

Piotr Drop, Paweł Gajewski, Michał Mackiewicz

ZASTOSOWANIE DANYCH OPENSTREETMAP ORAZ WOLNEGO OPROGRAMOWANIA DO BADAŃ DOSTĘPNOŚCI KOMUNIKACYJNEJ W SKALI LOKALNEJ

Autorzy w artykule pragną przedstawić możliwości tkwiące w wykorzystaniu baz OpenStreetMap oraz w zastosowaniu metod dostępnych w wolnym oprogramowaniu do badań nad zagadnieniami dostępności transportowej, skupiając się na skali lokalnej, jaką będzie w tym przypadku miasto Lublin.

Słowa kluczowe: *GIS, dostępność komunikacyjna, OpenStreetMap, Lublin, analiza*

1. Czym jest dostępność transportowa i dane przestrzenne

Pojęcie dostępności transportowej było definiowane w swojej historii na wiele różnych sposobów. Autorzy z krajów zachodnich podjęli badania nad dostępnością (*accessability*) już w latach 70. minionego wieku (Ingram 1971, Moseley 1979). W latach 80. podjęto szerzej metodykę badań opartą na wzajemnych powiązaniach. Stworzono modele oparte na relacjach pomiędzy ośrodkami, między którymi przemieszczała się ludność (Taylor 1986). Następnym etapem ewolucji w badaniu dostępności komunikacyjnej było oderwanie tych badań od aspektu przestrzennego, a przeniesienie głównego ciężaru badań na aspekt czasowy. Odbiorca dostępności transportowej w rzeczywistości nie odczuwa przestrzeni, którą ma pokonać, a bardziej czas i koszty, które są do tego potrzebne. Powoduje to, że badania nad dostępnością powinny zawierać aspekt jakości połączeń, a w przypadku badań nad komunikacją publiczną także nad częstotliwością kursów i połączeń między przystankami (Gadziński 2010). W niniejszym artykule autorzy skupili się na aspekcie wykorzystania danych pochodzących z zasobów OpenStreetMap (OSM), jako wolnego zasobu baz danych informacji przestrzennej, oraz wykorzystania modeli, mogących pracować w środowisku wolnego oprogramowania.

2. Otwarta baza danych OpenStreetMap jako źródło informacji o sieci drogowej

Jednym z problemów przy badaniu dostępności transportowej może być brak danych przestrzennych odnoszących się do sieci drogowej. Przeprowadzenie odpowiednich analiz jest uwarunkowane:

- dostępnością danych – czy dane można w prosty sposób pozyskać,
- aktualnością danych – czy dane są na bieżąco aktualizowane i przedstawiają rzeczywistą sieć dróg w badanym czasie,
- dokładnością i prawdziwością danych – czy zawarte w bazie dane odpowiadają rzeczywistości.

Jeszcze dekadę temu powszechne było przekonanie, że do wykonywania pomiarów ziemi i obrazowania ich wyników na mapie niezbędne jest specjalistyczne wykształcenie i drogi sprzęt (Haklay, Weber 2008). Jednakże postęp techniczny ostatnich lat, w szczególności upowszechnienie tanich i nieskomplikowanych odbiorników GPS, umożliwił pozyskiwanie danych geograficznych także przez niespecjalistów. Ponieważ pomiar dokonywany w ten sposób jest w dużym stopniu zautomatyzowany, ryzyko popełnienia poważnych błędów jest niewielkie (Haklay 2010).

Nastąpiły również przemiany w technologii internetowej. Upowszechnienie łącz szerokopasmowych oraz dynamicznego łączenia stron internetowych z bazami danych dzięki API znacznie uprościło uzupełnianie treści internetowych przez użytkowników, co doprowadziło do powstania nowego modelu korzystania z Internetu: producent-użytkownik (*produser*, jak definiują Coleman i in. 2009). Połączenie tych dwóch możliwości dało początek zupełnie nowemu zjawisku w geografii, a mianowicie ochotniczej informacji geograficznej (*Volunteered Geographic Information, VGI*) (Goodchild 2007). Jednym z najbardziej złożonych i dynamicznie rozwijających się projektów VGI jest OpenStreetMap (Neis i in. 2012).

