

## Badanie dostępności komunikacyjnej Wyższej Szkoły Inżynierii i Technicznej w Rzeszowie z wykorzystaniem analiz przestrzennych

Dorota Latos, Anna Przeździecka, Joanna Tomala

Wojskowa Akademia Techniczna,  
Wydział Inżynierii Lądowej i Geodezji,  
dorota.latos@wat.edu.pl, anna.przezdziecka91@gmail.com, joannatomala.x8@gmail.com

**Streszczenie.** W referacie przedstawiono możliwość wykorzystania analiz przestrzennych w celu opracowania map dostępności komunikacyjnej Wyższej Szkoły Inżynierii i Technicznej (WSI-E) w Rzeszowie. Analizy wykonano dla podróży transportem publicznym (autobus) oraz samochodem osobowym. Zebrane dane dotyczą dnia powszedniego (wtorek) w godzinach porannego szczytu komunikacyjnego (godzina 8.00). Do wyznaczenia dostępności czasowej każdego miejsca w mieście wybrano metodę interpolacji IDW (Inverse Distance Weighted) – metodę średniej ważonej odległością. Wyniki interpolacji zaprezentowano na mapie w formie linii łączących punkty o jednakowej dostępności czasowej (izochrony). Przeprowadzono także analizę dokładności, która potwierdza wysoką wiarygodność wykonanej interpolacji danych pomiarowych – błąd bezwzględny nie przekracza 5 minut.

**Słowa kluczowe:** mapy dostępności czasowej, metoda IDW, izochrony, transport publiczny, transport osobowy, analizy przestrzenne.

Miejskiego oraz czas podróży. Drugą analizę przeprowadzono dla podróży samochodem osobowym, uwzględniając ograniczenia wynikające z prawa o ruchu drogowym oraz natężenie ruchu dla tego samego dnia i pory. Dane pomiarowe zebrano korzystając z serwisów internetowych, dostarczających informacje o czasach podróży różnymi środkami komunikacji (*jakdojade.pl* oraz *targeo.pl*).

Zakres prac obejmował pozyskanie danych bazowych, opracowanie ich w programie MapInfo Professional, redakcję map oraz analizę dokładności.

Opracowane mapy w przejrzysty sposób ukazują wysoką atrakcyjność transportu zbiorowego w Rzeszowie oraz dobrą dostępność do Wyższej Szkoły Inżynierii i Technicznej. Co więcej, wskazują na obszary charakteryzujące się najgorszą dostępnością komunikacyjną, dając tym samym podstawę do planowania nowych połączeń komunikacyjnych oraz modernizację istniejących.

### WSTĘP

Analizy dostępności czasowej są jednym z elementów powszechnie wykorzystywanych serwisów nawigacyjnych. Planując podróż serwisy te podpowiadają nam różne możliwości dojazdu do miejsca, które jest celem naszej podróży. Wskazują warianty dojazdu oraz czas potrzebny na pokonanie trasy przejazdu.

Analizy dostępności czasowej Wyższej Szkoły Inżynierii i Technicznej wykonano z uwzględnieniem podróży transportem publicznym oraz transportem osobowym. Dane wykorzystane do sporządzenia analiz, zebrano dla dnia powszedniego (wtorek) w godzinach porannego szczytu komunikacyjnego (godzina 8.00), dla obszaru leżącego w granicach administracyjnych miasta. W przypadku podróży komunikacją miejską na czas potrzebny na dotarcie do WSI-E składa się czas dotarcia do i z przystanku autobusowego, czas oczekiwania na pojazd Zarządu Transportu

