

Analiza metod wyceny nieruchomości w podejściu porównawczym w aspekcie zabezpieczenia wierzytelności kredytowych

Józef Czaja, Zbigniew Krysiak, Robert Nowak

1. Wprowadzenie

Zgodnie z definicją podaną w art. 151 Ustawy o gospodarce nieruchomościami, wartość rynkową nieruchomości stanowi jej najbardziej prawdopodobna, możliwa do uzyskania cena, określona z uwzględnieniem cen transakcyjnych na wolnym rynku. Tak sformułowana definicja wymaga zastosowania w procesie wyceny wskaźników oceny prawdopodobieństwa szacowania rynkowej wartości nieruchomości.

Jak wiadomo z teorii funkcji gęstości prawdopodobieństwa, najbardziej prawdopodobna wartość zmiennej losowej jest reprezentowana przez wartość, która dla ustalonego poziomu istotności (prawdopodobieństwa) charakteryzuje się najmniejszym przedziałem ufności. Środkiem takiego przedziału jest zawsze pierwszy moment absolutny, który w rozkładzie normalnym nosi nazwę wartości przeciętnej. Szerokość przedziału ufności, dla ustalonego poziomu istotności, określa się na podstawie wyliczonego odchylenia standardowego dla szacowanej wartości rynkowej i jego wielokrotności, zwanej kwantylem¹.

Aby szacowana wartość rynkowa spełniała kryteria zawarte w jej definicji, zachodzi zawsze konieczność wyceny nieruchomości w formie przedziału ufności. Wycena oparta o przekształcenia liniowe cen transakcyjnych podobnych nieruchomości, bez określania wskaźników wiarygodności, nie może reprezentować najbardziej prawdopodobnej wartości (ceny) nieruchomości.

Jeżeli wartość rynkowa ma stanowić zabezpieczenie wierzytelności kredytodawcy, to jedyną obiektywną oceną stopnia ryzyka kredytowego może być szerokość przedziału ufności dla szacowanej wartości rynkowej.

Metody wyceny bazujące na cenach transakcyjnych nieruchomości powinny być zawsze oparte o procedury statystyki matematycznej. Procedury te pozwa-

Prof. zw., dr hab.
inż. Józef Czaja
- Kierownik Katedry Informacji
o Terenie w Akademii
Górnico-Hutniczej w Krakowie.



Dr Zbigniew Krysiak
- Przewodniczący Komitetu
ds. Finansowania
Nieruchomości Związku Banków
Polskich, Doradca Prezesa
PKO BP S.A.



Robert Nowak
- Dyrektor Departamentu
Wyceny Nieruchomości,
BRE Bank Hipoteczny S.A.



lają na transformację cen transakcyjnych nieruchomości podobnych do wycenianej na jej wartość rynkową, która powinna charakteryzować się najmniejszym odchyleniem standardowym, czyli, dla ustalonego poziomu istotności, najmniejszym przedziałem ufności.

W literaturze amerykańskiej sposoby wyceny, bazujące na cenach transakcyjnych, są ujęte według następujących metod ilościowych²:

- ▶ analiza par danych, w której dwie lub więcej transakcji nieruchomości porównuje się w celu określenia współczynnika korygującego dla pojedynczego atrybutu. Wybór porównywanych par wymaga założenia, że nieruchomości tworzące parę różnią się tylko jednym analizowanym atrybutem, co w praktyce wyceny jest bardzo trudne do spełnienia. Na podstawie współczynników korygujących i ilościowych różnic wyróżnionych atrybutów nieruchomości wycenianej i porównywanej, określa się korekty procentowe lub kwotowe do ceny transakcyjnej porównywanej nieruchomości. Analiza ta prowadzi do obliczenia skorygowanych cen transakcyjnych porównywanych nieruchomości, na podstawie których określa się wartość wycenianej nieruchomości.
- ▶ analiza statystyczna, która bazuje na określaniu charakterystycznych wartości (wartości przeciętnej, odchylenia standardowego, współczynnika korelacji zupełnej) z cen i atrybutów podobnych do wycenianej nieruchomości lub na estymacji parametrów modeli wyceny, będących podstawą szacowania punktowego, albo przedziałowego wartości nieruchomości lub na weryfikacji hipotez statystycznych, dotyczących szacowanych wartości nieruchomości. Wszystkie parametry statystyczne w tych analizach muszą być wyznaczone z reprezentatywnej bazy dla analizowanego rynku nieruchomości, które swoimi atrybutami są zbliżone do atrybutów nieruchomości wycenianej.
- ▶ analiza graficzna, która bazuje na graficznych wykresach (diagramach korelacyjnych), ilustrujących zmienność cen transakcyjnych względem zmienności poszczególnych atrybutów. Analiza ta prowadzi do wpasowania odpowiednich linii krzywych w zbiór punktów reprezentujących ceny transakcyjne i atrybuty podobnych do wycenianej nieruchomości. Z linii reprezentujących ceny transakcyjne i atrybuty analizowanych nieruchomości można interpolować prognozowane ceny (wartości) wycenianej nieruchomości.
- ▶ analiza trendów rynkowych, która dotyczy szerokich rynków, reprezentowanych przez bazy zawierające ceny transakcyjne i atrybuty nieruchomości, znacznie odbiegających od atrybutów wycenianej nieruchomości. Trendy rynkowe określa się w postaci współczynników korelacji cząstkowej lub współczynników korelacji wagowych dla poszczególnych atrybutów. Współczynniki te są wykorzystywane w procedurach korygowania średniej ceny transakcyjnej, które prowadzą do szacowania najbardziej prawdopodobnej wartości nieruchomości.

oraz według następujących metod jakościowych:

- ▶ analiza porównania względnego opiera się na porównaniu jakościowym (użytkowym) atrybutów (cech) nieruchomości wycenianej z nieruchomościami podobnymi, o znanych atrybutach i cenach transakcyjnych. Na podstawie tej analizy dla każdej porównywanej nieruchomości ustala się łączny wynik korekty netto w formie: nieruchomość „lepszą” lub „gorszą”. Wartość nieruchomości wycenianej jest wyprowadzana z najniższej ceny nieruchomości z grupy „lepsza” i najwyższej ceny nieruchomości z grupy „gorsza”.
 - ▶ analiza szeregowania nieruchomości jest zbliżona w postępowaniu do metody analizy porównania względnego. Istotą tej metody jest ustalenie rangi dla każdej porównywanej nieruchomości, która powinna wynikać z atrakcyjności rynkowej jej atrybutów. Uszeregowanie nieruchomości według malejących rang prowadzi do skonstruowania tabeli ilustrującej walory cenotwórcze poszczególnych nieruchomości. Ocena rangi dla wycenianej nieruchomości pozwala ustalić jej miejsce w tabeli, czyli prowadzi do określenia ceny dwóch otaczających ją nieruchomości. Wartość nieruchomości wycenianej jest określana jako średnia rangowa z cen transakcyjnych nieruchomości otaczających.
- W przepisach i publikacjach polskich wszystkie metody wyceny nieruchomości oparte o ceny transakcyjne wchodzą w zakres podejścia porównawczego. Zgodnie z obecnie obowiązującymi normami prawnymi, w podejściu porównawczym wyróżnia się trzy następujące metody wyceny:
- ▶ metoda porównywania parami,
 - ▶ metoda korygowania ceny średniej,
 - ▶ metoda analizy statystycznej rynku.

