

Wykorzystanie metody 2SFCA w badaniach dostępności przestrzennej usług medycznych

*The application of the two-step floating catchment area method
to studies of accessibility of healthcare services*

MARCIN STĘPNIAK

Instytut Geografii i Przestrzennego Zagospodarowania im. S. Leszczyckiego PAN,
00-818 Warszawa, ul. Twarda 51/55; stepniak@twarda.pan.pl

Zarys treści. W artykule przedstawiono dwuetapową metodę analizy obszarów rynkowych (2SFCA), jedną z częścię stosowanych w badaniach dostępności placówek medycznych w ostatnich latach. Pierwsza część tekstu poświęcona jest podstawowym zagadnieniom koncepcyjnym i metodycznym dotyczącym dostępności przestrzennej. Następnie zarysowano krytyczną charakterystykę wybranych, najczęściej stosowanych metod badań dostępności usług medycznych. Po przedstawieniu wymagań dotyczących danych źródłowych i sposobu przeprowadzania analizy 2SFCA, zaprezentowano aplikację omawianej metody do oceny dostępności przestrzennej szpitalnych oddziałów ratunkowych dla mieszkańców województwa mazowieckiego. Przeprowadzone analizy pozwoliły na porównanie poziomu bezpieczeństwa społecznego w zakresie dostępności usług ratownictwa medycznego w gminach Mazowsza i delimitację obszarów o niewystarczającej dostępności oddziałów ratunkowych. W podsumowaniu artykułu przedstawiono zalety i ograniczenia zastosowanej metody. Wskazano także przyszłe kierunki prac metodycznych, mających na celu poprawienie efektywności i precyzji metody 2SFCA.

Słowa kluczowe: dostępność przestrzenna, 2SFCA, GIS, szpitalne oddziały ratunkowe, Mazowsze.

Wstęp

Właściwa lokalizacja placówek medycznych jest istotnym zagadnieniem planowania działań na rzecz bezpieczeństwa zdrowotnego mieszkańców na poziomie regionalnym (Gu i inni, 2010). Dostępność przestrzenna usług medycznych przekłada się bowiem na poziom bezpieczeństwa społecznego mieszkańców (Lin i inni, 2002). Analizy dostępności przestrzennej usług medycznych mogą więc zostać wykorzystane do oceny rozmieszczenia placówek. Wnioski wyciągnięte z tych analiz mogą posłużyć do dokonania niezbędnych korekt w odpowiednich

dokumentach strategicznych w taki sposób, aby wprowadzone zmiany organizacyjne możliwie najbardziej wpłynęły na poprawę bezpieczeństwa mieszkańców. Istotną kwestią jest dostarczenie osób znajdujących się w stanie nagłego zagrożenia zdrowia i życia do odpowiednio wyposażonej placówki medycznej w jak najkrótszym czasie, dlatego jednym z elementów systemu ochrony zdrowia jest ratownictwo medyczne. Zgodnie z Ustawą o Państwowym Ratownictwie Medycznym z dnia 6 września 2006 r., szpitalne oddziały ratunkowe (SOR), obok zespołów ratownictwa medycznego, stanowią podstawowy element tego systemu (*Ustawa...*, 2006).

Prezentowany artykuł jest poświęcony prezentacji jednej z najnowszych i coraz powszechniej stosowanych metod analizy dostępności przestrzennej usług medycznych: dwuetapowej metody analizy obszarów rynkowych (ang. *2 Step Floating Catchment Area*, 2SFCA) (Lou i Wang, 2003; Yang i inni, 2006; Luo i Qi, 2009; McGrail i Humphreys, 2009; Hawthorne i Kwan, 2011). Jej aplikacja stała się możliwa dzięki intensywnemu rozwojowi oprogramowania GIS, przede wszystkim funkcji dotyczących analiz transportowych. Celem przeprowadzonej analizy z wykorzystaniem metody 2SFCA jest pokazanie stopnia dopasowania rozmieszczenia i wielkości poszczególnych placówek szpitalnych oddziałów ratunkowych do zróżnicowania rozmieszczenia ludności.

Opracowanie zostało podzielone na cztery główne części. W pierwszej przedstawiono ogólne koncepcje i zagadnienia metodyczne stanowiące podstawę badań dostępności przestrzennej, szczególnie w kontekście usług medycznych i ratownictwa medycznego. W drugiej części zaprezentowano wymagania dotyczące danych i sposobu przeprowadzania analiz z wykorzystaniem metody 2SFCA. Część trzecia traktuje o zastosowaniu omawianej metody na przykładzie dostępności SOR w województwie mazowieckim. W podsumowaniu artykułu omówiono zalety i ograniczenia prezentowanej metody, a także możliwe kierunki przyszłych badań, mających na celu redukcję wskazanych ograniczeń.

Dostępność przestrzenna – koncepcje i kluczowe zagadnienia metodyczne

Dostępność usług (w tym medycznych) jest jednym z podstawowych kryteriów różnicujących poziom życia zarówno na wsi (Moseley, 1979, Martin i inni, 2002), jak i w miastach (Knox, 1982; Ley, 1983). Termin ten można definiować jako potencjalną możliwość skorzystania z pewnego rodzaju usług przez mieszkańców analizowanego obszaru (Taylor, 1997). Dostępność przestrzenna usług jest bezpośrednio związana z lokalizacją usługodawców (Joseph i Philips, 1984). P. Drury (1983) argumentował, że w badaniach dostępu do ochrony zdrowia należy uwzględnić dostępność przestrzenną (*accessibility*) i osiągalność (*availability*). Pogląd ten obecny był także w polskiej literaturze przedmiotu (por. m.in. Grochowski i Kowalczyk, 1987; Grochowski, 1988; Mazurkiewicz i Wróbel, 1990).

Warto jednak podkreślić, że poziom dostępu do usług (także medycznych), obok wymienionych powyżej wymiarów o charakterze przestrzennym (tj. dostępność i osiągalność), jest uwarunkowany także innymi czynnikami: dostosowaniem do potrzeb mieszkańców (*accomodation*), przystępnością (w rozumieniu ekonomicznym, tj. związaną z ewentualnym poniesieniem kosztów danej usługi; *affordability*) i akceptowalnością w odniesieniu do odpowiedniego poziomu zadowolenia pacjentów z jakości usług (*acceptability*) (Aday i Andersen, 1974; Penchansky i Thomas, 1981; Cromley i McLafferty, 2002). Na poziom dostępu do usług medycznych mają wpływ także różnego rodzaju bariery: ekonomiczne, społeczne, kulturowe czy związane z organizacją opieki zdrowotnej (Penchansky i Thomas, 1981; Waldorf i Chen, 2010). Wymienione powyżej uwarunkowania poziomu dostępności usług medycznych nie mieszczą się jednak w spektrum przestrzennych badań dostępności i jako takie nie były uwzględniane w analizach autora. Uwaga była natomiast skoncentrowana na dwóch pierwszych aspektach, tj. dostępności przestrzennej i osiągalności.

Badania dostępności przestrzennej skupiają się na relacji miejsc zamieszkania ludności (rozmięszczenia ludności) do lokalizacji punktów świadczenia usług medycznych. Z kolei badania osiągalności polegają na określeniu, czy i w jakim stopniu podaż danego rodzaju usług odpowiada popytowi na nie (Wyszewianski, 2002), czyli m.in. czy dany oddział dysponuje odpowiednią liczbą miejsc, właściwym wyposażeniem infrastrukturalnym, odpowiednio liczną i wyszkoloną kadrą itp. Oba zagadnienia powinny być uwzględniane w badaniach przestrzennych uwarunkowań dostępności usług medycznych. Jest to istotne także przy analizach dotyczących szpitalnych oddziałów ratunkowych. Przy nagłym zagrożeniu zdrowotnym (a do pomocy w takich sytuacjach stworzono system SOR) ważne jest możliwie szybkie zapewnienie pacjentowi wyspecjalizowanej pomocy medycznej. Jest to warunkowane przede wszystkim czasem dojazdu do odpowiednio wyposażonej placówki. O kolejności udzielania pomocy decyduje każdorazowo personel oddziału, niemniej ogólna liczba miejsc na oddziale, a także liczebność dyżurującego personelu, warunkują średni czas oczekiwania na udzielenie pomocy. W skrajnych przypadkach, jeśli transport chorego odbywa się za pośrednictwem zespołów ratownictwa medycznego, dyspozytor może zdecydować o transporcie chorego (poszkodowanego) do innej placówki niż najbliższej położona, jeśli ta nie ma w danym momencie możliwości przyjęcia pacjenta (np. z powodu dużego obłożenia).

