

**Elżbieta Jasińska, Edward Preweda**

Akademia Górniczo-Hutnicza  
im. Stanisława Staszica w Krakowie  
Katedra Geomatyki  
*jasinska @agh.edu.pl, preweda @agh.edu.pl*

## **Lokalizacja nieruchomości lokalowych względem szlaków komunikacyjnych a zmienność cen transakcyjnych na terenie dzielnicy Stare Miasto w Krakowie<sup>1</sup>**

*Słowa kluczowe: analiza rynku, nieruchomości lokalowe, cechy jakościowe, cena transakcyjna nieruchomości*

### **Streszczenie**

W pracy przedstawiono segmentację najdroższej dzielnicy Krakowa, włączając do analiz położenie nieruchomości przy wybranej ulicy. Jest to trudny proces, ponieważ zmusza do przedstawienia problemu, rezygnując z wyrażania atrybutów poprzez przypisywanie im wartości liczbowych. Na taką możliwość pozwala podział w oparciu o model drzew klasyfikacyjnych C&RT. Przeprowadzone badanie potwierdza, że największy wpływ na cenę transakcyjną nieruchomości ma właśnie usytuowanie przy konkretnej ulicy, szczególnie gdy jej nazwa jest rozpoznawalna oraz nie występują na niej linie komunikacji zbiorowej. Dodatkowo, ulice te nie tworzą zamkniętych obszarów, które pozwalałyby na wydzielenie stref. Są rozproszone wokół głównych szlaków komunikacyjnych Starego Miasta, rozpoczynając od Rynku Głównego.

### **Wprowadzenie**

Cechą łączącą rynki nieruchomości w dużych miastach jest niejednorodność tego rynku. Dlatego konieczne jest przeprowadzenie analiz w jednostkach mniejszych, jak na przykład dzielnice. Szczególnym przypadkiem takich podziałów są tereny centralne lub tworzące tzw. „Stare Miasto”. Indywidualność tych obszarów polega przede wszystkim na kształtowaniu się ceny jednostkowej w oparciu o zachowania snobistyczne (paradoks Veblena), odsuwając na dalszy plan takie cechy, jak standard lokalu czy dostępność komunikacyjną. Niejednokrotnie o cenie nieruchomości decyduje jej położenie przy konkretnej ulicy.

---

<sup>1</sup>Artykuł powstał w ramach badań statutowych Katedry Geomatyki nr 11.11.150.006.

Włączenie tej cechy do analiz statystycznych jest niezwykle trudne. Sama próba uszeregowania tego atrybutu budzić może wiele kontrowersji, nie mówiąc już o próbie przypisania wartości liczbowych poszczególnym ulicom. Dlatego znacząca większość badań pomija te cechy, których nie można przekształcić do skali liczbowej.

Autorzy zaproponowali podział krakowskiego rynku nieruchomości lokalowych wykonany przy pomocy drzew regresyjnych (C&RT), które pozwalają połączyć atrybuty jakościowe i ilościowe. Za materiał badawczy posłużyła baza 167 nieruchomości lokalowych będących przedmiotem obrotu.

### **1. Charakterystyka wybranej okolicy i materiału badawczego**

Kraków jest podzielony na 18 samorządowych dzielnic pomocniczych stanowiących podstawę obecnego podziału terytorialnego ([www.bip.krakow.pl](http://www.bip.krakow.pl)). Utworzenie takiego podziału uwzględniać miało dawne podziały katastralne, lecz także zadbać, aby komunikacja w ich obrębie była dogodna dla mieszkańców. W dalszym ciągu odnaleźć można badania rynku oparte o podział utworzony w 1973 r. (np. Instytutu Analiz Monitor Rynku Nieruchomości), gdy ustalono cztery dzielnice na prawach gminy: Śródmieście, Podgórze, Krowodrza, Nowa Huta. Obecnie taki stan należy utożsamiać z podziałem na jednostki ewidencyjne miasta.