Algorytm dla metody porównywania parami jest przedstawiony w formie arytmetycznych działań dla poszczególnych etapów. Stąd metoda ta w takim ujęciu jest nieprzystępna do analizy i do porównania jej z innymi metodami. Natomiast przedstawiony w standardach algorytm dla metody korygowania ceny średniej musi być zmodyfikowany, gdyż jego zastosowanie nie prowadzi do najbardziej prawdopodobnej rynkowej wartości nieruchomości. W zakresie metody analizy statystycznej rynku, w dotychczasowych standardach, brak jest sformułowanych zasad i kryteriów stosowania tych analiz do wyceny nieruchomości.

Autorzy niniejszego artykułu postawili sobie za cel przedstawienie wszystkich zalecanych metod wyceny w jednorodnej formie analitycznej, ale łącznie z estymacją stopnia wiarygodności i przedziałów ufności. Wykonane przekształcenia analityczne poszczególnych etapów szacowania wartości rynkowej doprowadziły każdą z metod wyceny do bardzo prostej i podobnej końcowej formuły.

Na podstawie tych analiz stwierdzono, że każda z rozpatrywanych metod wyceny jest realizowana w odniesieniu do przeciętnej wartości cen i atrybutów nieruchomości z bazy do porównania, a różnice między metodami tkwią tylko w sposobie wyliczania współczynników wagowych dla poszczególnych atrybutów.

Aby w przystępny sposób wprowadzić czytelnika w merytoryczną stronę analiz obowiązujących metod wyceny nieruchomości, zostaną dla każdej z tych metod sformułowane zasady i końcowe formuły szacowania rynkowej wartości nieruchomości wraz z jej przedziałem ufności.

2. Kryteria i zasady stosowania podejścia porównawczego do wyceny nieruchomości

Podstawą wyceny w podejściu porównawczym są informacje o cenach i atrybutach (cechach) nieruchomości, będących przedmiotem obrotu rynkowego, ale o niektórych wybranych atrybutach identycznych, a o pozostałych podobnych do nieruchomości wycenianej. Zbiór tych informacji stanowi reprezentatywną bazę nieruchomości podobnych, która jest wykorzystywana do szacowania rynkowej wartości wyróżnionych nieruchomości w podejściu porównawczym.

Na etapie zbierania informacji o cenach transakcyjnych należy przeanalizować daty i warunki zawarcia umowy sprzedaży nieruchomości i określić stopnie zaufania do cen transakcyjnych, a następnie uwzględnić je w dalszych analizach. Szacowanie wartości nieruchomości w podejściu porównawczym poprzedza analiza informacji, polegająca między innymi na wyborze atrybutów mających istotny wpływ na cenę i ustaleniu dla nich skal oraz współczynników wagowych.

W analizach rynku nieruchomości ceny wybranych do bazy nieruchomości powinny być korygowane (transformowane) na datę wyceny. Jeżeli ta korekta ma być oparta o tendencje rynkowe, to należy określić trend (funkcję) zmiany cen nieruchomości w ustalonym czasie. Podstawą do estymacji trendu (parametrów funkcji) powinny być jednorodne lub bardzo podobne nieruchomości, których transakcje były realizowane w okresie kilkunastu miesięcy rozpatrywanego przedziału czasu.

Przy metodzie porównywania parami powinny być wybierane do porównania co najmniej cztery nieruchomości najbardziej podobne do nieruchomości wycenianej. Wartość rynkową nieruchomości szacuje się w każdej parze na drodze korekty ceny transakcyjnej nieruchomości porównywanej, przy uwzględnieniu współczynników wagowych atrybutów cenotwórczych oraz różnicy wartości atrybutów nieruchomości wycenianej i porównywanej.

Przy metodzie korygowania ceny średniej wykorzystuje się bazę informacji zawierającą co najmniej siedem nieruchomości, będących podstawą do określenia średniej ceny transakcyjnej i jej odchylenia standardowego oraz wartości przeciętnych dla poszczególnych atrybutów. Wartość rynkową nieruchomości wyznacza się na drodze korekty średniej ceny transakcyjnej nieruchomości z bazy, przy wykorzystaniu odpowiednich współczynników wagowych atrybutów oraz różnicy wartości atrybutów nieruchomości wycenianej i ich przeciętnych wartości z bazy.

Metodę analizy statystycznej rynku można realizować dla baz nieruchomości reprezentatywnych, za pomocą, między innymi, modelu dwuwymiarowej regresji. Minimalna liczba nieruchomości w tych bazach nie powinna być mniejsza od liczby rozważanych atrybutów powiększonej o siedem. Na podstawie obliczonych wartości przeciętnych i odchyłeń standardowych oraz współczynników korelacji zupełnej określa się, dla rozważanych atrybutów, współczynniki regresji liniowej. Wartość rynkową nieruchomości wyznacza się na drodze korekty przeciętnej ceny z bazy, przy wykorzystaniu współczynników regresji oraz różnicy wartości atrybutów nieruchomości wycenianej i ich przeciętnych wartości z bazy.

W metodzie analizy statystycznej rynku można stosować różne zaawansowane procedury statystyczne, w których zmienność cen na analizowanym rynku jest określana za pomocą funkcji nieliniowych względem atrybutów. Parametry tych funkcji wyznacza się na podstawie bazy nieruchomości reprezentatywnych dla analizowanego rynku, według algorytmów metody najmniejszych kwadratów. Reprezentatywna baza dla wybranego rynku musi spełniać następujące warunki:

- ▶ Liczba nieruchomości musi być większa od 21.
- ▶ Dopuszczalna różnica przeciętnej ceny ze wszystkich nieruchomości analizowanego rynku i przeciętnej ceny nieruchomości reprezentatywnej bazy nie powinna przekraczać 20% jej wartości.
- ▶ Dopuszczalna różnica odchylenia standardowego cen ze wszystkich nieruchomości analizowanego rynku i odchylenia standardowego cen nieruchomości reprezentatywnej bazy nie powinna przekraczać 30% jej wartości.
- ▶ Liczby nieruchomości z całego analizowanego rynku mieszczące się w przedziałach cenowych; $\hat{c} \pm \sigma$ i $\hat{c} \pm 2\sigma$, w których \hat{c} oznacza wartość przeciętną, zaś σ oznacza odchylenie standardowe, powinny być proporcjonalne do liczby nieruchomości w opowiadających przedziałach reprezentatywnej bazy.

Minimalna liczba nieruchomości w tych bazach nie powinna być mniejsza od liczby określanych parametrów tych funkcji powiększonej o siedem. W systemie

AMRON są wykorzystywane między innymi modele regresji wielorakiej oraz modele multiplikatywne dla funkcji wykładniczych.

2.1. Metoda porównywania parami

Metoda porównywania parami w ujęciu klasycznym stanowi interpolację liniową, opartą zawsze o ekstremalne wartości cen i atrybutów nieruchomości w bazie do porównania.

