

# PRACE NAUKOWE

Uniwersytetu Ekonomicznego we Wrocławiu

# RESEARCH PAPERS

of Wrocław University of Economics

Nr 383

## **Ekonomiczne, społeczne i środowiskowe uwarunkowania logistyki**

Redaktorzy naukow  
Jarosław Witkowski  
Agnieszka Skowrońska



Wydawnictwo Uniwersytetu Ekonomicznego we Wrocławiu  
Wrocław 2015

Redaktor Wydawnictwa: Elżbieta Kożuchowska

Redakcja techniczna: Barbara Łopusiewicz

Korekta: Barbara Cibis

Łamanie: Adam Dębski

Projekt okładki: Beata Dębska

Informacje o naborze artykułów i zasadach recenzowania  
znajdują się na stronie internetowej Wydawnictwa  
[www.pracnaukowe.ue.wroc.pl](http://www.pracnaukowe.ue.wroc.pl)  
[www.wydawnictwo.ue.wroc.pl](http://www.wydawnictwo.ue.wroc.pl)

Kopiowanie i powielanie w jakiegokolwiek formie  
wymaga pisemnej zgody Wydawcy

© Copyright by Uniwersytet Ekonomiczny we Wrocławiu  
Wrocław 2015

**ISSN 1899-3192**

**e-ISSN 2392-0041**

**ISBN 978-83-7695-487-5**

Wersja pierwotna: publikacja drukowana

Zamówienia na opublikowane prace należy składać na adres:  
Wydawnictwo Uniwersytetu Ekonomicznego we Wrocławiu  
tel./fax 71 36 80 602; e-mail:[econbook@ue.wroc.pl](mailto:econbook@ue.wroc.pl)  
[www.ksiegarnia.ue.wroc.pl](http://www.ksiegarnia.ue.wroc.pl)

Druk i oprawa: EXPOL

## Spis treści

Wstęp.....	9
------------	---

---

### Część 1. Logistyka miejska i usługi logistyczne w sektorze usług publicznych w warunkach ograniczeń budżetowych

---

<b>Grażyna Chaberek-Karwacka:</b> Teoretyczne kryteria kształtowania logistyki ostatniej mili i realne możliwości ich wykorzystania na obszarze największych aglomeracji w Polsce .....	13
<b>Marzenna Cichosz:</b> Innowacje w logistyce miejskiej – zrównoważony transport publiczny .....	26
<b>Stanisław Iwan:</b> Zarządzanie miejskim transportem towarowym w kontekście budowania konsensusu pomiędzy zróżnicowanymi oczekiwaniami jego interesariuszy .....	40
<b>Sabina Kauf:</b> Zarządzanie łańcuchem dostaw w sektorze publicznym.....	50
<b>Maja Kiba-Janiak:</b> Projekty logistyki miejskiej w warunkach ograniczeń budżetowych.....	60
<b>Tomasz Kołakowski:</b> Skuteczne i efektywne wdrażanie rozwiązań projektowych w zakresie logistyki miejskiej – wybrane zagadnienia .....	74
<b>Kinga Kijewska:</b> Rola menedżera logistyki miejskiej w usprawnianiu organizacji przewozów towarowych w miastach .....	87
<b>Krzysztof Lewandowski:</b> Propozycja redukcji kosztów w realizacji dostaw w centrum miasta na przykładzie Jeleniej Góry .....	95
<b>Katarzyna Nowicka:</b> Innowacje w logistyce miejskiej – ITS jako usługa.....	108
<b>Barbara Ocicka:</b> Perspektywy rozwoju potencjału logistycznego regionu łódzkiego .....	121
<b>Bohdan Pac:</b> Istota zarządzania zabezpieczeniem logistycznym w sytuacjach kryzysowych i stanach nadzwyczajnych.....	132
<b>Aneta Pluta-Zaremba:</b> Innowacje w logistyce miejskiej – zrównoważony transport towarów .....	154
<b>Jacek Szoltysek, Rafał Otręba:</b> Wieloaspektowa analiza czynników kształtujących poczucie jakości życia w mieście – jako przesłanka tworzenia polityki logistycznej miasta.....	166
<b>Jacek Szoltysek, Sebastian Twaróg:</b> Outsourcing obsługi logistycznej szpitali w warunkach kryzysu .....	187
<b>Rajmund Żuryński:</b> Perspektywa zarządzania projektami logistycznymi w organizacji masowych imprez sportowych w sytuacjach kryzysowych .....	200

---

## Część 2. Zrównoważone łańcuchy dostaw i zielona logistyka w sytuacjach kryzysowych

---

<b>Monika Bąk-Sokołowska:</b> Znaczenie zrównoważonej logistyki w redukcji kosztów i poprawie jakości obsługi na przykładzie wybranych firm.....	217
<b>Anna Baraniecka:</b> Rozwój ekologicznych łańcuchów dostaw jako skutek kryzysów: ekonomicznego i środowiskowego .....	235
<b>Sławomir Drożdziejki:</b> Działania Unii Europejskiej zmierzające do implementacji dyrektywy antysiarkowej II w portach morskich.....	249
<b>Agata Mesjasz-Lech:</b> Kryteria optymalizacji przepływów zwrotnych w zielonych łańcuchach dostaw.....	266
<b>Adam Sadowski, Katarzyna Michniewska:</b> Logistyka w usługach publicznych. Analiza wartości rynku surowców wtórnych.....	280
<b>Blanka Tundys:</b> Zielony łańcuch dostaw w gospodarce o okrężnym obiegu – założenia, relacje, implikacje.....	288
<b>Krzysztof Witkowski:</b> Aspekt logistyki zwrotów i recyklingu tworzyw sztucznych .....	302

## Summaries

---

### Part 1. City logistics and logistic services in the public service sector in the conditions of budgetary constraints

---

<b>Grażyna Chaberek-Karwacka:</b> Theoretical criteria for shaping the last mile logistics and real possibilities of their use in the area of the largest Polish agglomerations.....	25
<b>Marzenna Cichosz:</b> Innovations in urban logistics – sustainable public transport.....	39
<b>Stanisław Iwan:</b> Urban freight transport management in the context of consensus building between different stakeholders expectations .....	49
<b>Sabina Kauf:</b> Supply chain management in the public sector .....	59
<b>Maja Kiba-Janiak:</b> City logistics projects under budget restrictions.....	73
<b>Tomasz Kołakowski:</b> Effective and efficient implementation of project solutions in the field of city logistics – selected issues.....	86
<b>Kinga Kijewska:</b> The role of City Logistics Manager in the improvement of freight transport organization in cities .....	94
<b>Krzysztof Lewandowski:</b> The proposition of mutual reduction of delivery cost in the city center on the example of Jelenia Góra .....	107
<b>Katarzyna Nowicka:</b> Innovations in city logistics – ITS as a service.....	120

