

# MATERIAŁY I STUDIA

Zeszyt nr 247

---

Dostosowanie indeksów cenowych  
do zmian jakości. Metoda wyznaczania  
hedonicznych indeksów cen i możliwości  
ich zastosowania dla rynku mieszkaniowego

---

Marta Widłak

---

Autorka składa podziękowania za cenne dyskusje i uwagi prof. Jackowi Łaszkowi oraz dr Emilii Tomczyk

Projekt graficzny:  
Oliwka s.c.

Skład i druk:  
Drukarnia NBP

Wydął:  
Narodowy Bank Polski  
Departament Edukacji i Wydawnictw  
00-919 Warszawa, ul. Świętokrzyska 11/21  
tel. 022 653 23 35, fax 022 653 13 21

© Copyright Narodowy Bank Polski, 2010

Materiały i Studia są rozprowadzane bezpłatnie.

Dostępne są również na stronie internetowej NBP: <http://www.nbp.pl>

---

---

## Spis treści

---

Streszczenie .....	4
Summary .....	5
Wstęp .....	6
1 Czym jest hedoniczny indeks cen? .....	7
2. Klasyfikacja metod konstrukcji hedonicznych indeksów cen .....	9
3. Metody wyznaczania hedonicznych indeksów cen .....	13
3.1. Metody pośrednie .....	14
3.1.1. <i>Metoda imputacji (pośrednia)</i> .....	14
3.1.2. <i>Metoda hedonicznego dopasowania jakości</i> .....	15
3.2. Metody bezpośrednie .....	16
3.2.1. <i>Metoda ze zmiennymi zero-jedynkowymi czasu (ZZC)</i> .....	17
3.2.2. <i>Metoda cen charakterystyk</i> .....	17
3.2.3. <i>Metoda imputacji (bezpośrednia)</i> .....	19
4. Porównanie metod – wybrane aspekty empiryczne i teoretyczne .....	21
4.1. Dane .....	21
4.2. Metoda reprezentantów a metody hedoniczne .....	22
4.3. Metoda ZZC a metoda cen charakterystyk .....	23
4.4. Bezpośrednia metoda imputacji a metoda cen charakterystyk .....	24
4.5. Kwestie ekonometryczne .....	25
Podsumowanie .....	26
Literatura .....	28

---

## Streszczenie

---

Celem artykułu jest prezentacja i klasyfikacja metod konstrukcji hedonicznych indeksów cen, będących sposobem kontroli zmian jakości dóbr w indeksach cenowych. W pracy zarysowano podstawowe różnice pomiędzy metodami oraz przedstawiono najistotniejsze wnioski z ich porównania. Podstawą opracowania był przegląd literatury teoretycznej i doświadczeń międzynarodowych z badań empirycznych. Ze względu na zainteresowania autorki, zastosowane przykłady dotyczą w głównej mierze hedonicznych indeksów cen mieszkań. Przyjmując za kryterium podziału sposób wykorzystania funkcji hedonicznej, metody konstrukcji hedonicznych indeksów cen można podzielić na dwie podstawowe grupy – metody pośrednie i bezpośrednie. Na rynkach dóbr wysoce heterogenicznych, dla których trudno jest ustalić koszyk reprezentantów, zastosowanie mają metody bezpośrednie. Metody pośrednie można stosować jako uzupełnienie podejścia koszykowego w badaniu dynamiki cen.

*Słowa kluczowe:* indeks hedoniczny, model hedoniczny, dostosowanie indeksu cenowego do zmian jakości, rynek mieszkaniowy

*Klasyfikacja JEL:* C21, C43, R21, R31

---

## Summary

---

### *The hedonic quality adjustment methods of price indices with reference to the housing market*

The main purpose of this article is to present and classify methods used for construction of hedonic price indices. In this context hedonic models are used for quality adjustment of price indices. In the article I also make a comparison of methods and discuss consequences of the main differences among them. The basis of this study was both theoretical literature and findings of empirical research. As housing market and reliable house price measurement are main fields of author's interest, therefore, majority of examples used for the discussion refer to housing market. The way in which hedonic model is used for compilation of quality adjusted price index was the criterion for methods classification. Thus, two groups of methods for hedonic price index construction were distinguished, namely direct and indirect methods. Indirect hedonic indices are primarily constructed for the heterogeneous goods for which usage of matched – models approach is rather limited. Direct hedonic methods are those in which hedonic model plays a supplementary role in the matched-model index.

*Key words:* hedonic indices, hedonic model, price index, quality adjustment, housing market

*JEL codes:* C21, C43, R21, R31

---

## Wstęp

---

Lata 2005–2007 były okresem wyjątkowym dla polskiego rynku nieruchomości mieszkaniowych. Dynamika zmian zachodzących na tym rynku była zjawiskiem nowym dla relatywnie młodego (biorąc pod uwagę dwudziestoletni okres transformacji) sektora nieruchomości. Zjawiska zachodzące na rynku mieszkań w omawianym okresie były silnie związane z sytuacją na rynku finansowania mieszkalnictwa. Boom na rynku kredytów hipotecznych oraz sztywna krótkookresowo podaż na rynku mieszkań doprowadziły do nadmiernego wzrostu cen mieszkań na najważniejszych rynkach mieszkaniowych. Konsekwencją zjawisk zachodzących w ostatnich latach na rynku mieszkań, a także rosnącej skali zaangażowania systemu bankowego w finansowanie tego rynku, jest wzrost zainteresowania i zapotrzebowania na jego rzetelne analizy. Jednym z głównych obszarów tych zainteresowań jest pomiar tendencji cenowych na rynku mieszkań. Od niespełna trzech lat w gronie zainteresowanych polskim rynkiem mieszkaniowym (odbiorców i twórców statystyki cen mieszkań) toczy się dyskusja dotycząca wyboru metody i wiarygodnego sposobu pomiaru dynamiki cen nieruchomości. Artykuł ten nawiązuje do powyższej dyskusji i poszukiwań badawczych. Autorka ma nadzieję, że przynajmniej częściowo odpowiada on na liczne pytania dotyczące metodyki wyznaczania hedonicznego indeksu cen i możliwości jego skonstruowania dla Polski. Warto zaznaczyć, że jest to pośredni efekt prac mających na celu wypracowanie jak najlepszej, w warunkach polskich, metody pomiaru zjawisk cenowych na rynku mieszkaniowym. Artykuł ten poświęcony jest metodom konstrukcji hedonicznych indeksów cen. Są one wykorzystywane do pomiaru zjawisk cenowych na rynkach dóbr heterogenicznych, głównym celem ich stosowania jest uwzględnienie zmian jakości dóbr we wskaźniku dynamiki ich cen (*quality adjustment*). Indeksy hedoniczne najczęściej stosuje się przy pomiarach dynamiki cen nieruchomości, komputerów, sprzętu AGD/RTV, samochodów. Mimo że metody omówione w tej pracy są od wielu lat stosowane za granicą, w Polsce nie są powszechnie znane i stosowane. Dzieje się tak m.in. ze względu na brak wiedzy na temat tych metod oraz braku odpowiednich źródeł danych. Motywacją do napisania niniejszego artykułu była chęć udzielenia odpowiedzi na (kierowane do autorki) liczne pytania o sposoby konstrukcji hedonicznych indeksów cen mieszkań. Artykuł ten jest kontynuacją wcześniejszych prac (Łaszek, Widłak 2007, 2008), odnoszących się do zagadnień wiarygodnego pomiaru tendencji cenowych na rynkach nieruchomości mieszkaniowych w Polsce. Jego celem jest przede wszystkim prezentacja i klasyfikacja głównych metod konstrukcji hedonicznego indeksu cen, a tym samym pomiar „czystej” zmiany cen.

