

ZAŁĄCZNIK 2

AUTOREFERAT

Przedstawiający omówienie osiągnięcia naukowego

DR MICHAŁ NIEDZIELSKI

Polska Akademia Nauk
Instytut Geografii i Przestrzennego Zagospodarowania
im. Stanisława Leszczyckiego

WARSZAWA 2019

1) Imię i Nazwisko: Michał Niedzielski

2) Posiadane dyplomy, stopnie naukowe – z podaniem nazwy, miejsca i roku ich uzyskania oraz tytuły rozprawy doktorskiej

2003: licencjat geografii (Bachelor of Arts in Geography), Department of Geography, DePaul University, Chicago, Illinois, USA

2005: magister geografii (Master of Arts in Geography), Department of Geography, The Ohio State University, Columbus, Ohio, USA

2009: doktorat z geografii (PhD in Geography), Department of Geography, The Ohio State University, Columbus, Ohio, USA, praca doktorska pt. „How far is too far? Spatial and socio-demographic determinants of ‘locked-in’ commuting”

3) Informacje o dotychczasowym zatrudnieniu w jednostkach naukowych:

Od czerwca 2017: POLONEZ fellow, Instytut Geografii i Przestrzennego Zagospodarowania Polskiej Akademii Nauk (IGiPZ PAN)

08/2017 – 05/2018: Associate Professor (tenured), Department of Geography and Geographic Information Science, University of North Dakota, USA (sabbatical/urlop)

08/2011 – 05/2017: Assistant Professor (tenure-track), Department of Geography and Geographic Information Science, University of North Dakota, USA

08/2009 – 05/2011: Visiting Assistant Professor, Department of Geography, Environment and Planning, University of South Florida, USA

09/2004 – 06/2009: Graduate Teaching Assistant, Department of Geography, The Ohio State University, USA

- 4) Wskazanie osiągnięcia* wynikającego z art. 16 ust. 2 ustawy z dnia 14 marca 2003 r. o stopniach naukowych i tytule naukowym oraz o stopniach i tytule w zakresie sztuki (Dz. U. 2016 r. poz. 882 ze zm. w Dz. U. z 2016 r. poz. 1311.):
- a) Tytuł osiągnięcia naukowego:

NORMATYWNE I POZYTYWNE ANALIZY DŁUGOŚCI DOJAZDÓW DO PRACY

b) publikacje wchodzące w skład osiągnięcia naukowego (autor/autorzy, tytuł/tytuły publikacji, rok wydania, nazwa wydawnictwa, recenzenci wydawniczy):

- [1] **Niedzielski, M.A.**, O'Kelly, M.E., Boschmann, E.E. 2015. Synthesizing spatial interaction data for social science research: Validation and an investigation of spatial mismatch in Wichita, Kansas. *Computers, Environment, and Urban Systems* 54: 204-218. <http://dx.doi.org/10.1016/j.compenvurbsys.2015.09.004>. **3,724 IF**
- [2] **Niedzielski, M.A.**, Boschmann, E.E. 2014. Travel time and distance as relative accessibility in the journey to work. *Annals of the Association of American Geographers* 104(6): 1156-1182. <https://doi.org/10.1080/00045608.2014.958398> **3,810 IF**
- [3] **Niedzielski, M.A.**, Horner, M.W., Xiao, N. 2013. Analyzing Scale Independence in Jobs-Housing and Commute Efficiency Metrics. *Transportation Research Part A: Policy and Practice* 58: 129-143. <http://dx.doi.org/10.1016/j.tra.2013.10.018> **3,026 IF**
- [4] O'Kelly, M.E., **Niedzielski, M.A.**, Gleeson, J. 2012. Spatial Interaction Models from Irish Commuting Data: Variations in Trip Length by Occupation and Gender. *Journal of Geographical Systems* 14(4): 357-387. <http://dx.doi.org/10.1007/s10109-011-0159-3> **1,324 IF**
- [5] O'Kelly, M.E., **Niedzielski, M.A.**. Are long commute distances inefficient and disorderly? *Environment & Planning A* 41(11): 2741-2759. <http://dx.doi.org/10.1068/a41327> **2,152 IF**

- c) omówienie celu naukowego/artystycznego ww. pracy/prac i osiągniętych wyników wraz z omówieniem ich ewentualnego wykorzystania:

NORMATYWNE I POZYTYWNE ANALIZY DŁUGOŚCI DOJAZDÓW DO PRACY

Omówienie osiągnięć naukowych

Rozwój moich zainteresowań badawczych i tematycznych, jak również nabyte przeze mnie umiejętności techniczne oraz znajomość podstaw teoretycznych zostały zawarte w pięciu publikacjach, stanowiących rdzeń moich osiągnięć naukowych. Artykuły te zostały opublikowane w prestiżowych czasopismach, ocenianych w oparciu o *impact factor* (Web of Science) i wartości SJR (Scopus). Wydawnictwa naukowe, w których publikowałem obejmują wiele dyscyplin m.in. takich jak geografia, planowanie, transport i badania środowiskowe. Wybrałem te tytuły, ponieważ prowadzone przeze mnie badania mają charakter interdyscyplinarny, a moim celem jest dotarcie z wynikami badań do szerokiego grona odbiorców.

Przedmiotem moich badań, łączącym kluczowe publikacje w spójną całość jest modelowanie interakcji przestrzennych poprzez analizę długości dojazdów. Badania prowadzę w dwóch kierunkach: w wymiarze normatywnym, którego celem jest zrozumienie, jak można usprawnić dojazdy do pracy, oraz w wymiarze pozytywnym, opartym na idei wykorzystania rzeczywistych zachowań podróży w modelach interakcji przestrzennej. Co warto podkreślić, prowadzone przeze mnie badania wykorzystują rzeczywiste zachowania podróży, w przeciwieństwie do charakterystycznego dla modeli grawitacyjnych badania potencjalnych zachowań związanych z podróżowaniem lub przewidywania jakie zachowania podróży mogą się pojawić. Poniżej wymieniam szczegółowe cele badawcze, zawarte we wspomnianych wyżej pięciu pracach:

- Zrozumienie związku pomiędzy strukturą urbanistyczną a długością dojazdów do pracy (artykuły [3], [4] i [5]).
- Zbadanie, jak rzeczywiste zachowania w zakresie dojazdów do pracy różnią się w zależności od grup społeczno-ekonomicznych (artykuły [1], [2] i [4]).

W pozostałej części autoreferatu pragnę omówić moje osiągnięcia naukowe w ramach wyżej wymienionych celów badawczych.

Zrozumienie związku między strukturą urbanistyczną a dojazdami do pracy

W ogólnych zarysach można sformułować tezę, że struktura społeczna jak i struktura miejska mają wpływ na dojazdy do pracy. Ja jednak chciałbym omówić wpływ struktury społecznej na dojazdy w kolejnej sekcji. W pierwszej kolejności skoncentruję się na dwóch sposobach w jaki struktura miejska wpływa na dojazdy do pracy, mianowicie opiszę oddziaływanie gęstości zaludnienia i gęstości zatrudnienia na dojazdy (Gordon i in., 1989), a potem wpływ zagospodarowania przestrzennego na dojazdy. Wraz ze zmniejszaniem się gęstości, na przykład w związku z suburbanizacją, zwiększa się odległość dojazdów do pracy, jednak nie jest przesądzone, że jednocześnie wzrośnie czas dojazdu. W niektórych przypadkach rzeczywiście czas dojazdu do pracy w obszarze metropolitalnym wzrośnie wraz ze wzrostem odległości dojeżdżania, ale w innych przypadkach pozostanie on stabilny (Levinson i Kumar, 1994; Levinson & Wu, 2005). Równoczesny wzrost czasu dojazdu i odległości z powodu niższych gęstości zależy od tego, czy czasy dojazdu osiągnęły punkt krytyczny (Huang et al., 2018). Gdy czas dojazdu osiągnie punkt krytyczny, ludzie będą zmieniać swoje zachowanie podczas podróży, zmieniając lokalizację miejsca zamieszkania lub pracy, aby skrócić czas dojazdu. Rozproszenie ludzi na terenach mieszkalnych o niższej gęstości i decentralizacja miejsc pracy w policentryczne centra zapewniają odpowiednią różnorodność gęstości sprzyjającą skróceniu czasu dojazdu (Levinson, 1998).