Stare Miasto odbiega od pozostałych terenów Krakowa. Największe problemy tej okolicy to hałas, który nasila się wieczorami i w weekendy, jak również brak miejsc parkingowych lub płatny postój, nawet dla mieszkańców dzielnicy. Wjazd na płytę Rynku Głównego możliwy jest tylko pomiędzy godziną 22 a 8. Na terenie dzielnicy zlokalizowanych jest wiele atrakcji turystycznych, jak: Wawel, Rynek Główny, Uniwersytet Jagielloński, liczne kościoły i muzea. Dodatkowo, mieszczą się tutaj siedziby władz wojewódzkich, powiatowych i miejskich, Kuria Metropolitalna, placówki dyplomatyczne, hotele, banki i inne. Duża liczba osób przebywających w tej okolicy potęguje dyskomfort mieszkańców.

Przeważająca większość nieruchomości to stare kamienice będące w rękach prywatnych lub o nieuregulowanym stanie prawnym. Nowi właściciele rezygnują z wynajmu osobom fizycznym (nieprowadzącym działalności gospodarczej), przystosowując lokale na potrzeby banków, gastronomi i innych instytucji. Jednocześnie mieszkanie w tej okolicy traktowane jest prestiżowo. Zapewne dlatego jest to najdroższa z dzielnic. Potwierdza to analiza cen transakcyjnych mieszkań wykonywana corocznie przez Krajowy Rynek Nieruchomości ([www.km.pl](http://www.km.pl)). W 2009 roku za zakup mieszkania średnio trzeba było zapłacić 10 288 PLN/m<sup>2</sup>. W porównaniu z rokiem poprzednim, ceny w najdroższych dzielnicach niewiele spadły. W 2008 roku cena 1m<sup>2</sup> w rejonie Starego Miasta wynosiła ponad 11 000 PLN/m<sup>2</sup>. Jest to różnica wielkości 2,1% [*Krakowski Rynek Nieruchomości - raport 2009*].

W celu przeprowadzenia badań statystycznych zebrano bazę 167 nieruchomości lokalowych będących przedmiotem obrotu na rynku wtórnym. Następnie każda z nich została opisana za pomocą 11-stu atrybutów, które dokładnie przedstawiono poniżej, uwzględniając charakter jakościowy lub ilościowy. Tak złożony model opisuje zależności pomiędzy ceną transakcyjną a pozostałymi atrybutami bez konieczności przypisywania im wartości liczbowych.

Wykaz atrybutów charakteryzujących badaną próbę:

1. Ulica (jako adres nieruchomości) - cecha wyrażona w skali nominalnej. Niemożliwa do uszeregowania przed wykonaniem jakichkolwiek analiz. Ze względu na blisko 200 kategorii zaniechano ich wymieniania.
2. Powierzchnia (jako powierzchnia użytkowa lokalu mieszkalnego wyrażona w m<sup>2</sup>).
3. Otoczenie (sąsiedztwo i otoczenie lokalu, jego usytuowanie względem lokali użytkowych, sportowych i terenów zielonych, poczucie bezpieczeństwa) - cecha wyrażona w skali porządkowej wg następujących kategorii:
  - niekorzystne,
  - korzystne,
  - bardzo korzystne.
4. Standard (rodzaj stolarki okiennej, podłóg (parkiet/wykładzina), glazury) – cecha wyrażona w skali porządkowej wg następujących kategorii:
  - niski,
  - średni,
  - wysoki.
5. Dostęp komunikacyjny (liczba dostępnych linii komunikacyjnych i odległość od przystanku) - cecha wyrażona w skali porządkowej:
  - niekorzystny,
  - przeciętny,
  - korzystny,
  - bardzo korzystny.
6. Zużycie (zużycie funkcjonalne lokalu wyrażone procentowo).
7. Rozmieszczenie pomieszczeń (rozmieszczenie pomieszczeń w lokalu, pokoje przechodnie, wąskie przejścia, konieczność adaptacji pomieszczeń niezgodnie z ich przeznaczeniem, mieszkanie rozkładowe lub w amfiladzie), określone wg następujących kategorii:
  - niekorzystne,
  - przeciętne,
  - korzystne,
  - bardzo korzystne.
8. Piętro (parter przyjęto jako wartość „0”).
9. Rok budowy.
10. Piwnica (przynależność piwnicy lub podobnego charakterem lokalu) - cecha o charakterze binarnym.
11. Cena jednostkowa (cena za m<sup>2</sup> sprzedanego lokalu), cecha o charakterze ilościowym ciągłym.

