

**dr hab. Tomasz Rachwał, prof. UEK**

Uniwersytet Ekonomiczny w Krakowie

## RECENZJA

**rozprawy doktorskiej mgr. Damiana Mazurka**

**pt. *Metodyczne ujęcie modelowania przepływu zasobów w kontekście ich regionalizacji  
na przykładzie wybranych strumieni odpadów komunalnych***

zrealizowanej w Instytucie Geografii i Przestrzennego Zagospodarowania  
im. Stanisława Leszczyckiego Polskiej Akademii Nauk

pod kierunkiem dr. hab. Wojciecha Piontka, prof. AGH (promotora)  
oraz dr. Marcina Mazura (promotora pomocniczego)

Recenzja została opracowana na prośbę Dyrektora Instytutu Geografii i Przestrzennego Zagospodarowania im. Stanisława Leszczyckiego Polskiej Akademii Nauk, prof. dr. hab. Michała Słowińskiego, w związku z wcześniejszą uchwałą nr 24/2025 Rady Naukowej Instytutu w sprawie powołania recenzentów. Przedstawiona do recenzji rozprawa ma łącznie 372 strony, w tym 252 strony zasadniczego tekstu, spis rycin, tabel, bibliografii oraz 2 aneksy (A i B). Rozprawa składa się ze wstępu, czterech rozdziałów zasadniczych (problemowych) i rozdziału końcowego (podsumowanie i rekomendacje). Układ pracy jest w pełni poprawny, zgodnie z klasycznymi ujęciami rozpraw doktorskich. Rozdziały zasadnicze są podobnej wielkości, każdy jest sensownie podzielony na podrozdziały pierwszego rzędu, a ich tytuły są, generalnie ujmując, poprawne.

Podjęta w rozprawie problematyka metodycznego ujęcia modelowania przepływu zasobów w kontekście ich regionalizacji na przykładzie strumieni odpadów komunalnych jest niezmiernie ważnym i aktualnym problemem badawczym, wpisującym się w priorytety gospodarki cyrkularnej, polityki klimatycznej UE oraz wyzwań infrastrukturalnych i związanych z przemianami społeczno-demograficznymi Polski, co nadaje pracy wyraźny wymiar zarówno naukowy, jak i aplikacyjny. Przesłanki podjęcia tematu zostały **we wstępie** zarysowane w sposób przekonujący – od celnego cytatu Ullmana (1974) na początku podkreślającego potrzebę organizacji przestrzeni i czasu przy korzystaniu z zasobów Ziemi, poprzez syntetyczny przegląd klasycznych modeli rozwoju osadnictwa i rynków zbytu (Christaller, Isard, Lösch) i roli geografii jako nauki o organizacji przestrzeni, aż po precyzyjne wskazanie luki badawczej w zakresie porównawczych analiz wpływu decyzji metodologicznych w zakresie wybranych zmiennych na wyniki optymalizacji przepływu zasobów. Cele

główne i szczegółowe pracy (poznawcze i aplikacyjne) oraz pięć pytań badawczych i odpowiadające im hipotezy ( $H_1$ - $H_{5.2}$ ) zostały logicznie przedstawione i szczegółowo wyjaśnione, z bezpośrednim nawiązaniem do oczekiwanych efektów modelowania w postaci macierzy O/D (and. *Origin/Destination*), co już na tym etapie umożliwia pełną orientację w strukturze wyводу i sygnalizuje oryginalny wkład Autora w problematykę badawczą w tym zakresie. Szczegółowe wyjaśnienia w zakresie postawionych pytań badawczych i sposobu wyprowadzania hipotez, zostały podsumowane jako próba odpowiedzi w rozprawie na ogólne pytanie „jak zoptymalizować koszt przepływu odpadów w skali kraju?”, co już na początku sygnalizuje aplikacyjny charakter pracy i możliwości dotarcia z wynikami do szerszego grona czytelników, w tym decydentów. Metody oraz źródła danych zostały zapowiedziane we wstępie przejrzyście, z naciskiem na analityczne, wielowariantowe podejście, które stanowi istotę innowacyjności rozprawy (z odesłaniem do rozdziału 3, gdzie na początku szczegółowo opisano metody badawcze oraz wykorzystane do analiz narzędzia). W tej części rozprawy Autor uzasadnił także układ pracy w kontekście postawionych pytań i hipotez badawczych oraz przedstawił rygorystyczne zasady doboru literatury do przeglądu. W świetle wstępu rozprawy należy jednoznacznie stwierdzić zasadność wyboru i oryginalność podjętej problematyki badawczej przez Autora.

