

## MAPA ŚREDNICH CEN TRANSAKCYJNYCH MIESZKAŃ: STUDIUM PRZYPADKU PIERWOTNEGO RYNKU NIERUCHOMOŚCI W SIEDLCACH

### AVERAGE HOUSING VALUE MAP: THE CASE STUDY OF HOUSING PRIMARY MARKET IN SIEDLCE

**Beata Calka, Elżbieta Bielecka**

Wojskowa Akademia Techniczna, Wydział Inżynierii Lądowej i Geodezji

**Słowa kluczowe:** rynek nieruchomości lokalowych, mapa wartości, grupowanie, geostatystyka  
Keywords: housing market, value map, clustering, geostatistics

## Wprowadzenie

Znajomość cen i wartości nieruchomości, ma niepodważalne znaczenie podczas podejmowania decyzji gospodarczych czy inwestycyjnych, zarówno przez organy administracji publicznej jak i podmioty prywatne. Informacja ta jest niezbędna inwestorom, instytucjom finansowym, agencjom nieruchomości i wielu innym, w tym także właścicielom nieruchomości. Nieruchomość jest obiektem przestrzennym, a zatem przedstawianie jej cech i atrybutów na mapie jest jak najbardziej zasadne. Mapa, przez swój obrazowo-znakowy charakter oraz możliwość holistycznego przedstawienia cech opisowych i lokalizacji w przestrzeni różnych rodzajów nieruchomości, jest jednocześnie najprostszą, nawet dla nieprofesjonalnego użytkownika, formą wizualizacji cen i wartości nieruchomości. Niestety analiza literatury wykazała, że problematyce tej poświęconych jest stosunkowo niewiele publikacji. Powodem takiego stanu rzeczy jest niewątpliwie bardzo złożony proces opracowania danych, brak ustalonej metodyki przetwarzania danych i wydzielenia stref o względnie jednorodnych cenach, ale także sam charakter mapy, przedstawiającej szacowane wartości, najczęściej bez podania stopnia niepewności. W Polsce dochodzi to tego jeszcze utrudniony dostęp do danych i stosunkowo młody rynek nieruchomości, kształtujący się od lat 90. XX wieku. Nie bez znaczenia jest też zapotrzebowanie na mapy wartości nieruchomości, ciągle niezbyt duże, choć stron zainteresowanych w ich tworzeniu i publikacji jest coraz więcej. Według Prus (2010) i Budzyńskiego (2012) mapy wartości nieruchomości są niezbędne w gospodarowaniu nieruchomościami Skarbu Państwa oraz jednostek samorządu terytorialnego w zakresie: sprzedaży i kupna nieruchomości, najmu, dzierżawy, ustalania odszkodowań za grunty lub ustalania opłat adiacenckich, planistycznych, dzierżawnych czy związanych z użytkow-

waniem wieczystym. Źróbek z zespołem (Źróbek i in., 2005, 2006) nadmieniają, że mapy wartości gruntów stanowią cenne źródło informacji dla różnych celów społeczno-gospodarczych oraz podejmowania na rynku decyzji inwestycyjnych, mogą także wspomagać powszechną taksację. Podobnego zdania są Bydłosz, Cichociński i Parzych (Bydłosz i in., 2010) oraz Cellmer z zespołem (2012, 2014). W ostatnim dziesięcioleciu mapy cen i wartości nieruchomości są publikowane przez różnego rodzaju agencje nieruchomości (np. Realexperts) oraz administrację publiczną (m.in. Urząd m.st. Warszawy). Warto także nadmienić, że mapy wartości nieruchomości przedstawiają najczęściej wartość rynkową nieruchomości, którą definiuje się jako najbardziej prawdopodobną cenę nieruchomości, możliwą do uzyskania na rynku, określaną na podstawie cen transakcyjnych z danego rynku (Ustawa z dnia 21 sierpnia 1997 r. o gospodarce nieruchomościami. Dz.U. 1997, Nr 115, poz. 741, ze zm.)

Od strony metodycznej proces tworzenia map jest niezależny od technologii i nie zmienił się w momencie szerokiego stosowania technologii geoinformacyjnych w produkcji map (Medyńska-Gulij, 2012), a jednym z istotniejszych jego etapów jest przygotowanie danych, nazwane przez Korycką-Skorupę transformacją danych (Korycka-Skorupa, 2000). Dla map przedstawiających dane ilościowe bardzo ważne jest ustalenie jednostki odniesienia, która jest ściśle związana z dokładnością i szczegółowością przedstawianych zjawisk. W przypadku map wartości nieruchomości, jednostkami tymi mogą być: działka, jednostka podziału administracyjnego lub dowolna strefa, w obrębie której ceny nieruchomości są stosunkowo jednorodne. Najłatwiejsza do opracowania jest mapa, przedstawiająca średnie ceny nieruchomości w granicach administracyjnych (dzielnicach, gminach, województwach lub państwach). Problem opracowania mapy ogranicza się w takim przypadku do zgromadzenia danych statystycznych, ich standaryzacji i normalizacji oraz doborze odpowiedniej formy prezentacji kartograficznej, którą najczęściej jest kartogram właściwy, rzadziej izolinie (Całka, 2014). Mapy średnich cen nieruchomości mieszkaniowych publikują urzędy miejskie oraz agencje obrotu nieruchomościami. Wykonywane są one najczęściej dla miast wojewódzkich, a jednostką odniesienia jest dzielnica lub osiedle. Minusem tych map jest mała dokładność, rozpiętość cen w poszczególnych przedziałach wynosi nawet 2000 zł za 1m<sup>2</sup>.