<b>Barbara Ocicka:</b> The development perspectives for logistics potential of Łódź region.....	131
<b>Bohdan Pac:</b> The role of logistic support management in the crisis and extreme situations.....	153
<b>Aneta Pluta-Zaremba:</b> Innovations in the city logistics focused on sustainable transport of goods.....	165
<b>Jacek Szoltysek, Rafał Otręba:</b> Multi-aspect analysis of factors that affect a sense of quality of life in a city – as a premise for elaborating a city logistic policy .....	186
<b>Jacek Szoltysek, Sebastian Twaróg:</b> Outsourcing of logistics services in hospitals in the conditions of crisis.....	198
<b>Rajmund Żuryński:</b> Logistics projects management – mass, sporting events in crisis situations .....	214

---

## **Part 2. Sustainable supply chains and the green logistics in crisis situations**

---

<b>Monika Bąk-Sokolowska:</b> The importance of sustainable logistics in the reduction of costs and in the improvement of quality of service based on selected companies .....	234
<b>Anna Baraniecka:</b> The development of eco-logistic supply chains as the result of economic and environmental crises .....	248
<b>Sławomir Drożdziejki:</b> European Union political activity aimed at the implementation of anti sulphur directive II in sea ports .....	265
<b>Agata Mesjasz-Lech:</b> Reverse flows optimization criteria for green supply chains.....	279
<b>Adam Sadowski, Katarzyna Michniewska:</b> Logistics in public services. Secondary raw material market value analysis .....	287
<b>Blanka Tundys:</b> Green supply chain in circular economy – assumptions, relations, implications.....	301
<b>Krzysztof Witkowski:</b> The aspect of reverse logistics and recycling of plastics .....	317

**Maja Kiba-Janiak**

Uniwersytet Ekonomiczny we Wrocławiu  
e-mail: maja.kiba-janiak@ue.wroc.pl

---

## PROJEKTY LOGISTYKI MIEJSKIEJ W WARUNKACH OGRANICZEŃ BUDŻETOWYCH

---

**Streszczenie:** W ostatnich dziesięciu latach w Polsce zauważalny jest znaczny wzrost transportu indywidualnego i towarowego w mieście. Sytuacja ta przyczynia się do degradacji środowiska w mieście, a co za tym idzie obniżenia jakości życia mieszkańców. Samorządy lokalne, których celem jest między innymi poprawa jakości życia mieszkańców, podejmują coraz więcej działań zmierzających do usprawnienia organizacji ruchu samochodów osobowych i ciężarowych w mieście. Podejmowane są różnego rodzaju przedsięwzięcia: od tych najprostszych i najtańszych, związanych z reorganizacją ruchu, tworzeniem stref ograniczonego dostępu, a kończąc na rozwiązaniach opartych na zaawansowanych i kosztownych technologiach. Celem artykułu jest próba aplikacji metody ELECTRE III/IV w celu dokonania rankingu polskich miast na prawach powiatu pod względem ich aktywności w obszarze realizacji projektów logistycznych z uwzględnieniem czynników ekonomicznych wynikających z ograniczeń budżetowych oraz wybranych wskaźników odnoszących się do ochrony środowiska, przepływów osób i ładunków w mieście. W uzyskanym w trakcie badań rankingu najwyższą pozycję zajęły miasta takie jak: Warszawa, Toruń i Gdańsk.

**Słowa kluczowe:** logistyka miejska, projekty logistyki miejskiej, ELECTRE III/IV.

DOI: 10.15611/pn.2015.383.05

### 1. Wstęp

W literaturze przedmiotu nadal nie ma do końca zgody co do zakresu definiowania logistyki miejskiej. Twórcy tego pojęcia, tacy jak Taniguchi, Thompson i Yamada [2003], utożsamiają logistykę miejską głównie z koordynacją przepływów towarowych w obrębie miasta. Podejście to potwierdzają również w dużej mierze projekty europejskie na rzecz logistyki miejskiej (Bestufs, Sugar, C-liege, Enclouse, Trailblazer, Grass), które obejmują swym zakresem głównie transport towarowy w mieście [Kiba-Janiak, Witkowski (red.) 2014]. Niemniej jednak coraz częściej spotkać można definicje logistyki miejskiej uwzględniające zarówno przepływy ładunków, jak i osób w mieście [Szołtysek 2005; Szymczak 2008; Kiba-Janiak, Witkowski (red.) 2014]. Podejście to wynika z konsekwencji, jakie niesie za sobą dynamicznie rozwi-

jający się transport indywidualny z wykorzystaniem samochodów osobowych. Można zatem przyjąć, iż logistyka miejska obejmuje planowanie, wdrażanie, koordynację i kontrolę procesów związanych z przemieszczaniem osób, ładunków i informacji z nimi związanych na obszarach zurbanizowanych w celu obniżenia kosztów i podniesienia jakości życia, uzyskanych w wyniku kompromisu wypracowanego pomiędzy zróżnicowanymi potrzebami interesariuszy.

Zauważalny wzrost ruchu towarowego i osobowego w mieście przyczynia się do powstawania kongestii, zanieczyszczenia środowiska oraz obniżenia jakości życia mieszkańców. Według badań przeprowadzonych w siedmiu największych miastach w Polsce szacuje się, że pracujący ponieśli w 2013 roku koszty związane z kongestią na poziomie 3,5 mld PLN rocznie (średnio 2905 PLN na jednego mieszkańco-kierowce) [Rzepnikowska i in. 2014]. Inne badania pokazują, iż koszty zewnętrzne wypadków na obszarach miejskich szacowane są na około 80 mld euro rocznie, natomiast koszty zewnętrzne hałasu na 40 mld euro. Ponadto emisja CO<sub>2</sub> na obszarach miejskich stanowi około 280 mln ton rocznie [European Commission 2013]. Powyższe dane wskazują na konieczność wdrażania projektów z zakresu logistyki miejskiej w celu usprawnienia i obniżenia kosztów przepływu osób i ładunków, ochrony środowiska i poprawy bezpieczeństwa.