W pierwszym rozdziale krótko przedstawiono definicję hedonicznego indeksu cen, historię powstania modeli hedonicznych oraz zagadnienie dostosowania wskaźników cen do zmian jakości badanych dóbr. W rozdziale drugim podano i wyjaśniono klasyfikację metod konstrukcji hedonicznych indeksów cen. Trzeci rozdział zawiera opis poszczególnych metod. Porównanie metod jest przedmiotem rozdziału czwartego. Część piąta zawiera podsumowanie.

## 1

## Czym jest hedoniczny indeks cen?

Najpełniejszą odpowiedzią na pytanie: czym jest hedoniczny indeks cen, jest definicja podana przez J. Triplett'a (2006), która brzmi następująco: hedoniczny indeks cenowy to jakikolwiek indeks cenowy, który wykorzystuje funkcję hedoniczną (często określaną jako model hedoniczny), czyli relację pomiędzy cenami różnych rodzajów danego dobra a ilościami cech (charakterystyk), z których się ono składa.

Twórcy modeli hedonicznych zakładają, że wartość pewnych dóbr (np. mieszkania) wynika z wartości, jakie poszczególne ich składowe (np. powierzchnia użytkowa, liczba pokoi, technologia budowy, itp.) przedstawiają dla użytkownika. To założenie pozwala przedstawiać cenę rozpatrywanego dobra jako funkcję jego charakterystyk.

Warto zaznaczyć za Triplett'em (2006), że zgodnie z definicją nie każdy indeks wykorzystujący funkcję regresji jest indeksem hedonicznym (jeśli ta regresja nie jest funkcją hedoniczną), a także nie każdy indeks hedoniczny jest indeksem korzystającym z modelu regresji. Warunkiem koniecznym jest to, aby indeks hedoniczny wykorzystywał funkcję hedoniczną.

Definicja nie narzuca sposobu wykorzystania funkcji hedonicznej. Powoduje to, że miano indeksu hedonicznego otrzymuje każda metoda, w której w jakikolwiek sposób użyto tej funkcji. W praktyce hedoniczne indeksy cen są liczone na wiele sposobów. Przedstawienie podstawowych sposobów wyznaczania indeksu cen wykorzystującego model hedoniczny oraz ich klasyfikacja jest celem niniejszego artykułu. Za podstawowe uznano metody najczęściej opisywane w literaturze przedmiotu (Griliches 1961; Diewert 2003, 2006, 2007; Triplett 2006; Silver, Heravi 2006, 2007; Bover 2001 i inni) oraz uznane i przedstawiane przez międzynarodową grupę statystyków pracującą nad określeniem międzynarodowych standardów metodologicznych w zakresie wyznaczania indeksów cen (ILO 2004).

Początki powstawania hedonicznych modeli cen przypadają na lata 20. i 30. XX w., kiedy to związane były głównie z pracami ekonomistów rolnictwa. Pierwsze próby wyrażenia ceny dóbr w funkcji zmiennych atrybutów były szacowane przez Waugh'a (1928) – cena warzyw, Vaila – cena nawozów sztucznych (1932), Haasa (1922) – cena ziemi, Taylora (1916) – cena bawełny oraz Courta (1938). Przy czym Court był pierwszym, który opublikował swoje prace (Griliches 1988, Triplett 2006). Rozwój formalnych metod analizy hedonicznej nastąpił jednak później, w latach 60. i 70. XX w., kiedy powstały prace Rosena i Grilichesa. Klasycznym przykładem pierwszych zastosowań modeli hedonicznych jest praca Grilichesa (dotycząca rynku samochodów), opublikowana w 1961 r., a także modele cen komputerów opracowane przez Chowa w 1967 r. (Griliches 1961; Triplett 2006). Na rynku mieszkaniowym pierwszy hedoniczny indeks cen został opublikowany przez The U.S. Census Bureau w 1974 r. Kolejne prace formalne i coraz częstsze zastosowania empiryczne modeli hedonicznych następowały w latach 90. XX w. oraz w obecnej dekadzie. Znacznie rozwinął się m.in. nurt badań wykorzystujący te modele w konstruowaniu dopasowanych jakościowo indeksów cen na rynkach dóbr wysoce heterogenicznych. Literatura przedmiotu jest bardzo obszerna, a wśród badaczy zajmujących się obecnie tą dziedziną statystyki wyróżnić należy m.in. Triplett'a, Diewerta, Silvera, Heravi'ego i Quigley'a.

Od połowy lat 90. XX w. zaczęto poświęcać szczególną uwagę kwestii dostosowania indeksów cenowych do zmian jakości (*quality adjustment*). Dostosowanie indeksów

1

cenowych do zmian jakości (tj. kontrola/korekta zmian jakości) jest szeroko podkreślane zarówno w kontekście wskaźników CPI, jak i wskaźników sektorowych, służących pomiarom zmian cen dóbr heterogenicznych. Pomiar ceny dobra w dwóch okresach, bieżącym i bazowym, często przeprowadzany jest na odmiennych jakościowo reprezentantach badanego dobra. Jest to charakterystyczne dla rynków dóbr heterogenicznych (np. mieszkania) lub szybko zmieniających się (np. komputery). Dostosowania wskaźników cen do zmian jakości badanych dóbr mają umożliwić pomiar „czystej” zmiany cen, tj. zmiany wynikającej z przyczyn innych niż różnice jakościowe.

W przypadku koszykowych wskaźników cen (takich jak wskaźnik zmian cen dóbr i usług konsumpcyjnych CPI) problem zmiany jakości pojawia się przede wszystkim przy zamianie modeli reprezentantów tworzących koszyk. Przykładowo, gdy stary model dobra został wycofany z obrotu i trzeba zastąpić go nowym (z reguły lepszym jakościowo) modelem reprezentanta, wówczas zmiana ceny rozpatrywanego reprezentanta może wynikać zarówno z różnic jakościowych pomiędzy starym i nowym modelem dobra, jak i z innych przyczyn ekonomicznych. Indeks cenowy dostosowany do zmian jakości powinien odzwierciedlać tylko tę część zmiany cen, która nie wynika z różnic jakościowych modeli reprezentantów.