Inny związek między strukturą miejską a dojazdami do pracy ujawnia się poprzez zagospodarowanie przestrzenne. Bliskość pomiędzy użytkownikami terenu prowadzi do mniejszej liczby podróży z użyciem samochodu osobowego. Wykazano, że w przypadku ogólnych zachowań związanych z podróżowaniem, bliskość pomiędzy miejscem zamieszkania, pracą i punktami sprzedaży detalicznej, a także zróżnicowanie zagospodarowania przestrzennego, prowadzi do mniejszej ilości przejechanych kilometrów (Cervero i Kockelman, 1997; Kockelman, 1997). Szczególnie w odniesieniu do dojazdów do pracy, bliskość między lokalizacjami miejsc zamieszkania i pracy, zwana bilansem praca-mieszkanie (ang. *jobs-housing balance*), wpływa na długość dojazdów. Badania wskazują, że na obszarach, w których miejsca zamieszkania i pracy są bliżej siebie, tj. na obszarach o większej równowadze między domami i miejscami pracy, dojazdy są krótsze (Giuliano i Small, 1993; Cervero, 1996; Horner, 2007; Horner i Schleith, 2012). Badanie to potwierdza spostrzeżenia Alonso (1964), że minimalizacja długości dojazdów do pracy jest istotnym czynnikiem w procesie decyzyjnym dotyczącym wyboru lokalizacji mieszkaniowej.

Podejście normatywne: jakie dojazdy do pracy są najlepsze?

Połączenie normatywnych analiz dojazdów do pracy z głównymi koncepcjami z modelu Alonso (1964) może służyć jako wyjście do dwóch szczegółowych refleksji. Obie opierają się na kluczowych analizach matematycznych bazujących na modelu interakcji przestrzennej. Analizy powyższe zostały opisane przeze mnie w artykułach [4] i [5], obie prace interpretują kluczowe parametry modelu, zarówno w teoretycznych jak i empirycznych aspektach. Jako pierwszą omówię pracę [5], która używa modelu interakcji przestrzennej opartego na entropii i pozwala na nową interpretację parametru długości podróży. Z kolei w pracy [4] relacja pierwotno-dualna pozwala na nową interpretację kosztów ukrytych (ang. *shadow price*) parametrów źródło-cel modelu interakcji przestrzennej.

Alonso (1964) stwierdził, że ludzie wybierali lokalizacje miejsc zamieszkania w monocentrycznych miastach w taki sposób by mogli maksymalnie wykorzystać warunki (ang. *utility maximization*) dotyczące przestrzeni, dostępności do usług, bliskości miejsc pracy i ceny nieruchomości. Teorię tę można testować poprzez określenie optymalnej struktury dojazdów do pracy na podstawie stałego rozkładu przestrzennego domów i miejsc pracy. Innymi słowy, możemy zapytać, jak dobrze struktura urbanistyczna wyjaśnia dojazdy do pracy.

Test teorii Alonsa wykazał, że standardowy miejski model ekonomiczny monocentryczności wyjaśnia jedynie 10% długości dojazdów do pracy (Hamilton, 1982). Zauważenie nieścisłości w podejściu Hamiltona (1982) zainspirowało White (1988) i Small & Song (1992) do wykorzystania specjalnej wersji modelu interakcji przestrzennej. W rezultacie odkryli oni, że struktura miejska może wyjaśnić 30-60% długości dojazdów. Właśnie ta dyskusja w literaturze specjalistycznej na temat zalet struktury miejskiej w wyjaśnianiu dojazdów do pracy stanowiła inspirację dla moich badań, których wyniki przestawiłem w pracy magisterskiej, a następnie w rozprawie doktorskiej. W moich badaniach magisterskich i dysertacyjnych wykorzystałem dwie specjalne wersje modelu interakcji przestrzennej. Jedną z parametrem oporu przestrzeni, β , równą $+\infty$ (β w model wchodzi ze znakiem minus), po to, by ustalić dolną granicę dojazdów do pracy w mieście oraz drugą z β równą $-\infty$, celem ustalenia ich górnej granicy. Takie podejście pozwala zidentyfikować tę część zaobserwowanych dojazdów do pracy, która jest wymagana (i wyjaśniona) przez strukturę miejską, czyli minimalny dojazd do pracy, wymagany m.in. dla zrównoważonego rozwoju. Innymi słowy, podejście to odpowiada na pytanie, jaka jest efektywność dojazdów, poprzez porównanie zaobserwowanych poziomów dojazdów do ich minimalnego poziomu.

W mojej pracy magisterskiej, w której badałem dojazdy do pracy w czterech miastach w Polsce, wykazałem, że analiza struktury miejskiej wyjaśnia 33-53% dojazdów do pracy (Niedzielski, 2006). Innymi słowy, około 40-70% obserwowanych dojazdów do pracy znajduje się powyżej poziomu minimalnego, nadanego przez strukturę miejską. Badanie wpływu struktury miejskiej na dojazdy kontynuowałem w mojej rozprawie doktorskiej, rozszerzając analizę o rozróżnienie dojazdów między różnymi typami zawodów i grupami dochodowymi. Między innymi zaobserwowałem, że w Wichita, Kansas, podczas gdy sama analiza struktury miejskiej wyjaśniła 75% dojazdów do pracy, analiza struktury miejskiej poszerzona o dane odpowiadające 24 grupom zarobkowym wyjaśniła dojazdy do pracy między 37% aż do 94%. Oczywiście, przy założeniu, że krótsze dojazdy miały większe znaczenie dla jednych rodzajów pracowników bardziej niż dla innych.

Po obronie rozprawy doktorskiej kontynuowałem badanie struktury urbanistycznej wyjaśniającej naturę dojazdów do pracy, rozszerzając analizę o koncepcję entropii. Struktura urbanistyczna jako czynnik wyjaśniający dojazdy do pracy zasadniczo ogranicza długość dojazdów w ramach danej struktury miejskiej. W różnych typach struktur miejskich możliwych jest wiele różnych sposobów dojazdów do pracy. Poczynając od bardziej monocentrycznych metropolii, takich jak historyczne miasta w Europie Zachodniej lub w północno-wschodnich Stanach Zjednoczonych, a kończąc na nowych, intensywnie rozrastających się w ostatnich latach miastach na południu i zachodzie Stanów Zjednoczonych, charakteryzujących się mniejszą gęstością zaludnienia. W ramach tych ostatnich, średnie dojazdy do pracy mogą mieć różny zasięg, często zdarza się również, że miasta o podobnej strukturze miejskiej mają różne długości dojazdów, a miasta o różnych strukturach miejskich mają te długości podobne (Schleith i in., 2016). Podejście, którego używałem do tej pory w badaniach przedstawionych w mojej pracy magisterskiej i rozprawie doktorskiej, opisywało tylko obecny stan dojazdów do pracy oraz stopień ich efektywności. Do tego czasu nie badałem jeszcze możliwości ograniczenia dojazdów do pracy na dowolnym poziomie efektywności, tj. nie dociekałem, czy dojazdy na dalekich dystansach mają wyższy potencjał redukcji, a dojazdy na krótkich dystansach mają niższy potencjał, co wydaje się być popularnym punktem widzenia.

Badaniu powyższego problemu poświęciłem pracę [5], gdzie zaproponowałem inny sposób analizy zaobserwowanych dojazdów do pracy, a mianowicie z punktu widzenia ich organizacji przestrzennej. Istotne było dla mnie nie tylko pytanie, czy obserwowane dojazdy są efektywne

czy też nie, ale także czy są losowe czy regularne. Wiedza o tym, czy praktyka dojazdów do pracy w danym mieście jest losowa czy regularna, pozwala na zrozumienie stopnia trudności w zmniejszeniu długości dojazdów, biorąc pod uwagę stałą strukturę miejską (O'Kelly i Niedzielski, 2008). W pracy [5] połączyłem podejście do efektywności i organizacji, aby przeanalizować, czy można zminimalizować schematy dojazdów do pracy, między efektywnymi i nieefektywnymi, i jak trudne byłoby to dla 25 miast w Stanach Zjednoczonych.