Pod koniec XX wieku można było zauważyć wzrost zainteresowania projektami z zakresu logistyki miejskiej przede wszystkim w Europie Zachodniej oraz w Japonii. W Niemczech i w Szwajcarii projekty te realizowane były głównie przez prywatne przedsiębiorstwa, z niewielkim wsparciem samorządów lokalnych. Logistyka miejska znalazła większe wsparcie władz samorządowych w Japonii i Holandii, a we Francji i Monako projekty z zakresu logistyki miejskiej były w większości finansowane ze środków publicznych. Sukces wdrażanych projektów był bardziej zauważalny w małych i średnich miastach niż w dużych metropoliach [Benjelloun, Crainic, Bigras 2010].

Celem niniejszego artykułu jest próba aplikacji metody ELECTRE III/IV w celu dokonania rankingu polskich miast na prawach powiatu pod względem ich aktywności w obszarze realizacji projektów logistycznych, z uwzględnieniem czynników ekonomicznych wynikających z ograniczeń budżetowych oraz wybranych wskaźników odnoszących się do ochrony środowiska, przepływów osób i ładunków w mieście.

Do realizacji niniejszego celu posłużyły badania ankietowe przeprowadzone wśród samorządów lokalnych 36 miast na prawach powiatu oraz dane statystyczne z Banku Danych Lokalnych i Internetowego Systemu Analiz Samorządowych.

Struktura pracy jest następująca. W drugim rozdziale została przedstawiona rola projektów logistyki miejskiej z perspektywy samorządów lokalnych. W kolejnym rozdziale zaprezentowano procedurę zastosowania metody ELECTRE III/IV. W dalszej części została opisana metoda badawcza oraz zostały zaprezentowane wyniki symulacji komputerowej. Rozważania autorki zostały podsumowane w zakończeniu.

## 2. Projekty logistyki miejskiej z perspektywy samorządów lokalnych

Według Taniguchiego można zidentyfikować trzy główne cele logistyki miejskiej: podniesienie jakości życia mieszkańców, poprawa mobilności w zakresie przepływu osób i ładunków oraz ochrona środowiska [Taniguchi, Thompson, Yamada 2003]. Realizacja powyższych celów wiąże się z zaangażowaniem wielu interesariuszy, którzy mają odmienne oczekiwania wobec logistyki miejskiej. Wśród interesariuszy logistyki miejskiej można wyróżnić: samorząd lokalny, mieszkańców (konsumentów), przedsiębiorstwa transportowe (logistyczne), nadawców (przedsiębiorstwa, instytucje, osoby wysyłające towar), odbiorców (przedsiębiorstwa, instytucje, osoby odbierające towar), operatorów transportu publicznego.

Jedną z najważniejszych ról w zakresie wdrażania usprawnień w obszarze logistyki miejskiej odgrywa samorząd lokalny, który odpowiedzialny jest między innymi za bezpieczeństwo w mieście, ochronę środowiska i infrastrukturę transportową. Realizacja tych usprawnień najczęściej następuje poprzez wdrożenie różnego rodzaju projektów, w tym projektów logistycznych.

Według J. Witkowskiego i B. Rodawskiego projekty logistyczne „to jednorazowe, ograniczone czasowo i budżetowo przedsięwzięcia, których realizacja służy poprawie sprawności i efektywności przepływów produktów oraz towarzyszących im informacji w przedsiębiorstwach, łańcuchach dostaw lub układach przestrzennych” [Witkowski, Rodawski 2007].

Opierając się na powyższej definicji, można przyjąć, iż projekty logistyki miejskiej obejmują swym zasięgiem jednorazowe i ograniczone czasowo działania na rzecz usprawnienia przepływu osób, towarów i informacji z nimi związanych w mieście. Natomiast zarządzanie projektami logistyki miejskiej można zdefiniować jako planowanie, organizowanie i kontrolowanie jednorazowych i ograniczonych czasowo działań w obrębie miasta i/lub aglomeracji miejskiej związanych z usprawnieniem przepływu ładunków, osób i informacji z nimi związanych w celu optymalizacji kosztów oraz poprawy jakości życia mieszkańców.

Projekty logistyki miejskiej w dużej mierze realizowane są przez samorządy lokalne lub też przy ich współdziałaniu. Stąd też realizacja tych projektów zdeterminowana jest ograniczeniami, takimi jak: czas, zasoby i jakość, zakres, budżet i przestrzeń (rys. 1). Szczególne trudności sprawiają ograniczenia: budżetowe, przestrzenne wynikające z granic administracyjnych miasta, wielość zarządców dróg w mieście oraz upolitycznienie i kadencyjność władz miasta. Zwłaszcza ograniczenia budżetowe stanowią istotną determinantę przy realizacji projektów z zakresu logistyki miejskiej przez samorządy lokalne. Dotacje z budżetu państwa są często niewystarczające, by realizować wiele niezbędnych inwestycji.





**Rys. 1.** Czynniki ograniczające projekty logistyki miejskiej

Źródło: opracowanie własne.

Projekty z zakresu logistyki miejskiej realizowane przez samorządy lokalne mogą wymagać różnych nakładów budżetowych (tab. 1). Wysokość tych nakładów zależy od różnych czynników, między innymi takich jak: wielkość miasta pod względem zamieszkującej ludności, wysokość dochodów miasta w przeliczeniu na jednego mieszkańca, wysokość dotacji budżetowych itp. Trudno zatem porównywać wydatki miasta o populacji kilkumilionowej do miasta o liczbie mieszkańców poniżej 100 tys. Niemniej jednak, przyjmując pewne uproszczenie, nakłady budżetowe można podzielić na:

- wysokie (nakłady budżetowe związane głównie z inwestycjami w infrastrukturę logistyczną i w mniejszym stopniu z zakupem środków trwałych),
- średnie (nakłady budżetowe związane przede wszystkim z zakupem środków trwałych i w mniejszym stopniu z inwestycjami w infrastrukturę logistyczną) oraz
- niskie (nakłady budżetowe związane przede wszystkim z działaniami organizacyjnymi i promocyjnymi, w mniejszym stopniu związane z zakupem środków trwałych).