**Rozdział 1** stanowi teoretyczną podstawę pracy, poświęconą znaczeniu i roli regionów w gospodarowaniu odpadami. Autor dokonuje wszechstronnego przeglądu koncepcji regionu w naukach geograficznych, wyróżniając ujęcia ontologiczne, morfologiczno-funkcjonalne oraz realistyczne (reprezentowane przez dwie koncepcje – analityczną i przedmiotową). Szczegółowo omawia koncepcje regionu węzłowego i przestrzeni przepływów (ang. *space of flow*), problematykę dostępności przestrzennej, optymalizacji lokalizacji oraz modeli interakcji, w tym grawitacyjnych i potencjałowych, co stanowi „grunt” pod empiryczne modelowanie przepływów odpadów. Mocną stroną rozdziału jest logiczne powiązanie szerokiej literatury z celem badawczym, precyzyjne zdefiniowanie regionu oraz klarowne wyjaśnienie ograniczeń metodologicznych, co świadczy o głębokiej znajomości literatury przedmiotu. W odniesieniu do tego rozdziału można postawić tylko nieliczne uwagi krytyczne, związane np. z marginalnym potraktowaniem współczesnych ujęć relacyjnych przestrzeni oraz nieco ograniczonymi odniesieniami do problematyki odpadów w początkowych podrozdziałach, co w pewnym stopniu „opóźnia” przejście do istoty tematu rozprawy.

**Rozdział 2** koncentruje się na przepływach surowców w koncepcji gospodarki obiegu zamkniętego (cyrkularnej; GOZ). Autor precyzyjnie definiuje i klasyfikuje odpady (z uwzględnieniem regulacji prawnych, w szczególności *Ustawy o odpadach*), omawia ich rolę jako zasobu w kontekście GOZ oraz przedstawia historię badań nad gospodarką odpadami – od *rudology* po interdyscyplinarne analizy przestrzenne. Podkreśla ewolucję paradygmatu (przejście od gospodarki liniowej do gospodarki cyrkularnej), z naciskiem na modele dystrybucji surowców i regiony gospodarowania odpadami.

Atutem rozdziału jest bogaty, chronologiczny i tematyczny przegląd literatury (polskiej i zagranicznej), syntetyczne zestawienie aspektów badań przestrzennych gospodarki odpadami (ryc. 10) oraz wyraźne powiązanie z luką badawczą dotyczącą modelowania przestrzennego. Krytycznie należy zauważyć, że niektóre fragmenty pozostają nieco opisowe, a tytuł podrozdziału 2.2 wydaje się zbyt lakoniczny i przez to niejednoznaczny (czy nie lepiej np. „Problematyka badawcza gospodarki odpadami” niż „Odpady w badaniach”?). Wydaje się również, że przedstawiona w podrozdziale 2.3 istota gospodarki obiegu zamkniętego mogłaby być przedstawiona wcześniej, bo Autor odwołuje się wcześniej do tej koncepcji, Autor przedstawił tutaj również ważny z punktu widzenia dalszych rozważań podział kraju na Regiony Gospodarki Odpadami Komunalnymi.

**Rozdział 3** rozpoczyna się szczegółowym omówieniem metodyki badań redystrybucji zasobów na przykładzie odpadów zmieszanych. Autor szczegółowo i poprawnie przedstawia założenia badawcze (z odwołaniem do wcześniej zaprezentowanych modeli teoretycznych), źródła danych, opis modelowania (w tym algorytm Simpleks, modele grawitacyjne, metryki odległości oraz funkcje oporu przestrzeni), a także zasięg przestrzenny i charakterystykę obszaru badań. Szczegółowo omawia zmienne (określane jako zmienne-czynniki). Mocną stroną jest logiczna, transparentna konstrukcja etapów badania, innowacyjne zróżnicowanie wariantów modeli (w tym przedstawienie na ciekawym schemacie – ryc. 18 wariantów modelu optymalizacyjnego w odniesieniu do postawionych pytań badawczych i ich syntetyczne zestawienie w tab. 4) oraz rygorystyczne uzasadnienie wyboru metod, co umożliwi wiarygodną weryfikację hipotez. Uwagi krytyczne można sformułować do stosunkowo skromnego omówienia ograniczeń wynikających z dostępności i jakości danych użytych w pracy (przedstawionych szczegółowo w tab. 5).