Jeżeli dla parametrów wyceny wprowadzimy następujące oznaczenia³:

c_{min} , c_{max} - minimalna i maksymalna jednostkowa cena nieruchomości w bazie (wybranych do porównania),

$a_{j/min}$, $a_{j/max}$ - minimalna i maksymalna wartość j-tego atrybutu w bazie do porównania,

c_p - jednostkowa cena nieruchomości porównywanej,
 a_j - wartość j-tego atrybutu nieruchomości porównywanej,

\bar{a}_j - wartość j-tego atrybutu nieruchomości wycenianej,

k_j - udział wagowy (j-tego) atrybutu w wyjaśnianiu zmienności cen w bazie do porównania, to łączna formuła na szacowanie jednostkowej wartości rynkowej (w_j), przy uwzględnieniu jednej (i-tej) pary, przyjmie postać:

$$w_i = c_p + (c_{max} - c_{min}) \sum_j^u k_j \frac{\bar{a}_j - a_j}{a_{j/max} - a_{j/min}} \quad (2.1)$$

W dotychczasowej praktyce wyceny formuła (2.1) jest realizowana dla każdej wyróżnionej pary nieruchomości niezależnie. Natomiast udział wagowy k_j atrybutu może być określany jako iloraz przyrostu ceny do przyrostu atrybutu dla odpowiednich par wybranych z bazy nieruchomości, czyli sposobem interwałowym. Jednak obiektywną miarą udziału wagowego atrybutu i możliwą w każdej sytuacji do określenia jest wartość parametru liczona na podstawie współczynnika korelacji zupełnej (r_j) według następującego wzoru:

$$k_j = \frac{r_j^2}{\sum_{j=1}^u r_j^2} \quad (2.2)$$

Z formuły (2.1) widać, że jednostkowa cena (c_p) nieruchomości porównywanej jest korygowana poprawką, której wartość jest uzależniona od rozpiętości cen ($c_{max} - c_{min}$), od rozpiętości atrybutów ($a_{j/max} - a_{j/min}$) oraz od udziałów wagowych (k_j) atrybutów - określonych na podstawie bazy przyjętej do porównania. Jeżeli uwzględnimy powyższe parametry i dla każdego (j-tego) atrybutu zostanie określo-

na wartość wyrażenia

$$\Delta c_j = \frac{(c_{max} - c_{min}) \times k_j}{a_{j/max} - a_{j/min}} \quad (2.3)$$

to formuła (2.1) przyjmuje następującą postać:

$$w_i = c_{pi} + \sum_{j=1}^u \Delta c_j \times (\bar{a}_j - a_{ji}) \quad (2.4)$$

Wyrażenie (2.3) reprezentuje współczynnik wagowy dla poszczególnych atrybutów, czyli zmienność ceny nieruchomości przypadającą na jednostkę wyróżnionego atrybutu.

Wielu rzeczoznawców majątkowych parametry wyceny w metodzie porównywania parami, czyli ($c_{max} - c_{min}$), ($a_{j/max} - a_{j/min}$) i (k_j) określa na podstawie bardzo szerokiej bazy nieruchomości, z której wybiera się nieruchomości do porównania. Takie postępowanie może prowadzić do zniekształcenia korygowanych cen nieruchomości z bazy do porównania, a tym samym do uzyskania nieadekwatnych względem porównywanej bazy wyników wyceny nieruchomości.

Zrealizowana formuła (2.4), dla każdej nieruchomości z bazy (i-tej pary), daje zbiór n szacowanych wartości wycenianej nieruchomości, z którego jest wyliczana najbardziej prawdopodobna wartość. Jeżeli ceny porównywanych nieruchomości posiadają jednakowe wagi ufności, to najbardziej prawdopodobną wartością jest wartość przeciętna, liczona jako średnia arytmetyczna, czyli

$$w = \frac{\sum_{i=1}^n w_i}{n} \quad (2.5)$$

Po zrealizowaniu tej zależności, przy uwzględnieniu wyrażenia (2.4), otrzymuje się następującą nową formułę szacowania rynkowej wartości nieruchomości metodą porównywania parami:

$$w = \hat{c} + \Delta c_1 (\bar{a}_1 - \hat{a}_1) + \Delta c_2 (\bar{a}_2 - \hat{a}_2) + \dots \dots + \Delta c_u (\bar{a}_u - \hat{a}_u) \quad (2.6)$$

przy czym \hat{c} i \hat{a}_j stanowią wartości przeciętne cen i poszczególnych atrybutów nieruchomości z bazy do porównania, zaś \bar{a}_j oznacza wartość atrybutu nieruchomości wycenianej.

Z formuły (2.6) wynika bardzo ważny wniosek praktyczny, mianowicie, zamiast rozpatrywać oddzielnie poszczególne pary nieruchomości i dla każdej porównywanej nieruchomości obliczać poprawki korygujące i skorygowaną cenę, a następnie obliczać ich wartość przeciętną - wystarczy dokonać jednokrotnej korekty ceny średniej za pomocą współczynników wago-

wych i przy wykorzystaniu średnich wartości poszczególnych atrybutów nieruchomości z bazy do porównania. Formuła (2.6) prowadzi do znacznej redukcji obliczeń, a to oznacza, że liczebność bazy do porównania nie ma istotnego wpływu na zakres czynności wyceny. Przy takim ujęciu metody porównywania parami można wykorzystywać do wyceny duże bazy nieruchomości, a tym samym podwyższać wiarygodność wyceny nieruchomości tą metodą.

W celu zbliżenia wyników wyceny metodą porównywania parami do lepszych metod, bazujących na analizach statystycznych rynku, korygowanym cenom w każdej parze można przyporządkować odpowiednie wagi, które będą wykorzystywane do obliczenia wartości przeciętnej jako średniej ważonej, czyli

$$w = \frac{\sum_{i=1}^n w_i p_i}{\sum_{i=1}^n p_i} \quad (2.7)$$

Wagi (p_i) do wyliczania wartości przeciętnej powinny wynikać z podobieństwa wycenianej do porównywanej nieruchomości. Przyjmując upraszczające założenie, że wpływ poszczególnych atrybutów nieruchomości na niedokładność szacowania będzie na jednakowym poziomie, wagi (p_i) można określić z przybliżonego wzoru:

$$p_i = \frac{1}{0.5 + n_{PK}} \quad (2.8)$$

przy czym n_{PK} oznacza liczbę poprawek korygujących cenę transakcyjną w i-tej parze.

Wzór (2.7) może być również realizowany w postaci formuły (2.5), w której przeciętną wartość ceny (\hat{c}) i poszczególnych atrybutów (\hat{a}_j) wyliczamy jako średnią ważoną, przy uwzględnieniu wag (2.8), czyli

$$w = \hat{c}_p + \Delta c_1 (\bar{a}_1 - \hat{a}_{1p}) + \Delta c_2 (\bar{a}_2 - \hat{a}_{2p}) + \dots \dots + \Delta c_u (\bar{a}_u - \hat{a}_{up}) \quad (2.9)$$

przy czym \hat{c}_p i \hat{a}_{jp} stanowią wartości przeciętne cen i poszczególnych atrybutów nieruchomości z bazy do porównania, liczone jako średnie ważone, przy uwzględnieniu wag p_i .

Wyprowadzone formuły (2.6) i (2.9) do szacowania rynkowej wartości stanowią istotne modyfikacje dotychczasowej metody porównywania parami.

2.2. Metoda korygowania ceny średniej

Algorytm obliczeń dla metody korygowania ceny średniej powinien być realizowany według następujących etapów⁴:

- Opisanie nieruchomości wycenianej za pomocą

wyskalowanych atrybutów $\{\bar{a}_p, \bar{a}_2, \dots, \bar{a}_u\}$.