Najprostszym wskaźnikiem oceny dostępności usług medycznych jest liczba mieszkańców przypadających na jednego lekarza lub na jedno miejsce (łóżko) w oddziale szpitalnym w badanej jednostce (*population-to-provider ratio*). Zaletą tej metody jest możliwość jednoczesnej analizy elementów zarówno podaży, jak i popytu na usługi medyczne. Wyniki badania przeprowadzonego z wykorzystaniem tego wskaźnika można przedstawić w formie kartogramu. Możliwości wnioskowania na podstawie takich badań są jednak w znacznym stopniu ogra-

niczone, sam wskaźnik zaś jest dosyć aprzeestrzenny, a wynika to z trzech niedoskonałości tej metody.

Po pierwsze, nie pozwala na uwzględnienie wpływu granicy na dostępność oddziału położonego na terenie sąsiedniej jednostki – nawet gdy jest on zlokalizowany w pobliżu tej granicy (Anselin, 1988, Guagliardo, 2004), a sama granica nie stanowi bariery i ma charakter jedynie np. administracyjny. Badania muszą się zatem opierać na nierealistycznym założeniu nieprzepuszczalności granic (np. granic gmin). Po drugie, nie da się stwierdzić, na ile rozmieszczenie SOR odpowiada faktycznemu rozmieszczeniu ludności w poszczególnych jednostkach. Ma to znaczenie szczególnie wtedy, gdy analizy opierają się na danych zagregowanych do dużych powierzchniowo jednostek, w których placówki zdrowotne rozmieszczone są peryferyjnie a nie centralnie (Geronimus i inni, 1996). Po trzecie, duży wpływ na wynik przeprowadzonych analiz ma wybór jednostek podstawowych analizy, tak zwane zjawisko MAUP – *Modifiable Areal Unit Problem* (Anselin, 1988; Fortney i inni, 2000; Martin i inni, 2002). Według Oppenshawa i Taylora (1981), zagadnienie MAUP składa się z dwóch wymiarów mających wpływ na wynik badań: arbitralnego wytyczenia granic (*zoning dimension*) oraz wyboru skali (wielkości) jednostki podstawowej analizy (*scale dimension*). W przypadku omawianego wskaźnika, oba wymiary zjawiska MAUP mogą utrudniać poprawną interpretację uzyskanych wyników.

W celu wyeliminowania powyższych ograniczeń niezbędne jest uwzględnienie dystansu dzielącego pacjentów od placówek ochrony zdrowia. Potrzebne jest zatem skwantyfikowanie przestrzeni tak, aby móc ją uwzględnić nie tylko w prezentacji wyników, ale także w samych analizach. Wymaga to rozstrzygnięcia trzech kwestii. Po pierwsze, należy wybrać, w jaki sposób chcemy skwantyfikować dystans pomiędzy miejscem zamieszkania a placówką medyczną. Po drugie, trzeba zdecydować, czy pod uwagę mają być brane tylko placówki najbliższe miejsca zamieszkania, wybrane czy wszystkie oddziały znajdujące się w obrębie granic obszaru badań, a także czy poszczególne placówki różnicować, czy też traktować wszystkie równoważnie. Po trzecie, należy określić czy – a jeśli tak, to w jaki sposób – powinno być uwzględniane przestrzenne zróżnicowanie potencjalnego popytu na usługi medyczne (wynikające na przykład z rozmieszczenia ludności).

Pomiar dystansu

Najprostszym sposobem określenia relacji pomiędzy dwoma punktami w przestrzeni (tj. miejscem zamieszkania a lokalizacją SOR) jest obliczenie fizycznej (euklidesowej) odległości pomiędzy nimi (Fortney i inni, 2000). Słabą stroną takiego podejścia jest daleko idące uproszczenie, pomijające w analizach złożoność sieci drogowej, wzdłuż której następuje podróż pacjenta. Uproszczenie to ma negatywny wpływ na jakość wyników przede wszystkim w miastach i na terenach górskich (Lin i inni, 2002), a także wszędzie tam, gdzie podróż wydłuża istnienie barier w przestrzeni, np. rzek, linii kolejowych, autostrad itp.

Lepsze odwzorowanie rzeczywistych różnicowań oferuje obliczenie odległości z wykorzystaniem istniejącej sieci drogowej. Trzeba jednak pamiętać, że nawet precyzyjnie wyznaczona odległość siecią istniejących dróg może prowadzić do błędnych wniosków. Inny wpływ na poziom dostępności ma np. 10 kilometrów przejechane w centrum dużego, zatłoczonego miasta, a inny ten sam dystans pokonany w terenie wiejskim. Najbardziej wiarygodne odwzorowanie faktycznie istniejących różnicowań oferuje zatem pomiar poziomu dostępności przestrzennej usług medycznych za pomocą czasu potrzebnego na pokonanie dystansu z miejsca zamieszkania do oddziału (Martin i inni, 1998).

Cele podróży i ich ranga

Kolejnym zagadnieniem do rozstrzygnięcia przed przystąpieniem do badań dostępności przestrzennej usług medycznych jest dobór i ewentualnie zróżnicowanie poszczególnych placówek medycznych. Najprostszym sposobem jest analizowanie odległości pomiędzy miejscem zamieszkania a dowolną najbliższą placówką (*travel impedance to nearest provider*). Niestety wskaźnik ten pomija całkowicie zagadnienie osiągalności. Procedura badawcza jest ograniczona jedynie do połączenia w pary najbliższych położonych obiektów z dwóch zbiorów: miejsc zamieszkania i SOR. Nie jest to właściwe podejście, przede wszystkim w przypadku badań przeprowadzanych na terenach miejskich, gdyż mając możliwość wyboru pomiędzy placówkami położonymi w podobnej odległości od miejsca zamieszkania pacjenci nie zawsze korzystają z usług tych najbliższych (Goodman i inni, 2003). Przydatność omawianego wskaźnika w badaniach dotyczących terenów wiejskich również poddano krytyce (Fryer i inni, 1999). Opieranie badań dostępności przestrzennej na analizach odległości do najbliższego oddziału jest niewskazane wszędzie tam, gdzie możliwe jest nakładanie na siebie obszarów rynkowych (zasięgów operacyjnych) poszczególnych placówek (McGrail i Humphreys, 2009).

Innym podejściem jest wykorzystanie w badaniach średniej odległości z miejsca zamieszkania do wszystkich obiektów w obrębie zdefiniowanej jednostki przestrzennej (tj. wydzielonego fragmentu bądź całego obszaru badań). Pozwala to na powiązanie ze sobą zjawisk dostępności przestrzennej i osiągalności. Niemniej, również tego rodzaju analizy są w znacznym stopniu zagrożone błędną interpretacją związaną z przeszacowaniem wpływu obiektów położonych na peryferiach badanego obszaru (Guagliardo, 2004).

Czynnikiem warunkującym poziom dostępności usług medycznych jest też jakość (ranga) poszczególnych placówek. Może ona być wyrażona na przykład wyposażeniem w specjalistyczny sprzęt, czy poziomem kwalifikacji kadry. Wszystkie SOR muszą spełniać konkretne wymogi zapisane w rozporządzeniu Ministra Zdrowia z dnia 15 marca 2007 r., toteż można zakładać, że poziom wyposażenia i kwalifikacje pracowników oddziałów są zbliżone. Poszczególne oddziały mogą zatem różnić się wielkością (Martin i Williams, 1992), wyrażo-

ną liczbą lekarzy bądź liczbą łóżek oddziału. Pierwsza z wymienionych zmiennych warunkuje poziom obsługi, wpływając m.in. na średni czas oczekiwania na udzielenie pomocy. Należy przy tym wyraźnie podkreślić, że o kolejności przyjęć decyduje wykwalifikowany personel podejmujący decyzje zgodnie ze ściśle określonymi procedurami uwzględniającymi stan pacjenta. Druga z wymienionych zmiennych określa liczbę pacjentów, którzy mogą w jednej chwili znajdować się pod stałą opieką oddziału. Wpływa to m.in. na zmniejszenie prawdopodobieństwa skierowania przez dyspozytora ambulansu z pacjentem do innego, dalej położonego oddziału. Można więc przyjąć, że czynnikami warunkującymi dostępność oddziałów ratunkowych jest zarówno dystans dzielący mieszkańców do najbliższego oddziału, liczba SOR w zasięgu akceptowalnego czasu przejazdu, jak i wielkość poszczególnych placówek.