Sposobów i metod opracowania map wartości nieruchomości jest kilka. Różnią się one głównie podejściem do wyznaczenia stref, w obrębie których wartości nieruchomości mogą być przyjęte za względnie stałe. Źróbek z zespołem (2005, 2006) uważają, że można wyróżnić dwa warianty technologiczne opracowania map wartości – mapę izoliniową i mapę obiektową, opracowaną według podejścia atrybutowego lub modelowego. Wydaje się, że jest to podejście trochę uproszczone, ponieważ prezentację wartości w postaci izolinii uzyskuje się także w wyniku podejścia modelowego, z wykorzystaniem między innymi geostatystyki lub klasycznych metod interpolacji. Badaniami takimi zajmowali się między innymi Bydłosz i inni (2010), Cellmer i inni (2012, 2014), Cichociński (2011). Należy się jednak zgodzić z twierdzeniem Cichocińskiego (2011), że interpolacja wartości nieruchomości daje najczęściej niezadowalające rezultaty niezależnie od zastosowanej metody.

W literaturze dotyczącej sporządzania map wartości nieruchomości dużo prac dotyczy metod przetwarzania danych i określania stref jednorodnych. Znaczenie poprawnego wyznaczenia stref jednorodnych w masowej wycenie podkreślają Kuburic i inni (2012) oraz Harris i inni (2013). Autorzy uważają, że strefy takie należy wyznaczać metodami eksploracyjnej analizy danych, z wykorzystaniem jak największej liczby atrybutów. Do wyznaczenia stref jednorodnych najczęściej wykorzystuje się założenie, że interakcje występujące między badanymi obiektami w przestrzeni charakteryzują się tym, że elementy znajdujące się

w pobliżu mają więcej podobieństw niż obiekty, które są daleko od siebie. Założenie to wskazuje jednocześnie na istotę autokorelacji przestrzennej, określanej jako stopień skorelowania obserwowanej wartości zmiennej w danej lokalizacji z wartością tej samej zmiennej w innej lokalizacji (Suchecki, 2010). Zjawisko autokorelacji na rynku nieruchomości opisują między innymi Basu i Thibodeau (1998) oraz Ismail z zespołem (2008) analizując rozkład przestrzenny reszt z regresji za pomocą semiwariogramów. Z kolei Tu, Sun i Yu (2007) wykorzystując zjawisko autokorelacji przestrzennej dokonali segmentacji przestrzennej rynku mieszkaniowego. W celu predykcji wartości nieruchomości stosowane są często metody geostatystyczne, w tym kriging zwykły (Cichociński, 2009), hybrydowy (Ligas, 2009; Colacovic i Vucetic, 2012), kokriging (Chica-Olmo, 2007). Żadna z tych metod nie wykazała ostatecznie wystarczających dokładności, aby mogła znacząco usprawnić metody opracowania map wartości nieruchomości. W odniesieniu do map wartości nieruchomości lokalowych pojawia się jeszcze jedna trudność związana z faktem, że w jednym budynku znajduje się wiele mieszkań, których ceny transakcyjne mogą się znacząco różnić (Całka, Bielecka, 2014). Pojawia się zatem problem jak przedstawić na mapie różne ceny odnoszące się do tego samego miejsca w przestrzeni. Problem ten częściowo omówiony został w niniejszym artykule.

## Metoda badań

Zważywszy na opisane powyżej trudności w opracowaniu map wartości nieruchomości lokalowych, przyjęto założenie o rozłącznym modelowaniu cech nieprzestrzennych i przestrzennych nieruchomości lokalowych. W pierwszym etapie dokonano zatem, na podstawie cech nieprzestrzennych, grupowania nieruchomości w jednorodne skupiska, w drugim zaś – oszacowania wartości nieruchomości metodami geostatystycznymi, bazując na fakcie, że w każdej z grup na wartość nieruchomości wpływ będzie miała jedynie lokalizacja w przestrzeni. Postawiono także tezę, że błędy bezwzględne oszacowania wartości nieruchomości lokalowych będą mniejsze niż 10%. Grupowanie nieruchomości na podstawie cech nieprzestrzennych wykonano dla wszystkich nieruchomości lokalowych będących przedmiotem transakcji kupna-sprzedaży w Siedlcach, w latach 2007-2011. Umożliwiło ono wyodrębnienie skupisk grupujących nieruchomości podobne zarówno z rynku pierwotnego, jak i wtórnego. Szacowanie wartości nieruchomości metodą geostatystyki dokonano dla każdego ze skupisk oddzielnie. W artykule przedstawiono wyniki analiz dla rynku pierwotnego, czyli dla nieruchomości zakupionych bezpośrednio od developera. Szczegółowy opis wszystkich grup można znaleźć w pracach Całki (2012a, 2014). Opracowana mapa przedstawia wartość rynkową nieruchomości lokalowych, czyli wartość, którą stanowi najbardziej prawdopodobna jej cena, możliwa do uzyskania na rynku, określona z uwzględnieniem cen transakcyjnych przy założeniu, że strony umowy były od siebie niezależne, nie działały w sytuacji przymusowej oraz miały stanowczy zamiar zawarcia umowy, a także upłynął czas niezbędny do wyeksponowania nieruchomości na rynku i do wynegocjowania warunków umowy (art. 151 ust. 1 ustawy z dnia 21 sierpnia 1997 r. o gospodarce nieruchomościami; tekst jednolity w Dz.U. z 2010 r. nr 102, poz. 651 ze zm.). W literaturze mapy takie są nazywane mapami wartości, przeciętnych wartości, średnich cen lub mapami cenności (Adamczewski, 2006; Prus, 2010; Żróbek i in., 2005).