## 2. Drzewo C&RT dla zagadnień regresyjnych

Działanie algorytmu C&RT (*Classification and Regression Tree*) polega na rekurencyjnym podziale obiektów z grupy uczącej każdorazowo na dwa podzbiory, przy czym każdy test opiera się na jednej zmiennej z zastosowaniem progów dla zmiennych rzeczywistych [HAND i in. 2001]. Szukane są takie podziały, dzięki którym uzyskać można największe polepszenie predykcji. Jeżeli możliwe jest wyłonienie takich reguł, dzięki którym wariancja w węzłach końcowych wynosi zero, to mówi się, że zanieczyszczenie węzła jest minimalne, a jednorodność maksymalna. Wektor danych w sposób jednoznaczny „schodzi” ścieżką od korzenia do liścia. Na podstawie procesu tworzenia modelu możliwe jest usystematyzowanie tych predyktorów, które mają istotną moc predykcyjną względem zmiennej zależnej. Ważność predyktorów jest odwrotnością sumy kosztu resubstytucji we wszystkich węzłach utworzonego drzewa dla danej zmiennej. Wyraża się ją w skali 0-1 (przeskalowana tak, by jej maksimum wynosiło 1), co stanowić może analogię do współczynników korelacji, jednak w rankingu ważności nie można ustalić, czy predyktor wpływa korzystnie, czy negatywnie na wartość zmiennej objaśnianej. Może okazać się, że zmienna, która nie wystąpiła jako kryterium ostatecznego podziału drzewa, mimo to uzyska wysoką lokatę w rankingu. Możliwe jest to, gdy taki atrybut podczas większości podziałów był drugim co do możliwości zmniejszania wariancji w węzłach - potomkach [JASINSKA, 2009]. Pomimo, że ostatecznie nie został umieszczony na grafie, jego zdolność predykcyjna jest wyższa od takiego atrybutu, który „wykorzystał moc predykcyjną” w pierwszych podziałach drzewa, a następnie nie był istotny dla dalszej segmentacji.

Struktura drzewa nie jest określona *a priori*, a do oceny dokładności utworzonego modelu zastosowano V-krotny sprawdzian krzyżowy dla  $V=10$ . Ocena dokładności obliczana jest dla grupy prób  $Z_v$  w następujący sposób:

$$RE^{CV}(d) = \frac{1}{N_v} \sum_v \sum_i (y_i - d^v(x_i))^2 \quad (1)$$

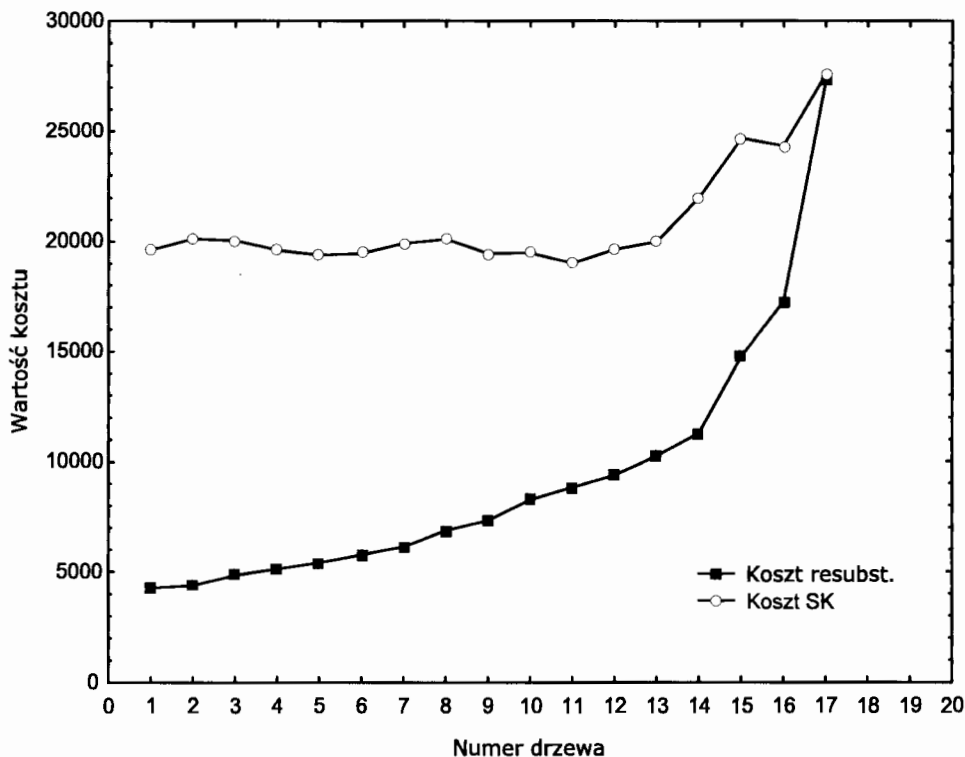
gdzie  $d^v(x_i)$  obliczone jest dla próby  $Z - Z_v$ .

Niską wartość kosztu resubstytucji zapewniają wartości zmiennej zależnej (bliska lub równa średniej) w danym liściu. Najlepszy podział danego węzła to taki, w którym występuje największy spadek kosztu resubstytucji.

## 3. Wyniki badań

Drzewo właściwej wielkości zostało wyłonione w oparciu o koszty 10-krotnego sprawdzianu krzyżowego. Analizę struktury rynku rozpoczęto

od wyboru drzewa regresyjnego „właściwej wielkości”, jako kryterium przyjęto regułę pojedynczego odchylenia standardowego (1SE Rule). Ocenę dokładności wszystkich modeli przedstawiono na rysunku 1.



Rys. 1. Sekwencja kosztów drzew regresyjnych dla dzielnicy Stare Miasto  
Źródło: Opracowanie własne

Tworząc drzewo, przyjęto następujące parametry:

1. Dobór zmiennych:
  - Zmienna objaśniająca: Cena jednostkowa.
  - Predyktory jakościowe: Ulica, Otoczenie, Standard, Dostęp komunikacyjny, Rozmieszczenie pomieszczeń, Piwnica.
  - Predyktory ilościowe: Powierzchnia, Zużycie, Piętro, Rok budowy.
2. Reguły zatrzymywania podziałów i przycinania utworzonego drzewa:
  - Przycinanie według wariancji.
  - Maksymalna liczba węzłów: 1000.
  - Minimalna liczebność w węźle: 15.

