak poprawić skuteczność modeli optymalizacyjnych w obszarze lokalizacji obiektów uciążliwych w kontekście istnienia obszarów chronionych?

3. Jak obejść ograniczenia istniejących solwerów lokalnych przy rozwiązywaniu nieliniowych problemów lokalizacyjnych bez ograniczeń, posiadających różniczkowalne funkcje celu?

4. Jak ulokować nowe oddziały przedsiębiorstwa w celu osiągnięcia maksymalnego udziału w rynku, przy uwzględnieniu możliwości podróży konsumentów o wielu celach?

Metody badawcze i dane

Metody badawcze wykorzystane w niniejszej rozprawie doktorskiej zawierają się w sferze technik optymalizacji obliczeniowej. Polegają one na modelowaniu w celu przedstawienia problemu decyzyjnego w formie równań. Polegają one także na symulacji, czyli wielokrotnym uruchamianiu obliczeń w celu znalezienia odpowiedzi na problemy zarządcze. Kolejne metody to opracowanie danych na potrzeby eksperymentów, zarówno rzeczywistych, jak i symulowanych, a także analiza literatury oraz analiza przypadków (carpooling w południowej Kalifornii, parki narodowe w Kolorado, galerie handlowe w hrabstwie Orange w południowej Kalifornii).

W celu znalezienia odpowiedzi na powyższe pytania badawcze, przeprowadzone zostały obszerne eksperymenty obliczeniowe. Wykorzystane dane pochodziły zarówno ze świata rzeczywistego, jak i z wygenerowanych losowo instancji poszczególnych problemów decyzyjnych.

Wyniki

Badania przeprowadzone w artykułach wchodzących w skład niniejszej rozprawy dostarczyły ciekawych wyników i cennych spostrzeżeń w odpowiedzi na pytania badawcze. Umożliwiły one zamknięcie poszczególnych luk badawczych, a także zainspirowały dalsze kierunki badań, zarówno prowadzonych przez kandydatkę, jak i przez innych naukowców. Niektóre z nich zaowocowały już teraz nowymi publikacjami.

Wyniki uzyskane w toku badań zawartych w poszczególnych artykułach są następujące:

- Zdecentralizowany carpooling z opcją punktów spotkań wpływa na zwiększenie uczestnictwa w systemie (tzn. większy odsetek interesariuszy korzysta z carpoolingu).

- Metoda iteracyjna oraz reprezentacja obszarów chronionych w postaci wielokątów, również niewypukłych, poprawia skuteczność modeli optymalizacyjnych w sferze lokalizacji obiektów uciążliwych.

- Metoda trajektorii może służyć do rozwiązania złożonych problemów optymalizacyjnych w dziedzinie lokalizacji.

- Model lokalizacji konkurencyjnej, uwzględniający możliwość podróży konsumenckich o wielu celach, pozwala na zwiększenie udziału w rynku.

Wkład pracy

Przeprowadzone badania przedstawione w artykułach wchodzących w skład niniejszej rozprawy doktorskiej odnoszą się do wsparcia procesu podejmowania decyzji i stanowią wkład do nauk o zarządzaniu i jakości. Poniżej zostały opisane poszczególne osiągnięcia.

Zdecentralizowany model carpoolingu wprowadzony w artykule 1. i wzbogacony o punkty spotkań w artykule 2. umożliwia samoorganizację uczestników systemu, prowadzącą do optymalizacji spełnienia indywidualnych oczekiwań. Osiągnięty dzięki temu wzrost popularności carpoolingu pociąga ze sobą znaczne korzyści dla jednostek gospodarczych zainteresowanych promowaniem tej metody transportu. W sektorze prywatnym nowy model umożliwia firmom poprawę wydajności i nastrojów pracowniczych, redukcję kosztów parkingów oraz oszczędności z tytułu wypełnienia norm zagospodarowania przestrzennego i emisji spalin. Pozwala również na skorzystanie z zachęt podatkowych. Dodatkowo przedsiębiorstwom w sferze publicznej pozwala na osiągnięcie szerszych celów społecznych, takich jak ograniczenie zatorów komunikacyjnych czy redukcja emisji spalin.

Nowe rozwiązanie optymalizacyjne przedstawione w artykule 3. pozwala na dokładniejsze zamodelowanie rzeczywistych (nieregularnych i niewypukłych) granic obszarów chronionych w przypadku lokowania obiektów uciążliwych. Tak ulepszone modele prowadzić mogą do korzystniejszego umiejscowienia niepożądanych obiektów, takich jak wysypiska śmieci, wieże telefonii komórkowej, elektrownie wiatrowe, fabryki, a nawet szpitale czy lotniska. Niewłaściwe decyzje w przypadku lokowania tego typu obiektów mogą powodować poważne konsekwencje dla firm operujących zarówno w sektorze publicznym, jaki i prywatnym. Społeczna odpowiedzialność biznesu ma bowiem w takich przypadkach duże znaczenie, a trudne do naprawienia błędy lokalizacyjne prowadzić mogą do naruszenia obowiązujących przepisów lub nadszarpnąć wizerunek firmy.