Ze względu na wysokość nakładów budżetowych projekty logistyczne mogą być realizowane w następujących obszarach [Kiba-Janiak, Cheba 2014]: infrastruktura procesów logistycznych (wyłączając z tego obszaru systemy IT i telematyczne), zarządzanie ruchem (włącznie z systemami IT i telematycznymi), zarządzanie istniejącym terenem, regulacje wewnętrzne miasta oraz działania promocyjne i edukacyjne. Z pewnością dwie pierwsze grupy projektów wymagają wysokich nakładów inwestycyjnych, gdzie stosunkowo niższe nakłady finansowe ponoszone są w przypadku dwóch ostatnich grup projektów (regulacje wewnętrzne miasta i działania promo-

cyjne i edukacyjne). Z powodu złożoności niektórych projektów logistyki miejskiej trudno zakwalifikować niektóre z nich do konkretnej grupy nakładów. Dla przykładu, koszty budowy ścieżek rowerowych zależą od tego, jaka będzie ich długość i w jakim mieście oraz w jakich warunkach infrastrukturalnych będą budowane.

**Tabela 1.** Wybrane przykłady projektów logistyki miejskiej w podziale na wysokość nakładów budżetowych oraz inicjatorów

Rodzaje projektów	Wysokie nakłady budżetowe	Średnie nakłady budżetowe	Niskie nakłady budżetowe	Główni inicjatorzy projektów logistyki miejskiej
Infrastruktura procesów logistycznych	Budowa nowych dróg lub adaptacja istniejących do wzrastających potrzeb w obszarze przemieszczania osób i ładunków w mieście	Stworzenie w mieście sieci stanowisk z rowerami do wypożyczenia		Samorząd lokalny, prywatne przedsiębiorstwa
	Budowa parkingów zachęcających do korzystania ze środków transportu zbiorowego (typu Park&Rides)	Udogodnienia w sprzedaży biletów komunikacji miejskiej poprzez instalowanie urządzeń do sprzedaży biletów w środkach transportu publicznego		
	Budowa miejskich centrów dystrybucyjnych			
	Budowa ścieżek rowerowych			
Zarządzanie ruchem	Rozwiązania IT i telematyczne (wprowadzenie systemu informacji pasażerskiej w czasie rzeczywistym, priorytety w ruchu w ramach sygnalizacji świetlnej, wprowadzenie systemu sterowania sygnalizacją świetlną, zintegrowany system zarządzania transportem zbiorowym)	Wprowadzenie instytucji centralnego koordynatora transportu zbiorowego	Koordinacja taryf i rozkładów jazdy	Samorząd lokalny, operatorzy transportu zbiorowego

Zarządzanie istniejącym terenem (istniejącą infrastrukturą logistyczną) w mieście		Planowanie przestrzenne miasta z uwzględnieniem natężenia ruchu drogowego	Wydzielenie pasów ruchu dla autobusów i pojazdów uprzywilejowanych	Samorząd lokalny, prywatne przedsiębiorstwa
			Planowanie przestrzeni parkingowej w mieście	
			Tworzenie miejsc zastrzeżonego postoju	
			Wykorzystanie publicznej infrastruktury do przepływu ładunków/towarów w mieście (tramwaje, metro)	
Regulacje wewnętrzne miasta		Wprowadzenie opłat i podatków (opłaty za wjazd w wydzielone strefy, etc.)	Ograniczenia przestrzenne (w zależności od wagi i wielkości, wydzielanie stref dla pieszych, etc.)	Samorząd lokalny, mieszkańcy
			Ograniczenia czasowe (dostęp do wydzielonych stref w określonych godzinach, wydzielanie stref w celu krótkiego postoju – tzw. parkingi typu <i>Kiss and Ride</i> )	
Działania promocyjne i edukacyjne		Promocja oraz działania edukacyjne w zakresie zachęcania społeczeństwa do korzystania z transportu zbiorowego lub indywidualnego ekologicznego (rower, samochody z napędem elektrycznym, etc.)		
		Promocja oraz działania edukacyjne w zakresie ekologicznego transportu towarowego (samochody ciężarowe z napędem elektrycznym, zastosowanie alternatywnych źródeł napędzania pojazdów)		Samorząd lokalny, operatorzy transportu zbiorowego, prywatne przedsiębiorstwa

Źródło: opracowanie własne zmodyfikowane na podstawie: M. Kiba-Janiak, K. Cheba, *How Local Authorities are Engaged in Implementation of Projects Related to Passenger and Freight Transport in Order to Reduce Environmental Degradation in the City*, 1st International Conference Green Cities 2014 – Green Logistics for Greener Cities, 2014.

Inicjatorami i wykonawcami projektów z zakresu logistyki miejskiej mogą być wszyscy interesariusze, jednakże ze względu na zakres realizowanych zadań to samorządy lokalne odgrywają główną rolę w tym zakresie. W celu sprawnego zarzą-

dzania projektami logistyki miejskiej samorządy lokalne powinny między innymi [Holguin-Veras i in. 2014]:

1. rozumieć zachowania interesariuszy w odniesieniu do ruchu drogowego w mieście,
2. zastosować odpowiednie narzędzia polityczne w sektorze publicznym,
3. zidentyfikować role interesariuszy w procesie realizacji projektów logistyki miejskiej i pozyskać ich do współpracy,
4. oceniać skuteczność alternatywnych działań,
5. identyfikować sposoby wdrażania z uwzględnieniem bądź też dogłębną analizą różnych stanowisk interesariuszy,
6. testować nowe koncepcje,
7. przedłożyć projekty do wdrożenia.

W celu podejmowania skomplikowanych i trudnych decyzji, zwłaszcza w warunkach ograniczeń budżetowych, samorządy lokalne mogą wspomagać się wielokryterialnymi metodami wspomaganie decyzji. Metody MCDM są wykorzystywane przede wszystkim do oceny, porównania i wyboru inicjatyw logistyki miejskiej w odniesieniu do osiągniętych lub planowanych efektów wynikających z wprowadzenia ich w różnych środowiskach miejskich. Jedną z takich metod jest ELECTRE III/IV.