Projekt OpenStreetMap został zainicjowany w 2004 r. przez Steve'a Coasta z University College of London. Wizją projektu jest stworzenie wolnej i otwartej (w sensie analogicznym, jak w przypadku oprogramowania) mapy świata, którą każdy może edytować. Misją jest dostarczanie zarówno gotowych map, jak i surowych geodanych „wszystkim, którzy tego potrzebują” (OSM 2012).

OSM ma własną, dedykowaną infrastrukturę do przechowywania, udostępniania, przeszukiwania i wizualizacji danych, która według M.F. Goodchilda (2007) może być porównywana z Infrastrukturą Informacji Przestrzennej. Niestety, jest ona niezgodna ze standardami OGC, ponieważ według M. Haklaya i P. Webera (2008) były one „zbyt trudne do pogodzenia z ideą współpracy w stylu Wiki”. Dane przechowywane są w relacyjnej bazie PostgreSQL, bez rozszerzeń przestrzennych. Podstawową jednostką jest węzeł (*node*), który może

występować samodzielnie jako obiekt punktowy bądź też jako część większej całości. Z węzłów zbudowane są drogi (*ways*), które z kolei mogą być liniowe lub powierzchniowe. Wymienione typy mogą wchodzić w skład relacji (*relations*) służących do logicznego połączenia obiektów tworzących większą całość, np. przystanki autobusowe należące do jednej trasy. Dane mają odniesienie przestrzenne w geograficznym układzie współrzędnych WGS84. Dane atrybutowe mają postać tzw. tagów, przechowywanych w układzie klucz:wartość, bez ograniczeń typu ani zawartości. Obowiązującym językiem w definiowaniu atrybutów jest angielski (OSM 2012).

Od początku istnienia projektu kładziono szczególny nacisk na sieć drogową, co znalazło odzwierciedlenie w jego nazwie. Drogi wprowadzane są do bazy jako liniowe *ways*, opatrzone atrybutem *highway*. Podstawowa klasyfikacja dróg w OSM wygląda następująco:

- *motorway* – autostrada,
- *trunk* – droga ekspresowa,
- *primary* – droga pierwszej klasy (w Polsce oznacza się tak drogi krajowe),
- *secondary* – droga drugiej klasy (w Polsce wojewódzka),
- *tertiary* – droga trzeciej klasy (w Polsce powiatowa),
- *unclassified* – droga pozaklasowa (w Polsce gminna),
- *residential* – droga osiedlowa, nieobjęta rygorami strefy zamieszkania,
- *living_street* – droga w strefie zamieszkania,
- *pedestrian* – utwardzona droga tylko dla pieszych,
- *cycleway* – utwardzona droga tylko dla rowerów,
- *service* – droga na wewnętrzne potrzeby przedsiębiorstwa lub gospodarstwa,
- *track* – droga gruntowa,
- *footway* – chodnik,
- *path* – ścieżka.

Do tych danych mogą być dołączone, w postaci kolejnych tagów, informacje dodatkowe. I tak:

- *surface* – definiuje rodzaj nawierzchni,
- *smoothness* – jakość nawierzchni,
- *lanes* – liczbę pasów ruchu,
- *maxspeed* – dopuszczalną prędkość,
- *access* – dopuszczenie do ruchu różnych rodzajów pojazdów.

Warto przy tym zauważyć, że część z danych dostępnych w OSM nie ma wszystkich tagów. Przy badaniu dostępności komunikacyjnej szczególnie istotny jest element zawierający dane dotyczące maksymalnej prędkości, ponieważ może on być elementem, według którego będzie można wyznaczać czas przejazdu po danym fragmencie drogi. Zatem przy stosowaniu podejścia czasowego w dostępności komunikacyjnej należy uzupełnić braki w danych.

Dane OSM w celu wykorzystania w środowisku GIS muszą zostać poddane konwersji na standardowy format. Istnieją dwa podstawowe rodzaje konwerty-rów:

- przeznaczone do wizualizacji danych – zapisują dane bez zachowania topologii, w tradycyjnym modelu punkt–linia–poligon,
- przeznaczone do analiz sieciowych – zachowują topologię.

Do analiz na sieci drogowej odpowiedniejsze jest wykorzystanie konwerty-rów drugiego typu. Wśród nich można wymienić programy *osm2pgrouting* oraz *osm2po*, które przekształcają zbiór danych w formacie OSM w graf zgodny z rozszerzeniem *pgRouting* geograficznej bazy danych *PostGIS*.