Zróżnicowanie potencjalnego popytu na usługi medyczne

Uwzględniając powyższe czynniki można analizować dostępność usług medycznych od strony podaży, nadal nie rozwiązuje to jednak kwestii zróżnicowanego popytu na te usługi. Jeśli na przykład weźmiemy pod uwagę dwa SOR, których zasięgi operacyjne zamieszkuje odpowiednio 5 tys. i 50 tys. mieszkańców, to oczywiste jest, że ich dostępność dla pacjentów jest różna. Wybrana metoda powinna zatem umożliwiać uwzględnienie zróżnicowania potencjalnego popytu na usługi medyczne.

2SFCA: prezentacja metody

Niewątpliwie w przypadku SOR czas dojazdu do najbliższego oddziału jest główną zmienną określającą poziom bezpieczeństwa mieszkańców danego regionu. Niemniej, w świetle powyższych rozważań, w celu pełnego zobrazowania poziomu bezpieczeństwa w zakresie ratownictwa medycznego, w analizach należy także uwzględnić elementy zarówno podaży usług (tzn. liczbę i wielkość oddziałów wraz z ich lokalizacją), jak i popytu, tj. liczbę mieszkańców mogących potencjalnie korzystać z usług poszczególnych oddziałów. Trzeba zatem tak przekształcić podstawowy wskaźnik liczby mieszkańców przypadających na jedno miejsce w SOR, aby móc uwzględnić w analizach aspekt przestrzenny. Uelastycznienie zasięgu obszarów rynkowych w większym stopniu odpowiada rzeczywistości, co ma istotne znaczenie dla poprawnej interpretacji wyników analiz. Jest to możliwe dzięki zastosowaniu metody 2SFCA – dwuetapowej metody analizy obszarów rynkowych. Pozwala ona połączyć w jednym badaniu dwie strony dostępności przestrzennej: podażową (tj. liczbę łóżek poszczególnych oddziałów położonych w konkretnej lokalizacji) i popytową (tj. liczbę mieszkańców potencjalnie „konkurujących” o miejsce na danym oddziale). 2SFCA została zaproponowana przez Y. Penga (1997) do studiów nad dostępnością przestrzenną rynku pracy Portland, w stanie Oregon. Dosyć szybko dostrzeżono duży potencjał tej

metody i możliwość jej wykorzystania w badaniach z zakresu geografii medycznej (Lou i Wang, 2003; Guagliardo, 2004; Yang i inni, 2006).

Do analiz z zastosowaniem metody 2SFCA potrzebne są dane dotyczące lokalizacji SOR, rozmieszczenia ludności oraz sieci drogowej lub innej sieci transportowej – przyporządkowane zarówno punktom (np. punkty adresowe, miejscowości statystyczne), jak i obiektom powierzchniowym (poligonom wg terminologii GIS, np. gminom). W tym drugim przypadku, należy przekształcić obiekty powierzchniowe w punktowe w taki sposób, aby wartości charakteryzujące obiekty powierzchniowe zostały przypisane ich punktowym reprezentantom (np. centroidom, miejscowościom centralnym itp.).

Analizy z wykorzystaniem 2SFCA składają się z dwóch etapów. W pierwszym wyznaczany jest zasięg obszaru rynkowego każdego SOR uwzględnionego w badaniu, na podstawie przyjętej wartości granicznej (np. obszar ograniczony izochroną 45-minutową). Następnie obliczany jest dla każdego oddziału indywidualny wskaźnik D_j liczby miejsc danej placówki przypadających na zsumowaną liczbę mieszkańców (potencjalnych pacjentów) zamieszkujących obszar rynkowy:

$$D_j = \frac{A_j}{\sum_{i \in (d_{ij} \leq d_{\max})} P_i} ,$$

gdzie A_j – to liczba miejsc (atrakcyjność) oddziału j ;

P_i – liczba mieszkańców jednostki i ;

d_{ij} – czas potrzebny na przejechanie z miejsca zamieszkania i do oddziału j ;

d_{\max} – izochrona ograniczająca obszary rynkowe przyjęte na potrzeby analizy.

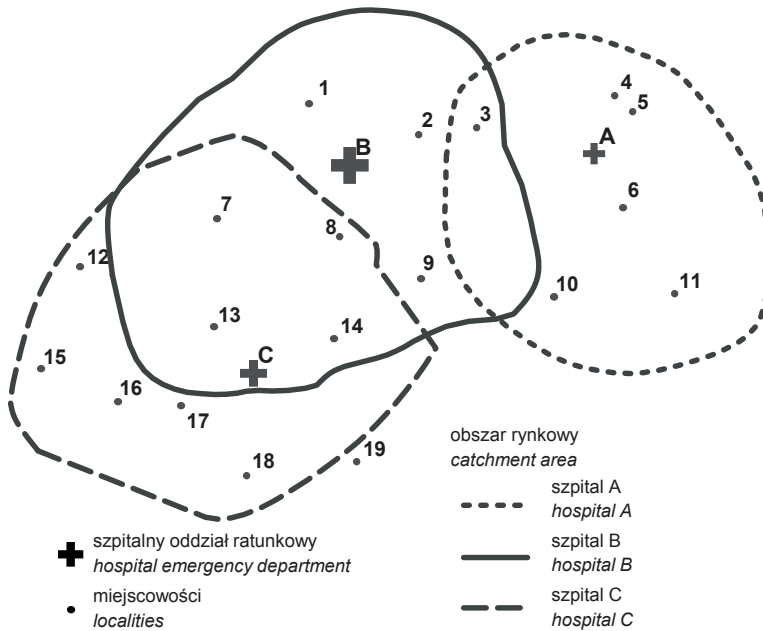
W ten sposób obliczany jest potencjalny popyt na usługi poszczególnych oddziałów.

W drugim etapie uwaga jest skoncentrowana na miejscach zamieszkania (np. miejscowość, centroid jednostki administracyjnej itp.). Dla każdego z nich wyznaczany jest obszar rynkowy, tak jak w pierwszym etapie, za pomocą przyjętej wartości granicznej. Następnie, dla każdego miejsca zamieszkania i obliczany jest wskaźnik dostępności SA_i poprzez zsumowanie wartości D_j uzyskanych dla wszystkich placówek znajdujących się na obszarze indywidualnego obszaru rynkowego i :

$$SA_i = \sum_{j \in (d_{ij} \leq d_{\max})} D_j .$$

Rycina 1 pokazuje rozmieszczenie trzech SOR, z których placówka A dysponuje 4 miejscami, placówka B – 7, a C – 5. Przyjmijmy, że każda z zaznaczonych miejscowości liczy 500 mieszkańców. Liczba miejsc w poszczególnych oddziałach przypadająca na 1000 mieszkańców (D_j) kształtuje się zatem następująco: $D_A = 4/(6 \cdot 500) \cdot 1000 = 1,33$, $D_B = 6/(8 \cdot 500) \cdot 1000 = 1,5$

i $D_C = 5/(9*500)*1000 = 1,11$. Po przeprowadzeniu drugiego etapu badań możemy stwierdzić, że najlepszą dostępność SOR mają mieszkańcy miejscowości oznaczonej liczbą 3, którzy znajdują się w zasięgu operacyjnym oddziałów A i B ($SA_3=2,83$), oraz miejscowości 7, 8, 14, 15, znajdujących się w zasięgu oddziałów B i C ($SA=2,61$). Czas przejazdu z miejscowości 19 do najbliższego



Ryc. 1. Hipotetyczny przykład lokalizacji SOR i rozmieszczenia miejsc zamieszkania ludności na potrzeby analizy 2SFCA

Opracowanie własne na podstawie: Luo i Wang (2003).