Teoretycznym jak i empirycznym wkładem artykułu [5] jest rozbieżność dojazdów do pracy na dwa składniki: odległościowy i entropijny. Innowacja w analizie dojazdów, rozróżniająca badanie odległości i entropii, opiera się na matematycznej wnikliwości, która pozwala określić entropię jako funkcję długości dojazdów, całkując dH / dC w funkcji $\beta(C) = dH / dC$. Pokazuje to nieliniową zależność między długością dojazdów (C) i entropią (H). Równanie to prowadzi do kluczowego wniosku empirycznego: samo badanie czasu dojazdu i efektywności dojazdów nie tłumaczy czy dojazdy do pracy są losowe lub regularne, lub, innymi słowy, jakie są możliwości marginalnego skrócenia długości dojazdów. Ustalenie zależności analitycznej między długością dojazdów (C), β i (H) jest matematycznym wkładem, który jednoczy literaturę dotyczącą interakcji przestrzennej, entropii i dojazdów do pracy.

Opierając się na powyższej analizie matematycznej, opracowałem nowy wskaźnik do mierzenia dojazdów do pracy, czyli wskaźnik nadmiernej entropii (ang. *excess entropy*). Określa on wielkość entropii powiązaną z zaobserwowanymi dojazdami przeciwko górnej i dolnej granicy entropii, które powiązane są z ekstremalnymi teoretycznymi (minimalnymi i maksymalnymi) długościami dojazdów. Informacje dotyczące nadmiaru entropii w połączeniu z informacjami dotyczącymi efektywności dojazdów mówią wiele o potencjale redukcji długości dojazdów do miasta, biorąc pod uwagę jego stałą strukturę miejską. W próbie 25 miast w USA, w miastach takich jak Rochester, Las Vegas, lub Charlotte, dojazdy są krótkie, ale na tle dolnych i górnych granic długości i entropii dojazdów, można sformułować wniosek, że dojazdy w tych miastach są nieefektywne i przypadkowe, co daje wysoki potencjał redukcji kosztów dojazdu. W innych miastach, takich jak Seattle, Atlanta, lub Minneapolis, dojazdy są długie, ale są efektywne i regularne przez co mają mniejszy potencjał redukcji kosztów. Oba opisane wyżej wyniki są sprzeczne z powszechnymi oczekiwaniami. Z kolei w innych miastach objętych badaniem oczekiwania się potwierdziły, na przykład w Wichita, KS, dojazdy do pracy są krótkie i zorganizowane (mały potencjał redukcji), a w San Diego długie i przypadkowe (duży potencjał redukcji).

W pracy [5] podzieliłem długości podróży na dwa elementy: efektywność i entropia. Celem takiego podziału było, istotne z punktu widzenia polityki miejskiej, przedstawienie trudności w zmniejszeniu długości dojazdów. Podobnie w artykule [4] długość podróży została podzielona na jej składniki początkowe i docelowe i na tej podstawie zostały obliczone ukryte koszty (ang. *shadow prices*) dla każdej długości podróży. Koszty ukryte są to miary czułości, które oznaczają lokalizacyjne przewagi źródeł i celów podróży. Są one właściwością matematyczną modelu optymalizacyjnego wynikającą z uzupełniającego twierdzenia o rozluźnieniu (ang. *complimentary slackness theorem*). W równaniu przedstawionym w publikacji, koszty ukryte interpretowane są jako różnice w czynszach i płacach. Nie są to jednak faktyczne koszty czynszów i wysokości płac, ale modele wysokości czynszów i czynników płacowych, na podstawie których określana jest wysokość czynszów i płac w danych lokalizacjach. W przypadku dojazdów do pracy interpretacja kosztów ukrytych jest następująca: strefy zatrudnienia, które przyciągają pracowników z dalszych części miasta, wypłacają dodatkową składkę płacową (tj. zapewniają wyższe wynagrodzenie w celu zrekompensowania dłuższego dystansu) i podobnie, strefy mieszkaniowe, z których pracownicy mają bliżej do miejsca pracy, pobierają składkę czynszową (tj. czynsze są odpowiednio wyższe ze względu na dogodność wynikającą z krótkiego dystansu).

Koszty ukryte są wymaganą właściwością matematyczną z zakresu programowania liniowego, jako parametry odpowiadające modelowi interakcji przestrzennej z $\beta = +\infty$. Kluczowym spostrzeżeniem w artykule [4] jest matematyczne wyprowadzanie kosztów ukrytych dla dowolnej długości podróży, a nie tylko dla najbardziej wydajnego modelu interakcji przestrzennej z $\beta = +\infty$. Główne wyniki pokazują, że lokalizacje peryferyjne mają wyższą emisyjność, tj. pracownicy podróżujący na większą odległość z peryferyjnych miejsc zamieszkania do centralnych miejsc pracy mają wyższe zarobki. Wyniki dezagregacji z publikacji [4] zostały omówione w następnej części tego referatu.

Kolejne rozszerzenie naukowe, które podejmuję w moich badaniach dotyczy wpływu struktury miejskiej na dojazdy z uwzględnieniem agregacji przestrzennej i strefowego podziału przestrzennego, ogólnie określanego jako *Modifiable Areal Unit Problem* (MAUP). Aspekt skali przestrzennej MAUP odnosi się do wpływu różnych agregacji jednostek przestrzennych na wyniki analiz. Aspekt podziału strefowego MAUP odnosi się natomiast do wpływu różnych podziałów przestrzeni na jednym poziomie agregacji na wyniki analizy. Typowe jednostki

przestrzenne, takie jak jednostki statystyczne przejęte dla danego państwa, są za mało elastyczne i nie pasują zarówno do skali jak i rozkładu badanych zjawisk. Innymi słowy, wyniki zmieniają się w zależności od wielkości i kształtu przyjętych jednostek przestrzennych (Gehlke i Biehl, 1934, Opensha; i Taylor, 1979). Co więcej, zmieniają się nie tylko wielkości wyników ale również znak współczynnika β w kontekście analizy regresji (Fotheringham i Wong, 1991).

Z wpływu MAUP na efektywność dojazdów do pracy zdawałem sobie sprawę już podczas moich studiów magisterskich i rozprawy doktorskiej, ponieważ znany był mi problem zidentyfikowany w pracy Small & Song (1992). Autorzy ww. pracy wykazali, że wydajność dojazdów do pracy w Los Angeles wynosiła 33% dla 31 stref i 65% dla 706 stref. Następnie, systematyczna analiza wpływu MAUP na efektywność dojazdów została przeprowadzona przez Horner & Murray (2002). Badacze ci przeprowadzili symulację wpływu różnych skal i podziałów strefowych na wskaźniki efektywności dojazdów. Obliczyli oni wydajność dojazdów dla 11 różnych agregacji i 100 różnych podziałów strefowych dla każdego poziomu agregacji i odkryli, że efektywność w zakresie dojazdów wahała się między 26% a 48% dla agregacji i między 12% a 37% dla różnych podziałów strefowych. Ponieważ wartości sprawności dojazdów stabilizują się wraz ze wzrostem liczby stref, Horner i Murray (2002) rekomendują stosowanie najmniejszych jednostek przestrzennych, dzięki czemu można osiągnąć najwyższą rozdzielczość, nawet jeśli dane na poziomie indywidualnym są niedostępne. Innym podejściem jest opracowanie metod zmniejszania niepewności związanej z efektami MAUP (np. Stępnia i Jacobs-Crisioni, 2017).

W pracy [3] wykazuję, że możliwe jest jeszcze inne podejście do obsługi MAUP, niezależne od agregacji i strefowego podziału. Do przetestowania tego podejścia zainspirowała mnie książka pt. „Emergence: From Chaos to Order” (Holland, 1998), którą przeczytałem już po mojej rozprawie doktorskiej. W tej książce omówiono między innymi fraktale i ich samopodobieństwo w skalach. Fraktal wykazuje regularną strukturę, co oznacza, że obiekt lub ilość ma taką samą ilość szczegółów w różnych agregacjach. Dowiedziałem się również o analizie fraktalnej, która sprawdza, czy dane zjawisko zmienia się systematycznie w skali przestrzennej. Celem analizy fraktalnej jest sprawdzenie, czy istnieje statystycznie istotna zależność między wartościami danego zjawiska a wielkością jednostki przestrzennej (skala). Dzięki tej analizie możliwe jest zbadanie, czy zjawiska miejskie, takie jak sieci transportowe czy zagospodarowania przestrzenne, są fraktalami (Longley i Mesev, 2002; Terzi i Kaya, 2011).

W związku z tym postanowiłem sprawdzić, czy efektywność dojazdów do pracy jest fraktalna oraz czy da się ustalić, czy skala zmienia się systematycznie.