Wykorzystanie danych VGI implikuje pytanie o ich jakość. Odejście od tradycyjnego modelu – pozyskiwania danych przez profesjonalistów i następnie kontroli jakości – budziło podejrzenia o znacznie niższą jakość informacji typu VGI (Goodchild 2007). Porównania jakości danych OSM z urzędową bazą danych przestrzennych *MERIDIAN 2* dokonał M. Haklay (2010). Dane referencyjne zostały wybrane ze względu na porównywalny zakładany poziom precyzji: w *MERIDIAN* dopuszczalne jest 20 m odchylenia od mapy wielkoskalowej, OSM jest ograniczone dokładnością typowego odbiornika GPS, czyli ok. 5–15 m. Porównanie zostało wykonane na różnych poziomach: dokładności geometrycznej głównych dróg w okolicy Londynu oraz kompletności danych na obszarze Anglii. Obszar badań został wybrany zgodnie z historią projektu – zbadano obszary, które zostały skartowane najwcześniej.

Oceny dokładności geometrycznej dokonano metodą M.F. Goodchilda i G.J. Huntera (1997): wokół referencyjnych obiektów liniowych wyznaczono ekwidystantę 20 m (zgodnie z deklarowanym poziomem precyzji), a wokół badanych obiektów – 1 m. Następnie określono procentowy wskaźnik nakładania się danych. Wyniki wahały się od 59,81% pokrycia dla drogi M2 do 88,80% dla drogi M25, z wartością średnią 80%. Autorzy artykułu przeprowadzili podobne badania dla Lublina, korzystając z danych OSM, udostępnionych w formacie *shp*, oraz bazy dróg urzędu miasta jako bazy referencyjnej. Otrzymano przy tym wysoki wskaźnik, wynoszący 86%, który mówi, że dokładność danych jest bardzo duża. Dodatkowo należy zaznaczyć, że współczynnik ten mógłby być jeszcze wyższy, gdyby nie fakt, iż dane OSM zostały poprowadzone przez środek dróg, a dane UM przez środek pasów drogowych, przez co niektóre obszary widnieją w danych OSM jako błędne, pomimo że w rzeczywistości są bardzo dobrze reprezentowane.

Ocena kompletności została wykonana w regularnej siatce kwadratów o boku 1 km, w których obliczono sumę długości dróg w bazach OSM i *MERIDIAN*. 13,2% kwadratów pozostało pustych, w 61,4% stwierdzono więcej danych z bazy *MERIDIAN*, natomiast w 25,4% więcej danych OSM. Oceniono, że obszary o większym pokryciu OSM to głównie duże miasta oraz tereny, dla

których dostępne jest pokrycie ortofotomap z serwisu Yahoo!, udostępnione jako podkład do wektoryzacji. Ponadto wskazano na dużą dynamikę przyrostu ilości danych OSM.

Zjawisko to zbadali w ujęciu ilościowym P. Neis i in. (2012). Wykonywali oni od stycznia 2007 r. do lipca 2011 r. regularne porównania bazy OSM z bazą danych do nawigacji samochodowej, wykonaną przez firmę TeleAtlas, w odstępach kwartalnych. Terenem badań był obszar Niemiec. Autorzy tych badań wykazali istnienie stałej tendencji wzrostowej długości sieci dróg oraz osiągnięcie w ostatnim okresie badań wskaźników 127% długości dróg ogółem i 91% długości dróg dostępnych dla pojazdów mechanicznych w stosunku do danych referencyjnych.