### POZYSKANIE DANYCH BAZOWYCH

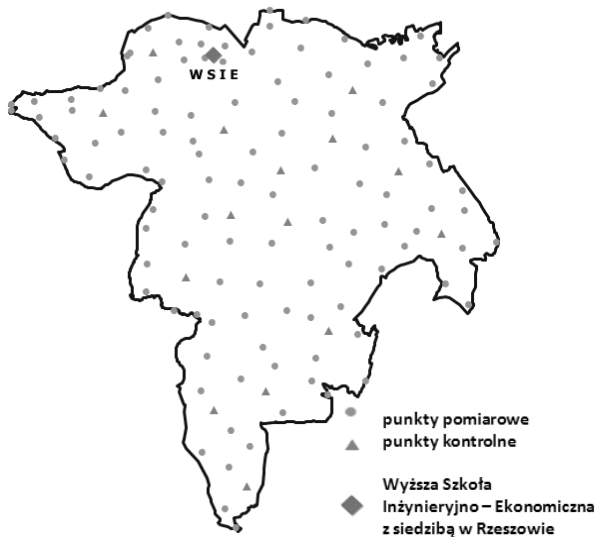
W pierwszym etapie pracy nad projektem wybrano punkty bazowe, które w późniejszym etapie posłużyły do wykonania interpolacji. Punkty te wybierano zarówno jako charakterystyczne punkty w terenie (takie jak skrzyżowania dróg) oraz inne – dowolne – leżące na terenie parków czy lasów. Punkty bazowe starano się rozmieścić równomiernie na terenie całego miasta. Do pozyskania punktów bazowych wykorzystano portale *jakdojade.pl* oraz *targeo.pl*, które umożliwiają użytkownikowi przewidzieć czas podróży transportem osobowym czy też komunikacją miejską.

Korzystając ze wspomnianych wcześniej portali, wybrano ponad 100 punktów, rozmieszczonych na terenie całego miasta, dla których odczytano czasy dojazdu do WSI-E dla transportu publicznego jak i osobowego. Dodatkowo wyznaczono losowo 15 punktów kontrolnych, rozmieszczonych na terenie całego miasta, które nie były wykorzystane w proce-

sie interpolacji. Posłużyły one do przeprowadzenia analizy dokładności wykonanej interpolacji danych.

Dane zbierano na początku kwietnia 2015 roku.

Współrzędne geograficzne wszystkich punktów wprowadzono do programu i naniesiono na wcześniej zwektoryzowane, na podstawie portalu Google Maps, granice miasta Rzeszów. Rysunek nr 1. przedstawia rozmieszczenie wszystkich punktów pomiarowych i kontrolnych wraz z lokalizacją WSI-E.

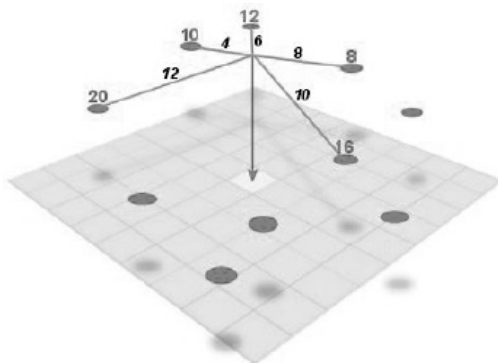


Rys. 1. Rozmieszczenie punktów pomiarowych oraz punktów kontrolnych [źródło: opracowanie własne]

#### OPRACOWANIE I INTERPRETACJA DANYCH

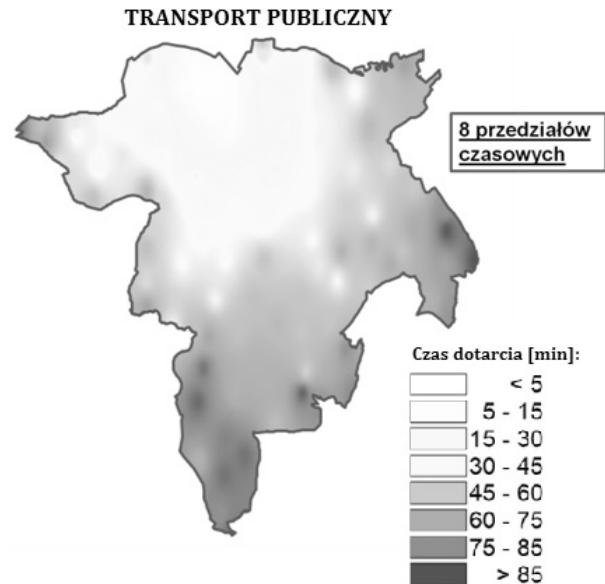
W kolejnym etapie, po zaimportowaniu danych do oprogramowania MapInfo Professional, przystąpiono do ich opracowania. Czasy dojazdu odpowiadające punktom bazowym poddano procesowi interpolacji.