- Wybór co najmniej 7. nieruchomości służących do wyceny (bazy nieruchomości do porównania) i opisanie ich za pomocą jednostkowych cen $\{c_p, c_2, \dots, c_n\}$ oraz wyskalowanych atrybutów $\{a_p, a_2, \dots, a_u\}$.
- Obliczenie wartości przeciętnej (średniej) jednostkowych cen nieruchomości z bazy do porównania, według wzoru:

$$\hat{c} = \frac{\sum_{i=1}^n c_i}{n} \quad (2.10)$$

- Obliczenie odchylenia standardowego jednostkowych cen nieruchomości z bazy do porównania, według wzoru:

$$\sigma_c = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (c_i - \hat{c})^2}{n}} \quad (2.11)$$

- Obliczenie wartości przeciętnej poszczególnych atrybutów nieruchomości z bazy do porównania, czyli dla atrybutu o wskaźniku j wzór przyjmie postać:

$$\hat{a}_j = \frac{\sum_{i=1}^n a_{ij}}{n} \quad (2.12)$$

- Analiza bazy nieruchomości do porównania, na podstawie której określa się udziały wagowe (k_j) poszczególnych (j-tych) atrybutów w wyjaśnianiu zmienności jednostkowych cen nieruchomości. Udziały wagowe (k_j) atrybutów najkorzystniej jest wyznaczać na podstawie obliczonych współczynników korelacji zupełnej (r_j) pomiędzy j-tym atrybutem a ceną nieruchomości z bazy do porównania, czyli

$$k_j = \frac{r_j^2}{\sum_{j=1}^u r_j^2} \quad (2.13)$$

- Szacowanie jednostkowej wartości rynkowej nieruchomości poprzez korygowanie ceny średniej, za pomocą standardowego rozproszenia (σ_c) jednostkowych cen nieruchomości z bazy do porównania, ustalonych udziałów wagowych (k_j) oraz wartości atrybutów $\{\bar{a}_1, \bar{a}_2, \dots, \bar{a}_u\}$ wycenianej nieruchomości i ich średnich wartości, według następującego wzoru:

$$w = \hat{c} + 3 \cdot \sigma_c \times \sum_{j=1}^u k_j \frac{(\bar{a}_j - \hat{a}_j)}{(a_{j/\max} - a_{j/\min})} \quad (2.14)$$

przy czym $a_{j/\max}$, $a_{j/\min}$ oznaczają maksymalną i minimalną wartość tego atrybutu w bazie nieruchomości do porównania.

Po wprowadzeniu do wzoru (2.14) współczynnika wagowego Δc_j , wyrażającego przyrost ceny na jednostkę tego atrybutu nieruchomości w bazie do porównania, czyli

$$\Delta c_j = \frac{3 \cdot \sigma_c \cdot k_j}{a_{j/\max} - a_{j/\min}} \quad (2.15)$$

formuła na szacowanie jednostkowej wartości rynkowej nieruchomości przyjmuje ostateczną postać:

$$w = \hat{c} + \Delta c_1 (\bar{a}_1 - \hat{a}_1) + \Delta c_2 (\bar{a}_2 - \hat{a}_2) + \dots + \Delta c_u (\bar{a}_u - \hat{a}_u) \quad (2.16)$$

Widać, że formuła (2.16) do szacowania jednostkowej wartości rynkowej nieruchomości zawiera stały składnik (\hat{c}), odpowiadający przeciętnej cenie jednostkowej nieruchomości z bazy do porównania, a także sumę iloczynów (Δc_j) współczynników wagowych atrybutu oraz różnic ($\bar{a}_j - \hat{a}_j$) wartości atrybutu nieruchomości wycenianej i średniej wartości atrybutu z bazy do porównania. Zatem szacowana wartość nieruchomości wynika z przeciętnej ceny skorygowanej współczynnikami wagowymi atrybutów i ich różnicami. Jeżeli porównamy formułę (2.6) na szacowanie wartości nieruchomości metodą porównywania parami z formułą (2.16) dla metody korygowania ceny średniej, to można zauważyć, że formuły te różnią się tylko wyrażeniami na współczynniki wagowe atrybutów, czyli zależnościami (2.3) i (2.15). Przy metodzie porównywania parami zawsze uwzględniamy tylko rozpiętość cen w bazie do porównania, zaś w metodzie korygowania ceny średniej parametr ten zastępujemy potrójnym odchyleniem standardowym cen w bazie do porównania.

Ocenę zgodności modelu wyceny z bazą nieruchomości do porównania można wykonać według następującej procedury. Dla każdej nieruchomości występującej w podbazie realizujemy formułę (2.16), w wyniku tego obliczamy jej wartość rynkową (w_j). Odclenie standardowe (σ_n) z różnic

$$\sigma_n = \sqrt{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (c_i - w_i)^2} \quad (2.17)$$

Wskaźnik niezgodności modelu wyceny z bazą nieruchomości do porównania będzie wyrażony przez współczynnik rozproszenia postaci:

$$\lambda = \frac{\sigma_n}{\hat{c}} \quad (2.18)$$

przy czym \hat{c} oznacza przeciętną cenę nieruchomości w podbazie.

Do oceny wskaźnika zgodności modelu wyceny z bazą nieruchomości do porównania rzeczoznawca powinien zastosować następujące stopnie:

$(1 - \lambda) > 0,95$ - zgodność bardzo wysoka,

$0,95 \geq (1 - \lambda) > 0,90$ - zgodność wysoka,

$0,90 \geq (1 - \lambda) > 0,85$ - zgodność dość wysoka,

$0,85 \geq (1 - \lambda) > 0,80$ - zgodność dostateczna,

$0,80 \geq (1 - \lambda) > 0,75$ - zgodność dopuszczalna,

$0,75 \geq (1 - \lambda)$ - zgodność niedopuszczalna - wycenę

należy powtórzyć dla zweryfikowanej bazy.

Symetryczny przedział ufności dla szacowanej wartości rynkowej, przy ustalonym poziomie ufności $p = (1 - \alpha)$, określa się na podstawie kwantyla rozkładu Studenta prawdopodobieństwa zmiennej losowej reprezentowanej przez rynkową wartość nieruchomości, czyli

$$\left\{ \begin{matrix} w_{\max} \\ w_{\min} \end{matrix} \right\} = w \pm t(p; n-1) \cdot \sigma_n \quad (2.19)$$

gdzie:

w - oznacza szacowaną według wzoru (2.16) wartość rynkową nieruchomości,

$t(p; n-1)$ - oznacza wartość kwantyla rozkładu Studenta dla poziomu ufności $p = 0,95$ i $(n-1)$ stopni ufności, wyznaczony z tablicy 2.1,

σ_n - oznacza odchylenie standardowe liczone według wzoru (2.17).

Jeżeli liczba stopni swobody, czyli liczba nierucho-

Tablica 2.1. Kwantyle rozkładu Studenta dla symetrycznych przedziałów ufności.

$v=n-1$	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	15	21	30
$t(0.95, v)$	4.3	3.2	2.8	2.6	2.5	2.4	2.3	2.3	2.2	2.2	2.2	2.2	2.1	2.1	2.0
$t(0.98, v)$	7.0	4.5	3.7	3.4	3.1	3.0	2.9	2.8	2.8	2.7	2.7	2.6	2.6	2.5	5.5

jednostkowych cen transakcyjnych (c_i) i szacowanych jednostkowych wartości rynkowych (w_i) każdej nieruchomości z podbazy stanowi przeciętną miarę niezgodności modelu wyceny z bazą nieruchomości do wyceny, czyli

mości podbazy pomniejszona o jednąć będzie większa od 30, to wartość tego kwantyla, dla poziomu istotności 0,95, będzie zawsze na poziomie 2.