Dane OSM w czasie wykonywania analizy były publikowane na licencji firmy Creative Commons Attribution – ShareAlike, znanej również jako CC-Wiki. Zezwala ona na kopiowanie, rozpowszechnianie i przerabianie mapy pod warunkiem podania informacji o źródle i licencji oryginału oraz udostępnienia zmienionego utworu na tych samych warunkach. Po 6 września 2012 r. zmieniono ją na inną, odnoszącą się *explicite* do prawa ochrony baz danych licencję pod nazwą Open Database License. Spowodowało to konflikt z innym polskim projektem VGI o nazwie UMP, który nie zgadza się z treścią nowej licencji i zażądał skasowania pochodzących od niego danych. Ponieważ UMP rozwinął się wcześniej, jego dane stanowiły podstawę do utworzenia OSM na obszarze Polski. Wobec braku zgody dane pochodzące z tego źródła zostały w zdecydowanej większości usunięte przez OpenStreetMap Foundation. Dane te są sukcesywnie zastępowane nowymi, pochodzącymi z innych źródeł – w szczególności ortofotomap udostępnionych przez Bing Maps oraz nowych śladów GPS. Dane archiwalne są w dalszym ciągu dostępne na pierwotnej licencji i możliwe do wykorzystania zgodnie z jej zasadami dla obszarów, gdzie jakość nowych danych nadal jest niezadowalająca.

3. Wybrane metody badania dostępności komunikacyjnej

Dostępność zasadniczo opisuje zdolność osoby do osiągnięcia pożądaných towarów, usług, miejsc – ogólnie zwanych „możliwościami” (Litman 2003). Jednakże tę pozornie prostą koncepcję trudno jest precyzyjnie definiować i badać przy użyciu wskaźników ilościowych. K. Geurs i B. van Wee (2004) stwierdzili, że pomimo dużego wpływu, jaki wywiera dostępność komunikacyjna na politykę administracji lokalnej i krajowej, jest to czynnik powszechnie źle rozumiany, źle definiowany i niedokładnie analizowany. Według L. Bertoliniego i F.I. Clercq (2003), dostępność komunikacyjna jest bezpośrednio powiązana z systemem transportowym (np. szybkość przejazdu) oraz planem prze-

strzennym dla obszaru (np. zagęszczenie zabudowy, jej zwartość i relacje przestrzenne). W badaniach naukowych i analizach technicznych stosuje się wiele różnych metod badania dostępności komunikacyjnej – od prostych kalkulacji matematycznych do bardziej złożonych modeli uwzględniających uwarunkowania demograficzne, ekonomiczne, lokalizacji transportu publicznego oraz główne kierunki przemieszczania się ludzi w obrębie badanego obszaru. Dobór metody zależy od skali prowadzonej analizy – inna metoda zostanie wybrana dla badania całego powiatu w skali gminy, aglomeracji, miasta lub dzielnicy. Istnieje stały związek pomiędzy skalą prowadzonych analiz a dokładnością danych, które trzeba pozyskać. W skali powiatu analizie poddano sieć dróg krajowych i wojewódzkich, w skali miasta sieć dróg lokalnych i osiedlowych wraz z głównymi arteriami. W ramach sieci komunikacyjnej wyróżnić możemy podstawowe typy dróg:

- 1) ze względu na prawo własności:
 - a) publiczne (krajowe, wojewódzkie, lokalne);
 - b) prywatne;
- 2) ze względu na rodzaj nawierzchni:
 - a) drogi o nawierzchniach twardych:
 - ulepszone (gładkie): beton, asfalt, kostka;
 - nieulepszone (ostre): tłuczeń, kamień naturalny;
 - b) drogi gruntowe:
 - profilowane i wzmacniane twardym materiałem;
 - profilowane i niewzmacniane;
 - nieprofilowane;
- 3) ze względu na rolę:
 - magistralne (zbiorcze);
 - niezbędnej obsługi;
 - pomocnicze (Bronicka 2005).

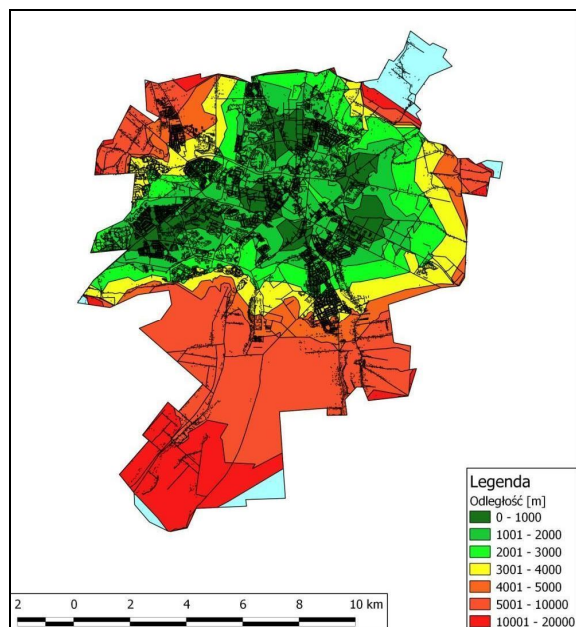
Podstawowymi metodami badania dostępności komunikacyjnej są metody ilościowe (rys. 1–3):

1. Względny obszar dróg – jest to iloraz powierzchni dróg do powierzchni obszaru obsługiwanego przez drogę. Często stosowany na obszarach wiejskich do określenia wielkości straty powierzchni gruntów rolnych kosztem sieci komunikacyjnej.