Istnieje kilka metod interpolacji m.in.: IDW (Inverse Distance Weighted), kriging czy spline. W niniejszej pracy do interpolacji zdecydowano się wykorzystać metodę IDW. Jest to metoda średniej ważonej odległości. Główną jej zasadą, zobrazowaną na rysunku 2., jest fakt, iż im dalej znajduje się punkt od środka komórki, tym jego wartość ma mniejszy wpływ na wartość wynikową całej komórki [5].

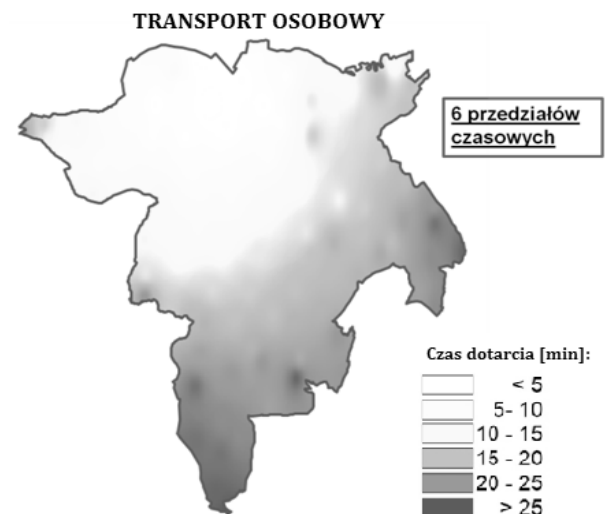


Rys. 2. Zasada działania interpolacji IDW [źródło: Childs C., 2014]

W wyniku przeprowadzonej interpolacji czasów otrzymano dwa obrazy – jeden dla transportu publicznego (rys. 3), dla którego utworzono 8 przedziałów czasowych co 15 minut oraz drugi dla transportu osobowego (rys. 4), gdzie określono 6 przedziałów czasowych co 5 minut.



Rys. 3. Wynik interpolacji dla transportu publicznego, dla którego utworzono 8 przedziałów czasowych [źródło: opracowanie własne]



Rys. 4. Wynik interpolacji dla transportu osobowego, gdzie określono 6 przedziałów czasowych [źródło: opracowanie własne]

Na podstawie wykonanych interpolacji utworzono mapy dostępności komunikacyjnej Rzeszowa dla transportu osobowego i publicznego (rys. 5).

Ze względu na duże różnice w czasach dojazdów między transportem osobowym a transportem publicznym, nie zdecydowano się zastosować na mapach jednakowej skali barwnej. Zastosowanie jednakowego podziału skali barwnej w większości przypadków umożliwia łatwiejsze porównanie map. Jednakże w tym przypadku zakłóciłoby czytelność map. W celu przedstawienia map w jednakowej skali bar-

wnej, jedna z nich byłaby przedstawiona bardzo ogólnie lub bardzo szczegółowo. W obu przypadkach utracone zostały by możliwości interpretacyjne map.

Analizując utworzoną mapę, można zauważyć, iż z północnej i środkowej części miasta do WSI-E można dojechać maksymalnie w 45 minut. Natomiast z południowej części miasta czas dojazdu może się wydłużyć do 85 minut, a nawet więcej. Jest to spowodowane tym, iż aby dojechać z tej części miasta do WSI-E konieczna jest przesiadka – czas dojazdu zwiększa się, ponieważ wliczany jest czas oczekiwania na przystanku. Niektóre miejsca, z których czas dotarcia wynosi ponad 85 minut to parki i lasy – czas dojazdu wydłuża się, ponieważ wliczany jest czas przejścia do najbliższego przystanku oraz oczekiwania na środek transportu.



Rys. 5. Mapa dostępności komunikacyjnej Rzeszowa dla transportu publicznego [źródło: opracowanie własne]

Analiza mapy dostępności komunikacyjnej Rzeszowa dla transportu osobowego wykazała wiele podobieństw. Podobnie jak w przypadku transportu publicznego do WSI-E najszybciej można dojechać z północnej i środkowej części miasta. Dojazd z tych obszarów zajmuje maksymalnie 15 minut. Czas dojazdu z południowej części miasta wydłuża się do 25 minut. Jest to spowodowane tym, iż aby dojechać z tej części miasta do WSI-E trzeba pokonać dłuższy odcinek drogi.