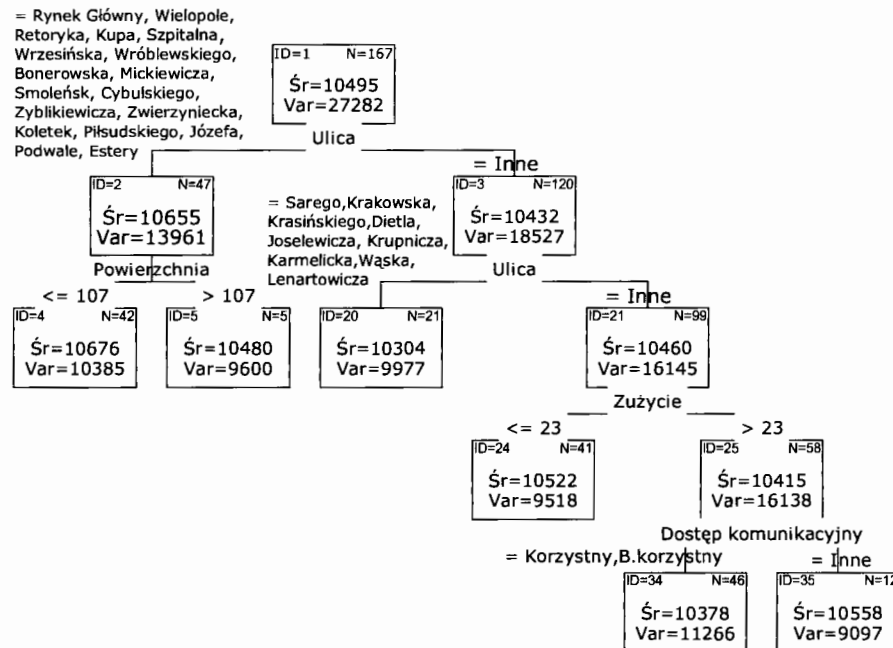
Wybrane drzewo nr 13 charakteryzuje się najniższą wartością 10-krotnego sprawdzianu krzyżowego, czyli najlepszą zdolnością predykcyjną. Drzewa o mniejszych wymiarach nie spełniają przyjętego kryterium. Na podsta-

wie wykresu zauważyć można, że przycinanie grafu do mniejszych struktur wyraźnie zaburza jego zdolność predykcyjną.

Algorytm C&RT pozwala na utworzenie drzewa binarnego, dlatego każdy z węzłów dzielony jest na dwie podgrupy. Pomimo złożonej struktury (5 węzłów dzielonych i 6 końcowych), ostateczny model opiera się głównie na trzech cechach. Przyczyną tego jest proces przycinania drzewa, w którym usuwane są te węzły, które nie poprawią zdolności predykcyjnej. Warto również zauważyć, że w wyniku przycinania tego drzewa usunięto pośrednie rozbięcia węzła nr 3, który dzielony jest na węzły nr 20 i 21 oraz węzła 25, dzielonego na 34 i 35. Pierwszym kryterium podziału jest położenie przy wybranej ulicy, co przedstawiono na rysunku 2. Pewną niedogodnością jest podawanie wariacji w węzłach zamiast odchylenia standardowego, co wymusza bliższe zaznajomienie się nie tylko z metodami data mining, ale również statystycznymi algorytmami zastosowanymi w tym algorytmie.

Na podstawie utworzonego modelu możliwe jest przeprowadzenie analiz dwojakiego rodzaju:

- Ustalenia wpływu atrybutów na kształtowanie się ceny nieruchomości.
- Podziału zbioru prowadzącego do zmniejszenia wariacji w węzłach.



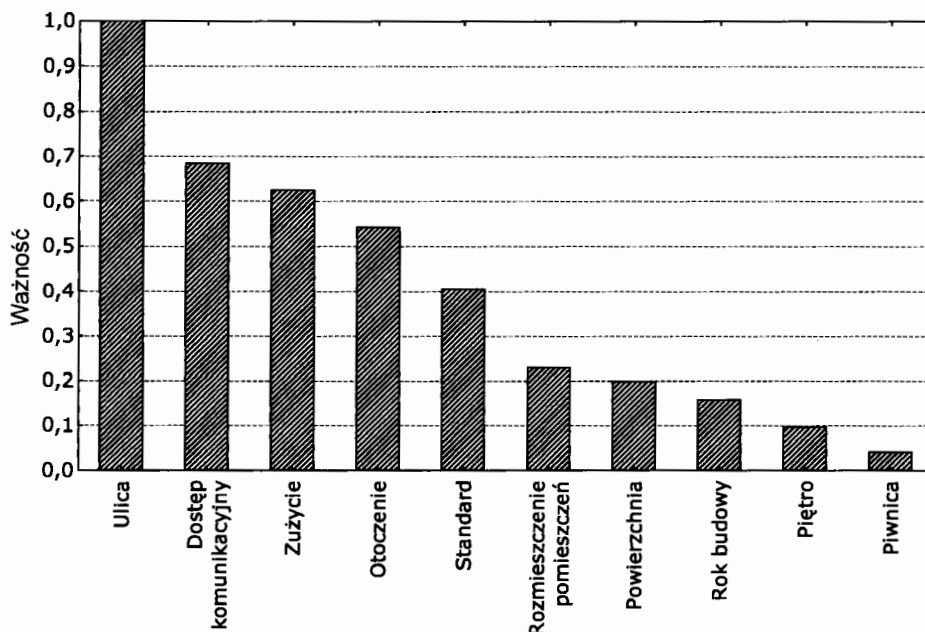
Rys. 2. Układ drzewa regresyjnego dla nieruchomości lokalowych położonych w dzielnicy Stare Miasto  
 Źródło: Opracowanie własne