Wyniki modelowania przepływów odpadów zmieszanych zostały przedstawione w **rozdziale 4**. Zasadniczą część wyводу w tym zakresie podzielono logicznie na pięć części odnoszących się do zasadniczych zmiennych-czynników (wpływ sieci transportowej, przekształceń społeczno-demograficznych, integracji przestrzennej systemu, układu sił rynkowych oraz metody modelowania na przepływy odpadów zmieszanych), kończąc ten rozdział syntezą wyników. Autor wnikliwie analizuje zróżnicowanie kosztów sumarycznych (DC) i sprawiedliwości przestrzennej (CV) w 58 wariantach modelu optymalizacyjnego, ilustrując wnioski z użyciem doskonale zastosowanych metod kartograficznych (m.in. zmiany kierunków przepływów i kosztów jednostkowych) oraz porównując scenariusze podaży. Krytycznie należy wskazać, że niektóre interpretacje (np. wpływu scenariuszy demograficznych) pozostają nieco mechaniczne, bez głębszej analizy przyczynowej (np. efektów suburbanizacji, możliwych przepływów migracyjnych), a kartograficzna prezentacja mogłaby zyskać na większej jednolitości przedziałów klasowych, co ułatwiłoby bezpośrednie porównanie map (należy sobie zdawać jednak sprawę, że nie zawsze jest to możliwe ze względu na duże różnice wartości, a

Autor starał się, gdzie to było możliwe, w utrzymaniu jednolitych przedziałów kartogramów). Mocną stroną tego rozdziału jest precyzyjna weryfikacja postawionych hipotez, syntetyczne zestawienie zróżnicowania wpływu poszczególnych czynników oraz podział końcowy modeli na 4 kategorie (nieoptymalne, optimum niezrównoważonego – w którym jednak niesklasyfikowany żadnego modelu, optymalnego zrównoważenia, modele zrównoważone).

Część końcowa rozprawy zatytułowana „**Podsumowanie i rekomendacje**” stanowi dojrzałe, interdyscyplinarne zamknięcie rozprawy, odwołujące się do wcześniejszej analizy literatury przedmiotu, integrujące wyniki empiryczne z teorią regionów węzłowych i proponujące nowatorskie koncepcje dyfuzyjnych regionów węzłowych oraz dyfuzyjnych regionów łańcuchowych, które wypełniają istotną lukę w geografii przepływów zasobów i umożliwiają delimitację zlewni odpadów z uwzględnieniem enklaw i stref dyfuzji – co może mieć bezpośrednie znaczenie dla kształtowania systemu gospodarki odpadami.

Rozprawa jest konsekwentnie (i jak można sądzić po tytule i wstępie – świadomie) bardziej modelowa niż odnosząca się do realnych mechanizmów funkcjonowania polskiego systemu gospodarki odpadami (w tym takich problemów jak przetargi, umowy z RIPOK, dopłaty budżetowe, bariery funkcjonowania RGOK, praktyczne ograniczenia działalności operatorów), które pojawiają się jedynie jako tło analiz modelowych lub w kilku akapitach rekomendacji. Nie jest to wadą w kontekście przyjętego celu poznawczo-metodycznego, lecz jak się wydaje stanowi wyraźne ograniczenie w zakresie bezpośredniego wpływu uzyskanych wyników na praktyczną reformę gospodarki odpadami w Polsce.

W ramach oceny całościowej rozprawy należy jednoznacznie stwierdzić, że **stanowi ona oryginalne rozwiązanie istotnego, dobrze dobranego i prawidłowo określonego problemu naukowego**. Autor wykazał się **głęboką wiedzą teoretyczną i praktyczną** (szczególnie w zakresie modelowania) w ramach podjętej problematyki, a także **umiejętnością samodzielnego prowadzenia pracy naukowej**. Na szczególną uwagę zasługują następujące jej walory:

- trafnie sformułowany, oryginalny problem badawczy oraz dobrze określone cel główny, cele szczegółowe rozprawy, pytania badawcze i hipotezy,
- logiczny, zorientowany na pytania badawcze i hipotezy, układ pracy,
- trafny dobór i wykazanie się przez Autora dobrą znajomością szerokiej (ponad 300 pozycji) literatury przedmiotu, w tym zagranicznej, z zastosowaniem PRISMA (rygorystyczna kwerenda min. w bazach Web of Science i Scopus) oraz biegłością w jej wykorzystaniu we wszystkich, także empirycznych, rozdziałach,
- umiejętne odwoływanie się do stanu prawnego w zakresie gospodarki odpadami,
- dobra znajomość problematyki przedmiotu pracy, w szczególności modelowania przepływów,

- dobór odpowiednich metod badań oraz wykorzystania źródeł danych, w tym innowacyjna korekta (autorskie wytworzenie/dostosowanie do potrzeb pacy) danych źródłowych o emisji odpadów zmieszanych,
- zastosowanie zaawansowanej, dobrze uzasadnionej, metodyki modelowania przepływów oraz precyzyjna weryfikacja hipotez,
- bardzo dobre umiejętności analityczne i formułowania syntetycznych wniosków przez Autora,
- silny walor aplikacyjny wniosków,
- kompleksowe zarysowanie kierunków dalszych badań w podsumowaniu – jest to stosunkowo rzadki, dojrzały akcent w rozprawach doktorskich, budujący Autorowi program badawczy na przyszłość i wskazujący innym badaczom możliwości dalszych badań w zakresie podjętej w rozprawie problematyki,
- sporządzenie ciekawych, bardzo dobrze wykonanych rycin (łącznie 112, w tym wiele map oraz 134 mapy w aneksie); na uwagę w szczególności zasługuje bardzo dobre wykorzystanie metod kartograficznych,
- przejrzyste, staranne formatowanie i wysokiej jakości edycja graficzna rozprawy.

Do pewnych jej słabości, nie wpływających jednak na całościową wysoką ocenę, można zaliczyć:

- niejednoznaczną weryfikację niektórych hipotez (H2);
- zauważalną czasem powtarzalność argumentów (szczególnie w podsumowaniu w stosunku do syntezy w rozdziale 4) oraz czasem niepotrzebne przywoływanie ponowne celów i hipotez (wystarczyłoby odwołanie do wstępu);
- pewien subiektywizm klasyfikacji modeli, w tym stworzenie kategorii, do której nie zakwalifikowano żadnego modelu optymalizacji,
- drobne niezręczności językowe (np. „...skutkuje najwyższym zróżnicowaniem przestrzennego zróżnicowania kosztu jednostkowego...” na s. 228) i błędy literowe (np. „Environemtal” na s. 10, „optymalizacyjnych, czyli tycj” na s. 103, warinatów na s.116, „kntrahenta”, „scanariuszem” i „generalniej prawidłowości” na s. 228, „wykorzsytanie” na s. 234, „warunów” na s. 251) – są to drobiazgi, nie mające dużego znaczenia w lekturze pracy, ale należy je wyeliminować w trakcie przygotowania rozprawy do ewentualnego wydania.

Należy także zauważyć, że Autor dokonał w pracy pewnych uproszczeń (m.in. w zakresie kosztów, ograniczenia się do frakcji odpadów zmieszanych), ale są one nieodłącznym elementem każdego modelowania. Wymienione wyżej niedoskonałości nie wpływają jednak na obniżenie bardzo wysokiej w mojej opinii oceny rozprawy.

Wobec powyższego należy uznać, że **rozprawa doktorska Pana mgra Damiana Mazurka pt. „Metodyczne ujęcie modelowania przepływu zasobów w kontekście ich regionalizacji na przykładzie wybranych strumieni odpadów komunalnych” spełnia merytoryczne i formalne warunki stawiane tego typu pracom w dyscyplinie geografia społeczno-ekonomiczna i gospodarka przestrzenna.** Stwierdzam zatem, że recenzowana **rozprawa spełnia wymogi określone w artykule 13. ust. 1 Ustawy z dn. 14 marca 2003 r. o stopniach naukowych i tytule naukowym oraz stopniach i tytule w zakresie sztuki (z późniejszymi zmianami), w związku z czym wnoszę o przyjęcie rozprawy oraz dopuszczenie jej Autora do dalszych etapów przewodu doktorskiego.**



Kraków, 22 marca 2026 r.