Sporządzanie map wartości nieruchomości jest procesem wieloetapowym (Całka, 2014; Cellmer i in., 2014), w którym wyodrębnia się:

- 1) analizę rynku nieruchomości, zmierzającą do ustalenia czy zmiany cen nieruchomości w analizowanych latach mają charakter trendu i ewentualnie jego eliminacji,
- 2) ustalenie cenotwórczych cech nieruchomości, umożliwiających dobór nieruchomości reprezentatywnych,
- 3) grupowanie nieruchomości – wydzielenie grup nieruchomości charakteryzujących się względnie jednorodnymi cechami nieprzestrzennymi,
- 4) szacowanie wartości nieruchomości w dowolnym punkcie metodami interpolacji lub ekstrapolacji,
- 5) kartograficzną prezentację wyników szacowania wartości nieruchomości.

W pracy, do analizy trendu zmiany transakcyjnych cen nieruchomości w czasie, wykorzystano regresję liniową ważoną. Z badań Czaji (2001), Barańskiej (2008) i Małey (2012) wynika, że funkcja ta najlepiej uwzględnia lokalne wahania cech nieruchomości. Do ustalenia istotności cech nieruchomości i ich korelacji z ceną wykorzystano współczynnik Cramera.

Grupowanie nieruchomości przeprowadzono metodą *k*-średnich, ustalając *a priori* liczbę grup z wykorzystaniem metody aglomeracyjnej. Wybór metody grupowania był poprzedzony analizą literatury i badaniami testowymi opisanymi w pracach Całki (2012a, 2012b). Do oszacowania wartości nieruchomości lokalowych wybrano kriging zwyczajny. Interpolację wykonano dla każdej grupy oddzielnie, tylko na obszarach przeznaczonych w miejscowym planie zagospodarowania przestrzennego na cele budownictwa mieszkaniowego, wielorodzinnego. Dokładność szacowania określono obliczając średni błąd absolutny przewidywania (MAE) oraz średni błąd bezwzględny (MAPE). Wartości obu błędów wyznaczono na podstawie losowo wybranej 10% próbki danych, nieuwzględnionej podczas interpolacji.

Do kartograficznej prezentacji, stref jednakowych wartości nieruchomości lokalowych w poszczególnych grupach, posłużono się metodą izolinii, pozostałe elementy treści mapy przedstawiono metodą chorochromatyczną (obszary o innym przeznaczeniu w miejscowych planach zagospodarowania przestrzennego) i sygnaturą liniową (drogi).

## Obszar i wykorzystane dane

Mapę wartości nieruchomości lokalowych wykonano dla miasta Siedlce, zlokalizowanego we wschodniej części województwa mazowieckiego. Średnie wskaźniki warunków mieszkaniowych w Siedlcach są nieco gorsze niż średnie dla całego kraju. W statystycznym siedleckim mieszkaniu o powierzchni 54,33 m<sup>2</sup> (średnia kraju 55,80 m<sup>2</sup>) mieszka 3,17 osób (średnia kraju 2,98). Średnia liczba izb to 3,48 (średnia kraju 3,37). Na jedną osobę w Siedlcach przypada 17,13 m<sup>2</sup> mieszkania, przy średniej krajowej 18,89 m<sup>2</sup>. Od kilku lat budownictwo mieszkaniowe w mieście utrzymuje się na stałym poziomie, corocznie oddawanych jest do użytku 350 nowych mieszkań. Zahamowaniu uległo budownictwo spółdzielcze, tendencję zwyżkową notują natomiast mieszkania budowane na wynajem i sprzedaż.

W pracy wykorzystano dane o transakcjach kupna sprzedaży nieruchomości lokalowych z lat 2007-2011, obejmujące łącznie 1873 transakcji, pozyskanych z rejestru cen i wartości nieruchomości (RCiWN) z Urzędu Miasta Siedlce. W RCiWN, oprócz cen transakcyjnych, znajdują się informacje o cechach nieruchomości będących przedmiotem obrotu rynkowego, takie jak: liczba izb, data transakcji, rodzaj rynku, powierzchnia, rok budowy budynku, w którym znajduje się mieszkanie. Zbiór ten zawiera również informacje na temat lokalizacji (adresu) nieruchomości, jak również kondygnacji, na której położone były nieruchomości

(Bielecka, 2012). Lokale będące przedmiotem transakcji kupna-sprzedaży pochodziły zarówno z rynku pierwotnego (911 lokali), jak i wtórnego (962 lokale). Lokalizacja analizowanych nieruchomości została pokazana na rysunku 1.