A hypothetical example of distribution of Hospital Emergency Department and population distribution for 2SFCA method

Adapted from Luo and Wang (2003).

oddziału przekracza przyjętą wartość graniczną ($d_{19j} > d_{\max}$) i poziom wskaźnika dostępności SA wynosi zero. Wynik ten należy interpretować jako brak dostępności mieszkańców tej miejscowości do placówek SOR w założonym czasie d_{\max} . Pozostałe miejscowości znajdują się w zasięgu operacyjnym jednego oddziału i ich wskaźnik dostępności SA odpowiada indywidualnemu wskaźnikowi danego oddziału (np. $SA_1=1,5$). W celu ułatwienia interpretacji wyników analizy przeprowadzonej z wykorzystaniem metody 2SFCA można je przedstawić za pomocą kartogramu.

Obok możliwości objęcia jedną analizą strony podażowej i popytowej, prezentowana metoda ma także inne zalety. Przede wszystkim jest to czytelność wyników, przedstawionych w sposób identyczny z „tradycyjnym” wskaźnikiem liczby mieszkańców przypadających na 1 miejsce oddziału szpitalnego. W efekcie interpretacja wskaźnika nie nastęrcza żadnych problemów i nie wymaga specjalistycznej wiedzy. Analizy mogą być zatem z łatwością wykorzystywane przez osoby nie obeznane z technikami i metodami analiz przestrzennych, np. podczas przygotowywania dokumentów o charakterze strategicznym (jakim jest na przykład, *Plan działania systemu Państwowe Ratownictwo Medyczne*). Łatwo też porównywać wyniki badań, zarówno przeprowadzonych na różnych obszarach, jak i w przypadku zmian w czasie.

Niestety wyniki badań z zastosowaniem metody 2SFCA są niedokładne na peryferiach badanego obszaru (Yang i inni, 2006), podobnie jak analizy z wykorzystaniem średniej odległości z miejsca zamieszkania do wszystkich obiektów w obrębie zdefiniowanej jednostki przestrzennej. Powodem jest występowanie wspomnianego wcześniej efektu granicy (*edge effect*), to jest takiej sytuacji, gdy obszar badań jest ograniczony za pomocą linii niepełniającej faktycznie funkcji granicy (Anselin, 1988; Fortney, 2000). Aby zachować poprawną interpretację wyników obliczeń, badaniem objęto nie tylko obszar samego województwa mazowieckiego, ale uwzględniono także lokalizacje SOR oraz rozmieszczenie ludności w województwach ościennych. Dzięki temu potencjalny popyt wyznaczony został przy uwzględnieniu wszystkich mieszkańców miejscowości położonych w przyjętym zasięgu obszaru rynkowego poszczególnych oddziałów. Podobnie, ostateczny poziom dostępności przestrzennej kształtowały wszystkie oddziały osiągalne w zakładanym czasie d_{\max} , niezależnie od lokalizacji placówki na terenie danego województwa.

Drugie niebezpieczeństwo związane z błędną interpretacją wyników przeprowadzonych analiz jest takie, że jest to wskaźnik zakładający dychotomiczny podział analizowanych obiektów. Oznacza to, że wszystkie obiekty znajdujące się poza zasięgiem przyjętego czasu dojazdu są uznawane za całkowicie niedostępne (Luo i Wang, 2003). Stwarza to niebezpieczeństwo bardzo dużych różnicowań wartości wskaźnika pomiędzy sąsiednimi miejscowościami oddzielonymi od siebie granicą zasięgu operacyjnego SOR. Ma to znaczenie szczególnie w przypadku zasięgów operacyjnych największych oddziałów. W celu uniknięcia wspomnianych ostrych podziałów, zdecydowano się przeprowadzić analizy z wykorzystaniem danych o bardzo dużej rozdzielczości przestrzennej (miejscowości statystycznych). Interpretacja wyników dotyczyła jednak uśrednionych wyników, zagregowanych do poziomu gmin, co pozwoliło złagodzić wspomnianą ostrość podziału. Miało to na celu przede wszystkim zwiększenie czytelności prezentowanych rezultatów. Ponadto, uśrednienie wartości wskaźnika w poszczególnych gminach spowodowało złagodzenie „ostrych” różnicowań wzdłuż granic zasięgu obszaru rynkowego poszczególnych SOR.

Przykład zastosowania 2SFCA: dostępność SOR w województwie mazowieckim

Analizy dostępności przestrzennej usług medycznych wymagają szczegółowych danych przestrzennych opisujących lokalizację placówek świadczenia tych usług i rozmieszczenia ludności. Potencjalny, uśredniony popyt na usługi świadczone przez szpitalne oddziały ratunkowe określa liczba ludności zamieszkująca tereny w założonym zasięgu operacyjnym danego oddziału. Podstawą określenia tej liczby były dane pochodzące z modułu miejscowości statystycznych Banku Danych Lokalnych GUS. Dzięki temu uzyskano dane aktualne (stan na 2009 r.) o bardzo dużej rozdzielczości przestrzennej (blisko 8 tysięcy miejscowości). Podstawę do obliczenia czasu przejazdów pomiędzy oddziałami a miejscem zamieszkania ludności stanowiła sieć drogowa z wgranym modelem prędkości ruchu opracowanym w Instytucie Geografii i Przestrzennego Zagospodarowania PAN przez zespół pod kierunkiem dr. Piotra Rosika (Rosik, 2012). Obliczenia przeprowadzono w oprogramowaniu GIS TransCad firmy Caliper w wersji 5.0.

Do określenia podaży usług świadczonych przez szpitalne oddziały ratunkowe wykorzystano informacje zawarte w wojewódzkich *Planach działania systemu Państwowe Ratownictwo Medyczne* (PRM). Są one opracowywane, aktualizowane i publikowane przez wojewodów, zgodnie z wymogami zapisanymi w *Ustawie o Państwowym Ratownictwie Medycznym* z dn. 6 września 2006 r. Każdy *Plan działania systemu PRM* zawiera spis wszystkich szpitalnych oddziałów ratunkowych, działających na terenie danego województwa. Na potrzeby analiz przeprowadzono geokodowanie bazy adresowej szpitali wykorzystywanych w ratownictwie medycznym. Zgodnie z przyjętymi założeniami, wykorzystano informacje pochodzące z *Planów* dla województwa mazowieckiego oraz dla województw ościennych. W przypadku ratownictwa medycznego najważniejsze jest bowiem jak najszybsze dostarczenie pacjenta do najbliższej placówki, odpowiednio wyposażonej, z wykwalifikowaną kadrą medyczną. Granice nie mają tutaj istotnego znaczenia. Uwzględnienie obszarów poza terenem województwa nie tylko oddziałuje na podaż usług medycznych, ale także zwiększa popyt na nie. Podobnie jak mieszkańcy Mazowsza mogą zostać objęci opieką SOR położonego na terenie innego województwa, tak i mieszkańcy województw ościennych mogą zostać przyjęci do oddziału na terenie Mazowsza. Z tego względu zasadne jest uwzględnienie w badaniu zarówno szpitalnych oddziałów ratunkowych, jak i ludności z terenu sąsiednich województw.