Tak więc postawiłem sobie za cel ustalenie, czy różne wskaźniki efektywności dojazdów są podatne na MAUP. Horner i Murray (2002) przeprowadzili symulacje bazując tylko na jednym wskaźniku efektywności dojazdów. Od tego czasu opracowano dwa dodatkowe wskaźniki (Horner, 2002; Yang i Ferreira, 2008); co więcej, z żadnej z tych prac nie było testowane, czy wskaźniki bilans praca-mieszkanie (ang. *jobs-housing balance*) są podatne na MAUP. Podsumowując, w pracy [3] zbadalem podatność na MAUP trzech wskaźników *jobs-housing balance* i trzech wskaźników efektywności dojazdów. Test obejmował wykorzystanie kodu C++ do uruchomienia 1900 symulacji dla 19 różnych poziomów agregacji i dla 100 różnych podziałów strefowych dla każdego poziomu agregacji. W rezultacie wykazałem, że dwa wskaźniki *jobs-housing balance* (*proportionally matched commuting* i *maximum theoretical commute*) są niezależne od agregacji, co oznacza, że na ich wartości nie mają wpływu zmiany w agregacji. Ponadto dwa wskaźniki efektywności w zakresie dojazdów do pracy (*commuting capacity used* i *commuting economy*) są również niezależne od agregacji. Jeden parametr *jobs-housing balance* (*minimum theoretical commute*, MIN) i jeden parametr efektywności dojazdów (*excess commuting*, EC) są dotkliwie podatne na agregację. Na wszystkie sześć parametrów ma wpływ podział strefowy, chociaż przy wyższej rozdzielczości odchylenie wartości metryki wynosi tylko około 2-3%. Nic dziwnego, że badania te potwierdzają zalecenie Hornera i Murraya (2002), aby użyć najmniejszych jednostek przestrzennych, jeśli dane na poziomie indywidualnym nie są dostępne. Jednak inny kluczowy wniosek sformułowany przeze mnie w pracy [3] jest taki, że oprócz testowania nowych parametrów, niektóre zjawiska mogą pozostawać niezmiennie w skali (ang. *scale invariant*). Oznacza to, że chociaż zjawisko zmienia się w zależności od skali, dzieje się to systematycznie. Takimi przykładami są wskaźniki MIN i EC. Analiza fraktalna określa, czy wartości zjawiska, X , następują po prostym rozkładzie prawa siły: $X = n^D$, czy też w postaci logarytmicznej: $\log(X) = D \log(n)$. Wyniki pokazują, że 85% zmienności wartości MIN i 89% zmienności wartości EC można wyjaśnić zmianami w agregacji. Ma to ważne znaczenie: wartości MIN i EC można przewidzieć i zinterpretować poprzez różne poziomy agregacji. Ma to również istotny wpływ na literaturę przedmiotu próbującą znaleźć odpowiedź na pytanie: czy inne zjawiska urbanistyczne różnią się systematycznie pod względem skali? Na razie to pytanie pozostaje otwartym pytaniem badawczym.

Podejście pozytywne: jak zmieniają się rzeczywiste dojazdy do pracy pod względem podziału społeczno-demograficznego

Kolejnym moim celem badawczym jest analiza wpływu struktury społecznej na dojazdy do pracy z uwzględnieniem różnic społeczno-demograficznych wśród pracowników. Badania, przynajmniej w Stanach Zjednoczonych, pokazują, że dojazdy do pracy różnią się w zależności od cech społeczno-demograficznych podróżujących, takich jak płeć, rasa / pochodzenie etniczne, status imigracyjny, dochód, stan ubóstwa, rodzaj zawodu, umiejętności pracy, wiek, zależność od transportu publicznego, kapitał ludzki i kapitał społeczny. Przyczyny wpływu struktury społecznej na obserwowane dojazdy do pracy są liczne i zróżnicowane. Na przykład różnice między płciami wynikają z obowiązków domowych, które powodują skrócenie czasu dojazdów do pracy przez kobiety (Hanson & Pratt, 1995; Kwan, 1999). Rasowe i etniczne mniejszości mogą dojeżdżać do pracy na krótkich lub długich dystansach w zależności od konkretnych kombinacji lokalizacji ich miejsca zamieszkania w stosunku do miejsc pracy, może to być wynikiem suburbanizacji miejsc pracy, dyskryminacji na rynku mieszkaniowym i zależności od transportu publicznego (Grengs, 2010; Horner & Mefford, 2007; Holzer, i in., 1994). Biorąc pod uwagę szczególny charakter struktury miejskiej amerykańskich obszarów metropolitalnych, podobna dynamika występuje w przypadku pracowników o niskich kwalifikacjach i o niskich dochodach (Hu, 2014; Immergluck, 1998).

Pomimo, że na temat obserwowanych dojazdów do pracy wiadomo wiele, to jednak większość tej wiedzy opiera się na danych na poziomie indywidualnym. Ma to swoje zalety pod względem niuansów, kontekstu i nieprzewidywalności zachowań związanych z podróżowaniem. Wadą zbyt drobiazgowych danych, pozostających na poziomie indywidualnym jest to, że opierają się one na badaniach ankietowych, co sprawia że nie mogą być uogólnione i nie pozwala to na porównanie między rejonami w obszarze metropolitalnym. Ponadto, zbiorcze dane dotyczące dojazdów na poziomie indywidualnym nie są łatwo dostępne, ze względu na ograniczenia dotyczące gromadzenia takich danych. Wyniki, które można porównać i z których można wyciągać szersze wnioski możliwe są jedynie przy użyciu danych zagregowanych w strefy (ang. *place-based*). Zazwyczaj dane dotyczące dojazdów zagregowane w strefy są dostępne tylko dla ogólnego pracownika, bez podziału na jego cechy społeczno-demograficzne. W rzadkich przypadkach agregowane dane dojazdów do pracy są dzielone na jedną cechę społeczno-demograficzną, taką jak np. poziom ubóstwa (w *US Census Transportation Planning Package*, CTPP), rasa lub dochód (w *US Census Longitudinal Employment Household Dynamics*, LEHD). Jednak nie istnieją agregowane dane dojazdów do pracy dzielone na dwie

lub więcej cech na raz, takich jak np. rasa i dochód jednocześnie. Problemem jest brak podziału na cechy społeczno-demograficzne w danych o dojazdach do pracy co ogranicza naukowców w zrozumieniu problemów społecznych w przestrzeni miejskiej, takich jak dostępność do pracy, segregacja lub bilans praca-mieszkanie.

W reakcji na ten problem O'Kelly i Lee (2005) opracowali metodę, według której można obliczyć zsyntetyzowane dane dla dojazdów do pracy. Zastosowali tę metodę do syntezy dojazdów do pracy dla grup podzielonych ze względu na wykonywany zawód. Inni badacze posłużyli się tą metodą do dezagregacji danych dotyczących dojazdów do pracy ze względu na rasę podróżujących (Jang i Yao, 2014; Farber i in., 2015) oraz ich płeć i wykonywany zawód (Sang i in., 2011). Moim głównym wkładem w badania w tej dziedzinie, przedstawionym w pracy [1], jest walidacja metody O'Kelly'ego i Lee (2005) oraz obliczenie syntetycznych dojazdów do pracy zdezagregowanych jednocześnie na rasę i dochód. Ponieważ kilku badaczy wykorzystało wcześniej tę metodę do syntezy przepływów, istotne jest aby sprawdzić, jak dobrze przepływy syntetyczne faktycznie modelują rzeczywiste przepływy dojazdów do pracy. W publikacji [1] przeprowadzam analizę poprawności syntetycznych przepływów wytwarzanych metodą O'Kelly'ego i Lee. Ta metoda syntetyzuje nieznane zdezagregowane dane za pomocą znanych danych: agregowane przepływy i zdezagregowane sumy źródeł i celów. W pracy [1] przeprowadzam kontrolowany eksperyment, porównując rzeczywiste i syntetyczne dane dojazdów do pracy w podziale na dochody. Wykorzystuję rzeczywiste dane dojazdów do pracy podzielone na trzy grupy dochodowe z LEHD z 2010 r. dla obszaru metropolitalnego Wichita w stanie Kansas. Wyniki pokazują, że średnia bezwzględna różnica między przepływami rzeczywistym i syntetycznym dla trzech grup dochodów waha się od 19 do 26 pracowników, skorygowana wartość współczynnika determinacji R^2 waha się od 0,770 do 0,959, a średnia kwadratowa błędów (ang. *root mean square error*, RMSE) waha się między 0,971 a 1,070. Zakres skorygowanych wartości współczynnika determinacji R^2 między rzeczywistymi i syntetycznymi sumami źródeł wynosi 0,991-0,998, a między sumami celów 0,992-1 000. Zakres RMSE dla źródeł wynosi 5,726-7,286, a dla celów 17,104-21,742. Zatem dopasowanie między rzeczywistym a syntetycznym przepływem można określić jako doskonałe.