## Wyniki

### Trend zmiany cen i wybór cech cenotwórczych

Do analizy trendu zmian cen w czasie wykorzystano liniową regresję ważoną. Dane podzielono na trzy przedziały czasowe, w których możliwe było zaobserwowanie wzrastającego trendu liniowego. Przedziały czasowe, funkcje oraz kwota o jaką została skorygowana cena transakcyjna przedstawiono w tabeli 1. Największy wzrost cen nastąpił w okresie marzec 2008 – kwiecień 2009, najmniejszy, tylko 13 zł, w drugiej połowie roku 2009, w roku 2010 i pierwszym kwartale roku 2011.

**Tabela 1.** Charakterystyka zmian cen nieruchomości lokalowych

Przedziały czasowe	Funkcja	Korekta ceny w PLN na 1 miesiąc
01.2007-02.2008	$y = 39,23 * x + 1852,43$	+39,23
03.2008-04.2009	$y = 77,47 * x + 1456,48$	+77,47
05.2009-03.2011	$y = 13,33 * x + 2968,93$	+13,33

Analiza cech lokali mających największy wpływ na ich wartość była przedmiotem wielu prac i artykułów naukowych. Z badań prowadzonych przez Kucharską-Stasiak (2010), Kokota (2011), Cichocińskiego (2009) wynika, że w celu ustalenia nieruchomości podobnych należy brać pod uwagę: standard lokalu, powierzchnię, usytuowanie lokalu w budynku (kondygnacja), rok budowy, a także cechy przestrzenne związane z lokalizacją budynku. W wyniku przeprowadzonej analizy literatury oraz statystycznej analizy zależności pomiędzy wartościami cech a ceną, do dalszych badań wzięto pod uwagę cztery cechy: rodzaj rynku, standard mieszkania, rok budowy oraz kondygnacja. Zbadano również, iż następujące cechy nie wykazały zależności między sobą, co potwierdziło możliwość użycia ich w dalszej analizie. Rodzaj cechy, wartości, jakie przyjmuje cecha oraz wartość współczynnika korelacji z ceną zestawiono w tabeli 2.

**Tabela 2.** Charakterystyka cech nieruchomości

Lp.	Nazwa cech	Wartość cech	Współczynnik korelacji Cramera
1	Rodzaj rynku	pierwotny, wtórny	0,28
2	Standard mieszkania	wysoki, średni, niski	0,62
3	Rok budowy	od 2001 r., 1985-2000 r., starsze	0,23
4	Kondygnacja	druga, pośrednie, skrajne	0,18

### Grupowanie

Grupowanie nieruchomości, mające na celu wyodrębnienie nieruchomości podobnych ze względu na cechy nieprzestrzenne, wykonano w dwóch etapach. W celu ustalenia optymalnej liczby grup przeprowadzono taksonomię metodą aglomeracyjną, następnie grupowanie

właściwe metodą k-średnich. Analiza dendrogramu, będącego wynikiem grupowania aglomeracyjnego, przesądziła o podziale wszystkich transakcji na 5 grup. Grupowanie k-średnich wykonano iteracyjnie, przyjmując że wstępne centra grup wyznaczone zostaną metodą sortowania odległości euklidesowej.

W efekcie analizowane nieruchomości lokalowe podzielono na 5 grup, z czego 2 obejmowały nieruchomości nabyte bezpośrednio od developera (na rynku pierwotnym), a 3 nieruchomości nabyte na rynku wtórnym. Ogólną charakterystykę lokali w poszczególnych grupach zamieszczono w tabeli 3.

**Tabela 3.** Charakterystyka wydzielonych grup nieruchomości, z podziałem na rynek pierwotny i wtórny

Nr grupy	Rodzaj rynku	Standard mieszkania	Rok budowy	Kondygnacja	Średnia wartość [PLN]	Liczba lokali
1	pierwotny	średni	od 2001	pośrednie lub skrajne	3510	668
2	pierwotny	wysoki lub średni	od 2001	druga lub pośrednie	3790	258
3	wtórny	średni	starsze od 1985 lub 1985-2000	druga lub pośrednie	3671	441
4	wtórny	wysoki lub średni	od 1985 do 2000 lub od 2001	druga lub pośrednie	3906	199
5	wtórny	średni lub niski	starsze od 1985	skrajne	3195	307

Do dalszych analiz wzięto tylko dwie pierwsze grupy, do których zostały przydzielone nieruchomości lokalowe z rynku pierwotnego. W grupie 1. znalazły się lokale tańsze, o gorszym standardzie; w grupie 2. – nieruchomości droższe, o lepszym wykończeniu oraz położone na piętrach: pierwszym bądź środkowych. Po szczegółowej analizie wartości niezgeneralizowanych cech dotyczących roku budowy budynku (na podstawie rejestru cen i wartości nieruchomości) okazało się, że w obu grupach, skupiających lokale z rynku pierwotnego, rok budowy budynku, w którym znajdował się lokal mieszkalny był późniejszy niż 2006, a w ok. 75% były to lata 2008-2011.