#### ANALIZA DOKŁADNOŚCI OPRACOWANYCH MAP

W kolejnym etapie przystąpiono do analizy dokładności. Analizę dokładności, przeprowadzono na punktach

kontrolnych. Analiza polegała na obliczeniu błędów bezwzględnych (różnic między wartością zmierzoną a rzeczywistą) oraz względnych (ilorazów błędu bezwzględnego i wartości rzeczywistej). Za wartość rzeczywistą przyjęto wartość czasu dojazdu odczytaną dla odpowiedniej godziny z portalu *jakdojade.pl* w przypadku transportu publicznego oraz z portalu *targeo.pl* dla transportu osobowego. W tabeli 1 zestawiono moduł błędu bezwzględnego  $|\Delta x|$  i błędu względnego  $|\delta|$  dla pomierzonych punktów kontrolnych (x) dla obydwu map.

Tabela 1. Analiza dokładności map dostępności komunikacyjnej [źródło: opracowanie własne]

Numer punktu kontrolnego	transport publiczny		transport osobowy	
	$ \Delta x $ [min]	$ \delta $	$ \Delta x $ [min]	$ \delta $
1	1	0,03	0	0,00
2	1	0,02	1	0,11
3	3	0,06	2	0,14
4	3	0,12	1	0,13
5	1	0,02	1	0,06
6	1	0,02	1	0,05
7	3	0,08	0	0,00
8	4	0,10	2	0,13
9	3	0,08	3	0,23
10	0	0,00	2	0,08
11	2	0,03	2	0,08
12	3	0,04	3	0,14
13	5	0,10	1	0,05
14	4	0,05	1	0,04
15	4	0,04	1	0,03

Kolorem zaznaczono największą różnicę między czasem teoretycznym a czasem odczytanym z mapy rastrowej uzyskanej w wyniku interpolacji. Jest to 5 minut w przypadku komunikacji miejskiej oraz 3 minuty w przypadku transportu osobowego. Na podstawie przeprowadzonej analizy można stwierdzić, iż wykonane mapy odznaczają się wysoką dokładnością.

#### ANALIZA WYNIKÓW

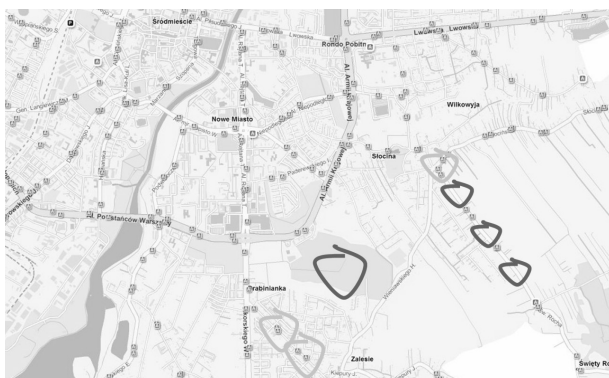
Po przeprowadzeniu analizy dokładności przystąpiono do analizy fragmentów mapy dotyczącej komunikacji zbiorowej.

Uzyskaną w wyniku interpolacji mapę nałożono na podkład mapowy Open Street Maps. Uwagę skupiono na punktach, które wykazały pewne odchylenia w wynikach. Na rysunku 6. zaznaczono pętlami nagłe zmiany dostępności czasowej. Czerwone pętle oznaczają znaczne zwiększenie się czasu potrzebnego na dotarcie do WSI-E, zielone zaś – znaczną poprawę.

Zestawiając rysunek 6. z odpowiadającym mu fragmentem mapy z *jakdojade.pl* (rysunek 7), można zauważyć, iż mimo oddalania się na południowy-wschód od WSI-E, w pobliżu przystanków komunikacyjnych dostępność czasowa nadal jest dobra. Dostępność komunikacyjna pogarsza się znacznie w miejscach, gdzie na dużych odcinkach drogi



Rys. 6. Fragment mapy z naniesionymi nagłymi zmianami osiągalności czasowej [źródło: opracowanie własne]



Rys. 7. Fragment mapy z jakdojade.pl z zaznaczonymi nagłymi zmianami osiągalności czasowej [źródło: opracowanie własne]

brak jest przystanków autobusowych, przez co wydłuża się czas dotarcia do celu. Warto też zwrócić uwagę na „ciemniejszą plamę” na terenie parku, w obszarze którego nie ma przystanków. Znajdując się w parku, trzeba dojść do przystanku, przez co zwiększa się czas dotarcia do celu.