Innym znaczącym wkładem w powyższe badania, jaki zaproponowałem w publikacji [1] jest synteza przepływów biorąc pod uwagę jednocześnie rasę i dochód, w wyniku czego powstają syntetyczne dojazdy w kombinacji trzech grup dochodowych (niskie, średnie i wysokie

dochody) oraz trzech grupy rasowych (biała, czarna i azjatycka). Segregacja mieszkaniowa ze względu na rasę w USA zawsze stanowiła istotny problem społeczny, jednak ostatnio segregacja w segmencie mieszkaniowym z powodu dochodów w Stanach Zjednoczonych bardzo wzrosła (Massey i in., 2009). Dzieje się tak dlatego, że coraz więcej osób mieszka w gęsto zaludnionych ubogich dzielnicach, w tym również na przedmieściach ponieważ ubóstwo decentralizuje się (Howell i Timberlake, 2014). Dojazdy do pracy podzielone na grupy rasowo-dochodowe zostały zsyntetyzowane dla miasta Wichita w stanie Kansas. Wyniki badania pokazują, że biali z wszystkich grup dochodowych mieli najdłuższe trasy dojazdowe, nawet biali o niskich dochodach dojeżdżali do pracy dłużej niż czarni i Azjaci o wysokich dochodach. Wizualizacje gęstości linii przepływu (ang. *flow line density*) pokazują, że biali ze wszystkich grup dochodowych mieli najbardziej obszerne przestrzennie dojazdy obejmujące cały obszar metropolitalny. Chociaż istniały pewne różnice w układach przestrzennych pomiędzy grupami dochodowymi, były one stosunkowo niewielkie w porównaniu do różnic między grupami dochodowymi dla czarnych i Azjatów. Zasadniczo wszystkie trzy grupy dochodowe wykorzystywały różne części obszaru metropolitalnego, wykazując wyraźne różnice w dochodach i segregację mieszkaniową. W artykule [1] pokazałem, że metodą syntezy przepływów można stworzyć przepływy odzwierciedlające rzeczywistą dystrybucję, a zsyntetyzowane przepływy rasowo-dochodowe mają ważne implikacje dla polityki miejskiej w kategoriach segregacji i nierówności społecznych, które zostały pokazane po raz pierwszy na poziomie zagregowanym metropolii.

W publikacji [1] wykazuję, że dojazdy pracowników o niskich dochodach są ograniczone przestrzennie w stosunku do innych grup dochodowych. Mają oni mniejsze możliwości przestrzenne w poszukiwaniu pracy, ograniczoną podaż tanich mieszkań i suburbanizację miejsc pracy o niskich kwalifikacjach. Dlatego też badanie zmian czasu i odległości podróży dla osób o niskich dochodach w stosunku do populacji ogólnej wymaga dogłębnej analizy i takie wezwanie do przeprowadzenia badań na poziomie lokalnym zostało przedstawione w literaturze przez Khattaka i in. (2000). Struktura miast w USA zmienia się, o czym świadczy suburbanizacja ubóstwa i ponowne osiedlanie się w centrum miasta bogatszych pracowników. W rzeczywistości, podczas gdy pracownicy w centrum miasta mają krótsze czasy dojazdów, mieszkańcy centrum o niskich dochodach takich nie mają (Shen, 2000). Wzorce mobilności wyraźnie się różnią, występują także rozbieżności w możliwościach transportu. Dlatego moja praca [2] rozwija koncepcję monotonicznej i niemonotonicznej analizy dojazdów do pracy w oparciu o relatywny związek między czasem i odległością podróży. Te kontrastujące pojęcia

umożliwiają badanie zarówno liniowej, jak i nieliniowej zależności między czasem i odległością podróży. Podejście to uznaje fakt, że różne osoby w poszczególnych lokalizacjach mogą przeznaczać więcej lub mniej czasu na podróż, niż oczekiwano by na danej trasie podróży.

Praca naukowa [2] składa się z dwóch części o kluczowym znaczeniu: krytycznego przeglądu literatury dotyczącej dostępności oraz koncepcyjnego i empirycznego rozszerzenia niemonotonicznej dostępności opartej na rzeczywistym dojeżdżaniu do pracy. Publikacja [2] przedstawia w jaki sposób wdrażana jest dostępność w literaturze i identyfikuje trzy przeciwstawne koncepcje dostępności: dostępność miejscowa kontra indywidualna (ang. *place-based versus people-based*), dostępność normatywna kontra pozytywna oraz dostępność potencjalna w porównaniu z faktyczną dostępnością. W artykule [2] zostały podkreślone mocne i słabe strony wszystkich sposobów wdrażania dostępności. Moja praca badawcza polega na krytycznej analizie jednego aspektu wszystkich podejść związanych z dostępnością pokazując, że wszystkie one mają kartezjańskie rozumienie przestrzeni, co oznacza liniową zależność między czasem i odległością podróży. Jednocześnie, w pracy [2] zaproponowałem niemonotoniczną faktyczną dostępność opartą na obserwowanych przepływach dojazdów do analizy nieliniowych zależności między czasem a odległością podróży. Moim celem było ustalenie, czy ludzie doświadczają nieoczekiwanych przebiegów podróży, takich jak „tunele czasoprzestrzenne” (krótki czas podróży i długa odległość) oraz bariery podróżnicze (ang. *travelscarp*) (długi czas podróży i krótki dystans), oprócz oczekiwanego związku z krótkim czasem podróży i krótką odległością oraz długim czasem podróży i dużą odległością.

W tych samych badaniach [2] zastosowałem koncepcję monotonicznej i niemonotonicznej faktycznej dostępności do dojazdów do pracy w Denver, Colorado, w podziale na dwie grupy: pracowników ubogich i nie-ubogich. W pracy zostały wykorzystane dane CTPP. W rezultacie sformułowałem tezę, że pracownicy rzeczywiście doświadczają nieoczekiwanych związków między czasem a odległością podróży. Spośród wszystkich pracowników 22,5% ma takie nieoczekiwane doświadczenia, w szczególności 8,4% doświadcza „tuneli czasoprzestrzennych”, a 14,1% nieoczekiwanych barier. Ponadto istnieją statystycznie istotne różnice między pracownikami ubogimi i nie-ubogimi. „Tunele czasoprzestrzenne” odczuwa 8,1% ubogich pracowników i 8,5% nie-ubogich pracowników, a nieoczekiwanych barier doświadczają 17,7% ubogich pracowników i 13,8% nie-ubogich. Ponadto, więcej ubogich pracowników odczuwa więcej krótszych dojazdów niż nie-ubodzy, a mniej ubogich odczuwa

więcej dłuższych dojazdów niż nie-ubodzy. Co istotne, praca [2] diagnozuje problem nierówności przestrzennej, pokazując różnice w dojazdach do pracy dwóch grup pracowników o różnych dochodach, mieszkających w tym samym rejonie. W sytuacji, w której ubodzy i nie-ubodzy pracownicy mieszkają w tym samym rejonie, ubodzy pracownicy doświadczają większych niedogodności w podróży. Na przykład badania [2] dowodzą, że ubodzy pracownicy stają w obliczu nieoczekiwanych barier, podczas gdy nie-ubodzy pracownicy dojeżdżają do pracy w krótkim czasie. Wynika to z faktu, że ubodzy pracownicy mają trudności ze znalezieniem w pobliżu ich miejsca zamieszkania pracy odpowiadającej ich kwalifikacjom, w odróżnieniu od nie-ubogich pracowników, którzy są w stanie zrównoważyć dogodną dla siebie lokalizację miejsca zamieszkania z korzystnym miejscem pracy. Pokazuje to korzyści badawcze wynikające z połączenia zalet podejść do dostępności opartych na danych miejscowych i indywidualnych.