### Interpolacja wartości nieruchomości metodą krigingu

Warunkiem wykorzystania geostatystyki do oszacowania średniej wartości nieruchomości jest spełnienie kilku warunków brzegowych. Zalicza się do nich: brak lokalnych ekstremów, normalny rozkład danych, stacjonarność danych. Ekstremalne wartości lokalne zidentyfikowano analizując wykresy normalnych centyli i usunięto z analizowanych danych. Istnienie rozkładu normalnego zbadano wyznaczając współczynnik Shapiro-Wilka, który wynosił odpowiednio dla grupy 1.  $p=0,223$  i dla grupy 2.  $p=0,079$ . W obu przypadkach wartość współczynnika jest większa od 0,05, a zatem na poziomie istotności 0,05 można przyjąć założenie normalności rozkładu.

W celu uzyskania wiarygodnych wyników istotne są także liczba i rozmieszczenie punktów o znanych wartościach, w tym przypadku lokali należących do konkretnej grupy. Z analizy literatury (Cellmer i in., 2012; Kokesz, 2010a, 2010b; Namysłowska-Wilczyńska, 1993) oraz wykonanych badań (Całka, 2014) wynika, że choć minimalna liczba punktów w grupie nie powinna być mniejsza niż 30, to aby uzyskać błąd szacowania nieprzekraczający 10% to liczba ta powinna wynosić ok. 200.

Interpolację metodą krigingu, z założeniem modelu sferycznego semiwariogramu, wykonano oddzielnie dla nieruchomości tańszych (grupa 1.) i droższych (grupa 2.). Wyniki interpolacji ilustruje rysunek 2.

Dokładność szacowania wartości nieruchomości lokalowych sprawdzono na podstawie próby testowej, którą stanowiły nieruchomości nieuwzględnione w interpolacji. Dla nieruchomości tańszych średni błąd szacowania wynosił 302 zł, dla nieruchomości droższych – 165 zł i odpowiednio średni błąd bezwzględny – 8,5% i 4,5%. Wielkości te potwierdziły założoną na wstępie tezę dotyczącą wielkości błędów szacowania mniejszych niż 10% i tym samym dowiodły poprawność zastosowanej metody.

### **Mapa średnich wartości nieruchomości lokalowych rynku pierwotnego w Siedlcach**

Opracowując mapę średnich wartości nieruchomości lokalowych przyjęto, że w treści podkładowej znajdują się wybrane elementy treści topograficznej (sieć transportowa, wody, lasy) oraz obszary, które zgodnie z miejscowym planem zagospodarowania przestrzennego nie mogą być przeznaczone pod wielorodzinne budownictwo mieszkaniowe. Strefy jednakowych średnich wartości nieruchomości będą przedstawione metodą zasięgu. Przykładową mapę wartości dla nieruchomości tańszych z rynku pierwotnego przedstawiono na rysunku 3.

## **Podsumowanie i wnioski**

Przeprowadzone badania wykazały, że możliwe jest zamodelowanie zróżnicowania przestrzennego cen nieruchomości za pomocą metod geostatystycznych, ale po uprzedniej eliminacji na cenę nieruchomości, wpływu cech o charakterze nieprzestrzennym. Zaproponowana oryginalna metodyka tworzenia map wartości nieruchomości bazuje na dwuetapowym modelu szacowania wartości nieruchomości. W pierwszym – dokonuje się wyboru nieruchomości podobnych, cechujących się zbliżonymi atrybutami nieprzestrzennymi. Ze względu na dużą liczbę analizowanych nieruchomości najbardziej przydatnymi metodami na tym etapie są metody eksploracyjnej analizy danych, a w wśród nich algorytm k-średnich. Grupowanie musi poprzedzić wstępna analiza liczby grup nieruchomości podobnych, którą można wykonać różnymi metodami, jednakże na podstawie wykonanych analiz rekomenduję metodę aglomeracyjną pozwalającą na obserwowanie procesu tworzenia się grup na dendrogramie. Wyznaczenie stref wartości nieruchomości drogą interpolacji geostatystycznej (kriging) odbywa się oddzielnie dla każdej z grup, a liczba stref, ich zakres cenowy oraz przestrzenne rozmieszczenie mogą się znacząco różnić w każdej strefie. Tym niemniej zastosowana metoda gwarantuje, że w obrębie każdej ze stref wiarygodność szacowanej (estymowanej) wartości nieruchomości jest większa od 90%.

Teoretyczna, minimalna liczba nieruchomości, na podstawie których można stosować interpolację metodą krigingu wynosi 30. Z wykonanych analiz wynika, że aby uzyskać wiarygodność szacowania wartości nieruchomości rzędu 90%, liczba ta powinna wynosić co najmniej 200, konieczne jest również w miarę równomierne pokrycie danymi całego obszaru. Tak liczne zbiory danych, szczególnie w małych miastach, możliwe są do uzyskania wtedy, gdy analizujemy dane z wielu lat. Ostatnim kluczowym etapem badań była geowizualizacja wyników, w tym dobór zakresu treści utworzonych map, skali oraz metod prezentacji kartograficznej. Aby możliwe było osiągnięcie równowagi treści tematycznej i podkłado-

wej zrezygnowano z użycia mapy ewidencyjnej. Wyłączono również z interpolacji tereny, na których nie ma zabudowy wielorodzinnej. Cyfrowy charakter danych, zarówno źródłowych jak i przetworzonych, zgromadzonych w bazie danych daje możliwość redakcji mapy w przedziale skalowym 1:10 000–1:50 000. Opracowanie mapy w skali większej wymagałoby odniesienia treści tematycznej do mapy ewidencyjnej, co w przypadku nieruchomości lokalowych nie wydaje się zasadne. Mapy w skalach mniejszych wymagają generalizacji wyników.