Na rynkach dóbr wysoce heterogenicznych i szybko zmieniających się, takich jak mieszkania czy komputery, trudno mówić o reprezentantach i budować oparty na nich koszyk. Różnice jakości są immanentną cechą pomiaru cen na tego typu rynkach. Przykładowo, na rynku komputerów rozwój technologii powoduje, że zmiany jakości są częste i następują szybko. Wówczas zmiany modeli reprezentantów są praktycznie ciągłe i kontrola zmian jakości powinna być dokonywana stale. W przypadku rynku mieszkań sporadycznie dokonywane są transakcje dotyczące tych samych obiektów z okresu na okres, a tylko takie transakcje nie podlegają problemowi różnic jakości. Ponieważ na rynku praktycznie nie występują dwa identyczne mieszkania<sup>1</sup>, to w dwóch różnych okresach czasu mieszkania będące w obrocie (a więc takie, dla których można ustalić cenę rynkową) zawsze będą różniły się od siebie jakościowo.

Reasumując, w przypadku indeksów cenowych dóbr, które nie ulegają szybkim zmianom i są w miarę jednorodne, sporadycznie zachodzi potrzeba dokonania korekty zmian jakości. Inaczej jest w przypadku dóbr wysoce zróżnicowanych i podlegających ciągłym ulepszeniom, dla których korekta ta powinna być stałym elementem wyznaczania indeksu cen. Indeks taki powinien z definicji uwzględniać różnice pomiędzy każdym dobrem z okresu  $t$  i  $t+1$ . Jedną z metod korekty wskaźników cen o zmiany jakości badanych dóbr wykorzystuje informacje płynące z funkcji hedonicznej. Skoro funkcja ta określa relację pomiędzy ceną dobra a poszczególnymi jego cechami, to teoretycznie, znając tę funkcję, cechy dobra<sup>2</sup> i jego cenę obserwowaną na rynku, można wyznaczyć „czystą” zmianę ceny. W praktyce problem jest bardziej złożony, dlatego są różne sposoby wykorzystania funkcji hedonicznej oraz informacji o cechach i cenach do wyznaczania „czystej” dynamiki cen, nazywane metodami wyznaczania hedonicznych indeksów cen. Zaprezentowano je w kolejnym rozdziale.

<sup>1</sup> Heterogeniczność mieszkań wynika z różnic pomiędzy wieloma atrybutami, takimi jak powierzchnia użytkowa, wiek, typ, standard, lokalizacja i cechy tej lokalizacji (np. skład społeczny danego osiedla, dostęp do terenów zielonych, odległość do szkół, centrów komunikacji i handlu). Wydaje się, że na rynku mieszkaniowym nie ma dwóch identycznych mieszkań. Jeśli nawet ich cechy fizyczne są takie same, to zawsze różnią się one lokalizacją (ogólną lub szczegółową) i jej cechami.

<sup>2</sup> Znalezienie funkcji hedonicznej wiąże się z wyborem odpowiednich atrybutów cenotwórczych dobra heterogenicznego. Jak pisze Lancaster (za: Brachinger, Beer 2009), nie wszystkie charakterystyki produktu wpływają na jego ostateczną cenę, co jest uzależnione od indywidualnych preferencji. W przypadku rynku mieszkaniowego systematykę czynników cenotwórczych podaje m.in. E. Kucharska-Stasiak (2004).



## 2

## Klasyfikacja metod konstrukcji hedonicznych indeksów cen

W myśl przyjętej definicji, indeks hedoniczny cen to indeks wykorzystujący funkcję hedoniczną. Jak zaznaczono wcześniej, z reguły jest nią model regresji hedonicznej.

W praktyce funkcję hedoniczną wykorzystuje się do konstrukcji indeksów cenowych na kilka sposobów. Ze względu na stopień wykorzystania informacji pochodzącej z funkcji hedonicznej, metody konstrukcji indeksu możemy podzielić na dwie grupy:

- I. metody pośrednie,
- II. metody bezpośrednie.

W pierwszej grupie znajdują się metody, które w niewielkim zakresie korzystają z zależności określonej funkcją hedoniczną. W metodach tych badana jest zmiana cen ustalonego koszyka reprezentantów – tzw. metoda reprezentantów (*matched models*). Modelu hedonicznego używa się tu wyłącznie w celu dopasowania jakościowego reprezentantów, którzy zmieniają się w ustalonym koszyku dóbr, np. gdy dany reprezentant produktu został wycofany ze sprzedaży lub gdy pojawił się nowy reprezentant, który nie był uwzględniany wcześniej lub gdy starego reprezentanta zastępujemy nowym, nieco odmiennym jakościowo typem dobra<sup>3</sup>. W tych metodach model regresji służy do dopasowania jakości reprezentanta nowego do starego, tak by nadal podobny był porównywany z podobnym. Technicznie dopasowania tego dokonuje się wykorzystując jedną z dwóch metod:

- metoda imputacji (*imputation method*),
- metoda hedonicznego dopasowania jakości (*hedonic quality adjustment method*).

Grupę metod pośrednich w literaturze określa się na wiele sposobów. W literaturze anglojęzycznej najczęściej nazywa się je metodami hedonicznego dopasowania jakościowego (*hedonic quality adjustment*). Ze względów językowych użycie tej nazwy nie jest wskazane w polskich opracowaniach<sup>4</sup>. Dlatego w podanej klasyfikacji przyjęto określenie podane przez CPI Manual (ILO 2004) – metody pośrednie (*indirect*). Nazwa ta wiąże się z tym, że metody z tej grupy wykorzystują informację z modeli hedonicznych w ograniczonym zakresie, tylko w przypadku wybranych reprezentantów, a sam indeks nie pochodzi bezpośrednio z modelu regresji. Jeszcze inne nazwy spotykane w literaturze to: metody złożone, hybrydowe lub czyste (*compsite, hybrid, pure*). Uzasadnienie tych nazw jest dwojakie. Po pierwsze, metody pośrednie łączą ceny teoretyczne (wyznaczone za pomocą modeli hedonicznych) z cenami rzeczywistymi gromadzonymi przez urzędy statystyczne (reprezentanci podlegający zmianie vs reprezentanci, którzy jej nie podlegają). Po drugie, metody te łączą tradycyjne schematy konstrukcji agregatowych indeksów cen z modelem hedonicznym, za pomocą którego kontroluje się zmiany jakościowe w koszyku reprezentantów. Czasem metody z tej grupy określane są też jako metody imputacji

<sup>3</sup> W literaturze anglojęzycznej zabieg zastępowania reprezentantów z jednoczesnym dopasowaniem jakościowym trafnie (choć potocznie) określa się jako łatanie (*patching*) (por. ILO 2004; Triplett 2006).

<sup>4</sup> Czytelnik literatury anglojęzycznej spotka się z określeniem *hedonic quality adjustment* co najmniej w dwóch kontekstach: jako nazwa jednej grupy metod hedonicznych lub jako określenie zabiegu wyznaczenia „czystej” zmiany cen, dokonywanego także przez zastosowanie metod z drugiej grupy.

(*imputed*), gdyż wykorzystują funkcje hedoniczne do przypisania dobrom ich cen odbitych (*shadow prices*)<sup>5</sup>.