Bazując na rysunku 2, utworzono zdania warunkowe tworzące kolejne podgrupy:

- Jeżeli nieruchomość lokalowa położona jest przy jednej z ulic: Rynek Główny, Wielopole, Retoryka, Kupa, Szpitalna, Wrzesińska, Wróblewskiego, Bonerowska, Mickiewicza, Smoleńsk, Cybulskiego, Zyblikiewicza, Zwierzyniecka, Koletek, J. Piłsudskiego, Józefa, Podwale, Estery, a jej powierzchnia nie przekracza  $107 \text{ m}^2$ , to cena transakcyjna tej nieruchomości wynosi  $10\,676 \text{ zł/m}^2$ ,  $\pm 102 \text{ zł}$ . Cena lokalu usytuowanego przy jednej z wcześniej wymienionych ulic, ale o powierzchni przekraczającej  $107 \text{ m}^2$  wynosi  $10\,480 \text{ zł/m}^2 \pm 98 \text{ zł}$ . Mieszkania o tak dużym metrażu są rzadkością na rynku (5 na 167 zebranych) i przeznaczone są głównie dla osób zamożnych jako wielopoziomowe apartamenty.
- Jeżeli nieruchomość lokalowa położona jest przy jednej z ulic: Sarego, Krakowska, Z. Krasieńskiego, J. Dietla, B. Joselewicza, Krupnicza, Karmelicka, Wąska, T. Lenartowicza, to jej cena jednostkowa kształtuje się na poziomie  $10\,304 \text{ zł/m}^2 \pm 100 \text{ zł}$ . W badanej próbie można wskazać 21 takich nieruchomości.
- W przypadku nieruchomości położonych przy ulicach: Felicjanek, Jakuba, Krowoderska, Smocza (na rysunku 2 zaznaczone jako inne) wpływ na cenę jednostkową mają dodatkowo dwa atrybuty.
- Lokale świeżo wyremontowane, dla których zużycie funkcjonalne nie przekracza 23%, odznaczają się ceną  $10\,521 \text{ zł/m}^2 \pm 97 \text{ zł}$ .
- Cena pozostałych uzależniona jest jeszcze od dostępu komunikacyjnego, który wpływa negatywnie. Oznacza to, że potencjalni nabywcy wolą tereny o mniejszym natężeniu ruchu, podczas gdy w przypadkach wcześniejszych cecha ta nie miała znaczenia (rys. 2, węzeł 34 i 35).

Główną kategorią podziału jest usytuowanie przy wybranej ulicy. W niektórych przypadkach jest to nawet jedyne kryterium. Aby potwierdzić to przekonanie należało prześledzić każdy węzeł w celu uszeregowania cech decydujących o podziale. Łącząc rysunki 2 i 3, możliwa była wnikliwa analiza omawianej okolicy:

- Za pomocą zdań warunkowych, które prowadzą do określenia średniej ceny  $1 \text{ m}^2$  wraz z odchyleniem standardowym wyznaczonej wartości.
- Określenie ważności atrybutu w kolejnych podziałach, ale także tego, czy cecha wpływa korzystnie, czy negatywnie na wzrost ceny transakcyjnej.