### Literatura

- Adamczewski Z., 2006: Elementy modelowania matematycznego w wycenie nieruchomości. Podejście porównawcze. Oficyna Wydawnicza Politechniki Warszawskiej.
- Barańska A., 2008: Metody jakościowe i ilościowe na usługach wyceny nieruchomości. *Acta Scientiarum Polonorum, Geodesia et Descriptio Terrarum* nr 7(2): 3-13, Wrocław.
- Basu S., Thibodeau T. G., 1998: Analysis of spatial autocorrelation in housing prices. *Journal of Real Estate Finance and Economics* 17.
- Bielecka E., 2012: Integracja danych w systemach zarządzania nieruchomościami publicznymi. *Przegląd geodezyjny* R. 84, nr 9.
- Budzyński T., 2012: Propozycje zastosowań mapy średnich cen transakcyjnych gruntów w gospodarce nieruchomościami. *Studia i Materiały Towarzystwa Naukowego Nieruchomości* vol. 20, nr 1: 135-144, Olsztyn.
- Bydłoz J., Cichociński P., Parzych P., 2010: Możliwości pokonania ograniczeń cen i wartości nieruchomości za pomocą narzędzi GIS. *Studia Informatica* vol. 31, Nr 2B (90).
- Całka B., Bielecka E., 2014: Cluster analysis of land properties for the purpose of mass appraisal. *14<sup>th</sup> Geo-Conference on Informatics, Geoinformatics and Remote Sensing Conference Proceedings*, vol. II: 129-136. ISBN 978-619-7105-11-7, ISSN 1314-2704, DOI: 10.5593/sgem2014B22.
- Całka B., 2014: Metodyka opracowania map wartości nieruchomości lokalowych. Rozprawa doktorska. Wojskowa Akademia Techniczna, Warszawa.
- Całka B., 2012a: Grupowanie nieruchomości lokalowych za pomocą metody k-średnich. *Przegląd geodezyjny* nr 11: 3-8.
- Całka B., 2012b: Taksonomia nieruchomości lokalowych z zastosowaniem sieci neuronowych Kohonena. *Studia i Materiały Towarzystwa Naukowego Nieruchomości* vol. 20, nr 1: 229-239, Olsztyn.
- Cellmer R., Senetra A., Szczepańska A., 2012: Mapy wartości gruntów na terenach cennych pod względem przyrodniczym, *Geomatics and Environmental Engineering* vol. 6, no. 3: 15-24.
- Cellmer R., Belej M., Żróbek S., Šubic-Kovač M., 2014: Urban land value maps – a methodological approach. *Geodetski vestnik* vol. 58 (2014), no. 3, DOI: 10.15292/geodetski-vestnik.2014.03.535-551.
- Cichociński P., 2009: Próba zastosowania metod geostatystycznych do taksacji nieruchomości. *Roczniki Geomatyki* t.7, z.4: 17-24, PTIP, Warszawa.
- Cichociński P., 2011: Porównanie metod interpolacji przestrzennej w odniesieniu do wartości nieruchomości. *Studia i Materiały Towarzystwa Naukowego Nieruchomości* vol. 19, nr 3: 119-131, Olsztyn.
- Chica-Olmo J., 2007: Prediction of Housing Location Price by a Multivariate Spatial Method: Cokriging. *Journal of Real Estate Research* vol. 29, no 1: 91-113.
- Colakovic M., Vucetic D., 2012: Possibility of Using GIS and Geostatistic for Modeling the Influence of Location on the Value of Residential Properties. FIG Working Week Papers.
- Czaja J., 2001: Metody szacowania wartości rynkowej i katastralnej. Komp-System, Kraków.
- Harris R., Dong G., Zhang W., 2013: Using Contextualized Geographically Weighted Regression to Model the Spatial Heterogeneity of Land Prices in Beijing, China. *Transactions in GIS* 17(6): 901-919.
- Ismail S., Iman A., Kamaruddin N., Mohd H., 2008: Spatial autocorrelation in hedonic model: Empirical evidence from Malaysia. International Real Estate Symposium Benchmarking, Innovating and Sustaining Real Estate Market Dynamics, Kuala Lumpur (Malaysia).
- Kokot S., 2011: Ekonometryczna wycena nieruchomości w aspekcie twierdzenia Frischa-Waugh-Stone'a. *Studia i Materiały Towarzystwa Naukowego Nieruchomości* vol.19, nr 3: 49-58, Olsztyn.
- Kokesz Z., 2010a: Uwarunkowania stosowania kriginu zwyczajnego do sporządzania map izoliniowych. *Biuletyn PIG* nr 439: 403-408.
- Kokesz Z., 2010b: Korzyści sporządzania map izoliniowych procedurą kriginu zwyczajnego. *Górnictwo Odkrywkowe* nr 2: 91-95.