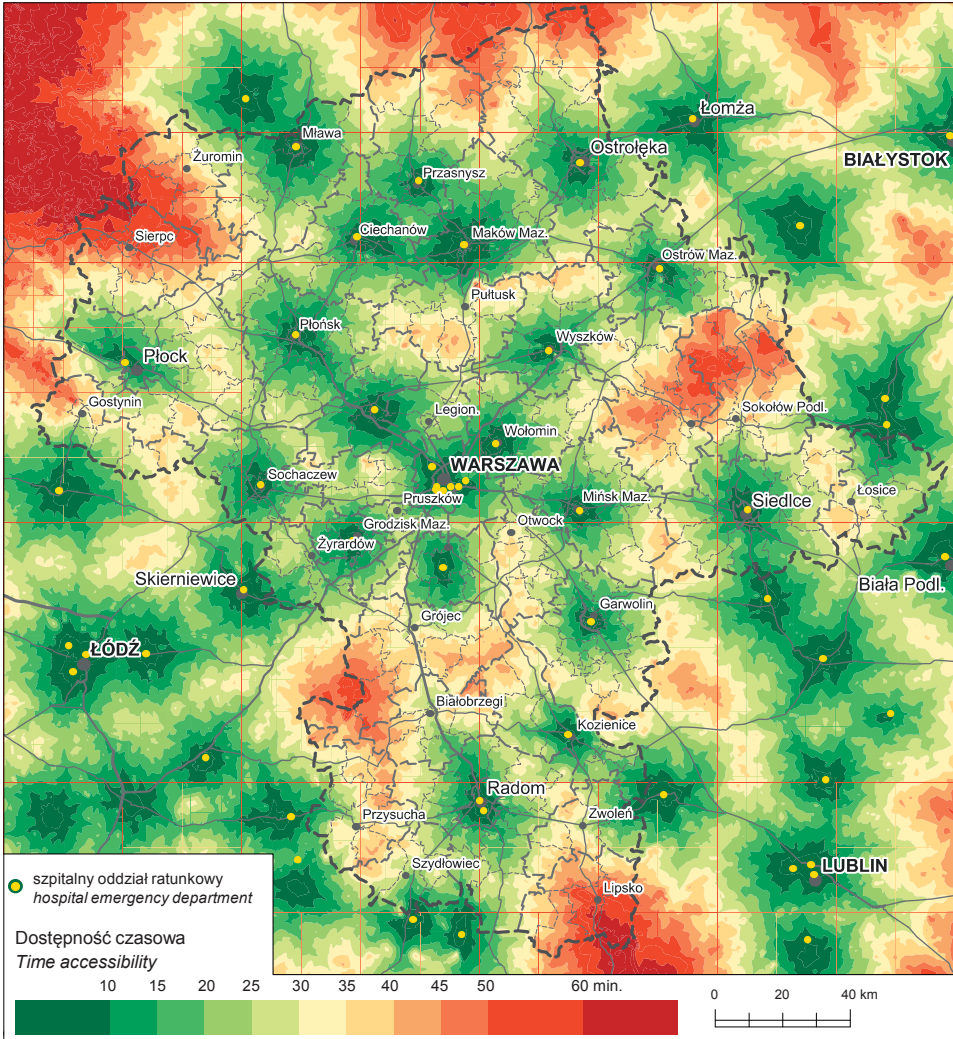
W 2011 roku w województwie mazowieckim działało 28 SOR (stan na 1 stycznia). Przyjęto założenie, że miarą wielkości oddziału warunkującą możliwości obsługi pacjentów jest liczba zakontraktowanych lekarzy oraz liczba łóżek oddziałów. Mazowieckie SOR dysponowały łącznie 184 łózkami i zatrudniały łącznie 535 lekarzy. Oznacza to, że na 100 tysięcy mieszkańców przypadało

średnio 10 lekarzy oraz 3,5 miejsca w oddziałach ratunkowych. Ponad jedna trzecia całkowitej podaży (67 ze 184 łóżek i 199 z 535 lekarzy) zlokalizowana była w dziewięciu SOR w warszawskich szpitalach. W świetle zróżnicowania rozmieszczenia ludności Mazowsza, taka dominacja Warszawy nie jest zaskakująca. Jednakże uwzględnienie większego potencjalnego popytu na usługi medyczne może spowodować, że poziom dostępności SOR nie jest wyższy w Warszawie, niż w innych rejonach województwa.

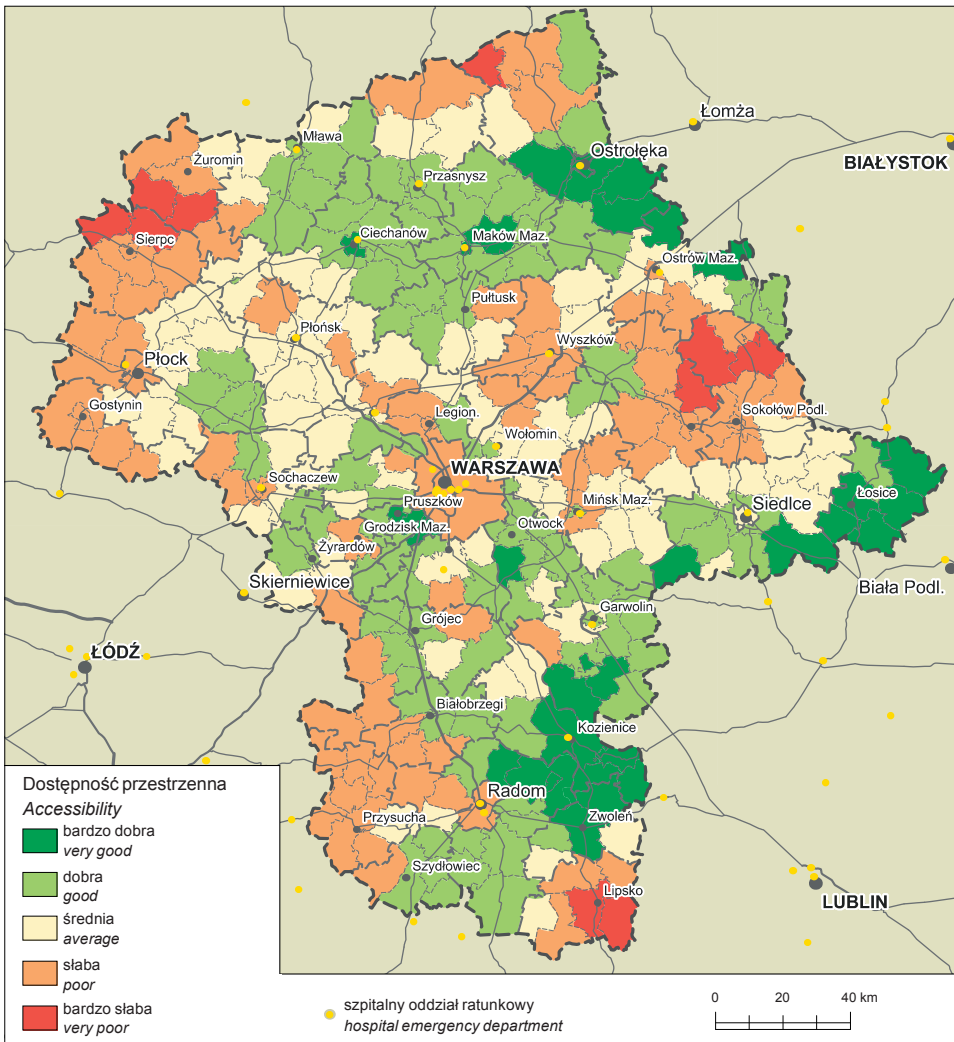
Największe powierzchniowo obszary, na których nie ma żadnego oddziału, znajdują się we wschodniej i północno-zachodniej części województwa oraz na południowym zachodzie (pomiędzy Tarczynem a Radomiem). Oznacza to, że czas dojazdu do najbliższego oddziału dla mieszkańców wymienionych terenów jest relatywnie długi (ryc. 2). Niemniej, braki te mogą być przynajmniej częściowo równoważone placówkami województw ościennych, co w największym stopniu dotyczy wschodniej części Mazowsza. W efekcie, dla ponad 99% mieszkańców województwa najbliższy oddział znajduje się w zasięgu 45 minut dojazdu samochodem. Na tej podstawie przyjęto do analizy 2SFCA maksymalny zasięg rejonu operacyjnego oddziału (d_{\max}) na poziomie 45 minut.