W publikacji [4] rozstała poszerzona idea badania dojazdów do pracy w oparciu o możliwości i gotowość różnego typu pracowników do opłacania lokalizacji ich miejsca zamieszkania w stosunku do lokalizacji ich miejsca pracy. Między innymi artykuł [4] empirycznie weryfikuje wgląd Alonso w proces wybierania miejsca zamieszkania, w którym grupy licytują najbardziej dostępne lokalizacje, tj. lokalizacje z najkrótszymi dojazdami. Aby przeprowadzić taką analizę, praca [4] wykorzystuje irlandzkie dane dotyczące dojazdów w całym kraju, z podziałem na płeć i wykonywany zawód podróżujących. Wyniki pokazują, że zarówno w Dublinie jak i w innych dużych miastach w Irlandii, pracownicy o wyższych kwalifikacjach i wyższych dochodach, tacy jak pracownicy wysoko wyspecjalizowani, menedżerowie oraz pracownicy biurowi, płacą wyższą składkę czynszową za mieszkanie w lokalizacji w pobliżu miejsc o wysokim zagęszczeniu pracy. Przeciwnie, pracownicy o niższych kwalifikacjach i niższych dochodach, tacy jak np. robotnicy, pracownicy słabo wykwalifikowani lub niewykwalifikowani, mieszkają w małych miasteczkach na obrzeżach dużych miast i na obszarach wiejskich. Co ciekawe, pracownicy obu płci wykonujący zawody niskiej rangi i mający niskie dochody, płacą więcej za podróż i za czynsz, niż pracownicy wykwalifikowani mieszkający w małych miasteczkach i na wsiach, którzy w takim przypadku nie ponoszą dodatkowych kosztów za tzw. składkę czynszową. Dodatkowo, w dwóch grupach: w grupie pracowników niewykwalifikowanych i w grupie pracowników biurowych widać znaczne różnice między płciami. Kobiety z obu tych grup płacą wyższe czynsze niż mężczyźni, aby mieszkać bliżej miejsc pracy.

Podsumowanie

Konkluzje wynikające w przedstawionych powyżej wszystkich pięciu osiągnięć naukowych:

- Zostało udowodnione, że określenie stopnia trudności w redukcji marginalnej długości podróży wymaga dekompozycji pojęcia długości podróży na dwa składniki: efektywność i entropia.
- Zostało udowodnione, że długo dystansowe dojazdy niekoniecznie muszą być nieefektywne i losowe, a dojazdy na krótkich dystansach niekoniecznie są efektywne i zorganizowane.
- Zostało potwierdzone, że pewne miary efektywności dojazdów do pracy i pewne wskaźniki bilansu praca-mieszkanie, są niezależne od skali, podczas gdy inne są niezmiennie w skali.
- Zostało dowiedzione, że syntetyczne dezagregowane przepływy pasują do rzeczywistych przepływów i że dojazdy zdezagregowane przez wiele cech społeczno-ekonomicznych są możliwe i zapewniają nowy wgląd w procesy miejskie.
- Zostało wykazane, że nieliniowe relacje między czasem a odległością podróży istnieją i prowadzą do nieoczekiwanych odczuć długości dojazdów do pracy.
- Zostało przedstawione, że koszty ukryte pozwalają na zbadanie różnic w dojazdach do pracy w grupach zróżnicowanych ze względu na wykonywany zawód oraz płeć.

Cytowana literatura

- Alonso, W. 1964. *Location and land use*. Cambridge, MA: Harvard University Press.
- Cervero, R. 1996. Jobs–housing balance revisited: Trends and impacts in the San Francisco Bay area. *Journal of the American Planning Association* 62:492–511.
- Cervero, R., Kockelman, K. 1997. Travel demand and the 3Ds: Density, diversity, and design. *Transportation Research Part D: Transport and Environment* 2(3): 199-219.
- Farber, S., O'Kelly, M.E., Miller, H.J., Neutens, T. 2015. Measuring segregation using patterns of daily travel behavior: A social interaction based model of exposure. *Journal of Transport Geography* 49: 26-38.
- Fotheringham, A.S., Wong, D.W.S. 1991. The modifiable areal unit problem in multivariate statistical analysis. *Environment and Planning A* 23: 1025–1044.
- Gehlke, C.E., Biehl, K. 1934. Certain Effects of Grouping upon the Size of the Correlation Coefficient in Census Tract Material. *Journal of the American Statistical Association* 29(185A): 169-170.

- Giuliano, G., Small, K.A. 1993. Is the journey to work explained by urban structure? *Urban Studies* 30: 1485–1500.
- Gordon, P., A. Kumar, Richardson, H. 1989. The influence of metropolitan spatial structure on commuting time. *Journal of Urban Economics* 26:138–51.
- Grengs, J. 2010. Job accessibility and the modal mismatch in Detroit. *Journal of Transport Geography* 18(1): 42–54.
- Hamilton, B.W. 1982. Wasteful Commuting. *Journal of Political Economy* 90: 1035–33.
- Hanson, S., Pratt, G. 1995. *Gender, work, and space*. London and New York: Routledge.
- Holland, J.H. 1998. *Emergence: From Chaos to Order*. Redwood City, California: Addison-Wesley.
- Holzer, H., K. Ihlanfeldt, and D. Sjoquist. 1994. Work, search, and travel among white and black youth. *Journal of Urban Economics* 35: 320–45.
- Horner, M.W. 2002. Horner, M.W., 2002. Extensions to the concept of excess commuting. *Environment and Planning A* 34(3): 543–566.
- Horner, M.W. 2007. A multi-scale analysis of urban form and commuting change in a small metropolitan area (1990–2000). *Annals of Regional Science* 41:315–32.
- Horner, M.W., Mefford, J.N. 2007. Investigating urban spatial mismatch using job–housing indicators to model home–work separation. *Environment and Planning A* 39: 1420–40.
- Horner, M.W., Murray, A.T. 2002. Excess commuting and the modifiable areal unit problem. *Urban Studies* 39(1): 131–139.
- Horner, M.W., Schleith, D. 2012. Analyzing temporal changes in land-use–transportation relationships: A LEHD-based approach. *Applied Geography* 35:491–98.
- Howell, A.J., Timberlake, J.M. 2014. Racial and Ethnic Trends in the Suburbanization of Poverty in U.S. Metropolitan Areas, 1980–2010. *Journal of Urban Affairs* 36(1): 79–98.
- Hu, L. 2014. Changing Job Access of the Poor: Effects of Spatial and Socioeconomic Transformations in Chicago, 1990–2010. *Urban Studies* 51(4): 675–692.
- Huang, J., Levinson, D., Wang, J., Zhou, J., Wang, Z. 2018. Tracking job and housing dynamics with smartcard data. *Proceedings of the National Academy of Sciences* 115 (50): 12710–12715.
- Immergluck, D. 1998. Job proximity and the urban employment problem: Do suitable nearby jobs improve neighbourhood employment rates? *Urban Studies* 35: 7–23.
- Jang, W., Yao, X. 2014. Tracking Ethnically Divided Commuting Patterns Over Time: A Case Study of Atlanta. *The Professional Geographer* 66(2): 274–283.

- Khattak, A.J., Amerlynck, V.J., Quercia, R.G. 2000. Are travel times and distances to work greater for residents of poor urban neighborhoods? *Transportation Research Record* 1718: 73–82.
- Kockelman, K. 1997. Travel Behavior as Function of Accessibility, Land Use Mixing, and Land Use Balance: Evidence from San Francisco Bay Area. *Transportation Research Record* 1607(1): 116-125.
- Kwan, M-P. 1999. Gender and individual access to urban opportunities: A study using space–time measures. *The Professional Geographer* 51: 211–27.
- Levinson, D., Kumar, A. 1994. The rational locator: Why travel times have remained stable. *Journal of the American Planning Association* 60:319–32.
- Levinson, D., Wu, Y. 2005. The rational locator reexamined: Are travel times still stable? *Transportation* 32: 187.
- Levinson, D. 1998. Accessibility and the journey to work. *Journal of Transport Geography* 6(1): 11-21.
- Longley, P.A., Mesev, V. 2002. Measurement of density gradients and space-filling in urban systems. *Papers in Regional Science* 81(1): 1–28.
- Massey, D., J. Rothwell, Domina, T. 2009. The changing bases of segregation in the United States. *The Annals of the American Academy of Political and Social Science* 626: 74–90.
- Niedzielski, M.A. 2006. A spatially disaggregated approach to commuting efficiency. *Urban Studies* 43:2485–2502.
- O’Kelly, M. E., Lee, W. 2005. Disaggregate journey-to-work data: Implications for excess commuting and jobs–housing balance. *Environment and Planning A* 37: 2233–52.
- O’Kelly, M.E., Niedzielski, M.A. 2008. Efficient spatial interaction: attainable reductions in metropolitan average trip length. *Journal of Transport Geography* 16: 313–323.
- Openshaw, S., Taylor, P.J. 1979. A million or so correlation coefficients: three experiments on the modifiable areal unit problem. In: Wrigley, N. (Ed.), *Statistical Applications in the Spatial Sciences*. Pion, London, pp. 127–144.
- Sang, S., O’Kelly, M.E., Kwan, M.-P. 2011. Examining commuting patterns: Results from a journey-to-work model disaggregated by gender and occupation. *Urban Studies*, 48(5): 891–909.
- Schleith, D., Widener, M., Kim, C. 2016. An examination of the jobs-housing balance of different categories of workers across 26 metropolitan regions. *Journal of Transport Geography* 57: 145–160.