### 3. Metoda wielokryterialnego wspomaganie decyzji ELECTRE III/IV

Metoda ELECTRE III/IV należy do rodziny metod ELECTRE umożliwiających wielokryterialne wspomaganie decyzji. Metoda ta powstała w latach 60. XX wieku, a jej twórcą jest B. Roy [Roy 1990; Kobryń 2014]. Głównym celem metody ELECTRE III/IV jest uzyskanie relacji przewyższania między poszczególnymi wariantami, uwzględniając określony zbiór kryteriów oraz wskazując odpowiednie rekomendacje dla poszczególnych wariantów. Procedura obliczeniowa w metodzie Electre III/IV składa się z następujących etapów [Żak 2005; Kiba-Janiak 2015]:

1. Zdefiniowanie wariantów  $V$  oraz rodziny kryteriów  $C$ . Opracowanie modelu preferencji oraz macierzy ewaluacyjnej. Poszczególne warianty oceniane są w stosunku do każdego kryterium. Na tym etapie ustalane są również progi:  $q_i$  – równoważności,  $p_i$  – preferencji oraz  $v_i$  – weto, zgodnie z zasadą:  $q_j < p_j < v_j$ , oraz wagi dla poszczególnych kryteriów.

2. Określenie relacji przewyższania. Na tym etapie dla poszczególnych par wariantów opracowuje się wskaźniki konkordancji pomiędzy wariantem a i b, macierz zgodności, wskaźniki niezgodności oraz relacje przewyższania.

3. Uzyskanie grafu zależności pomiędzy poszczególnymi wariantami. W wyniku obliczenia otrzymuje się końcowy ranking wariantów. Ranking może przedstawić różne relacje pomiędzy poszczególnymi wariantami: równoważność –  $I$ , preferencyjność jednego wariantu nad drugim –  $P$ , brak preferencji  $P^*$  i nieporównywalność –  $R$ .

Szersze informacje na temat metody ELECTRE można znaleźć zarówno w zagranicznej, jak i polskiej literaturze przedmiotu [Figueira, Roy 2002; Żak 2005; Kobryń 2014].

#### **4. Metodyka przeprowadzonych badań oraz wyniki symulacji komputerowej**

Badania wykonane na potrzeby niniejszej pracy składają się z następujących etapów. W pierwszym etapie zostało opracowane narzędzie badawcze oraz przeprowadzono badanie ankietowe wśród samorządów lokalnych miast na prawach powiatu. Badanie to zostało dokonane na przełomie grudnia 2012 i stycznia 2013 [Witkowski, Kiba-Janiak 2014]. Do badania zostały wytypowane wszystkie miasta na prawach powiatu (wg stanu na dzień 1 grudnia 2012 zidentyfikowano 65 miast na prawach powiatu, w styczniu 2013 roku do tej grupy miast dołączył Wałbrzych). W efekcie badań ankietowych uzyskano 36 wypełnionych ankiet. Kolejnym etapem badania było zebranie dostępnych danych wtórnych na podstawie takich źródeł, jak Bank Danych Lokalnych oraz Internetowy System Analiz Samorządowych. Na podstawie dostępnych danych statystycznych do kolejnego etapu badania zakwalifikowano 22 miasta na prawach powiatu, w tym 12 miast o liczbie ludności poniżej 150 000, 4 miasta o liczbie ludności w przedziale od 150 000 do 300 000 oraz 6 miast o populacji powyżej 300 000 (tab. 2). W czwartym etapie zastosowano metodę ELECTRE III/IV według procedury opisanej we wcześniejszym rozdziale. Autorka zdefiniowała rodzinę kryteriów i subkryteriów:

**1. Kryterium C1. Zrealizowane projekty w obszarze infrastruktury logistycznej** (1 – projekty zrealizowane w danym obszarze, 0 – brak projektów). W skład tego kryterium zakwalifikowano cztery subkryteria: C1.1. Wprowadzenie systemu Park & Ride, C1.2. Stworzenie w mieście sieci stanowisk z rowerami do wypożyczenia, C1.3. Wprowadzenie małych busów do komunikacji zbiorowej, które poruszałyby się z większą częstotliwością niż autobusy, C1.4. Udogodnienia w sprzedaży biletów komunikacji miejskiej.

**2. Kryterium C2. Zrealizowane projekty w zakresie zarządzania istniejącym terenem** (1 – projekty zrealizowane w danym obszarze, 0 – brak projektów). W skład tego kryterium zakwalifikowano dwa subkryteria: C2.1. Wydzielenie pasów ruchu dla autobusów i pojazdów uprzywilejowanych, C2.2. Tworzenie miejsc zastrzeżonego postoju tylko dla zaopatrzenia.

**3. Kryterium C3. Zrealizowane projekty w obszarze: regulacje wewnętrzne miasta** (1 – projekty zrealizowane w danym obszarze, 0 – brak projektów). W skład tego kryterium zakwalifikowano sześć subkryteriów: C3.1. Wprowadzenie opłat za wjazd do centrum miasta, C3.2. Ograniczenie ruchu samochodów w centrum miasta, C3.3. Zamknięcie centrum miasta dla samochodów ciężarowych, C3.4. Zamknięcie centrum miasta dla wszystkich samochodów, C3.5. Wyznaczenie godzin dostaw dla

samochodów ciężarowych, C3.6. Wprowadzenie ruchu samochodów ciężarowych w godzinach nocnych.

**4. Kryterium C4. Zrealizowane projekty w obszarze: zarządzanie ruchem drogowym** (1 – projekty zrealizowane w danym obszarze, 0 – brak projektów). W skład tego kryterium zakwalifikowano pięć subkryteriów: C4.1. Wprowadzenie priorytetów w ruchu w ramach sygnalizacji świetlnej, C4.2. Wprowadzenie systemu informacji pasażerskiej w czasie rzeczywistym, C4.3. Wprowadzenie systemu sterowania sygnalizacją świetlną, C4.4. Wprowadzenie instytucji centralnego koordynatora transportu zbiorowego, C4.5. Wprowadzenie koordynacji taryf i rozkładów jazdy.

**5. Kryterium C5. Wybrane aspekty finansowe mające pośredni lub bezpośredni wpływ na przepływ osób i ładunków w mieście.** W skład tego kryterium zakwalifikowano cztery subkryteria: C5.1. Dochody budżetu miasta w przeliczeniu na jednego mieszkańca (wg faktycznego miejsca zamieszkania w zł), C5.2. Udział wydatków na transport i łączność w wydatkach ogółem (%), C5.3. Dofinansowanie ze środków UE projektów realizowanych w ramach NSRO 2007–2013 w obszarze: Program operacyjny infrastruktura i środowisko (zł/1 mieszkańca), C5.4. Udział wydatków na gospodarkę komunalną i ochronę środowiska w wydatkach ogółem (%).