W świetle przeprowadzonej analizy wydzielono pięć typów gmin, różniących się poziomem dostępności przestrzennej SOR. Czas dojazdu z większości miejscowości znajdujących się na terenie gmin pierwszego typu przekracza założone maksimum zasięgu operacyjnego najbliższej położonego oddziału. W przypadku pozostałych miejscowości możliwe jest dotarcie do jednego z SOR w czasie krótszym niż przyjęte 45 minut, pomimo to jednak liczba potencjalnych pacjentów (tj. mieszkańców) przypadająca na 1 łóżko danego oddziału jest bardzo wysoka – przekracza 200 tys. W świetle przyjętych kryteriów oznacza to bardzo słabą dostępność SOR. Dotyczy to łącznie 10 peryferyjnie położonych gmin Mazowsza, zlokalizowanych na północnym zachodzie, północy, północnym wschodzie i południu województwa (ryc. 3). Zamieszkuje je łącznie 52 tys. osób, tj. około 1% wszystkich mieszkańców województwa. Dostępności przestrzennej SOR nie poprawiło w tym przypadku uwzględnienie oddziałów położonych w sąsiednich województwach. Drugi typ stanowią gminy, które charakteryzuje słaba dostępność SOR dla ich mieszkańców (wartości SA poniżej 3,0 co oznacza, że na 100 tys. mieszkańców przypadają mniej niż 3 miejsca na oddziale ratunkowym). Do tego typu zaliczono 81 jednostek administracyjnych, skoncentrowanych przede wszystkim w północnej części województwa, w równoleżnikowym pasie łączącym Płock z Wyszkiem i Sokołowem Podlaskim. Ponadto, w tej grupie znajdują się niemal wszystkie największe miasta regionu (z wyjątkiem Siedlec) – to powoduje, że tereny o relatywnie słabej dostępności przestrzennej zamieszkuje łącznie około 2,8 mln osób. Widać zatem wyraźnie, że choć warszawskie SOR skupiają ponad 1/3 wszystkich miejsc we wszystkich oddziałach Mazowsza, liczba łóżek jakimi dysponują te oddziały w dalszym ciągu jest niewystarczająca. Działania władz regionalnych, mające na celu otworzenie nowych oddziałów

w kolejnych szpitalach są zatem uzasadnione. W przypadku 108 gmin możemy mówić o dobrej (SA z przedziału 4–6, przy średniej dla całego województwa 3,5), a w kolejnych 31 – o bardzo dobrej (SA > 6) dostępności SOR dla mieszkańców. Gminy te są położone na wschodzie, południu i południowym wschodzie oraz w centralnej części województwa (na południe od Warszawy), a także na północy Mazowsza, w zasięgu operacyjnym SOR w Ostrołęce, Przasnyszu, Mławie, Ciechanowie i Makowie Mazowieckim. Warto zauważyć, że wpływ na wysokie



Ryc. 2. Lokalizacja i czasowa dostępność SOR
 Location and time-based accessibility to hospital emergency departments
 Opracowanie własne. / Own elaboration.



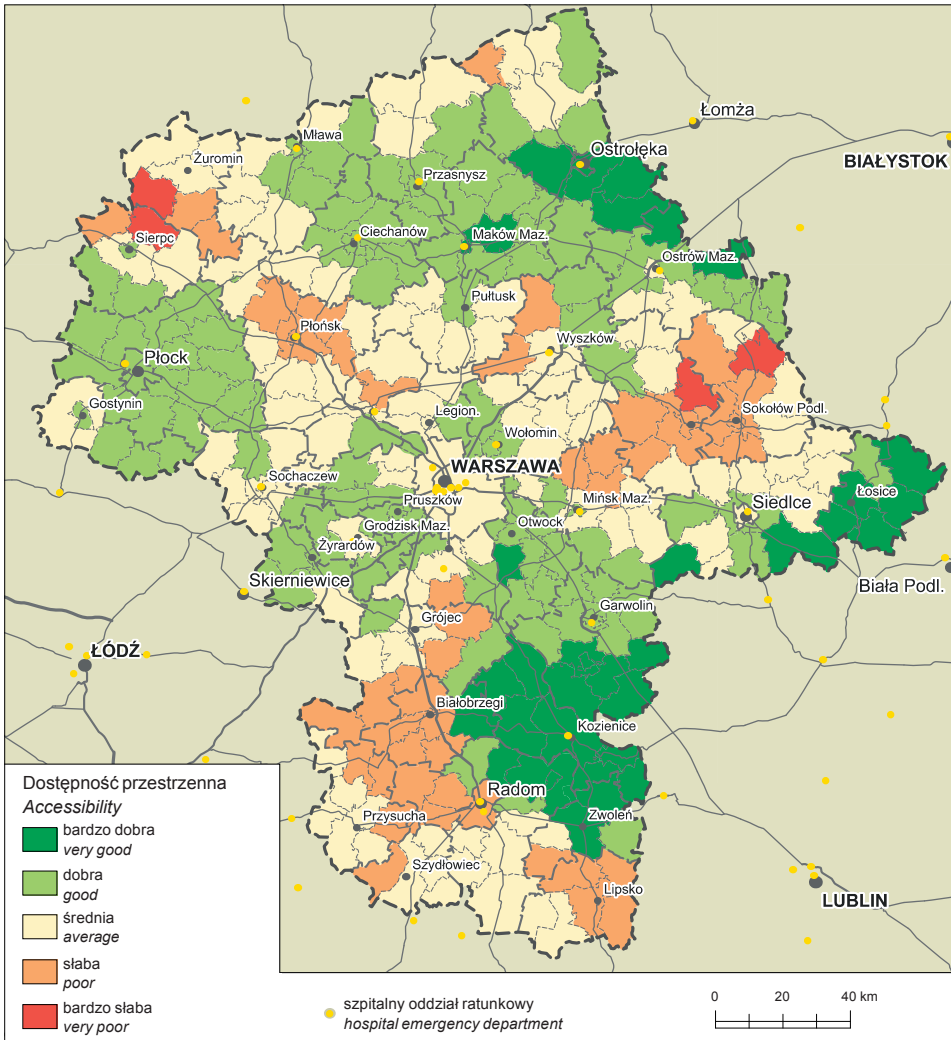
Ryc. 3. Dostępność przestrzenna SOR mierzona metodą 2SFCA na podstawie liczby łóżek oddziału

Spatial accessibility to hospital emergency departments by 2SFCA method based on No. of beds in unit

Opracowanie własne. / Own elaboration.

wartości wskaźnika SA mają oddziały położone w województwach: podlaskim (obszar na wschód od Ostrołęki i na północny wschód od Łukowa), lubelskim (tereny na wschód i południowy wschód od Łukowa i na wschód od Radomia) oraz świętokrzyskim (gminy powiatu szydłowieckiego i radomskiego).

W porównaniu do wyników analizy 2SFCA opartej na liczbie miejsc SOR, rezultaty analogicznego badania z wykorzystaniem liczby zatrudnionych lekarzy nie wykazały dużych różnic (ryc. 4). Najwyraźniejsza z nich dotyczy Płocka wraz z północno-zachodnim skrajem województwa. Wynika to z faktu, że zlokalizowany na tym obszarze SOR dysponuje przeciętną liczbą miejsc (6), natomiast liczba zakontraktowanych lekarzy jest jedną z najwyższych w całym województwie.



Ryc. 4. Dostępność przestrzenna SOR mierzona metodą 2SFCA na podstawie liczby lekarzy
Spatial accessibility to hospital emergency departments by 2SFCA method
based on No. of medicine doctors

Opracowanie własne. / Own elaboration.

W rezultacie można zaobserwować relatywnie wyższy, niż uzyskany w przypadku pierwszej analizy, poziom dostępności SOR dla mieszkańców obszarów znajdujących się w obrębie założonego zasięgu operacyjnego oddziału. Podobna, choć już nie tak wyraźna różnica jest widoczna w przypadku Warszawy. Liczba dyżurujących lekarzy bardziej odpowiada potencjalnemu popytowi na usługi SOR w Warszawie niż liczba łóżek, którymi dysponują oddziały w stolicy i jej bezpośredniej okolicy.