Rys. 3. Ranking predyktorów wybranego drzewa  
Źródło: Opracowanie własne

Najważniejszym atrybutem dla segmentacji tego rynku jest ulica, przy której zlokalizowano nieruchomość. Dalsze cechy to dostęp komunikacyjny, zużycie funkcjonalne, otoczenie i standard lokalu. Dwa ostatnie nie występują w ostatecznym schemacie, dlatego ich lokata świadczy, że podczas podziałów zajmowały wysokie, ale nie pierwsze miejsca w analogicznych rankingach.

### Wnioski końcowe

Na podstawie przeprowadzonych badań zauważyć można, jak bardzo cechy niemierzalne wpływają na cenę nieruchomości. Co jest szczególnie widoczne dla dzielnicy I miasta Krakowa – Stare Miasto. Jest to najdroższe terytorium, w którym preferowane są wybrane okolice, a nawet konkretne ulice, a nie, np. zamknięty obszar. Mogło by się wydawać, że posiadanie lokalu w tej dzielnicy jest wystarczająco cenne dla nabywcy, jednak wyznaczyć można konkretne tereny, których cena będzie wyższa od przeciętnej. Dla większości z najdroższych okolic postój prywatnym samochodem jest bardzo uciążliwy, co nie stanowi problemu dla kupujących. Niemniej jednak nazwy tych ulic są rozpoznawalne, a tylko przez pojedyncze przypadki przebiega transport zbiorowy. Drugą kategorię stanowią tereny



oddalone od Rynku Głównego, przez które przebiegają linie tramwajowe i/lub autobusowe (ulice: Krakowska, Karmelicka, J. Dietla, Z. Krasińskiego, Krupnicza), co w znaczący sposób obniża komfort mieszkańców. Jednak i w tym przypadku nazwa ulicy jest niejako „wyznacznikiem zespołu cech opisujących nieruchomość” i dzięki temu można pominąć pozostałe atrybuty. Ostatnią grupę tworzą tereny mniej rozpoznawalne, dlatego konieczne było poszukiwanie się innymi cechami. Wnioski te nie byłyby możliwe do osiągnięcia, gdyby użyto klasycznych metod statystycznych bazujących na wartościach liczbowych.

#### Literatura

- Hand D. (i in.), 2001, *Principles of Data Mining*, MIT Press, Cambridge.
- Jasińska E., 2009, *Ocena przydatności wybranych metod statystycznych w analizie rynku nieruchomości*. Rozprawa doktorska, AGH, Kraków.
- Krakowski Rynek Nieruchomości* - raport 2009 - [www.krp.pl](http://www.krp.pl).

**Elżbieta Jasińska, Edward Preweda**

AGH University of Science and Technology in Cracow  
Department of Geomatics

*jasinska@agh.edu.pl .1      preweda@agh.edu.pl*

## **Location of properties housing in respect of transportation routes against the volatility of transaction prices in the district of Old Town in Cracow <sup>1</sup>**

**Key words:** *market analysis, real estate housing, quality features, transaction price of real estate*

### **Summary**

The paper presented the segmentation of the most expensive district of Cracow, including the analysis of location of the property at the chosen street. This is a difficult process because it forces to present a problem, giving the expression of the attributes by assigning numerical values to them. For this option allows the division based on the model of classification C&RT. The study confirms that the greatest impact on the price of real estate transaction is just a specific location on the street, especially when its name is recognizable, and there are no lines of public transport on it. In addition, these streets do not form closed areas, which allowed for the separation zones. They are scattered around the main thoroughfares of the Old Town, starting at the Market Square.

---

<sup>1</sup>Article created as part of the statutory research in the Chair of the Geomatics No 11.11.150.006