2.3. Metoda analizy statystycznej rynku - model regresji dwuwymiarowej

Algorytm obliczeń dla tego modelu powinien być realizowany według następujących etapów :

- ▶ Opisanie nieruchomości wycenianej za pomocą wyskalowanych atrybutów $\{\bar{a}_1, \bar{a}_2, \dots, \bar{a}_u\}$.
- ▶ Wybór co najmniej ośmiu nieruchomości służących do wyceny (bazy nieruchomości do porównania) i opisanie ich za pomocą jednostkowych cen $\{c_p, c_2, \dots, c_n\}$ oraz wyskalowanych atrybutów $\{a_p, a_2, \dots, a_u\}$.
- ▶ Obliczenie wartości przeciętnej jednostkowych cen nieruchomości z bazy do porównania, według wzoru:

$$\hat{c} = \frac{\sum_{i=1}^n c_i}{n} \quad (2.20)$$

- ▶ Obliczenie odchylenia standardowego jednostkowych cen nieruchomości z bazy do porównania, według wzoru:

$$\sigma_c = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (c_i - \hat{c})^2}{n}} \quad (2.21)$$

- ▶ Obliczenie wartości przeciętnej poszczególnych atrybutów nieruchomości z bazy do porównania, czyli dla atrybutu o wskaźniku j wzór przyjmie postać:

$$\hat{a}_j = \frac{\sum_{i=1}^n a_{ij}}{n} \quad (2.22)$$

- ▶ Obliczenie odchylenia standardowego wartości poszczególnych atrybutów nieruchomości z bazy do porównania, według wzoru:

$$\sigma_a = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (a_i - \hat{a})^2}{n}} \quad (2.23)$$

- ▶ Obliczenie współczynników korelacji zupełnej (r_j) pomiędzy j -tym atrybutem a ceną nieruchomości z bazy do porównania, według wzoru:

$$r_j = \frac{\text{cov}(c, x_j)}{\sigma_c \cdot \sigma_{x_j}}$$

przy czym

$$\text{cov}(c, x_j) = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (c_i \cdot x_{ij}) - \hat{c} \cdot \hat{x}_j \quad (2.24)$$

- ▶ Analiza informacji rynkowych (bazy nieruchomości do porównania), na podstawie której określa się udziały wagowe (k_j) poszczególnych (j -tych) atrybutów. Udziały wagowe (k_j) atrybutów najkorzystniej jest wyznaczać na podstawie obliczonych współczynników korelacji zupełnej (r_j) pomiędzy j -tym atrybutem a ceną nieruchomości z bazy do porównania, czyli

$$k_j = \frac{r_j^2}{\sum_{j=1}^u r_j^2} \quad (2.25)$$

- ▶ Prognozowanie jednostkowej wartości rynkowej nieruchomości niezależnie dla każdego atrybutu, przy uwzględnieniu następującej formuły:

$$w_j = \hat{c} + r_j \frac{\sigma_c}{\sigma_{aj}} (\bar{a}_j - \hat{a}_j) \quad (2.26)$$

przy czym \bar{a}_j oznacza wartość j -tego atrybutu wycenianej nieruchomości.

- ▶ Szacowanie jednostkowej wartości rynkowej nieruchomości z wszystkich rozważanych atrybutów. Najbardziej prawdopodobną wartość rynkową wycenianej nieruchomości wylicza się jako średnią ważoną dla prognozowanych wartości z poszczególnych atrybutów, czyli według wzoru:

$$w = \sum_{j=1}^n w_j \times k_j \quad (2.27)$$

przy czym udziały wagowe k_j atrybutów są określone wzorem (2.25).

Po uwzględnieniu związku (2.26) formuła (2.27) na szacowanie wartości rynkowej nieruchomości przyjmuje następującą postać:

$$w = \hat{c} + \sum_{j=1}^n k_j \cdot r_j \frac{\sigma_c}{\sigma_{aj}} (\bar{a}_j - \hat{a}_j) \quad (2.28)$$

Jeżeli wprowadzimy wyrażenie określające zmienność cen nieruchomości w bazie na jednostkę atrybutu, stanowiące współczynnik wagowy atrybutu, czyli

$$\Delta c_j = \frac{k_j \cdot r_j \cdot \sigma_c}{\sigma_{aj}} \quad (2.29)$$

to wzór (2.28) przyjmuje następującą postać ostateczną:

$$w = \hat{c} + \Delta c_1 (\bar{a}_1 - \hat{a}_1) + \Delta c_2 (\bar{a}_2 - \hat{a}_2) + \dots + \Delta c_u (\bar{a}_u - \hat{a}_u) \quad (2.30)$$

Porównując wzory na szacowanie wartości dla metody korygowania ceny średniej (2.16) i modelu regresji dwuwymiarowej (2.30) widać, że formuły te różnią się tylko współczynnikami wagowymi atrybutów, określonymi wzorami (2.15) i (2.29).

Ocenę zgodności modelu wyceny z bazą nieruchomości do porównania można wykonać według następującej procedury. Dla każdej nieruchomości występującej w podbazie realizujemy formułę (2.30), w wyniku tego obliczamy jej wartość rynkową (w_i). Odchylenie standardowe (σ_n) z różnic jednostkowych cen transakcyjnych (c_i) i szacowanych jednostkowych wartości rynkowych (w_i) każdej nieruchomości z podbazy stanowi przeciętną miarę niezgodności modelu wyceny z bazą nieruchomości do wyceny.

Wskaźnik niezgodności modelu wyceny z bazą nieruchomości do porównania będzie wyrażony przez współczynnik rozproszenia (2.18), na podstawie którego można ustalić stopnie zgodności modelu wyceny.

Przedział ufności dla szacowanej wartości rynkowej nieruchomości określa się według formuły (2.19), przy uwzględnieniu kwantyli rozkładu Studenta, zestawionych w tabelicy 2.1.

3. Szacowanie rynkowej wartości nieruchomości gruntowej do zabezpieczenia wierzytelności kredytodawcy - za pomocą różnych metod wyceny

3.1. Opis nieruchomości wycenianej oraz wybór bazy nieruchomości reprezentatywnych do wyceny

Przedmiotem wyceny jest nieruchomość gruntowa położona w peryferyjnej strefie miasta, z przeznaczeniem w planie pod budownictwo mieszkaniowe jednorodzinne. Wycena nieruchomości będzie wykonana o 11 miesięcy później od daty pierwszej, zawartej w bazie, transakcji.

Do analizy rynku wybrano nieruchomości ze strefy peryferyjnej, z przeznaczeniem pod budownictwo jednorodzinne, czyli o dwóch identycznych cechach, jak nieruchomość wyceniana. Rozpatrywane transakcje były realizowane w okresie od kwietnia 2003 roku do lutego 2004. Każdej nieruchomości przypisano atrybuty /wyróżnione cechy/, które mogą mieć istotny wpływ na zmienność ich ceny. Podobieństwo nieruchomości zawartych w bazie do nieruchomości wycenianej zostało sformułowane za pomocą 5. atrybutów.

Tabela 3.1 Baza nieruchomości do wyceny.