W metodach drugiej grupy indeks wyliczany jest bezpośrednio w modelu regresji hedonicznej (jako jedna ze zmiennych objaśniających) lub informacje z tego modelu służą do wyznaczania cen odbitych wszystkich (nie tylko wybranych) reprezentantów dóbr, aby następnie posłużyć do międzyokresowych porównań cen. Można zatem powiedzieć, że stopień wykorzystania informacji pochodzącej z funkcji hedonicznej jest w metodach bezpośrednich zdecydowanie większy niż w metodach pośrednich. Metody z tej grupy określane są jako metody bezpośrednie (*direct*), gdyż oszacowanie funkcji hedonicznej warunkuje wyznaczenie dynamiki cen dóbr (dynamika ta nie mogłaby być wyznaczona bez znajomości funkcji hedonicznej) (Triplett 2006). Metody bezpośrednie można podzielić następująco:

- metoda ze zmiennymi zero-jedynkowymi czasu – dalej zwana w skrócie ZZC (*time dummy variable method*),
- metoda cen charakterystyk (*characteristic price method*),
- metoda imputacji (*imputation method*).

Zastosowanie tych metod nie wymaga tworzenia koszyka reprezentantów, choć go nie wyklucza. Główną zaletą metod bezpośrednich jest to, że pozwalają łatwo wyznaczyć indeks cen wykorzystując wszystkie (nie ograniczając się do zbioru reprezentantów) dostępne dla danego okresu dane. Wykorzystanie wszystkich danych zalecane jest w przypadku rynków bardzo zmiennych oraz zróżnicowanych produktów. Dla tego typu rynków najczęściej nie można ustalić stałej próby reprezentantów. Wystarczy pomyśleć o rynkach komputerów, sprzętu RTV – AGD (telewizory, pralki, itp.) czy rynku mieszkań. Ustalenie stałego koszyka reprezentantów dla tych dóbr wydaje się być praktycznie niemożliwe, a każdy taki koszyk zawiera istotny błąd niereprezentatywności. Prawdopodobnie z tego powodu nie wykorzystuje się metod pośrednich do wyznaczania indeksu cen na rynku mieszkaniowym, a przynajmniej autorka nie spotkała się z takim ich wykorzystaniem. Powyższy podział metod konstrukcji hedonicznych indeksów cenowych przedstawia schemat 1.

Definiując sposób wykorzystania modeli hedonicznych w procesie konstrukcji indeksów cen Triplett (2003) zwraca uwagę, że metody pośrednie najczęściej wykorzystują funkcję hedoniczną szacowaną na danych z innego okresu niż okres, którego dotyczy indeks, a metody bezpośrednie przeciwnie – wykorzystują funkcję regresji estymowaną odrębnie dla każdego okresu, dla którego ma być wyznaczony indeks cen. Nie jest to jednak wyznacznik klasyfikacji zaproponowanej w niniejszym artykule. Warunku tego nie spełnia bezpośrednia metoda imputacji, której Triplett nie uwzględniła w swojej pracy, a która jest prezentowana w CPI Manual (ILO, 2004). Zgodnie z podaną tam definicją metoda ta w jednym z wariantów, podobnie jak metody pośrednie, wymaga jednorazowego oszacowania modelu regresji wykorzystywanego następnie do porównań międzyokresowych (por. podpunkt 3.2.3).

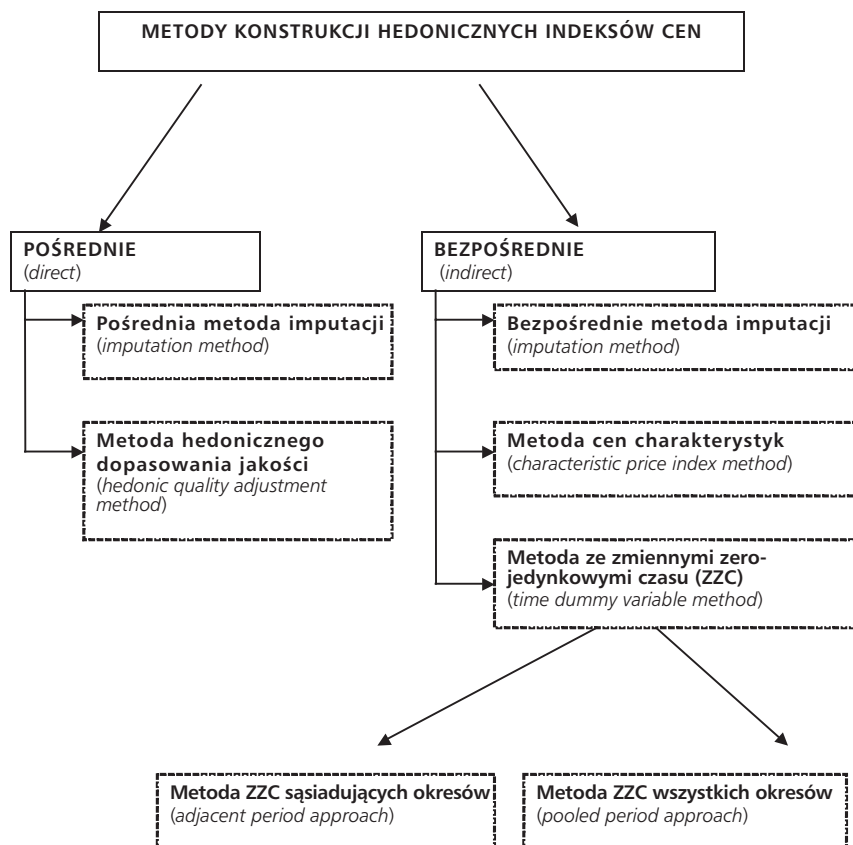
Choć zastosowania metod pośrednich i bezpośrednich można odnaleźć w bogatej literaturze prezentującej badania empiryczne, to ich uporządkowanie nie jest łatwe. Często nie są one stosowane wprost, lecz z pewnymi modyfikacjami, czego powodem jest najczęściej ograniczona dostępność danych. Dodatkowo nazwy tworzonych wskaźników często nie odzwierciedlają stosowanej metody indeksu hedonicznego, a podyktowane są np. rodzajem reprezentacji danych (tj. typem badanego koszyka reprezentantów). W takich przypadkach tylko dokładne przyjrzenie się prezentowanej metodologii pozwala odnaleźć analogię z podstawowymi metodami hedonicznych indeksów cen opisywanymi w tym artykule. Należy przytoczyć tu dwa ciekawe przykłady stosowane na rynku mieszkań.

<sup>5</sup> Cena dobra prognozowana za pomocą funkcji hedonicznej (por. podpunkt 3.2.3).

Pierwszy przykład dotyczy tzw. metody mieszane dopasowania jakości (*mix-quality-adjustment* lub *mix-adjustment stratification*, *matrix-method*, *cells-method*). Drugi to tzw. indeks powtórnej sprzedaży (*repeat sales*) z hedonicznym dopasowaniem jakości<sup>6</sup>.

#### Schemat 1.

#### Podział metod konstrukcji hedonicznych indeksów cen



Źródło: opracowanie własne na podstawie literatury.

Indeksy cenowe w obu tych metodach opierają się na swoistych koszykach reprezentantów, a korekta zmian jakościowych jest dokonywana poprzez zastosowanie metod hedonicznych – bezpośredniej w przypadku indeksu mieszane dopasowania, i pośredniej w przypadku indeksu powtórnej sprzedaży.