- Korycka-Skorupa J., 2000: From data to cartographic presentation forms. *Miscellanea Geographica* t. 9: 253-262.
- Kuburic M., Tomic H., Mastelic Ivic S., 2012: Use of Multicriteria Valuation of Spatial Units in a System of Mass Real Estate Valuation. *KiG* no. 17, vol. 11: 60-74.
- Kucharska-Stasiak E., 2010: Odwzorowanie cech nieruchomości w cenach i skutki dla procesu wyceny. *Studia i Materiały Towarzystwa Naukowego Nieruchomości* vol.18, nr 3: 7-16.
- Ligas M., 2009: Zastosowanie modelu regresja-kriging do predykcji wartości nieruchomości. *Studia i Materiały Towarzystwa Naukowego Nieruchomości* vol. 17, nr 1: 7-16.
- Maleta M., 2012: Methods for Determining the Impact of the Temporal Trend in the Valuation of Land Property. *Real Estate Management and Valuation* vol. 21, issue 2: 29-36, DOI: 10.2478/remav-2013-0014.
- Medyńska-Gulij B., 2012: Kartografia i geowizualizacja. PWN, Warszawa.
- Namysłowska-Wilczyńska B., 2006: Geostatystyka. Teoria i zastosowanie. Wyd. Politechniki Wrocławskiej, Wrocław.
- Prus B., 2010: Mapy wartości gruntów jako czynnik wspomagający gospodarowanie terenami w gminie. *Infrastruktura i Ekologia Terenów Wiejskich* nr 12.
- Suhecki B., 2010: Ekonometria przestrzenna. Metody i modele danych przestrzennych. Wydawnictwo C.H. Beck, Warszawa.
- Tu Y., Sun H., Yu S., 2007: Spatial autocorrelations and urban housing market segmentation. *Journal of Real Estate Financial and Economy* vol. 34: 385-406.
- Ustawa z dnia 21 sierpnia 1997 r. o gospodarce nieruchomościami. Dz.U. 2010, nr 102, poz. 651 ze zmianami (tekst jednolity).
- Żróbek S., Cellmer R., Kuryj J., 2005: Land value map as a source of information about local real estate market. *Geodezja*, t.11: 63-73, Akademia Górniczo-Hutnicza im. Stanisława Staszica w Krakowie.
- Żróbek S., Cellmer R., Janowski A., Kuryj J., 2006: Propozycja technologii opracowania mapy wartości dla miasta Olsztyna. *Przegląd geodezyjny* nr 10: 3-9.

### **Streszczenie**

Artykuł przedstawia metodykę opracowania map wartości nieruchomości lokalowych, pochodzących z rynku pierwotnego z miasta Siedlce, będących przedmiotem transakcji kupna-sprzedaży z lat 2007-2011. Opracowana metodyka opiera się na dwuetapowym modelu uwzględniającym w kolejnych krokach – wpływ cech nieruchomości o charakterze nieprzestrzennym i przestrzennym na wartość nieruchomości. W pierwszym kroku pogrupowano nieruchomości za pomocą metody k-średnich z uwzględnieniem cech nieprzestrzennych, takich jak: rodzaj rynku, standard mieszkania, rok budowy budynku i kondygnacja. W kolejnym kroku przeprowadzono interpolację wartości nieruchomości w każdej grupie z zastosowaniem metody krigingu zwykłego. Uwzględnienie w procesie opracowania map wartości nieruchomości innych danych przestrzennych pozwoliło na zawężenie obszaru interpolacji do terenów zabudowy wielorodzinnej. Opracowane mapy wartości nieruchomości mogą stanowić cenne i łatwo dostępne źródło informacji o wartościach nieruchomości.

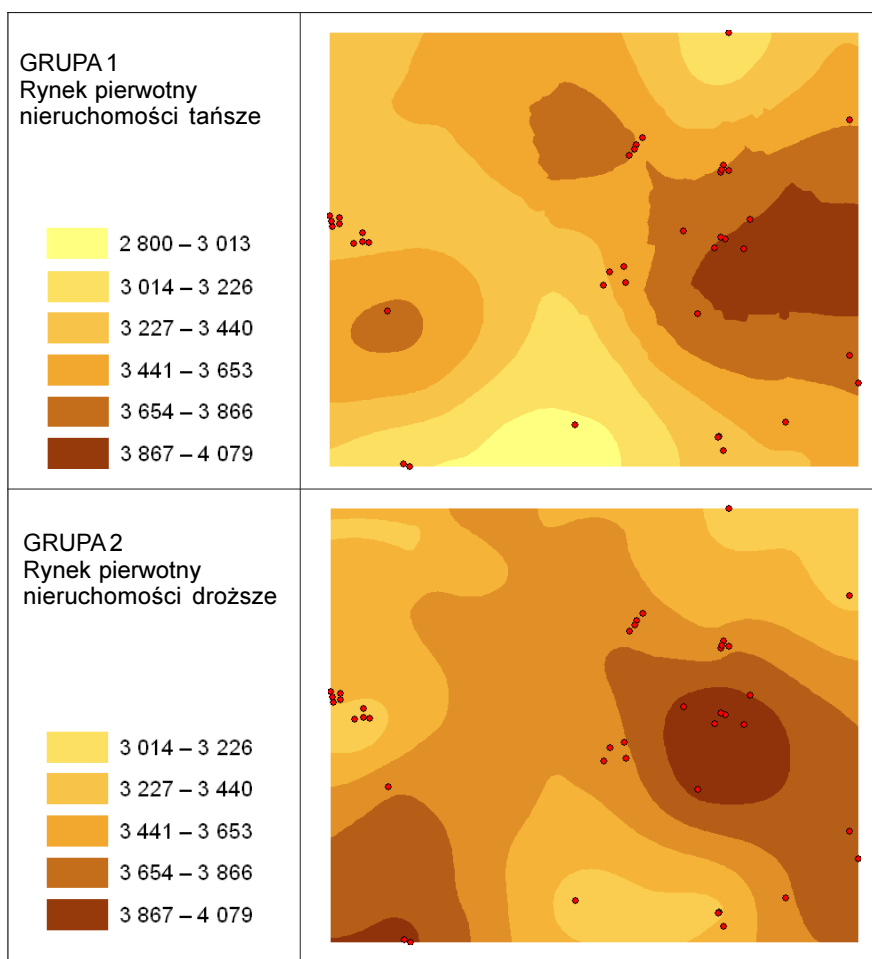
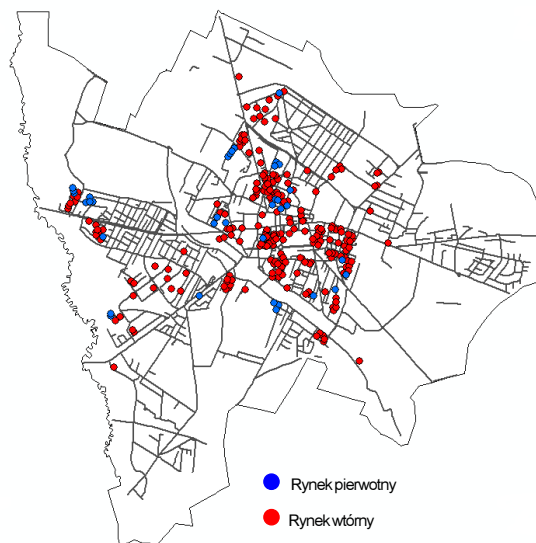
### **Abstract**