Przeprowadzona analiza pozwala uzyskać stosunkowo prosty w interpretacji, uzupełniający obraz zróżnicowania dostępności przestrzennej SOR. Działania administracji publicznej powinny być skierowane na umożliwienie dojazdu do najbliższego SOR w czasie krótszym niż 45 minut. Do tego niezbędne jest zlokalizowanie dodatkowych oddziałów w taki sposób, aby ich zasięg operacyjny obejmował gminy o najniższym poziomie dostępności. Podstawą wskazania lokalizacji nowych SOR powinien być obraz wyników analizy izochronowej (ryc. 2). Mapa pokazująca średnie wartości wskaźnika SA w poszczególnych gminach (ryc. 3 i 4) może natomiast stanowić podstawę do wskazania obszarów wymagających bądź lokalizacji nowego oddziału, bądź też – rozwoju już istniejących. Skonfrontowanie wyników badań, w których posłużono się liczbą łóżek oddziału oraz liczebnością personelu medycznego pozwala określić charakter zmian potrzebnych do zwiększenia poziomu bezpieczeństwa mieszkańców. Charakterystyczny jest tutaj przykład Płocka, z jednym SOR. Jego wielkość (6 miejsc) może nie zaspokajać potrzeb mieszkańców tego miasta i terenów przyległych, należy zatem rozważyć zmodernizowanie oddziału w taki sposób, aby zwiększyć liczbę miejsc na oddziale. Z badania wynika jednocześnie, że nie ma potrzeby zwiększenia liczby lekarzy zatrudnionych w tej placówce.

Ocena metody i przyszłe kierunki badań

Główną zaletą prezentowanej metody jest bez wątpienia możliwość badania zarówno dostępności (bliskości), jak i osiągalności, a także spojrzenie na dostępność przestrzenną jednocześnie od strony podaży usług i popytu na nie. Ponadto, przeprowadzenie badań z wykorzystaniem metody 2SFCA, dzięki możliwości posilkowania się oprogramowaniem GIS, jest dość proste. Do zalet należy też zaliczyć dużą czytelność i łatwość interpretacji uzyskanych wyników, a także porównywalność uzyskanych wyników, w różnych przekrojach czasowych i przestrzennych.

2SFCA oferuje duże możliwości aplikacyjne, a wyniki analiz przeprowadzonych z jej wykorzystaniem pozwalają na uzyskanie dokładniejszych rezultatów niż w przypadku innych, powszechnie stosowanych metod, na przykład analizy wartości wskaźnika liczby mieszkańców przypadających na 1 miejsce na oddziale (na 1 lekarza danej specjalności, 1 przychodnię itp.). Wyniki analizy 2SFCA są także bardziej wiarygodne niż w przypadku badań z użyciem innej metody, czę-

sto stosowanej w ostatnich latach, wykorzystującej funkcję gęstości Kernel (Yang i inni, 2006). Należy jednak pamiętać, że w przypadku SOR wyniki uzyskane poprzez 2SFCA stanowią informację dodatkową, uzupełniając obraz wynikający z podstawowej analizy izochronowej.

Ważnym problemem, który należy poruszyć w przyszłości jest wybór wartości granicznej zasięgu obszaru rynkowego (d_{\max}). Częściowo możliwe jest zniwelowanie wpływu wspomnianej niedoskonałości poprzez aplikację funkcji *distance-decay*. Dodatkowo pozwoliłoby to na złagodzenie wyraźnych różnicowań sąsiednich obszarów, zlokalizowanych po dwóch stronach izochrony wyznaczającej wartość graniczną obszaru rynkowego (McGrail i Humphreys, 2009). W tym ostatnim przypadku, pośrednim rozwiązaniem, pozwalającym na zwiększenie precyzji uzyskanych wyników, może być zastosowanie wag dla obszarów rynkowych wyznaczonych za pomocą różnych (stopniowanych) wartości granicznych. Pozwala to na różnicowanie poziomu dostępności obszarów znajdujących się w zasięgu operacyjnym danej placówki (Luo i Qi, 2009). Warto dodać, że studia wykorzystujące *distance decay* w badaniach dostępności przestrzennej usług medycznych były prowadzone już w latach 1980. (Joseph i Philips, 1984). Zgodnie z wiedzą autora, nie było jednak dotychczas publikowanych wyników badań uwzględniających *distance decay* w badaniach opartych na metodzie 2SFCA.

Innym zagadnieniem do rozstrzygnięcia w przyszłych badaniach jest potrzeba różnicowania zasięgu obszaru rynkowego w obu etapach analizy 2SFCA. O ile mieszkańcy osiedli podmiejskich z dużym prawdopodobieństwem korzystają z oddziałów położonych na obszarze miasta centralnego, o tyle trudno oczekiwać, aby przepływy w przeciwnym kierunku (tj. mieszkańców dużych miast do placówek położonych pod miastem) miały równe natężenie i zasięg. Powoduje to konieczność aplikacji dynamicznego kształtowania zasięgu obszaru rynkowego (McGrail i Humphreys, 2009).

Niezależnie od wymienionych powyżej potrzeb dalszych badań nad możliwościami zwiększenia efektywności i dokładności metody 2SFCA, należy podkreślić jej dużą użyteczność. Wynikające z przyjętych założeń uproszczenia nie podważają jakości uzyskanych wyników, a jedynie wymagają pewnej ostrożności przy ich interpretacji. Metoda, z racji swych zalet, jest atrakcyjną alternatywą w przypadku badań dostępności przestrzennej nie tylko usług medycznych, ale także rynku pracy czy edukacji, szczególnie na poziomie ponadgimnazjalnym.

Piśmiennictwo

- Aday L.A., Andersen R., 1974, *A framework for the study of access to medical care*, Health Services Research, 9, 3, s. 208–220.
- Anselin L., 1988, *Spatial Econometrics: Methods and Models*, Kluwer Academic Publishers, Dordrecht.
- Cromley E.K., McLafferty S., 2002, *GIS and Public Health*, Guilford Press, New York.

- Drury P., 1983, *Some spatial aspects of health service developments*, Progress in Human Geography, 7, 1, s. 60–77.
- Fortney J., Rost K., Warren J., 2000, *Comparing alternative methods of measuring geographic access to health services*, Health Services & Outcomes Research Methodology, 1, 2, s. 173–184.
- Fryer G.E., Drisko J., Krugman R. D., Vojir C.P., Prochazka A., Miyoshi T.J., Miller M.E., 1999, *Multi-method assessment of access to primary medical care in rural Colorado*, The Journal of Rural Health, 15, 1, s. 113–121.
- Geronimus A., Bound J., Neidert L., 1996, *On the validity of using census geocode characteristics to proxy individual socioeconomic characteristics*, Journal of the American Statistical Association, 91, 434, s. 529–537.
- Goodman D.C., Mick S.S., Bott D., Stukel T., Chang C.-H., Marth N., Poage J., Carretta H.J., 2003, *Primary care service areas: A new tool for the evaluation of primary care services*, Health Services Research, 38, 1, s. 287–309.
- Grochowski M., 1988, *Rejonizacja służby zdrowia a dostępność usług medycznych*, Wydział Geografii i Studiów Regionalnych Uniwersytetu Warszawskiego, Warszawa.
- Grochowski M., Kowalczyk A., 1987, *Spółeczna geografia medyczna - nowy kierunek w badaniach geograficzno-medycznych*, [w:] *Spółeczna geografia medyczna*, Przegląd Zagranicznej Literatury Geograficznej, 1, IGiPZ PAN, Warszawa, s. 5–25.
- Gu W., Wang X., McGregor S.E., 2010, *Optimization of preventive health care facility locations*, International Journal of Health Geographics, 9, 17, s. 1–16.
- Guagliardo M.F., 2004, *Spatial accessibility of primary care: concepts, methods and challenges*, International Journal of Health Geographics, 3, 3, s. 1–13.
- Hawthorne T.L., Kwan M-P., 2012, *Using GIS and perceived distance to understand the unequal geographies of healthcare in lower-income urban neighbourhoods*, The Geographical Journal, 178, 1, s. 18–30.
- Joseph A.E., Philips D.R., 1984, *Accessibility and Utilization. Geographical Perspectives on Health Care Delivery*, Harper and Row, London.
- Knox P.L., 1982, *Urban Social Geography*, Longman, London.
- Ley D., 1983, *A Social Geography of City*, Harper and Row, London.
- Lin G., Allan D. E., Penning M. J., 2002, *Examining distance effects on hospitalizations using GIS: a study of three health regions in British Columbia, Canada*, Environment and Planning A, 34, 11, s. 2037–2053.
- Luo W., Qi Y., 2009, *An enhanced two-step floating catchment area (E2SFCA) method for measuring spatial accessibility to primary care physicians*, Health and Place, 15, 4, s. 1100–1107.
- Luo W., Wang F., 2003, *Measures of spatial accessibility to health care in a GIS environment: synthesis and a case study in the Chicago region*, Environment and Planning B: Planning and Design, 30, 6, s. 865–884.
- Martin D., Roderick P., Diamond I., Clements S., Stone N., 1998, *Geographical aspects of the uptake of renal replacement therapy in England*, International Journal of Population Geography, 4, 3, s. 227–242.
- Martin D., Williams H.C.W.L., 1992, *Market-area analysis and accessibility to primary health-care centres*, Environment and Planning A, 24, 7, s. 1009–1019.
- Martin D., Wrigley H., Barnett S., Roderick P., 2002, *Increasing the sophistication of access measurement in a rural healthcare study*, Health and Place, 8, s. 3–13.
- Mazurkiewicz L., Wróbel A., 1990, *Problematyka badawcza geografii medycznej – stan współczesny i perspektywy*, [w:] L. Mazurkiewicz, A. Wróbel (red.), *Przestrzenne problemy zdrowotności*, IGiPZ PAN, Conference Papers, 9, Warszawa, s. 7–18.