W przypadku metody mieszane dopasowania jakości, obserwowana jest zmiana cen sztucznie stworzonego koszyka cech mieszkaniowych. Koszyk ten to macierz wielowymiarowa, której wymiarami są zmienne określające atrybuty mieszkania, np. typ zabudowy, lokalizacja, powierzchnia użytkowa, itd. Komórki macierzy odzwierciedlają kombinacje wszystkich wartości atrybutów mieszkania, a zatem można powiedzieć, że są sztucznie stworzonymi reprezentantami segmentów rynku. W rzeczywistości mieszkania o parametrach identycznych jak parametry komórek macierzy mogą w ogóle nie występować. Tu wykorzystywane są modele hedoniczne, za pomocą których imputuje się cenę poszczególnych reprezentantów w każdym z okresów, a następnie wyznacza dynamikę cen imputowanych. Oczywiście wykorzystywany model hedoniczny jest uprzednio szacowany na rzeczywistych obserwacjach z danego okresu. Metoda mieszane dopasow-

<sup>6</sup> Określenia *metoda hybrydowa* na tego typu indeks używa m.in. Prud'Homme i in. (2004).

ania jakości jest więc w gruncie rzeczy indeksem hedonicznym wyznaczonym metodą charakterystyk. Najpierw metodą tą liczone są indeksy indywidualne (dla każdej komórki macierzy), a następnie – łączone w jeden indeks agregatowy (por. podpunkt 3.2.2). Przykładem takiego indeksu jest jeden ze wskaźników brytyjskiego rynku mieszkaniowego – indeks ODPM (2003).

W drugim przykładzie (indeksie powtórnej sprzedaży)<sup>7</sup> za koszyk reprezentujący rynek uznaje się nieruchomości mieszkaniowe, które w rozpatrywanym okresie czasu (najczęściej jest to kilka lat) były przedmiotem ponownego obrotu. Indeks odzwierciedla dynamikę cen tych powtórnie sprzedawanych nieruchomości. Ponieważ między momentem pierwszej i kolejnej sprzedaży mogły one ulec zmianie jakościowej (remonty, przebudowy, itp.), dynamika cen powinna zostać skorygowana o zmianę jakości (z uwzględnieniem różnic jakości porównywanych mieszkań). Korekty zmian jakości najczęściej dokonuje się poprzez wykorzystanie modeli hedonicznych. Indeks powtórnej sprzedaży z hedoniczną korektą jakości jest więc liczony z wykorzystaniem pośrednich metod wyznaczania hedonicznych indeksów cen (por. podrozdz. 3.1).

Literatura na temat indeksów hedonicznych jest bardzo bogata, a jej lektura uwiadacza brak standardów w kwestii nazewnictwa i klasyfikacji stosowanych metod. Na przykładzie rynku mieszkaniowego, w zależności od przyjętego kryterium, można podać kilka klasyfikacji hedonicznych indeksów cen. Za kryteria te można przyjąć:

- sposób konstrukcji koszyka np. *repeat sales*, *mix-adjustment*, średnia ważona, reprezentatywna nieruchomość, wagi w indeksie cen charakterystyk (por. podpunkt 3.2.2);
- sposób wykorzystania funkcji hedonicznej w formule indeksu – łącznie jako uzupełnienie metody reprezentantów (metody pośrednie) oraz traktując model hedoniczny jako samodzielny sposób na wyznaczenie indeksu (metody bezpośrednie);
- segmentację rynku mieszkaniowego (indeksy nowych mieszkań, indeksy cen mieszkań z rynku wtórnego, indeksy domów, itp).

Prezentowany w tym artykule podział metod konstrukcji hedonicznych indeksów cenowych odnosi się do kryterium drugiego, a więc sposobu wykorzystania informacji z modelu hedonicznego do konstrukcji indeksu cenowego. Podział na dwie grupy metod pośrednich i bezpośrednich został wypracowany w oparciu o analizę wielu opracowań teoretyczno-empirycznych z naciskiem na spójność z CPI Manual (ILO 2004) oraz monografię Triplett (2006). Okazuje się, że nawet w wąskim kręgu badaczy najbardziej zasłużonych dla rozwoju omawianej dziedziny pojawiają się znaczne rozbieżności w nazewnictwie i klasyfikacji indeksów hedonicznych. Przykładowo, określenie metoda imputacji (*imputation method*) jest używane przez Triplett i ILO dla dwóch różnych rodzajów metod, z kolei Silver i Heravi (2006) używają go dla metody określonej tu jako „metoda cen charakterystyk”. Co więcej, z rozbieżnościami tymi często trudno się spierać; w podanym przykładzie wszystkie trzy z wymienionych metod za pomocą modelu regresji imputują ceny dóbr. Rozbieżności te oraz brak wyraźnych standardów i jasnej klasyfikacji metod stanowi bardzo dużą przeszkodę dla badaczy zapoznających się z tą problematyką. W przypadku rynku mieszkaniowego międzynarodowe forum zajmujące się opracowaniem standardów statystyki gospodarczej rozpoczyna obecnie prace nad stworzeniem podręcznika dotyczącego kompilacji indeksów cenowych na rynku mieszkań. W dalszej części artykułu stosowana będzie wyłącznie przedstawiona wyżej klasyfikacja i nazewnictwo metod.

<sup>7</sup> Idea porównywania mieszkań powtórnie sprzedanych pojawiła się w latach 60. XX w. (por. Prud'Homme i in. 2004). Jej udoskonaleniem poprzez hedoniczną korektę jakości zajęli się w latach 80. i 90. XX w. m.in. Case, Quigley, Czapp, Giaccotto i Knight (Conniffe i in. 1999). Indeks powtórnej sprzedaży z hedoniczną korektą zmian jakości jest stosowany głównie na amerykańskim rynku mieszkaniowym, na którym relatywnie często dochodzi do powtórnej sprzedaży nieruchomości. Przykładem omawianego typu indeksu są wskaźniki rynku amerykańskiego – OFHEO HPI oraz S&P/Case-Schiller U.S. NHPI (Calhoun 1996; S&P 2008).

## 3

## Metody wyznaczania hedonicznych indeksów cen

Najczęściej stosowana postać funkcji hedonicznej to model regresji, zatem dla celów dalszych wyjaśnień stosowane będą zamiennie określenia funkcja i regresja hedoniczna. Ogólnie model regresji hedonicznej można zapisać w następujący sposób:

$$p_i^t = a_0 + \sum_{j=1}^J a_j z_{ij}^t + \varepsilon_i^t \quad (1)$$

gdzie  $p$  – cena dobra,

$a$  – współczynnik regresji,

$z$  – cecha dobra,

$i$  –  $i$ -te dobro,

$j$  –  $j$ -ta cecha dobra,

$J$  – liczba cech dobra uwzględniona w równaniu,

$t$  – indeks czasu,

$\varepsilon$  – składnik losowy.