Oznaczenie nieruchomości	Liczba miesięcy od pierwszej transakcji	Komunikacja	Położenie	Otoczenie	Uzbrojenie	Pole powierzchni [ar]	Cena jednostkowa [zł/m ²] c_i
1	2	2	1	0	3	23,0	225
2	1	2	2	1	4	18,5	310
3	0	0	1	1	2	29,5	205
4	2	1	1	1	2	31,2	230
5	3	2	1	2	2	21,0	220
6	3	1	2	2	2	30,5	220
7	7	2	1	1	4	17,2	300
8	6	2	2	2	3	35,6	285
9	5	1	0	0	2	28,5	190
10	9	2	2	2	2	23,0	210
11	10	2	1	1	2	26,5	235
Średnia wartość atrybutów i cen	4.36	1.55	1.27	1.28	2.54	25.86	239.09
Odchylenie standardowe atrybutów i ceny	3.141	0.656	0.617	0.716	0.782	5.516	38.48
Wyceniana nieruchomość	11	2	1	2	3	23.00	$c_{max}-c_{min}=310-190=120$

- ▶ KOMUNIKACJA: Możliwość dojazdu za pomocą środków komunikacji miejskiej:
 - 2 - bardzo dobra,
 - 1 - dobra,
 - 0 - przeciętna,
 - 1 - utrudniona.
- ▶ POŁOŻENIE: Położenie nieruchomości w aspekcie atrakcyjności dzielnicy lub ulicy: 2 - bardzo korzystne, 1 - korzystne, 0 - przeciętne, -1 - niekorzystne.
- ▶ OTOCZENIE: Wpływ istniejącej zabudowy i zagospodarowania terenu na otoczenie nieruchomości: 2 - bardzo korzystne, 1 - korzystne, 0 - przeciętne, 1 - niekorzystne.
- ▶ UZBROJENIE: Uzbrojenie terenu występujące w granicy działki: liczba mediów (sieci) (od 0 do 6) - wodociągowa, elektryczna, gazowa, kanalizacyjna, CO, droga.
- ▶ POLE: Pole powierzchni nieruchomości: wyrażone w liczbie arów.

Wszystkie informacje o atrybutach nieruchomości podobnych i o ich jednostkowych cenach transakcyjnych zamieszczono w tabeli 3.1.

Tabela 3.2. Współczynniki korelacji zupełnej i ich kwadraty dla jednostkowych cen i dla poszczególnych atrybutów nieruchomości.

Oznaczenie	Czas	Komunikacja	Położenia	Otoczenie	Uzbrojenie	Pole
Współczynnik korelacji (r)	0.048	0.524	0.451	0.138	0.892	- 0.334
Kwadrat współczynnika korelacji (r ²)	0.00	0.27	0.20	0.02	0.80	0.11*

3.2. Analiza informacji rynkowych

W celu ustalenia wpływu poszczególnych atrybutów na zmienność jednostkowych cen nieruchomości w bazie zawartej w tabeli 3.1, obliczono współczynniki korelacji zupełnej i ich kwadraty, które zamieszczono w tabeli 3.2.

Obliczone wartości kwadratów współczynników korelacji r^2 według tabeli 3.2, pozwalają stwierdzić, że w analizowanym zbiorze informacji rynkowych o nieruchomościach jednostkowe ceny są procentowo wyjaśniane (w kolejności malejącej) przez następujące atrybuty: UZBROJENIE (80%), KOMUNIKACJA (27%), POŁOŻENIE (20%), POLE (11%) z negatywną korelacją i OTOCZENIE (2%). Czas transakcji nie ma żadnego wpływu na ceny transakcyjne, a to dowodzi, że stan rynku w badanym okresie utrzymuje się na jednakowym poziomie. Bardzo mały ($r^2 < 0,05$) ma również wpływ atrybut OTOCZENIE, więc w dalszych analizach nie będzie on uwzględniany.

Do wyceny przyjęto wszystkie nieruchomości przedstawione w tabeli 3.1, stąd charakterystyczne parametry tego rynku przyjmują następujące wartości:

- ▶ wartość przeciętna jednostkowych cen:

$$\hat{c} = 239,09 \text{ zł/m}^2$$

- ▶ standardowe rozproszenie jednostkowych cen wokół wartości przeciętnej:

$$\sigma_n = 38,48 \text{ zł/m}^2$$
- ▶ współczynnik rozproszenia:

$$\lambda = \frac{38,48}{239,09} = 0,16$$

co dowodzi, że rozważana baza nieruchomości jest spójna w stopniu dostatecznym.

Po podzieleniu r_j^2 przez $\sum_{j=1}^u r_j^2 = 1,38$ uzyskano następujące udziały wagowe (udziały standaryzowane) rozpatrywanych atrybutów:

- dla uzbrojenia $k_1 = 0,58$
- dla komunikacji $k_2 = 0,20$
- dla położenia $k_3 = 0,14$
- dla powierzchni $k_4 = 0,08$ - z negatywną korelacją.

3.3. Wycena metodą porównywania parami

Jeżeli ceny porównywanych nieruchomości mają jednakowe wagi ufnosci, to najbardziej prawdopodobną wartością jest wartość przeciętna, liczona jako średnia arytmetyczna, czyli

$$w = \hat{c} + \Delta c_1 (\bar{a}_1 - \hat{a}_1) + \Delta c_2 (\bar{a}_2 - \hat{a}_2) + \dots + \Delta c_u (\bar{a}_u - \hat{a}_u)$$

przy czym

$$\Delta c_j = \frac{(c_{\max} - c_{\min}) \times k_j}{a_{j/\max} - a_{j/\min}}$$

Po uwzględnieniu wartości atrybutów nieruchomości i ich cen z bazy do porównania (tabela 3.1) oraz ustalonych udziałów wagowych k_j , procedurę wyceny według metody porównywania parami, realizowaną w odniesieniu do wszystkich nieruchomości z bazy, przedstawiono w formie tabeli 3.3.

Wartość rynkowa wycenianej nieruchomości wynosi:

$$W = 2300 \text{ m}^2 \times 259,72 \text{ zł/m}^2 = 597\ 356 \text{ zł}$$

Jeżeli dla każdej nieruchomości występującej w bazie

Tabela 3.3. Szacowanie jednostkowej wartości rynkowych nieruchomości według metody porównywania parami odniesionej do 11. nieruchomości bazy.

Oznaczenia	Komunikacja	Położenie	Uzbrojenie	Pole
Wartości atrybutów (\bar{a}_j) nieruchomości wycenianej	2	1	3	23,00
Średnie wartości atrybutów (\hat{a}_j) z bazy do porównania	1,55	1,27	2,54	25,86
Udziały wagowe (k_j) atrybutów	0,20	0,14	0,58	0,08*
Udziały kwotowe atrybutów ($(c_{max} - c_{min}) \times k_j = 120 \times k_j$)	24	16,80	69,60	9,6
Rozpiętości atrybutów w bazie ($a_{j/max} - a_{j/min}$)	2	2	2	18,4
Współczynniki wagowe atrybutów $\Delta c_j = \frac{120 \cdot k_j}{a_{j/max} - a_{j/min}}$	12,00	8,40	34,80	-0,522
Różnice atrybutów nieruchomości wycenianej i ich przeciętnej wartości z bazy do porównania ($\bar{a} - \hat{a}_j$)	0,45	-0,27	0,46	-2,86
Jednostkowa wartość rynkowa nieruchomości $w = 239,09 + 12 \times 0,45 - 8,4 \times 0,27 + 34,8 \times 0,46 + 0,522 \times 2,86 = 239,09 + 19,63 = 259,72 \text{ zł/m}^2$				

oszacujemy jej wartość rynkową (w_i), to odchylenie standardowe (σ_n) z różnic jednostkowych cen transakcyjnych (c_i) i szacowanych jednostkowych wartości rynkowych (w_i) każdej nieruchomości z bazy stanowi przeciętną miarę niedokładności metody wyceny, co dla rozważanej bazy otrzymano:

$$\sigma_n = \sqrt{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (c_i - w_i)^2} = 17,0 \text{ zł/m}^2$$