The paper presents methodology for estimating the value of premises in the housing primary market in the city of Siedlce, which was the subject of transactions between 2007-2011. The methodology is based on a two-step model taking into account the impact of spatial and non-spatial characteristics affecting the value of the property. The first step was grouping the properties with the use of k-means method, taking into account spatial and non-spatial characteristics such as: type of market, standard of apartments, storey and the year of building construction. The next step was making an interpolation of the value of the property in each of the groups by using ordinary kriging method. Taking into account other spatial data in the process of estimating the value of the premises enabled to narrow down the interpolation to multi-family housing areas. The developed maps of the value of premises is a rich and easily accessible source of information on the property values.

dr inż. Beata Całka  
bcalka@wat.edu.pl

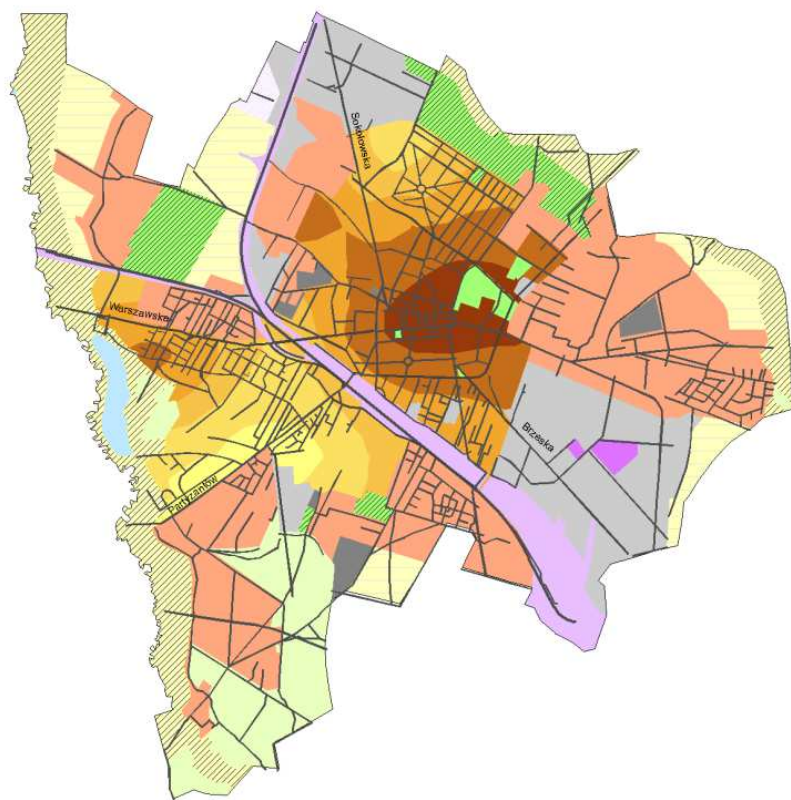
dr hab. inż. Elżbieta Bielecka, prof. WAT  
ebielecka@wat.edu.pl

**Rysunek 1.** Nieruchomości lokalowe z rynku pierwotnego i wtórnego



**Rysunek 2.**  
Interpolacja  
metodą krigingu  
zwykłego  
dla nieruchomości  
z rynku  
pierwotnego

## MAPA WARTOŚCI NIERUCHOMOŚCI LOKALOWYCH m. SIEDLCE Rynek pierwotny - nieruchomości tańsze



Wartość nieruchomości zł/m<sup>2</sup>



**Rysunek 3.** Mapa wartości nieruchomości lokalowych z rynku pierwotnego