- Shen, Q. 2000. Spatial and social dimensions of commuting. *Journal of the American Planning Association* 66: 68–82.
- Small, K.A., Song, S. 1992. "Wasteful" Commuting: A Resolution. *Journal of Political Economy* 100(4): 888-898.
- Stepniak, M., Jacobs-Crisioni, C. 2017. Reducing the uncertainty induced by spatial aggregation in accessibility and spatial interaction applications. *Journal of Transport Geography* 61: 17–29.
- Terzi, F., Kaya, H.S. 2011. Dynamic spatial analysis of urban sprawl through fractal geometry: the case of Istanbul. *Environment and Planning B* 38: 175–190.
- White, M.J. 1988. Urban Commuting Journeys Are Not 'Wasteful.' *Journal of Political Economy* 96: 1097-1110.
- Yang, J., Ferreira, J. 2008. Choices versus choice sets: a commuting spectrum method for representing job-housing possibilities. *Environment and Planning B* 35: 364–378.

5) Omówienie pozostałych osiągnięć naukowo-badawczych (artystycznych).

Moje badania obejmują tematy pokrywające się zarówno z teoriami, koncepcjami jak i technikami charakterystycznymi dla dziedzin geografii transportu, geografii miast i geografii ekonomicznej. Do moich zainteresowań związanych z mobilnością, żywotnością (ang. *livability*) i zrównoważonym rozwojem podchodzę używając technik analizy przestrzennej i systemów informacji geograficznej (GIS). Moje główne badania koncentrują się na analizie efektywności dojazdów do pracy, a zwłaszcza na opracowywaniu innowacyjnych metod prowadzenia nowych rodzajów obserwacji zrównoważonych aspektów mobilności. Na potrzeby mojej pracy magisterskiej przeanalizowałem poziom efektywności wewnątrzmijskich dojazdów do pracy dla czterech miast w Polsce. Aby określić wzór efektywności dojazdów do pracy w mieście, opracowałem metodę przestrzennej dezagregacji wskaźników efektywności dojazdów, jako pierwszy w literaturze. Oprócz sposobów porównywania skuteczności dojazdów do pracy, moje kolejne badania (w trakcie i po mojej rozprawie doktorskiej) koncentrowały się na pomiarze trudności w redukcji marginalnej długości dojazdów do pracy, w celu uczynienia dojazdów w miastach bardziej efektywnymi i zrównoważonymi. W powyższych badaniach koncentrowałem się na analizie 25 miast w USA. Badania te zostały opublikowane w czterech prestiżowych, międzynarodowych czasopismach (w czasopismach znajdujących się na tzw. liście filadelfijskiej opublikowałem artykuły: [3], [5], [6], [7]). Ponadto przeanalizowałem przestrzenne wzorce mobilności pracowników w różnych grupach społeczno-demograficznych w USA, w podziale na rasę, dochód, poziom ubóstwa, płeć i zawód ([1], [2], [4]).

Większość moich badań obejmuje analizy wewnątrzmijskie oraz między miastami, przeprowadzane w skali zarówno regionalnej jak i krajowej. Ponadto przeanalizowałem również konkurencyjność miast w skali globalnej, jako część literatury miast światowych lub miast globalnych. W ramach ww. badań studiowałem rolę kolei miejskich umożliwiających dojazdy do pracy oraz połączenia z lotniskami, których rola wpisuje się w szerszą strategię zwiększania międzynarodowej konkurencyjności miast. Do analizy wykorzystałem bazę danych miejskiej infrastruktury kolejowej w 140 miastach na całym świecie, w latach 1970-2010 ([8]). Dzięki przeprowadzeniu tych badań uzyskałem oryginalną perspektywę, koncentrując się na miejscowym atrybucie (ang. *place-based attribute*) jakości życia w globalnej literaturze miast. Badania nad którymi pracowałem ostatnio miały na celu zbadanie wpływu praw własności na rozwój centrum miasta w Warszawie [10]. Mój wkład polegał na przejrzeniu artykułów prasowych w celu znalezienia przykładów konfliktów wynikających ze

struktury własności nieruchomości. Jest to przykład badań jakościowych, w których brałem udział po raz pierwszy.

Od niedawna celem moich badań jest analiza dostępności. Jej podstawę stanowi analiza dostępności do miejsc pracy dla samochodów osobowych i transportu publicznego na przykładzie Warszawy, jaką przedstawiłem w publikacji z 2008 r. [9]. Obecnie skupiam się na analizie dostępności do towarów i usług w Polsce. Badania te mogę prowadzić dzięki dotacji w ramach programu POLONEZ z Narodowego Centrum Nauki (NCN), jaką otrzymałem na lata 2017-2019. Badanie to mierzy dostępność za pomocą nowej metody opartej na geografii czasoprzestrzennej.

W dyskusji o moich osiągnięciach naukowych nie sposób ominąć rozwoju moich umiejętności w zakresie prowadzenia badań ilościowych. Już w początkach mojej kariery naukowej, tj. w trakcie pisania pracy magisterskiej, wyspecjalizowałem się w prowadzeniu analiz przestrzennych przy użyciu wielu różnych technik, takich jak GIS, optymalizacja przestrzenna, modelowanie interakcji przestrzennych, minimalizacja informacji czy modelowanie entropii. Stosowałem te techniki posługując się językami programowania, początkowo był to C ++, a teraz Python. Warto podkreślić, że dzięki mojej wiedzy z zakresu GIS, jestem zapraszany do współpracy przy projektach geomorfologicznych. Moja współpraca z dr van Beynenem zaowocowała dwoma publikacjami w czasopismach naukowych oraz i jedną naukową pozycją wydawniczą, gdzie jestem współautorem jednego rozdziału książki ([11], [12], [13]).

Podsumowanie osiągnięć naukowych

W swojej dotychczasowej karierze badawczej popelnilem samodzielnie lub jako współautor 13 publikacji, z których 12 to artykuły w czasopismach, a jedna to rozdział w książce. Z 12 artykułów, 11 zostało opublikowanych w czasopismach indeksowanych w Journal Citation Report (tzw. lista filadelfijska), a jeden artykuł opublikowano w *Geographia Polonica*.

1) Średni *impact factor* artykułów z czasopism w bazie Journal Citation Report (JCR) wynosi:

- dla całej kariery naukowej: **2,688 IF** (min = 1,324, maksimum = 3,810)
- po uzyskaniu doktoratu: **2,696 IF** (min = 1,324, maksimum = 3,810)
- dla 5 publikacji stanowiących osiągnięcie naukowe będące podstawą wniosku o wszczęcie habilitacji: **2,807 IF** (min = 1,324, maksimum = 3,810)

2) Cytowanie

- a. Google Scholar (5.02.2019): ilość prac: **17**, cytowania: **296**, indeks Hirscha: **10**

- b. Web of Science (5.02.2019): ilość prac: **12**, cytowania: **150** (**132** bez autocytowań), indeks Hirscha: **8**
- c. SCOPUS (5.02.2019): ilość prac: **12**, cytowania: **191** (**170** bez autocytowań), indeks Hirscha: **8**

3) Współpraca

- a. Współpracowałem z naukowcami z czterech uniwersytetów w USA (The Ohio State University, Florida State University, University of Denver, University of South Florida), jednym z Luksemburga (Luxembourg Institute of Socio-Economic Research), jednym z Irlandii (Maynooth University) i jednym z Polski (Instytut Geografii i Przestrzennego Zagospodarowania PAN).