- McGrail M.R., Humphreys J.S., 2009, *Measuring spatial accessibility to primary care in rural areas: Improving the effectiveness of the two-step floating catchment area method*, *Applied Geography*, 29, 4, s. 533–541.
- Moseley M.J., 1979, *Accessibility: The Rural Challenge*, Methuen, London.
- Openshaw S., Taylor P. J., 1981, *The modifiable areal unit problem*, [w:] J. Bennett, N. Wrigley N. (red.), *Quantitative Geography*, Routledge and Kegan Paul, London, s. 60–69.
- Penchansky R., Thomas J., 1981, *The concept of access: Definition and relationship to consumer satisfaction*, *Medical Care*, 19, 2, s. 127–140.
- Peng Z.-R., 1997, *The jobs-housing balance and urban commuting*, *Urban Studies*, 34, 8, s. 1215–1235.
- Rosik P., 2012, *Dostępność lądowa przestrzeni Polski w wymiarze europejskim*, *Prace Geograficzne*, IGI PAN, 233, Warszawa.
- Rozporządzenie Ministra Zdrowia z dn. 15 marca 2007 r. w sprawie szpitalnego oddziału ratunkowego*, Dz.U.07.55.365.
- Taylor Z., 1997, *Dostępność miejsc pracy, nauki i usług w obszarach wiejskich jako przedmiot badań geografii społeczno-ekonomicznej - próba analizy krytycznej*, *Przegląd Geograficzny*, 69, 3-4, s. 261–283.
- Ustawa z dn. 6 września 2006 r. o Państwowym Ratownictwie Medycznym*, Dz.U. 2006 nr 191 poz. 1410 z późn. zm.
- Waldorf B.S., Chen S.E., 2010, *Spatial models of health outcomes and health behaviours: The role of health care accessibility and availability*, [w:] A. Paez, J. Gallo, R.N. Buliung, S. Dall'Erba (red.), *Progress in Spatial Analysis. Methods and Applications*, Springer-Verlag, Berlin-Heidelberg, s. 339–362.
- Wyszewianski L., 2002, *Access to care: Remembering old lessons*, *Health Services Research*, 37, 6, s. 1441–1443.
- Yang D.-H., Goerge R., Mullner R., 2006, *Comparing GIS-based methods of measuring spatial accessibility to health services*, *Journal of Medical Systems*, 30, 1, s. 23–32.

[Wpłynęło: luty; poprawiono: październik 2012 r.]

MARCIN STĘPNIĄK

THE APPLICATION OF THE TWO-STEP FLOATING CATCHMENT AREA METHOD TO STUDIES OF ACCESSIBILITY OF HEALTHCARE SERVICES

The proper locating of medical facilities is a key issue in the field of strategic planning activities for citizens' health security at regional level. Analysis of accessibility of health services is crucial as assessments of the current or planned distribution of facilities are carried out. The presented article addresses one of the newest (increasingly popular) methods by which accessibility of health services can be analysed: a two-step floating catchment area method (2SFCA). The purpose of the analysis using the 2SFCA method is to show the relevance of location and level of healthcare provision in comparison with the population distribution in the study area. The article exemplifies accessibility of hospital emergency departments where the inhabitants of Mazowsze are concerned.

The simplest indicator of access to medical services is the population-to-provider ratio, i.e. the number of inhabitants per one doctor or one bed in a hospital in a given

areal unit. The advantage of this method is the way in which it provides for the simultaneous analysis of elements of both supply and demand where medical services are concerned. However, it treats all borders as barriers, regardless of whether they have real impact on accessibility (as a state border might), or not (as in the case of local administrative boundaries). In addition, analysis making use of this indicator does not include diversity within areal units under analysis. If such limitations are to be overcome, it is necessary that account be taken of the spatial distance between patients and healthcare facilities, as nevertheless best measured by reference to the time required to cover the distance from home. In addition, the chosen method of analysis should also cover the diversity to the potential demand for medical services, as well as their supply. Finally, it should not be limited to the nearest medical facilities.

The presented 2SFCA method allows for the combining within a single analysis of the two sides accessibility research, i.e. the supply side (number of beds in hospital) and demand (i.e. the number of inhabitants potentially “competing” for a place on a ward). The three geodatabases thus required concern hospital location, population distribution and the road network, the latter as described in terms of speeds achievable and/or travel times. The procedure is a two-step one, in which the catchment area of any hospital department is first delimited on the basis of a selected threshold. The individual population-to-provider ration is then calculated for every single department. In the second step, the individual catchment area for every locality is traced. The final indicator is then calculated by summing the individual population-to-provider ratios of all departments located within the catchment delimited in step two. In the presented analysis, a third step is also proposed, during which the results obtained for localities are aggregated at the level of municipalities. This primary objective here is increased legibility of results. In addition, an averaging of the values for individual municipalities led to mitigation of the “sharp” differences either side of the borders of catchment areas of particular hospital emergency departments.

Application of the 2SFCA method was achieved through calculation of accessibility to hospital emergency departments as it concerns the inhabitants of Poland’s Mazowsze region. The very detailed population data (for 8000 localities) are derived from the Local Data Bank of the Central Statistical Office. The regional Plans of the State Emergency Medical Services are used to provide data describing locations and sizes of hospital emergency departments (in terms of numbers of both beds and employed doctors). To avoid inaccuracy of results on the periphery of the case study, data for neighboring voivodships were also incorporated into the analysis. The GIS road network layer, prepared at the Institute of Geography and Spatial Organization PAS is used to provide travel times between hospital departments and residential areas.

The results of the analyses conducted allow for the detection of areas with shortfalls as regards accessibility to hospital emergency departments. Included here are a total of 10 municipalities located peripherally in the north-west, north, north-east and south of the Mazowsze region. These areas are inhabited by a total of 52,000 people, or c. 1% of all the region’s inhabitants. Areas of poor accessibility are concentrated in the north, as well as in supra-regional centers (other than Siedlce). The actions of regional authorities in opening new departments (e.g. Warsaw) are therefore justified. In comparison with the results of the analysis performed using 2SFCA on the basis of number of beds in hospital departments, those obtained for the same test performed with data on numbers of employed physicians showed no significant differences. However, the

number of physicians corresponds better with population distribution in the case of the region's largest cities (Warsaw and Płock), as opposed to numbers of beds in emergency departments.

In conclusion, the main advantage of the method presented lies in the possibility of its including both the demand and supply sides in a single accessibility analysis. Advantages further include high readability and ease of interpretation of results, as well as a high level of comparability of obtained results, both between different case studies and between one time period and another. 2SFCA analysis will nevertheless need to be supplemented by isochrone analysis, especially where research is dedicated to emergency health services.