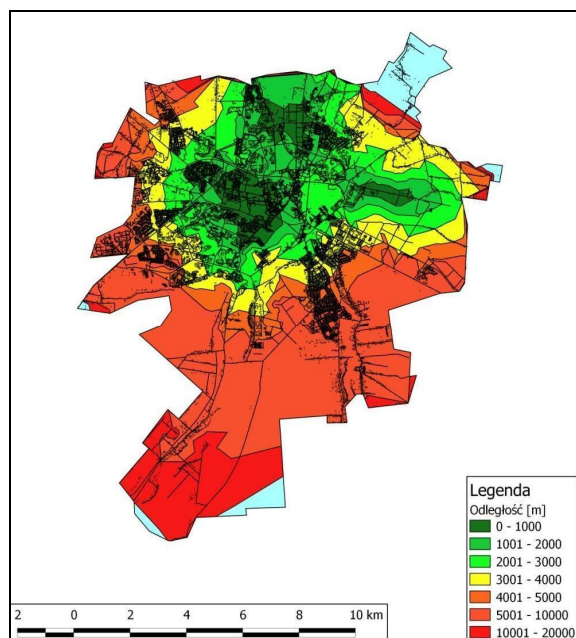
2. Wskaźnik gęstości dróg – to iloczyn długości dróg do powierzchni obsługiwanego przez drogę.

3. Wskaźnik wydłużenia dróg – jest to iloraz średniej odległości rzeczywistej do średniej odległości optymalnej. Za odległość średnią przyjęto prostą linię łączącą punkt docelowy z najbliższą drogą, za odległość rzeczywistą – odległość mierzoną wzdłuż dostępnych szlaków komunikacyjnych.

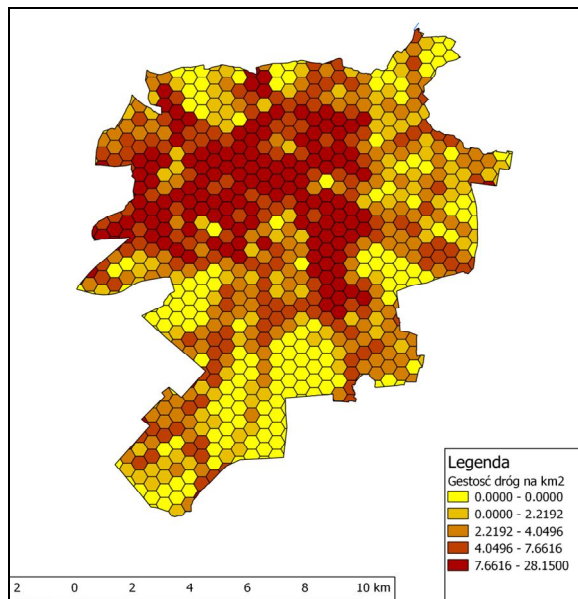
4. Ocena przepływu komunikacyjnego na podstawie badań ankietowych.



Rys. 1. Dostępność drogowa do centrów handlowych dla Lublina
Źródło: opracowanie własne na podstawie danych UM i OSM



Rys. 2. Dostępność drogowa do siedzib uczelni wyższych dla Lublina
Źródło: opracowanie własne na podstawie danych UM i OSM



Rys. 3. Gęstość dróg w Lublinie

Źródło: opracowanie własne
na podstawie danych UM

Metody te zastosowane z wykorzystaniem Systemów Informacji Przestrzennej (GIS) umożliwiają odniesienie przestrzenne obliczanych danych.