Wyniki przeprowadzonej analizy wizualnej, potwierdzają dokładność wykonanej mapy.

Wykorzystując takie zestawienia można w łatwy sposób zinterpretować mapę dostępności czasowej, wyjaśnić dlaczego jeden fragment cechuje się bardzo dobrą dostępnością czasową, a drugi dużo gorszą. Rozmieszczenie przystanków w dużej mierze warunkuje czas potrzebny na dotarcie do miejsca docelowego.

Analizując mapę wykonaną dla dojazdu samochodem osobowym można zauważyć duże analogie – z tym, że czas dojazdu jest znacznie krótszy. Jednak czas zwiększa się w miarę oddalania się od WSI-E. Tu także lokalnie występują spadki dostępności komunikacyjnej. Wynika to – tak jak w przypadku transportu publicznego – z obecności obszarów zalesionych i parków.

## PODSUMOWANIE

Przeprowadzone analizy dokładności – maksymalny błąd bezwzględny równy 5 minut w przypadku komunikacji miejskiej oraz 3 minuty w przypadku transportu osobowego oraz analizy fragmentów map świadczą o wiarygodności

opracowanych map. Można stwierdzić, iż wybrana metoda okazała się metodą dającą satysfakcjonujące wyniki.

Zauważyć można dużą różnicę w dostępności czasowej między podróżą transportem osobowym a komunikacją miejską. Otóż dojazd transportem publicznym z południowej części Rzeszowa do WSI-E można zająć nawet do 100 minut, zaś z tego samego miejsca samochodem – maksymalnie pół godziny.

Podsumowując, mapy dostępności komunikacyjnej mogą być podstawą do modernizacji istniejących oraz planowania nowych połączeń komunikacji miejskiej.

## LITERATURA

1. **Bielecka E., Bober A., 2013**, Reliability analysis of interpolation methods in travel time maps-the case of Warsaw. *Geodetski vestnik* 2013, nr 57/2.
2. **Bogataj M., Drobne S., 2005**, Does the improvement of roads increase the daily commuting? Numerical analysis of Slovenian interregional flows. In: Zadnik Stirn, L., Indihar Štemberger, M., Ferbar, L., Drobne, S. (eds.), *Selected Decision Support Models for Production and Public Policy Problems*, Slovenian Society Informatika, Ljubljana 2005.
3. **Brzezinska-Klusek M., Moscicka A., Debowska A., 2013**, OGNIWO – Tool for integration different spatial data resources. *Proceedings of the 13th International Multidisciplinary Scientific GeoConferences SGEM*, Vol. 1, Albena.
4. **Cichociński P., Dębińska E. 2012**: Badanie dostępności komunikacyjnej wybranych lokalizacji z wykorzystaniem funkcji analiz sieciowych. *Roczniki Geomatyki*, nr 10/4.
5. **Childs C. 2004**, *Interpolating Surfaces in ArcGIS Spatial Analyst*, ESRI ArcUser.
6. **Tomala J., Moscicka A., Bielecka E. 2014**, Travel Time Map – the Case of Warsaw Subway. *Proceedings of the 14th International Multidisciplinary Scientific GeoConferences SGEM*, Vol. 3, Albena.

## STUDIES ON COMMUNICATION AVAILABILITY OF WSI-E IN RZESZÓW USING SPATIAL ANALYSIS

**Summary.** The paper presents the possibility of using spatial GIS analysis in communication availability mapping of the Rzeszow School of Engineering and Economics. Analyses were made for travel by public transport (bus) and by car. The collected data refer weekday (Tuesday) morning rush hour traffic (8.00). To determine the availability of time anywhere in the city, selected IDW interpolation method – the method of weighted average distance. Interpolation results are presented on the map in the form of isochrones, which are defined as lines connecting points of equal availability of time. Accuracy analysis was also performed, which confirms the high reliability of measurement data interpolation performed – the absolute error does not exceed 5 minutes.

**Key words:** accessibility map, IDW method, isochrones, public transport, passenger transport, spatial analysis.