Wskaźnik niezgodności modelu wyceny, według metody porównywania parami, z bazą nieruchomości do porównania, przyjmuje wartość:

$$\lambda = \frac{\sigma_n}{\hat{c}} = \frac{17}{239} = 0,07$$

Na podstawie wartości $(1 - \lambda) = 0,93$ można postawić wniosek, że metoda porównywania parami odniesiona do całej rozważanej bazy nieruchomości daje wyniki wyceny o wysokiej zgodności. Po uwzględnieniu z tablicy 2.1 kwantyla rozkładu Studenta $t(0,95, 11) = 2,2$ i $\sigma_n = 17$, szacowana wartość rynkowa nieruchomości powinna zawierać się w następującym przedziale ufności

$$W = 580\,359 \pm 2,2 \times 17 \times 2300 = (580\,359 \pm 86\,020) \text{ zł}$$

3.4. Wycena metodą korygowania ceny średniej

Szacowana jednostkowa wartość nieruchomości, na podstawie przyjętej bazy do porównania, powinna zawierać się w następującym przedziale:

$$\hat{c} = (\hat{c} \pm 3 \times \sigma_n) = (239,09 \pm 115,44) \text{ zł/m}^2$$

W metodzie korygowania ceny średniej jednostko-

wą wartość rynkową nieruchomości szacujemy według formuły:

$$w = \hat{c} + \Delta c_1(\bar{a}_1 - \hat{a}_1) + \Delta c_2(\bar{a}_2 - \hat{a}_2) + \dots + \Delta c_u(\bar{a}_u - \hat{a}_u),$$

przy czym jednostkowy przyrost cen dla poszczególnych atrybutów, czyli współczynnik wagowy, określamy następującym wzorem:

$$\Delta c_j = \frac{3 \cdot \sigma_c \cdot k_j}{a_{j/max} - a_{j/min}}$$

Po uwzględnieniu wartości atrybutów nieruchomości i ich cen z bazy do porównania (tabela 2.1) i ustalonych udziałów wagowych k_j , procedurę wyceny, według metody korygowania ceny średniej, można przedstawić w formie tabeli 3.4.

Wartość rynkowa wycenianej nieruchomości wynosi:

$$W = 2300 \text{ m}^2 \times 258,94 \text{ zł/m}^2 = 595\,562 \text{ zł}$$

Jeżeli dla każdej nieruchomości występującej w bazie oszacujemy jej wartość rynkową w_i , to odchylenie standardowe (σ_n) z różnic jednostkowych cen transakcyjnych (c_i) i szacowanych jednostkowych wartości rynkowych (w_i) każdej nieruchomości z bazy przyjmuje wartość:

$$\sigma_n = \sqrt{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (c_i - w_i)^2} = \sqrt{\frac{3157,51}{11}} = 16,9 \text{ zł/m}^2$$

Wskaźnik niezgodności modelu wyceny, według techniki korygowania ceny średniej, przyjmuje wartość:

$$\lambda = \frac{\sigma_n}{\hat{c}} = \frac{16,9}{239} = 0,065$$

Tabela 3.4. Szacowanie jednostkowej wartości rynkowych nieruchomości według metody korygowania ceny średniej.

Oznaczenia	Komunikacja	Położenie	Uzbrojenie	Pole
Wartości atrybutów nieruchomości (\bar{a}_j) wycenianej	2	1	3	23,00
Średnie wartości atrybutów (\hat{a}_j) z bazy do porównania	1,55	1,27	2,54	25,86
Udziały wagowe (k_j) atrybutów	0,20	0,14	0,58	0,08*
Udziały kwotowe atrybutów $3 \cdot \sigma_c \times k_j = 115,44 \times k_j$	23,088	16,162	66,955	9,235
Rozpiętości atrybutów w bazie ($a_{j/\max} - a_{j/\min}$)	2	2	2	18,4
Współczynniki wagowe atrybutów $\Delta c_j = \frac{3 \cdot \sigma_c \times k_j}{a_{j/\max} - a_{j/\min}}$	11,54	8,08	33,48	-0,502
Różnice atrybutów nieruchomości wycenianej i ich przeciętnej wartości z bazy do porównania ($\bar{a} - \hat{a}_j$)	0,45	-0,27	0,46	-2,86
Jednostkowa wartość rynkowa nieruchomości $w = 239,09 + 7,70 \times 0,45 - 5,39 \times 0,27 + 22,32 \times 0,46 + 0,335 \times 2,86 = 239,09 + 19,85 = 258,94 \text{ zł/m}^2$				

Tabela 3.5. Szacowanie jednostkowej wartości rynkowych nieruchomości według modelu regresji dwuwymiarowej.

Oznaczenia	Komunikacja	Położenie	Uzbrojenie	Pole
Współczynniki korelacji zupełnej r_i	0,52	0,45	0,89	-0,33
Udziały wagowe (k_j) atrybutów	0,20	0,14	0,58	0,08
Odchylenia standardowe atrybutów σ_{aj}	0,66	0,62	0,72	5,52
Średnie wartości atrybutów (\hat{a}_j) z bazy do porównania	1,55	1,27	2,54	25,86
Wartości atrybutów (\bar{a}_j) nieruchomości wycenianej	2	1	3	23,00
Współczynniki wagowe atrybutów $\Delta c_j = \frac{r_j \sigma_c k_j}{\sigma_{aj}}$	6,06	3,91	25,46	-0,18
Różnice atrybutów nieruchomości wycenianej i ich przeciętnej wartości z bazy do porównania ($\bar{a} - \hat{a}_j$)	0,45	-0,27	0,46	-2,86
Jednostkowa wartość rynkowa nieruchomości $w = 239,09 + 6,06 \times 0,45 - 3,91 \times 0,27 + 25,46 \times 0,46 + 0,18 \times 2,86 = 239,09 + 13,90 = 252,99 \text{ zł/m}^2$				

Na podstawie wartości $(1 - \lambda) = 0,93$ można postawić wniosek, że technika korygowania ceny średniej, odniesiona do całej rozważanej bazy nieruchomości, daje wyniki wyceny o zgodności wysokiej. Po uwzględnieniu z tablicy 2.1 kwantyla rozkładu Studenta $t(0,95, 11) = 2,2$ i $\sigma_n = 21$ szacowana wartość rynkowa nieruchomości powinna zawierać się w następującym przedziale ufności:

$$W = 580\,359 \pm 2,2 \times 16,9 \times 2300 = (580\,359 \pm 85\,514) \text{ zł.}$$

3.5. Wycena metodą analizy statystycznej rynku - według modelu regresji dwuwymiarowej

W modelu regresji dwuwymiarowej jednostkową wartość rynkową nieruchomości szacujemy według formuły:

$$w = \hat{c} + \Delta c_1 (\bar{a}_1 - \hat{a}_1) + \Delta c_2 (\bar{a}_2 - \hat{a}_2) + \dots + \Delta c_u (\bar{a}_u - \hat{a}_u),$$

przy czym jednostkowy przyrost cen dla poszczególnych atrybutów określamy następującym wzorem:

$$\Delta c_j = \frac{k_j \cdot r_j \cdot \sigma_c}{\sigma_{aj}}$$

Po uwzględnieniu charakterystycznych parametrów dla atrybutów i cen nieruchomości z bazy do porównania (tabela 2.1) oraz współczynników korelacji zupełnej, a także ustalonych udziałów wagowych k_j , procedurę wyceny według modelu regresji dwuwymiarowej przedstawiono w formie tabeli 3.5.