**6. Kryterium C6. Wybrane aspekty związane z transportem w mieście.** W skład tego kryterium zakwalifikowano pięć subkryteriów: C6.1. Liczba samochodów osobowych w przeliczeniu na 1000 mieszkańców, C6.2. Liczba samochodów ciężarowych w przeliczeniu na 1000 mieszkańców, C6.3. Długość ścieżek rowerowych na 10 tys. ludności (km), C6.4. Udział dróg publicznych stanowiących trasy autobusowe w stosunku do długości sieci dróg publicznych gminy (%), C6.5. Gęstość przystanków autobusowych (liczba przystanków/km).

**7. Kryterium C7. Wybrane aspekty związane z bezpieczeństwem w ruchu drogowym.** W skład tego kryterium zakwalifikowano dwa subkryteria: C7.1. Liczba zabitych w wypadkach drogowych w przeliczeniu na 100 wypadków, C7.2. Liczba rannych w wypadkach drogowych w przeliczeniu na 100 wypadków.

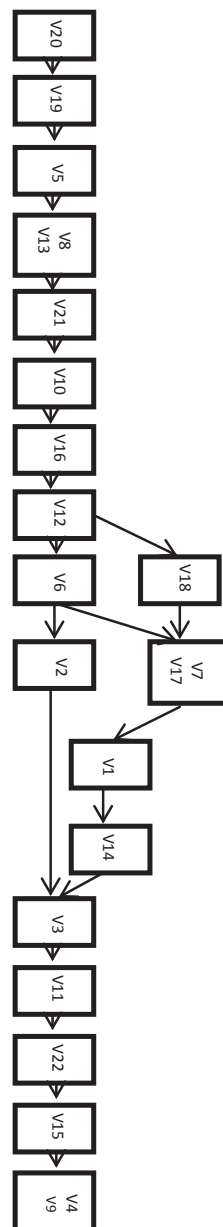
**8. Kryterium C8. Wybrane aspekty związane z degradacją środowiska w wyniku ruchu drogowego.** Kryterium to uwzględnia dwa subkryteria: C8.1. Opinia przedstawicieli samorządów lokalnych na temat hałasu w mieście wynikającego z natężonego ruchu samochodowego (na skali od 1 do 5, gdzie 1 – zdecydowanie duży poziom hałasu, 5 – zdecydowanie niski poziom hałasu), C8.2. Opinia przedstawicieli samorządów lokalnych na temat emisji zanieczyszczeń (gazów i pyłów) do powietrza wynikających z natężonego ruchu samochodowego (na skali od 1 do 5, gdzie 1 – zdecydowanie duży poziom emisji, 5 – zdecydowanie niski poziom emisji).

Kryteria C1, C2 i C8 ustalono na podstawie wyników z badań ankietowych, natomiast kryteria od C5 do C7 na podstawie danych statystycznych. W celu przeprowadzenia eksperymentu komputerowego metodą ELECTRE III/IV wszystkie subkryteria zostały poddane normalizacji. Kryteria zawierające dane ilościowe (od

**Tabela 2.** Znormowane wartości dla kryteriów w odniesieniu do poszczególnych wariantów

Warianty	Nazwy miast	Znormowane wartości dla kryteriów							
		C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8
V1	Bytom	0,25	0	0,50	0,40	0,420	0,600	0,599	0,25
V2	Chelm	0,25	0	0,50	0,40	0,097	0,478	0,864	0,25
V3	Chorzów	0	0,5	0,17	0,20	0,157	0,585	0,446	0,5
V4	Elbląg	0	0	0,00	0,00	0,335	0,636	0,631	0,25
V5	Gdańsk	0,5	1	0,17	0,80	0,755	0,417	0,528	0,375
V6	Gdynia	0,5	0	0,50	0,80	0,510	0,422	0,647	0,25
V7	Gorzów Wlkp.	0,25	0,5	0,33	0,40	0,341	0,472	0,465	0,375
V8	Grudziądz	0,25	0	0,33	0,80	0,170	0,693	0,871	0,5
V9	Kalisz	0,25	0	0,17	0,00	0,171	0,367	0,543	0,375
V10	Kielce	0,5	0,5	0,67	0,40	0,373	0,458	0,666	0,25
V11	Legnica	0,25	0	0,50	0,20	0,195	0,549	0,444	0,25
V12	Lublin	0,75	0,5	0,33	0,80	0,406	0,496	0,410	0,125
V13	Łódź	0,25	0,5	0,67	1,00	0,333	0,479	0,644	0,25
V14	Opole	0,25	0,5	0,33	0,20	0,366	0,304	0,715	0,375
V15	Płock	0	0	0,00	0,00	0,375	0,300	0,681	0,5
V16	Poznań	0,25	0,5	0,50	0,40	0,448	0,294	0,661	0,5
V17	Przemyśl	0,25	0	0,33	0,60	0,350	0,494	0,696	0,5
V18	Szczecin	0,5	0,5	0,00	1,00	0,409	0,363	0,726	0,25
V19	Toruń	0,75	0,5	0,67	0,80	0,521	0,432	0,658	0,75
V20	Warszawa	1	0,5	0,50	1,00	0,666	0,543	0,553	0,375
V21	Włocławek	0,5	0	0,83	0,40	0,283	0,665	0,579	0,5
V22	Żory	0,25	0	0,50	0,60	0,205	0,340	0,000	0,375

Źródło: opracowanie własne na podstawie przeprowadzonych badań.