Nowa metoda zaproponowana w artykule 4., umożliwiająca zastosowanie techniki trajektorii do znalezienia rozwiązania złożonego problemu optymalizacyjnego, zilustrowana jest rozwiązaniami konkretnych problemów z zakresu teorii optymalizacji. Umożliwia ona znalezienie zadowalającego rozwiązania końcowego lub też dobrego rozwiązania startowego dla innych metod. Zastosowania tej metody wykraczają poza teorię lokalizacji. Może ona wspomóc proces podejmowania decyzji w przypadku wielu nieograniczonych problemów z różniczkowalnymi funkcjami celu. Ponieważ jest to metoda czysto analityczna, jej dodatkową zaletą w niektórych przypadkach jest możliwość implementacji za pomocą zwykłego arkusza kalkulacyjnego, bez konieczności zastosowania kosztownych solwerów komercyjnych.

Model lokalizacji konkurencyjnej przedstawiony w artykule 5. uwzględnia zachowanie konsumenta, który potencjalnie może odwiedzić wiele różnych lokalizacji w celu zakupienia wa-

chlarza niekonkurencyjnych dóbr lub usług. Będąc w posiadaniu tak wzbogaconej informacji o rynku, firma może podjąć właściwe decyzje strategiczne w zakresie rozmieszczenia swoich oddziałów. W konsekwencji, jest ona w stanie zmaksymalizować swój udział w rynku i uzyskać przewagę konkurencją.

Podsumowanie

Zbiór powiązanych tematycznie artykułów stanowiący niniejszą rozprawę doktorską dostarcza oryginalne rozwiązania zaprezentowanych problemów z dziedziny teorii lokalizacji. Owe rozwiązania, pozyskane poprzez zastosowanie nowoczesnych metod, technik i technologii optymalizacji obliczeniowej, zamykają związane z nimi luki badawcze oraz mają znaczący wkład w dziedzinę teorii lokalizacji, a przede wszystkim mają istotne znaczenie dla dziedziny nauk o zarządzaniu i jakości, w których metody obliczeniowe wciąż zyskują na znaczeniu.

Poniższa tabela obrazuje związki pojęciowe i metodyczne pomiędzy artykułami. Pokazuje ona również wyciągnięte na ich podstawie wnioski, stanowiące wartość dodaną w sferze zarządzania.

Każdy z załączonych artykułów otwiera nowe obszary badawcze i stanowi inspirację do dalszych badań, co potwierdzają cytowania w rozmaitych publikacjach naukowych. Wyniki badań załączonych artykułów dostarczają również wartościowych spostrzeżeń praktycznych, mających zastosowanie w planowaniu strategicznym przedsiębiorstwa. Najnowsze trendy sugerują, że lokalizacja firmy może stać się jednym z kluczowych aspektów strategii korporacyjnej. Ogólnoświatowe tendencje zmierzające w stronę efektywności dynamicznej, a także nieustannie rosnące znaczenie gospodarki opartej na wiedzy, wskazują na to, iż w najbliższych latach decyzje lokalizacyjne będą jeszcze ważniejsze, a metody optymalizacji obliczeniowej będą w tym zakresie niezbędne.

Obszary zainteresowań	Wnioski zarządcze	Metody i techniki					
		Optymalizacja obliczeniowa w teorii lokalizacji					
		Trasy z punktami pośrednimi	Enumeracja najkrótszych tras	Programowanie mieszane całkowitoliczbowe	Nieliniowy solwer lokalny	Trajektoria	Metoda iteracyjna
Carpooling	Wsparcie planowania strategii carpoolingowej dla pracowników : - polepszenie produktywności i nastrojów pracowniczych - oszczędności finansowe i podatkowe (incentywy) - spełnianie norm zagospodarowania przestrzennego i emisji spalin - redukcja kosztów parkingów pracowniczych	X	X	X			
Punkty spotkań w carpooling			X	X			
Lokalizacja obiektów uciążliwych z ograniczeniami	Wsparcie decyzji na poziomie taktycznym i operacyjnym w kontekście obiektów uciążliwych: - spełnianie lokalnych norm i regulacji - utrzymywanie dobrych *public relations*				X		X
Lokalizacja jednostek konkurencyjnych	Wsparcie decyzji strategicznych w kontekście jednostek konkurencyjnych: - pomoc w analizie potencjału nowej lokalizacji - obiektywna analiza rozszerzająca badanie rynku oparte na intuicji i doświadczeniu oraz wizyty terenowe					X	X
Lokalizacja jednostek konkurencyjnych w ramach wielocelowych podróży konsumenckich		X	X		X	X	