W zdecydowanej większości badań empirycznych modele hedoniczne są modelami log-liniowymi<sup>8</sup>, dlatego w dalszej części artykułu wzory będą prezentowane dla tej postaci modelu:

$$\ln p_i^t = a_0 + \sum_{j=1}^J a_j z_{ij}^t + \varepsilon_i^t \quad (2)$$

Współczynniki powyższego modelu regresji,  $a_j$ , interpretuje się jako przeciętne ceny poszczególnych cech,  $z_j$ , badanego dobra  $i$ . Przyjmuje się, że ceny te odzwierciedlają nieobserwowalne, rynkowe wyceny poszczególnych charakterystyk dobra, a więc są wynikiem działania sił popytu i podaży (więcej na ten temat zob. Rosen (1974), Griliches (1961), którzy zapoczątkowali formalną analizę modeli hedonicznych). Nieobserwowane ceny charakterystyk dobra określane są jako ceny hedoniczne, implikowane lub domniemane (*hedonic or implicit prices*) (Rosen, 1974). Przy założeniach, że funkcja hedoniczna jest oszacowana prawidłowo (tzn. poprawna jest specyfikacja modelu, zależność funkcyjna między zmienną objaśnianą i objaśniającymi, oraz nie występują inne problemy ekonometryczne, związane najczęściej ze współliniowością zmiennych czy heteroskedastycznością składnika losowego), składnik losowy,  $\varepsilon^t$ , z równania (1) obrazuje niedoszacowanie lub przeszacowanie rynkowej ceny dobra względem ceny średniej wynikającej z cech tego dobra (jego jakości mierzonej ilością poszczególnych charakterystyk, takich jak wielkość mieszkania, liczba łazienek, nasłonecznienie, typ kuchni, itp.) oraz tego jak średnio cechy te wyceniane są przez rynek (Triplett 2006).

<sup>8</sup> Uzasadnienie i przykłady dotyczące rynku mieszkaniowego można znaleźć w każdej pracy empirycznej. Dla polskiego rynku mieszkaniowego uzasadnienie log-liniowej postaci funkcyjnej zob. Łaszek, Widłak (2008).

### 3.1 Metody pośrednie

Pośrednie metody szacowania hedonicznych indeksów cenowych mają zastosowanie dla indeksów koszykowych (inaczej metoda reprezentantów, *matched-models*). Przy badaniu wartości ustalonego koszyka reprezentantów modele regresji hedonicznej są wykorzystywane wyłącznie do korekty zmian jakości koszyka, która to zmiana zachodzi pod wpływem zmiany poszczególnych reprezentantów. Istnieje kilka wariantów zastosowania regresji hedonicznej w procesie korekty wskaźnika dynamiki cen o zmianę jakości dóbr (*quality adjustment*). W tej części zostaną przedstawione dwa podstawowe sposoby ich stosowania.

#### 3.1.1 Metoda imputacji (pośrednia)

Triplet (2006) wyjaśnia, że celem tej metody jest imputacja (oszacowanie, przypisanie) cen reprezentantów, które:

- znajdują się w koszyku, lecz nie można ustalić notowań ich cen (dobra stare, wycofywane z obrotu rynkowego);
- są dobrami nowymi, dopiero co pojawiającymi się w koszyku (takie, dla których wcześniej nie można było ustalić notowań cen, gdyż nie występowały na rynku);
- w przypadku zamiany reprezentanta starego na nowego.

Inaczej mówiąc, w metodzie tej za pomocą modelu regresji hedonicznej imputowane są ceny wybranych reprezentantów, dla których nie można ustalić ceny rzeczywistej w jednym z rozpatrywanych okresów, a które składają się na koszyk reprezentantów. Od imputacji (*impute*), czy inaczej – przypisania cen, wzięła się nazwa metody. Przez niektórych badaczy (Cartwright 1986; Pakes 2003 za: Triplett 2006) nazywana jest także metodą złożoną (*composite*) lub hybrydową (*hybrid*), dla określenia, że funkcja hedoniczna jest tu wykorzystywana tylko do wyznaczenia szacunkowych cen niektórych reprezentantów, a dynamika pozostałych jest wyznaczana konwencjonalnie – przez porównanie ich cen rzeczywistych.

Załóżmy, że w okresie  $t+1$  pojawia się nowy reprezentant dobra, oznaczmy go indeksem  $n$ . Dobra tego nie było w koszyku w poprzednim okresie  $t$ , zatem, aby móc wyznaczyć dynamikę jego ceny, należy cenę rzeczywistą z okresu  $t+1$  porównać z szacunkową ceną tego dobra z okresu  $t$ . Hedoniczny model cen (równanie (2)), oparty na danych z okresu  $t$ , posłuży do imputacji brakującej ceny. Cenę imputowaną dobra  $n$  należy zatem zapisać następująco<sup>9</sup>:

$$\hat{p}_i^t = \exp \left( a_0^t + \sum_{j=1}^J a_j^t z_{nj}^{t+1} \right) \quad (3)$$

Wówczas wskaźnik zmiany cen dobra  $n$  w okresie  $t+1$  w porównaniu do okresu  $t$  wynosi:

$$Index_n = \frac{P_n^{t+1}}{\hat{p}_n^t} \quad (4)$$

Dla przypadku, gdy w okresie  $t+1$  dla innego dobra  $m$ , będącego w koszyku reprezentantów w poprzednim okresie  $t$ , nie można ustalić ceny rzeczywistej (np. gdy zostało ono wycofane z obrotu), metodę imputacji stosuje się analogicznie do pierwszego przykładu. Regresję hedoniczną szacuje się na danych pochodzących z okresu  $t+1$  i podstawia do niej

<sup>9</sup> Przy czym Triplett (2006) za Wooldridgem (1999, s. 202) proponuje dodawać do szacunkowej ceny mieszkania wartość połowy wariancji resztowej w celach korekty obciążenia związanego z logarytmiczną postacią funkcyjną modelu. To samo rozwiązanie proponuje ILO (2004, s. 126).

wartości charakterystyk reprezentanta  $m$ . Z jednej strony szacowanie regresji na danych pochodzących z bieżących okresów powoduje znaczne opóźnienia w publikacji indeksu. Z drugiej strony dla zachowania symetrii informacji indeks agregatowy powinien zawierać szacowane zmiany cen reprezentantów pojawiających się i znikających z rynku. Algorytm ten stosuje się analogicznie w przypadku, gdy nowe dobro  $n$  ma zastąpić w koszyku reprezentantów stare dobro  $m$  o odmiennej jakości.

Agregatowy wskaźnik cen tworzy się łącząc indeksy indywidualne, przy czym dla niektórych reprezentantów są to indeksy opisane wzorem (4), a dla pozostałych – wskaźniki cen rzeczywistych. Należy oczywiście pamiętać, że jeśli dla symetryczności indeksu włączane są indeksy indywidualne dóbr  $n$  i  $m$ , to wówczas należy zwrócić uwagę na odpowiednie rozdysponowanie wag między nimi (Triplett 2006).