Bardziej kompleksowe podejście prezentują modele uwzględniające większą liczbę czynników. Takim modelem jest LUPTAI, który jest często stosowany przez administrację szczebla lokalnego Australii. Jest to model *open source*, który nie jest dostosowany do żadnego konkretnego pakietu oprogramowania GIS. Istnieje możliwość stosowania modelu we wszystkich aplikacjach desktop GIS, posiadających możliwości analiz sieciowych. Metodyka modelu opiera się na pomiarze dostępności punktów POI, związanych z zaspokajaniem potrzeb nowoczesnego społeczeństwa (służba zdrowia, edukacja, sprzedaż detaliczna, bankowość, miejsca zatrudnienia). Dostępność mierzona jest na podstawie osiągalności punktów samochodem, transportem publicznym lub piechotą. Model ten jako pierwszy uwzględnia komunikację miejską jako ważny czynnik wpływający na dostępność komunikacyjną; nie analizuje punktów docelowych podróży, stojąc tym samym w opozycji do metod opartych jedynie na ekwidystantach i czasie przejazdu. Wynikiem obliczeń jest mapa „łatwości” dotarcia do danych usług wymienionymi środkami transportu zarówno w formie jednoczynnikowej (samochód), jak i łączonej (komunikacja miejska oraz podróż piesza z przystanku). Analizowany obszar podzielony został na pięć klas dostępności: brak dostępności, bardzo słaba dostępność, słaba, średnia i wysoka (Yigitcanlar i in. 2007).

LUPTAI dąży do określenia dostępności danej lokalizacji na podstawie określania czasu podróży oraz pokonywanego dystansu pomiędzy dwoma lokalizacjami, korzystając z transportu publicznego oraz podróży pieszej. Model realizuje analizy oparte na dwóch koncepcjach:

1. Grawitacyjnej interakcji przestrzennej – potencjalna dostępność wyrażona dla dwóch miejsc (start i cel) jest wprost proporcjonalna do atrakcyjności danego miejsca i odwrotnie proporcjonalna do impedancji podróży (Hansen 1959, Lineker, Spence 1992). Ta zależność wyrażana jest wzorem:

$$A_i = \sum_j M_j f(d_{ij}), i = 1, 2, \dots, m; j = 1, 2, \dots, n,$$

gdzie:

$f(d_{ij})$ – funkcja impedancji,
 m – liczba miejsc początkowych,
 n – liczba miejsc docelowych.

2. Pomiaru na podstawie miejsca docelowego – wyszukiwanie najbliższego miejsca docelowego (wymienione wcześniej POI) lub wyszukiwanie punktów docelowych dostępnych w ramach zadanej odległości lub czasu podróży z miejsca początkowego – tzw. pomiar dostępności skumulowanej (Wachs, Kumagai 1973), wyrażonej wzorem:

$$A_i = \begin{cases} \sum_j M_j & \text{if } d_{ij} \leq L, \\ 0 & \text{if } d_{ij} > L, \end{cases}$$

gdzie:

A_i – dostępność punktu początkowego,
 i, M_j – atrakcyjność punktu docelowego,
 j, d_{ij} – dystans (czas lub koszt) z miejsca początkowego i do celu j ,
 L – zadany limit odległości (czasu lub kosztów).

4. Podsumowanie

Dane dają możliwość szybkiego i bezpłatnego pozyskania informacji przestrzennej dotyczącej dróg. Jednakże informacje te nie nadają się do projektów inżynierskich, lecz wystarczają do zwykłych analiz dostępności transportowej, nawet jeżeli analizy te są przeprowadzone w skali lokalnej, która to wymusza większą precyzję danych. Czasem proces badawczy wymaga uzupełnienia danych. Przy zastosowaniu odpowiednich metod staje się możliwe stworzenie czasowej dostępności komunikacyjnej, bez posilkowania się płatnymi bazami danych bądź komercyjnym oprogramowaniem. Może to ułatwić i przyspieszyć badania dostępności w poszczególnych ośrodkach miejskich. Jednakże na nie-

których obszarach zmiany idące wraz ze zmianą licencji mogły spowodować fragmentację danych i nie zostać do tej pory naprawione. Dlatego do czasu pełnego odtworzenia brakujących danych, przed wykonaniem analizy należy dokonać porównania bazy archiwalnej z aktualną i dobrać wersję o wyższym stopniu kompletności.