**Rys 2.** Ranking wariantów wg metody ELECTRE III/IV  
 Źródło: opracowanie własne na podstawie przeprowadzonych badań.

C1 do C7) zostały znormalizowane według metody unitaryzacji zerowanej (MUZ), odpowiednio dla zmiennych będących stymulantami i destymulantami, natomiast kryteria jakościowe poddane zostały normalizacji według opracowanej przez K. Kukułę metody dla cech jakościowych [Kukuła 2012]. Znormalizowane wartości kryteriów w odniesieniu do poszczególnych wariantów zostały zaprezentowane w tab. 2. W następnym etapie zostały ustalone progi: równoważności, preferencji i weto oraz opracowano wskaźniki konkordancji pomiędzy wariantem a i b, macierz zgodności, wskaźniki niezgodności i relacje przewyższania. Model preferencji decydenta zaprezentowano w tab. 3. Dla każdej grupy kryteriów (od C1 do C8) przypisano wagi od 1 do 20, najwyższe wagi uzyskały trzy kryteria: C3. Zrealizowane projekty w obszarze: regulacje wewnętrzne miasta, C7. Wybrane aspekty związane z bezpieczeństwem w ruchu drogowym i C8. Wybrane aspekty związane z degradacją środowiska w wyniku ruchu drogowego. Kryterium C3 zostało uznane za jedno z najważniejszych ze względu na fakt, iż wprowadzanie regulacji wewnętrznych w mieście nie wymaga wysokich nakładów finansowych i stanowi tę grupę rozwiązań, które mogą być wdrażane w warunkach ograniczeń budżetowych, zwłaszcza wynikających ze spowolnienia gospodarczego lub kryzysu. Pozostałe dwa kryteria realizują główne cele logistyki miejskiej. Najniższą wagę uzyskało kryterium C6. Wybrane aspekty związane z transportem w mieście. Kierunek preferencji dla wszystkich kryteriów jest taki sam – zmaksymalizowany (+1).

W wyniku eksperymentu komputerowego przeprowadzonego za pomocą oprogramowania ELECTRE III/IV [<http://www.lamsade.dauphine.fr/~mayag/links.html>] uzyskano ostateczny ranking wariantów (rys. 2). Ranking pokazuje relacje pomiędzy poszczególnymi wariantami: równoważność – I (warianty znajdują się na tej samej pozycji – w tym samym prostokącie, np. V8 i V1; V7 i V17; V4 i V9), preferencję – P (jeden wariant znajduje się na lepszej pozycji od drugiego) – oraz nieporównywalność – R (nie ma wzajemnych połączeń między wariantami, np. V6 i V18). Wariant V20 (Warszawa) uzyskał najlepszy rezultat w rankingu, gdy jednocześnie najłabszą pozycję zajęły dwa warianty V4 (Elbląg) i V9 (Kalisz). Warszawa uzyskała najlepsze rezultaty w odniesieniu do między innymi takich kryteriów, jak: C1. Infrastruktura procesów logistycznych (najwyższe wyniki dla wszystkich subkryteriów), C2.1. Wydzielenie pasów dla autobusów i pojazdów uprzywilejowanych, C4. Zarządzanie ruchem drogowym (dla wszystkich subkryteriów).

**Tabela 3.** Model preferencji decydenta w metodzie ELECTRE III/IV

Kryterium	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8
Waga	18	18	20	18	18	16	20	20
Kierunek preferencji	1	1	1	1	1	1	1	1
Równoważność	0	0	0	0	0,2	0,1	0,1	0,1
Preferencje	0,5	0,5	0,4	0,5	0,35	0,25	0,4	0,35
Weto	1	1	0,8	1	0,7	0,5	0,8	0,7

Źródło opracowanie własne na podstawie przeprowadzonych badań.



## 5. Zakończenie

Celem artykułu była próba aplikacji metody ELECTRE III/IV w celu dokonania rankingu polskich miast na prawach powiatu pod względem ich aktywności w obszarze realizacji projektów logistycznych, z uwzględnieniem czynników ekonomicznych wynikających z ograniczeń budżetowych oraz wybranych wskaźników odnoszących się do ochrony środowiska, przepływów osób i ładunków w mieście.

Artykuł przedstawia autorską metodę analizy porównawczej wybranych aspektów z zakresu logistyki miejskiej. Autorka zdaje sobie sprawę, iż ograniczeniem metody jest dostępność danych. Niemniej jednak zastosowanie metody wielokryterialnego wspomaganie decyzji ELECTRE III/IV umożliwiło dokonanie rankingu miast w odniesieniu do uwzględnionych w badaniu kryteriów.

Badania pokazują, iż w analizowanych miastach na prawach powiatu występuje duże zróżnicowanie w zakresie wybranych mierników wpływających bezpośrednio lub pośrednio na logistykę miejską. Największe różnice pomiędzy miastami można zauważyć w przypadku kryteriów związanych z finansami miast, takich jak np.: C5.1. Dochody budżetu miasta w przeliczeniu na jednego mieszkańca i C5.2. Udział wydatków na transport i łączność w wydatkach ogółem. Znaczne zróżnicowanie można zauważyć również w przypadku kryterium C7.1. Liczba zabitych w wypadkach drogowych w przeliczeniu na 100 wypadków. Najmniejsze różnice zaobserwowano w przypadku takich kryteriów, jak: C3.3. Zamknięcie centrum miasta dla samochodów ciężarowych, C3.5. Wyznaczenie godzin dostaw dla samochodów ciężarowych, C4.5. Koordynacja taryf i rozkładów jazdy oraz C2.2. Tworzenie miejsc zastrzeżonego postoju tylko dla zaopatrzenia (prawie żadne badane miasto nie wprowadziło tego rozwiązania).

Z badań wynika, iż analizowane miasta wdrożyły głównie projekty z zakresu logistyki miejskiej związane z wprowadzeniem regulacji wewnętrznych dotyczących m.in. zamknięcia centrum miasta dla samochodów ciężarowych i wyznaczenia godzin dostaw dla samochodów ciężarowych. Sytuacja ta poniekąd może wynikać z ograniczeń budżetowych, w jakich zmuszone są funkcjonować samorządy lokalne. Projekty związane z wprowadzaniem regulacji wewnętrznych (jak np. ograniczenie wjazdu do centrum miasta dla samochodów ciężarowych) są niskobudżetowe i stosunkowo proste do wdrożenia. Duże projekty inwestycyjne wymagają ogromnych nakładów i często wpisują się w wieloletnie plany rozwoju całego państwa.

Według przeprowadzonej symulacji komputerowej najwyższą pozycję w rankingu uzyskało miasto Warszawa. Wariant ten uzyskał najwyższe wskaźniki w odniesieniu do kryterium C1. Zrealizowane projekty w obszarze infrastruktury logistycznej oraz kryterium C4. Zrealizowane projekty w obszarze: zarządzanie ruchem drogowym. Miasto to uzyskało również wysokie wskaźniki w przypadku kryteriów: C5. Wybrane aspekty finansowe mające pośredni lub bezpośredni wpływ na przepływ osób i ładunków w mieście oraz C6. Wybrane aspekty związane z transportem w mieście. Wysoko w rankingu ułożyły się też takie miasta jak Toruń

i Gdańsk. Najniższą pozycję w rankingu uzyskały miasta: Elbląg i Kalisz. Miasta te otrzymały bardzo niskie notowania w odniesieniu do zrealizowanych projektów z zakresu logistyki miejskiej (kryteria od C1 do C4).