Ciekawe rozwiązanie proponują Silver i Heravi oraz Pakes (za: Triplett 2006) – tzw. indeks z podwójną imputacją (*double imputation* lub *complete hybrid*). W indeksie tym dla dobra  $n$  lub  $m$  ceny z obydwu okresów  $t$  i  $t+1$  (okresu występowania danego modelu i okresu, w którym go brakuje) zastępuje się cenami imputowanymi. Indeks ten można zatem zapisać wzorem:

$$Index_n = \frac{\hat{p}_n^{t+1}}{\hat{p}_n^t} \quad (5)$$

Uzasadnieniem dla takiej formuły jest interpretacja składnika losowego funkcji hedonicznej. Jedni interpretują składnik losowy jako miarę występującego na rynku przewartościowania lub niedowartościowania ceny dobra względem jego wartości dla konsumenta. Różnice ceny i wartości wynikają z różnic w preferencjach nabywców. Przy takiej interpretacji stosowanie metody z podwójną imputacją nie jest poprawne. Inni, jak Silver, Heravi czy Pakes twierdzą, że składnik losowy odzwierciedla głównie błąd specyfikacji funkcji hedonicznej, a więc zawiera w sobie informację o pominiętych w równaniu regresji istotnych zmiennych cenotwórczych (za: Triplett 2006). Tym uzasadniają słuszność stosowania metody podwójnej imputacji cen. Zachęcają oni do korzystania z formuły podwójnej imputacji tam gdzie specyfikacja funkcji regresji jest niewystarczająca. Triplett (2006) prezentuje przeciwstawne stanowisko – uważa, że błąd specyfikacji modelu powinien być eliminowany poprawną specyfikacją.

Mechanizm dostosowania wskaźników zmian cen do zmian jakościowych dóbr wykorzystywany w metodzie imputacji (lub podwójnej imputacji) najprościej wyjaśnić na przykładzie sytuacji, gdy w okresie  $t+1$  dobro  $n$  zastępuje w koszyku dobro  $m$ . Wówczas, dzięki zastosowaniu metody imputacji, wskaźnik zmiany ceny dobra  $n$  opiera się na tym samym zestawie charakterystyk, czyli  $z_n$ . Gdyby nie zastosowano metody imputacji, wtedy cena dobra  $n$  zostałaby porównana z ceną dobra  $m$ . Dobro  $n$  może być substytutem dobra  $m$ , ale ich wektory charakterystyk  $z_n$  i  $z_m$  będą zawsze różne.

### 3.1.2 Metoda hedonicznego dopasowania jakości

Metoda ta jest podobna do metody imputacji. Model hedoniczny służy do wyznaczenia składnika korygującego zmiany jakościowe dobra (*hedonic quality adjustment*). Następnie przy pomocy tego wskaźnika koryguje się wskaźnik zmiany cen.

Jeśli założymy, że dobro  $n$  zastępuje w okresie  $t+1$  dobro  $m$ , znajdujące się w koszyku w okresie  $t$  oraz nowe dobro  $n$  różni się od starego dobra  $m$  wektorem charakterystyk  $z_j$ , to wówczas różnicę jakości dóbr  $n$  i  $m$  można przedstawić za pomocą tzw. składnika korygującego  $A(h)$ . Wykorzystując oznaczenia użyte w równaniu (2), Triplett (2006) proponuje następującą wartość składnika korygującego jakość dobra  $n$ :

$$A(h) = \exp \sum_{j=1}^J a_j' \left( \frac{z_{nj}^{t+1}}{z_{mj}^t} \right) \quad (6)$$

ILO (2004) podaje nieznacznie różniący się składnik korygujący:

$$A(h) = \exp \sum_{j=1}^J a_j' (z_{nj}^{t+1} - z_{mj}^t) \quad (7)$$

Skorygowaną o różnice jakościowe cenę dobra  $n$  wyznacza się następująco ze wzoru:

$$\hat{p}_n^t = p_m^t * A(h) \quad (8)$$

Korzystając z równania (8), można obliczyć hedoniczny wskaźnik zmiany ceny dobra  $n$  w okresie  $t+1$ :

$$Index_n = \frac{p_n^{t+1}}{\hat{p}_n^t} \quad (9)$$

Analogicznie do metody imputacji wyliczoną za pomocą równania (9) dynamikę ceny zmieniającego się dobra podstawia się następnie do indeksu agregatowego.

Addytywną korektę jakości proponują Baascher i LaCroix za Triplettem (2006). Wówczas indeks wyznaczany jest ze wzoru (9), a cenę imputowaną dobra  $n$  zapisana jest następująco:

$$\hat{p}_n^t = p_m^t + (\exp \sum_{j=1}^J a_j' z_{nj}^{t+1} - \exp \sum_{j=1}^J a_j' z_{mj}^t) \quad (10)$$

Przedstawiony wyżej opis metod dotyczy przypadku, gdy nowe dobro  $n$ , sprawdzamy do porównywalności ze starym dobrem  $m$ . Oczywiście algorytm ten stosuje się także w drugą stronę, czyli gdy cenę pozostawionego w koszyku starego dobra  $m$  porównujemy z ceną odbitą nowego dobra  $n$ . Jednak ze względów praktycznych stosowane jest głównie podejście pierwsze. Wystarczy bowiem oszacować równanie regresji dla okresu bazowego  $t$ , a następnie stosować je dla wielu okresów przyszłych. Wskazane jest przy tym sprawdzanie zmian, jakie mogą zajść w modelu regresji poprzez szacowanie modeli hedonicznych dla nowych okresów i porównywanie wyników z modelu referencyjnego, a w razie znacznych różnic – zmiana tego modelu (ILO, 2004).

Triplett (2006) przeprowadza dowód formalny na to, że metoda hedonicznego dopasowania jakości nie różni się niczym od pośredniej metody imputacji wówczas, gdy regresje hedoniczne w obydwu przypadkach szacowane są na tym samym zbiorze danych. Z reguły jednak, w odróżnieniu od pozostałych metod, w metodzie dopasowania jakościowego model regresji jest szacowany na danych pochodzących z innych okresów lub na danych o innej długości okresu, a nawet na danych pochodzących z innych badań. Tylko w tym podejściu można oszacować funkcję hedoniczną i wyznaczyć indeks w oparciu o dwa różne zbiory danych. Jest to źródło praktycznych korzyści i dlatego też metoda ta jest najczęściej wykorzystywaną przez urzędy statystyczne.

### 3.2 Metody bezpośrednie

Mogą być one stosowane dla indeksów opartych o stały koszyk reprezentantów lub dla wszystkich dostępnych danych z danego okresu. W drugim przypadku stają się jednocześnie sposobem wyznaczania indeksu agregatowego. W przypadku rynków produktów niejednorodnych (dla których ustalenie stałego, tradycyjnego koszyka



reprezentantów jest praktycznie niemożliwe) często wykorzystuje się metody bezpośrednie do wyznaczeniu indeksu opartego na specyficznym rodzaju koszyka reprezentantów.

### 3.2.1 Metoda ze zmiennymi zero-jedynkowymi czasu (ZZC)

Ogólnie postać tego modelu można zapisać następująco:

$$\ln p_i^t = a_0 + \sum_{j=1}^J a_j z_{ij}^t + \sum_{t=2}^T b^t D^t + \varepsilon^t \quad (11)$$

gdzie  $D$  – zmienne zero-jedynkowe (0-1) czasu.