Literatura

- Bertolini L., Clercq F.I., 2003, *Urban development without more mobility by car? Lessons from Amsterdam, a multimodal urban region*, „Environment and Planning A”, 35 (4), s. 575–589.
- Bronicka K., 2005, *Ekonomika i organizacja gospodarstw rolnych*, Kraków.
- Coleman D.J., Georgiadou Y., Labonte J., 2009, *Volunteered Geographic Information: The nature and motivation of producers*, „International Journal of Spatial Data Infrastructures Research”, 4 (1), s. 332–358.
- Gadziński J., 2011, *Ocena dostępności komunikacyjnej przestrzeni miejskiej na przykładzie Poznania*, Poznań.
- Geurs K., Wee B. v., 2004, *Land-use/transport interaction models as tools for sustainability impact assessments of transport investments*, „European Journal of Transport and Infrastructure Research”, 6, s. 333–355.
- Goodchild M.F., 2007, *Citizens as voluntary sensors: spatial data infrastructure in the world of Web 2.0*, „International Journal of Spatial Data Infrastructures Research” 2, s. 24–32.
- Goodchild M.F., Hunter G.J., 1997, *A simple positional accuracy measure for linear features*, „International Journal of Geographical Information Systems”, 11, s. 299–306.
- Haklay M., 2010, *How good is volunteered geographical information? A comparative study of OpenStreetMap and Ordnance Survey datasets*, „Environment and Planning B”, 37, s. 682–703.
- Haklay M., Weber P., 2008, *OpenStreetMap: User-generated street maps*, „IEEE Pervasive Computing”, 7 (4), s. 12–18.
- Hansen W.G., 1959, *How accessibility shapes land use*, „Journal of American Institute of Planners”, 25, s. 73–76.
- Ingram D.R., 1971, *The concept of accessibility: search for an operational form*, „Regional Studies”, 5 (2), s. 101–107.
- Kumagai T., Wachs M., 1973, *Physical accessibility as a social indicator*, „Socio-Economic Planning Sciences”, 7 (5), s. 437–456.
- Lineker B.J., Spence N.A., 1992, *Accessibility measures compared in an analysis of the impact of the M25 London Orbital Motorway on Britain*, „Environment and Planning”, A 24, s. 1137–1154.
- Litman T., 2003, *Measuring transportation: traffic, mobility and accessibility*, „ITE Journal”, 73 (10):www.ite.org.

- Moseley M.J., 1979, *Accessibility: the rural challenge*, London.
- Neis P., Zielstra D., Zipf A., 2012, The street network evolution of crowdsourced maps: OpenStreetMap in Germany 2007–2011, „Future Internet”, 4 (1), s. 1–21.
- Taylor Z., 1986, *How to improve accessibility in rural areas?*, Institut für Geographie und Geoökologie der Akademie der Wissenschaften der DDR, Leipzig, Wissenschaftliche Mitteilungen, 20, s. 107–117.
- Wachs M., Kumagai J.G., 1973, *Physical accessibility as a social indicator*, „Socio-Economic Planning Sciences”, 7, s. 437–456.
- Yigitcanlar T., Dodson J., Gleeson B.J., N.G. Sipe, 2007, *Travel self-containment in master planned estates: analysis of recent Australian trends*, „Urban Policy and Research”, s. 129–149.

USAGE OF OPEN STREET MAP DATA AND OPEN SOURCE SOFTWARE, FOR ESTIMATING TRANSPORT ACCESSIBILITY AT LOCAL ADMINISTRATION LEVEL

The authors of this paper intend to present the opportunities inherent in the use of the OpenStreetMap database, as well as the methods available for using open source software to study transport accessibility issues. It will focus on a local area near the city of Lublin.

Keywords: *GIS, transport accessibility, OpenStreetMap, Lublin, analysis*

Mgr Piotr Drop
Uniwersytet Marii Curie Skłodowskiej w Lublinie,
Zakład Geografii Społeczno-Ekonomicznej
e-mail: pdrop@wp.pl

Mgr Paweł Gajewski
Uniwersytet Marii Curie Skłodowskiej w Lublinie,
Zakład Geologii i Ochrony Litosfery
e-mail: pavelgajewski@gmail.com

Mgr inż. Michał Mackiewicz,
Stowarzyszenie OpenStreetMap Polska, Łódź