Wartość rynkowa wycenianej nieruchomości wynosi:

$$W = 2300 \text{ m}^2 \times 252,99 \text{ zł/m}^2 = 581\,877 \text{ zł}$$

Jeżeli z różnic cen (c_i) transakcyjnych wartości rynkowych (w_i) każdej nieruchomości z bazy obliczymy odchylenie standardowe (σ_n), to otrzymujemy następującą wartość:

$$\sigma_n = \sqrt{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (c_i - w_i)^2} = 20,0 \text{ zł/m}^2$$

Wskaźnik niezgodności modelu wyceny, według regresji dwuwymiarowej, przyjmuje wartość:

$$\lambda = \frac{\sigma_n}{\hat{c}} = \frac{20}{239} = 0,08$$

Na podstawie wartości $(1 - \lambda) = 0,92$ można postawić wniosek, że model regresji dwuwymiarowej daje wyniki wyceny o zgodności wysokiej.

Po uwzględnieniu z tablicy 2.1 kwantyla rozkładu Studenta $t(0,95, 11) = 2,2$ i $\sigma_n = 20$, szacowana wartość rynkowa nieruchomości powinna zawierać się w następującym przedziale ufności:

$$W = 581\,877 \pm 2,2 \times 20 \times 2300 = \\ = (581\,877 \pm 101\,200) \text{ zł}$$

Dla porównania metod szacowania wartości nieruchomości zestawiono wyniki uzyskane w trzech procedurach wyceny:

- dla metody porównywania parami (z całej bazy):
 $W = (597\,356 \pm 86\,020) \text{ zł}$

- dla metody korygowania ceny średniej:
 $W = (580\,359 \pm 85\,514) \text{ zł}$

- dla metody analizy statystycznej rynku:
 $W = (581\,877 \pm 101\,200) \text{ zł}$

Na podstawie zamieszczonego zestawienia szacowanych wartości rynkowych nieruchomości można wyciągnąć wniosek, że wszystkie procedury wyceny dały bardzo zbliżone do siebie wyniki wyceny.

4. Analiza wysokości kredytu na podstawie szacowanej wartości rynkowej (WRN) nieruchomości

Do analizy i zabezpieczenia warunków kredytowania powinna być przyjmowana minimalna wartość rynkowa szacowana w przedziale ufności⁶. Dla analizowanej nieruchomości zostanie przyjęty przedział ufności dla metody analizy statystycznej rynku, według zależności

$$W = (WRN \pm t(p, n - 1) \cdot \sigma(WRN)) = \\ = (581\,877 \pm 101\,200) \text{ zł},$$

co prowadzi do wartości zabezpieczenia na poziomie:

$$W_{MIN} = 480\,677 \text{ zł}$$

Jeżeli przez kredytodawcę zostanie ustalony współczynnik ilorazu sumy rat kredytowych (SRK) do wartości zabezpieczenia na poziomie $w_{SRK/W_{MIN}} = 0,90$, to suma wszystkich rat spłacanego kredytu nie powinna przekraczać wartości:

$$SRK = 0,90 \times 480\,677 = 432\,609 \text{ zł}$$

Jak wiadomo, suma rat kredytu jest uzależniona od ustalonej stopy bankowej spłaty kredytu oraz od ustalonej liczby rat realizacji kredytu. Do dalszych analiz i obliczeń zostaną przyjęte następujące warunki spłaty kredytu:

- roczna stopa spłaty kredytu $r_R = 8\%$, co daje miesięczną stopę

$$r_M = \sqrt[12]{1,08} - 1 = 0,006434$$

- okres spłaty kredytu 20 lat
 - spłata według jednakowych rat kredytu realizowanych na początku każdego miesiąca.

Suma wszystkich rat spłacanego kredytu dla $n = 12 \times 20 = 240$ miesięcy zostanie określona według wzoru⁷:

$$SRK = n \times K \times \frac{r_M \cdot (1 + r_M)^n}{(1 + r_M)^n - 1}$$

z którego zostanie wyliczona wysokość (K) udzielanego kredytu, czyli

$$K = SRK \times \frac{(1 + r_B)^n - 1}{n \times r_B \times (1 + r_B)^n} = \\ = 432\,609 \times 0,5086586 = 220\,050 \text{ zł}$$

Powyższa analiza wykazała, że dla szacowanej rynkowej wartości nieruchomości w przedziale ufności $W = (581\,877 \pm 101\,200) \text{ zł}$ bezpieczną kwotą udzielanego kredytu powinna być wartość $K = 220\,050 \text{ zł}$. Współczynnik wysokości kredytu (K) do rynkowej wartości nieruchomości (WRN) wynosi

$$w_{K/WRN} = \frac{220050}{581877} = 0,3782$$

Stopień zaufania do realizacji powyższych warunków udzielanego kredytu wynika z przyjętego współczynnika ufności, przy szacowaniu przedziału ufności. W analizowanym przykładzie do ustalenia przedziału

ufności przyjęto kwantyl rozkładu Studenta dla współczynnika istotności $1 - \alpha = 0,95$, stąd stopień zaufania do warunków kredytowania powinien być na poziomie 95%. Zatem ryzyko nieuzyskania odpowiedniej ceny sprzedaży nieruchomości w procesie windykacji wynosi 5%. ■

Przypisy:

¹Poz.1, str. 55-56 i 75 –82, Poz.6, str. 458 – 460.

²Poz.6, str. 257 – 297.

³Poz. 1, str. 126 - 131

⁴Poz. 2.

⁵Poz.1, str. 142 –144.

⁶Poz. 4, str. 257 – 287.

⁷Opracowanie własne pt.: „Wzory i formuły na spłaty kredytów bankowych”, J. Czaja, Katedra Informacji o Terenie AGH, Kraków 2004.

Literatura:

1. Czaja J., „Metody szacowania wartości rynkowej i katastralnej nieruchomości”, Kraków 2001.

2. Czaja J., „Merytoryczna analiza procedur szacowania rynkowej wartości nieruchomości w podejściu porównawczym”. Materiały XII Konferencji Towarzystwa Naukowego Nieruchomości, Olsztyn 2004.

3. Hozer J., Kokot S., Kuźmiński W., „Metody analizy statystycznej rynku w wycenie nieruchomości”, Warszawa 2002.

4. Praca zbiorowa pod redakcją naukową Jajugi K. i Krysiaka Z., „Ryzyko kredytowe wiarytelności hipotecznych”. Podrozdział: „Statystyczne metody określania wartości zabezpieczenia wiarytelności hipotecznych”, Czaja J., ZBP Warszawa 2004.

5. Praca zbiorowa pod redakcją naukową Borowieckiego R., „Metody i procedury szacowania wartości podmiotów gospodarczych”, Akademia Ekonomiczna w Krakowie 2001.

6. Wycena nieruchomości - wydanie polskie tłumaczone z tytułu oryginalnego „The Appraisal of Real Estate. Appraisal Institute”, Chicago USA 2000, Redaktor naukowy Kucharska-Stasiak E., PFSRM Warszawa 2001.

7. Żróbek S. i Befej M., „Podejście porównawcze w szacowaniu nieruchomości”. Educaterra 6a, Olsztyn 2000.



Professional partner and advisor at all stages of investment

We share our expertise at all stages of the investment process, beginning from the selection of the appropriate financing structure and providing construction loans, to the long-term financing of the operation of the real estate. Our specialists at the Commercial Real Estate

Area will present you with a comprehensive investment financing offer. We make the most out of the broad experience of HVB Group, based on traditionally leading position in commercial property financing transactions in Europe and the United States.



Commercial Real Estate Area (Obszar Nieruchomości Komercyjnych) | Towarowa St. 25A | 00-958 Warsaw
Telephone 0048 22 531 9731, 531 9735 | Fax 0048 22 531 9728 | e-mail: onk@bph.pl