Tabela 1. Ilościowe zestawienie wszystkich publikacji mojego autorstwa.

		w czasopismach z listy JCR	W innych recenzowanych czasopismach	Monografie/ rozdziały w monografiach
Liczba publikacji	przed doktoratem	2	1	0
	po doktoracie	9	0	1
	razem	11	1	1

Pozostała aktywność naukowo-badawcza

Udział w projektach badawczych

Najbardziej znaczącą dotacją na dziaaąności badawczą, jaką dotychczas otrzymałem, jest stypendium w ramach programu POLONEZ 1, przyznane w 2016 roku przez Narodowe Centrum Nauki (NCN) na lata 2017-2019. Instytucją goszczącą w ramach ww. programu jest Instytut Geografii i Przestrzennego Zagospodarowania Polskiej Akademii Nauk, w którym pracuję nad projektem pt.: „Meta-accessibility: integrating multiple dimensions of commuting and accessibility”. Ponadto współpracowałem również z dr. hab. Marcinem Stępnikiem (Complutense University of Madrid) ramach projektu dofinansowanego przez NCN, pod tytułem: „GIS approach for analysis of spatial accessibility to public services - concepts, methods, implications”, w latach 2014-2016. Podczas pracy w University of North Dakota byłem współautorem trzech rocznych grantów dofinansowanych przez U.S. Geological Survey.

Konferencje naukowe

Przez całą moją karierę naukową byłem aktywnie zaangażowany w 47 konferencji, z czego 40 razy jako doktor. Przedstawiałem wyniki moich badań na najważniejszych międzynarodowych konwencjach geograficznych (np. Annual Meetings of the Association of American Geographers, Annual Conference of the Regional Studies Association, Annual Conference of the North American Regional Science Association, the Regional Conference of the International Geographical Union), najważniejszych konferencjach o tematyce transportowej (np. Transportation Research Board of the U.S. National Academies of Sciences, Engineering, and Medicine) oraz innych znaczących konferencjach tematycznych (np. World Symposium on Transport and Land Use Research).

Działalność organizacyjna

Jestem członkiem czterech stowarzyszeń badawczych: American Association of Geographers, World Society for Transport and Land Use Research, Network on European Communications and Transport Activities Research, and Polish Geographical Society. Pomagam również przy redakcji w dwóch czasopismach: *Geographia Polonica* i *Bulletin of Geography. Socio-economic Series*.

Popularyzacja nauki

W ramach prowadzonej przeze mnie działalności dydaktycznej na University of North Dakota, byłem pomysłodawcą i liderem projektu polegającego na przygotowaniu atlasu stanu Północna Dakota, popularyzującego wiedzę dotyczącą tego regionu poprzez przedstawienie różnorodnych danych przede wszystkim geograficznych ale również społecznych, ekonomicznych oraz demograficznych. Moją rolą, poza opracowaniem samej koncepcji atlasu, było prowadzenie studentów w realizacji projektu. Równocześnie zaprojektowałem oraz prowadziłem zespół studentów, efektem prac którego były mapy dostępności do usług w Grand Forks w Północnej Dakocie, mapy te stanowią obecnie część witryny *Maps4Community*. Ponadto projektowałem oraz wdrażałem przestrzenną bazę danych do mapowania, analizy oraz poszerzania świadomości społecznej w Fort Bertold Community College w Północnej Dakocie. Co więcej, w ramach grantu POLONEZ opracowuję obecnie plany lekcji licealnych, które będą zawierały ćwiczenia oparte na wynikach moich badań.

Opieka nad studentami

Na University of North Dakota byłem promotorem trzech prac magisterskich (ukończonych w 2015, 2016, 2018) oraz byłem członkiem komisji w ramach obrony czterech prac magisterskich. Wcześniej, na Uniwersytecie Południowej Florydy byłem członkiem komisji w ramach obrony trzech prac magisterskich. Ponadto zostałem powołany do Komisji Doktorskiej w przewodzie doktorskim Daniela Schleitha (M.A.) na University of Cincinnati, obrona pracy doktorskiej odbyła się w 2017 roku.

Recenzje

Od momentu otrzymania doktoratu wykonałem 125 recenzji artykułów w czasopismach. Spośród 125 recenzji artykułów w czasopismach recenzowałem 112 artykuły dla 21 czasopism zindeksowanych w Web of Science (tzw. lista filadelfijska), takich jak *Annals of the Association of American Geographers*, *Computers, Environment and Urban Systems*, *International Journal of Geographic Information Science*, *Journal of Transport Geography*, *Transportation*, *Urban Studies* i inne.

Lista omówionych publikacji autorskich

- [1] **Niedzielski, M.A.**, O'Kelly, M.E., Boschmann, E.E. 2015. Synthesizing spatial interaction data for social science research: Validation and an investigation of spatial mismatch in Wichita, Kansas. *Computers, Environment, and Urban Systems* 54: 204-218. <http://dx.doi.org/10.1016/j.compenvurbsys.2015.09.004>. **3,724 IF**
- [2] **Niedzielski, M.A.**, Boschmann, E.E. 2014. Travel time and distance as relative accessibility in the journey to work. *Annals of the Association of American Geographers* 104(6): 1156-1182. <https://doi.org/10.1080/00045608.2014.958398> **3,810 IF**
- [3] **Niedzielski, M.A.**, Horner, M.W., Xiao, N. 2013. Analyzing Scale Independence in Jobs-Housing and Commute Efficiency Metrics. *Transportation Research Part A: Policy and Practice* 58: 129-143. <http://dx.doi.org/10.1016/j.tra.2013.10.018> **3,026 IF**
- [4] O'Kelly, M.E., **Niedzielski, M.A.**, Gleeson, J. 2012. Spatial Interaction Models from Irish Commuting Data: Variations in Trip Length by Occupation and Gender. *Journal of Geographical Systems* 14(4): 357-387. <http://dx.doi.org/10.1007/s10109-011-0159-3> **1,324 IF**
- [5] O'Kelly, M.E., **Niedzielski, M.A.** 2009. Are long commute distances inefficient and disorderly? *Environment & Planning A* 41(11): 2741-2759. <http://dx.doi.org/10.1068/a41327> **2,152 IF**

- [6] O'Kelly, M.E., **Niedzielski, M.A.** 2008. Efficient spatial interaction: attainable reductions in metropolitan average trip length. *Journal of Transport Geography* 16(5): 313-323. <https://doi.org/10.1016/j.jtrangeo.2007.11.003> **2,699 IF**
- [7] **Niedzielski, M.A.** 2006. A spatially disaggregated approach to commuting efficiency. *Urban Studies* 43(13): 2485-2502. <https://doi.org/10.1080/00420980600970672> **2,604 IF**
- [8] **Niedzielski, M.A.**, Malecki, E.J. 2012. Making Tracks: Rail Networks in World Cities. *Annals of the Association of American Geographers* 102(6): 1409-1431. <https://doi.org/10.1080/00045608.2011.601212> **3,810 IF**
- [9] **Niedzielski, M.A.**, Śleszyński, P. 2008. Analyzing accessibility by transport mode in Warsaw, Poland. *Geographia Polonica* 81(2): 61-78. http://rcin.org.pl/Content/151/GP_81_2_2008_i.pdf#page=61
- [10] Górczyńska, M., Śleszyński, P., **Niedzielski, M.A.** 2019. Impact of property rights and ownership on the development of Warsaw's contemporary city centre. *European Planning Studies* 27(1): 160-180. <https://doi.org/10.1080/09654313.2018.1531975> **1,863 IF**
- [11] van Beynen, P., **Niedzielski, M.A.**, Białkowska-Jelińska, E., Alsharif, K., Matusick, J. 2012. Comparative Study of Specific Groundwater Vulnerability in a Karst Aquifer in Central Florida. *Applied Geography* 32(2): 868-877. <https://doi.org/10.1016/j.apgeog.2011.09.005> **3,117 IF**
- [12] van Beynen, P., **Niedzielski, M.A.**, Białkowska-Jelińska, E., Alsharif, K. 2018. "Investigating Groundwater Vulnerability of a Karst Aquifer in Tampa Bay, Florida." In W.B. White, J.S. Herman, E.K. Herman, and M. Rutigliano (Eds.), *Karst Groundwater Contamination and Public Health*, Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-319-51070-5_31
- [13] Kovarik, J.L., van Beynen, P.E., **Niedzielski, M.A.** 2017. Groundwater vulnerability mapping for a sub-catchment of the Rio La Venta watershed, Chiapas, Mexico. *Environmental Earth Sciences* 76: 797. <https://doi.org/10.1007/s12665-017-7113-8> **1,435 IF**

Ellsht