Metoda ELECTRE III/IV wykorzystywana jest głównie w celu podejmowania złożonych, wielokryterialnych decyzji. Niniejszy artykuł pokazuje, iż metoda ta nadaje się również do benchmarkingu w celu wyłonienia lidera w określonym zbiorze wariantów. Z pewnością ogromną zaletą metody jest fakt, iż proces kalkulacyjny jest znacznie krótszy niż w przypadku metody AHP, ponadto w tej metodzie ranking przedstawia relacje pomiędzy poszczególnymi wariantami, takie jak: równoważność – I, preferencję – P oraz nieporównywalność – R. Niemniej jednak metoda ta obok zalet posiada również pewne niedoskonałości. Wadą jest ograniczona prezentacja wyników w postaci grafu bez danych numerycznych oceniających poszczególne warianty. Ponadto w przypadku występowania subkryteriów należy dokonać normalizacji danych w celu przeprowadzenia symulacji komputerowej.

Pomimo pewnych niedoskonałości i ograniczeń metoda ELECTRE III/IV może być wykorzystywana zarówno do podejmowania wielokryterialnych decyzji, jak i do przeprowadzania benchmarkingu.

## Literatura

- Benjelloun A., Crainic T., Bigras Y., 2010, *Towards a taxonomy of City Logistics projects*, The Sixth International Conference on City Logistics, *Procedia Social and Behavioral Sciences*, no. 2, s. 6217–6228.
- European Commission, *Study to Support an Impact Assessment of The Urban Mobility Package Activity 31 Sustainable Urban Mobility Plans, 2013, Final Report*, European Commission, DG Moves.
- Figueira J., Roy B., 2002, *Determining the weights of criteria in the ELECTRE type methods with a revised Simos' procedure*, „European Journal of Operational Research”, no. 13, s. 317–326.
- Holguín-Veras J., Wang C., Browne M., Hodge S., Wojtowicz J., 2014, *The New York City Off-Hour Delivery Project: Lessons for City Logistics*, 8<sup>th</sup> International Conference on City Logistics, Elsevier, *Procedia – Social and Behavioral Sciences*, no. 125, s. 36–48.
- Kiba-Janiak M., 2014, *Europejskie inicjatywy w zakresie logistyki miejskiej*, [w:] *Modelowanie logistyki miejskiej*, red. M. Kiba-Janiak, J. Witkowski, PWE, Warszawa, s. 207.
- Kiba-Janiak M., 2015, *A comparative analysis of sustainable city logistics among capital cities in the EU*, „Applied Mechanics and Materials”, vol. 708, s. 113–118.
- Kiba-Janiak M., Cheba K., 2014, *How Local Authorities are Engaged in Implementation of Projects Related to Passenger and Freight Transport in Order to Reduce Environmental Degradation in the City*, 1st International Conference Green Cities 2014 – Green Logistics for Greener Cities.
- Kiba-Janiak M., Witkowski J. (red.), 2014, *Modelowanie logistyki miejskiej*, PWE, Warszawa.
- Kobryń A., 2014, *Wielokryterialne wspomaganie decyzji w gospodarowaniu przestrzenią*, Difin, Warszawa.
- Kukuła K., 2012, *Propozycja budowy rankingu obiektów z wykorzystaniem cech ilościowych oraz jakościowych*, [w:] *Metody ilościowe w badaniach ekonomicznych*, tom XIII/1, red. B. Borkowski, K. Kukuła, Szkoła Główna Gospodarstwa Wiejskiego, Warszawa, s. 5–16.
- Oprogramowanie ELECTRE III/IV, <http://www.lamsade.dauphine.fr/~mayag/links.html> (9.09.2014).

- Roy B., 1990, *The outranking approach and the foundations of ELECTRE methods in Bana e Costa C*, [w:] *Readings in Multiple Criteria Decision Aid*, ed. B. Roy, Springer-Verlag, Berlin, s. 155–183.
- Rzepnikowska M., Mikołajczak R., Antczak R., Bracik A., 2014, *Raport o korkach w 7 największych miastach Polski: Warszawa, Łódź, Wrocław, Kraków, Katowice, Poznań, Gdańsk*, Deloitte, Targeo.
- Szołtysek J., 2005, *Logistyczne aspekty zarządzania przepływami osób i ładunków w miastach*, AE w Katowicach, Katowice.
- Szymczak M., 2008, *Logistyka miejska*, Wydawnictwo Akademii Ekonomicznej w Poznaniu, Poznań.
- Tadic S., Zecevic S., Krstic M., 2014, *Novel hybrid MCDM model based on fuzzy DEMATEL, fuzzy ANP and fuzzy VIKOR for city logistics concept selection*, Elsevier, Expert Systems with Applications, no. 41, s. 8112–8128.
- Taniguchi E., Thompson R.G., Yamada T., 2003, *Visions for City Logistics in Logistics Systems for Sustainable Cities*, Proceedings of the 3th International Conference on City Logistics, Madeira Portugal, 25–27 June, eds. E. Taniguchi, R.G. Thompson, Elsevier, Amsterdam.
- Witkowski J., Kiba-Janiak M., 2014, *The Role of Local Governments in the Development of City Logistics*, 8<sup>th</sup> International Conference on City Logistics, Procedia – Social and Behavioral Sciences, Elsevier.
- Witkowski J., Rodawski B., 2007, *Pojęcie i typologia projektów logistycznych*, „Gospodarka Materialowa i Logistyka”, nr 3, s. 3.
- Żak J., 2005, *Wielokryterialne wspomaganie decyzji w transporcie drogowym*, Rozprawy nr 394, Politechnika Poznańska, Poznań, s. 35.

## CITY LOGISTICS PROJECTS UNDER BUDGET RESTRICTIONS

**Summary:** The purpose of the paper is an attempt of application of ELECTRE III/IV method in order to obtain the ranking of Polish cities with county rights taking into account their activity in the area of logistics projects, economics factors resulting from budget restrictions and selected indicators relating to environmental flows of people and goods within a city. The highest position in the ranking have been obtained such by cities as: Warsaw, Toruń and Gdańsk.

**Keywords:** city logistics, city logistics projects, ELECTRE III/IV.