Metodę tę stosuje się w dwóch różnych wariantach, które autorka określa jako:

- metoda sąsiadujących okresów (*adjacent period approach*);
- metoda wszystkich okresów (*pooled- lub multi-pooled regression approach*).

W pierwszym wariantcie model wyznaczany jest dla danych z dwóch sąsiadujących ze sobą okresów i zawiera tylko jedną zmienną 0-1 czasu. W wariantcie drugim model regresji szacowany jest dla więcej niż dwóch następujących po sobie okresów i zawiera o jeden mniej niż liczba okresów zmiennych 0-1 czasu. W wariantcie dla dwóch sąsiadujących ze sobą okresów  $t=1$  i  $t=2$ , gdzie  $t=1$  jest okresem bazowym (zgodnie ze wzorem w modelu pominięta jest zmienna  $D^{t=1}$ ), indeks hedoniczny cen ma postać:

$$Index = \exp(b^{t=2}) \quad (12)$$

Jest on skorygowanym jakościowo indeksem hedonicznym cen dobra. Wartość indeksu pokazuje, jak zmienił się ogólny poziom cen po uwzględnieniu innych zmiennych cenotwórczych dobra – jego charakterystyk  $z_j$ . Dekompozycja ceny na zmienne czasowe i inne cenotwórcze zmienne, jakimi są cechy dobra  $z_j$ , a także interpretacja współczynników regresji *ceteris paribus* sprawiają, że wyrażenie z równania (12) należy interpretować jako wskaźnik „czystej” zmiany cen, a więc niezależnej od efektów różnic jakościowych badanych dóbr.

Analogicznie, jeśli model (11) jest szacowany na danych z kilku (dwóch lub więcej) okresów, indeksy zmiany cen należy wyznaczyć każdorazowo ze wzoru (12), uogólniając go na przypadek  $b^t$ .

W metodzie ZZC wszystkich okresów współczynniki regresji,  $a_j$ , odzwierciedlają przeciętne wartości wycen rynkowych poszczególnych cech dobra pochodzące ze wszystkich rozpatrywanych okresów. Sprowadza się to do przyjęcia założenia, że w szacowanych okresach wyceny rynkowe poszczególnych charakterystyk dobra są stałe. Trudno się zgodzić z tym założeniem; jest ono podstawowym źródłem krytyki metody ZZC czasu (Tripplett 2006; Conniffe, Duffy 1999 i inni).

### 3.2.2 Metoda cen charakterystyk

Odmienne od metody ZZC, w metodzie cen charakterystyk przyjmowane jest założenie, że ceny implikowane charakterystyk dobra są zmienne z okresu na okres. Zwolennicy tego podejścia twierdzą, że zamiana ceny całkowitej dobra wywołana jest zmianą cen implikowanych. Przykładowo, pod wpływem mody nabywcy mieszkań zaczynają preferować aneksy kuchenne, a nie kuchnie zamknięte. Wówczas cena implikowana zmiennej o wartości „kuchnia zamknięta” będzie maleć, co może doprowadzić do spadku ceny całkowitej mieszkania (*ceteris paribus*). Inny przykład dotyczy komputerów – malejące ceny pamięci komputerowych powodują obniżkę cen samych komputerów. W oparciu o to założenie w metodzie cen charakterystyk wykorzystuje się ceny implikowane w ważonej, konwencjonalnej formule indeksu cenowego.

Dla porządku należy rozwinąć kwestię nazewnictwa tej metody. Triplett (2006) przytacza te używane przez siebie i innych. I tak Griliches, który jako pierwszy podał ideę tworzenia indeksów hedonicznych, nazywa tę metodę *price-of-characteristics index*. Innymi często spotykanymi nazwami są: *characteristic price index*, *price index for characteristics*, *hedonic index of characteristics' prices*, a także *direct characteristics method* oraz *alternative direct measure of the price change* lub *single period method*. Ze względu na teoretyczne i statystyczne własności towarzyszące tej metodzie, w literaturze występuje ona jako *superlative and exact hedonic index* (ILO, 2004). Silver i in. (2003, 2006) określają tę metodę bardziej ogólnie jako *hedonic imputation*. Rzeczywiście, może ona być uznana za szczególnie przypadkowy przypadek metody imputacji opisywanej w tym artykule. Uporządkowanie nazw jest ważną częścią procesu klasyfikowania metod hedonicznych, pozwala uniknąć niepotrzebnych rozbieżności i niezrozumienia wśród badaczy, a wreszcie ułatwia dalsze studia tematu. Do określenia tej metody autorka zastosuje nazwę zaproponowaną wcześniej (Łaszek, Widłak 2008) – metoda (indeks) cen charakterystyk.

Metoda ta wymaga, aby dla każdego z badanych okresów szacowany był odrębny model regresji hedonicznej zapisany wzorem (2). Interpretacja współczynników regresji stojących przy poszczególnych zmiennych objaśniających równania (2) pozwala na zbudowanie indeksu cen wykorzystującego tradycyjne formuły Laspeyresa, Paaschego (w konsekwencji także superlatywne indeksy Fishera, Tornqvista, Walsha). Wówczas jest to agregatowy indeks cech badanego dobra (cech mieszkania), a jego wagami są reprezentujące rynek ilości tych cech. Korzystając z modelu zapisanego równaniem (2), wskaźnik zmiany cen między okresem  $t$  i  $t+1$  będzie miał następujące postacie:

- index cen charakterystyk typu Laspeyresa:

$$Index = \frac{\exp \sum_{j=0}^J a_j^{t+1} q_j^t}{\exp \sum_{j=0}^J a_j^t q_j^t} \quad (13)$$

- index cen charakterystyk typu Paaschego:

$$Index = \frac{\exp \sum_{j=0}^J a_j^{t+1} q_j^{t+1}}{\exp \sum_{j=0}^J a_j^t q_j^{t+1}} \quad (14)$$

gdzie  $q$  – ilość danej cechy.

Wagi  $q_j$  mogą być sumą ilości cech poszczególnych  $i$ -tych jednostek dobra lub mogą wyrażać wielkość średnią danej cechy w badanej populacji (Triplett 2006; Nellis i in. 2005). Przykładowo, jeśli badany jest indeks zmiany cen dwóch mieszkań o powierzchni 30 i 40 m<sup>2</sup>, to wówczas  $q_1$  może wynosić 70 lub 35 m<sup>2</sup>. Dla zmiennych typu jakościowego (np. rodzaj kuchni) wagi odzwierciedlają udział danej cechy w badanej próbie.

Stosując tę formułę przyjmuje się, że nabywcy kupując np. mieszkanie są tak naprawdę zainteresowani nabyciem pewnego zbioru cech mieszkaniowych, a nie mieszkania jako takiego. Kupują oni pewien określony zbiór cech mieszkania, tj. 60 m<sup>2</sup> powierzchni użytkowej, jasną kuchnię, balkon, centralną lokalizację budynku, dobrą komunikację z centrum, bliskość szkół, itp. Jest to podejście zaproponowane przez Lancastera (za: Hendler 1975; Brachinger, Beer 2009) i wiąże się z subiektywną oceną przez konsumenta poszczególnych atrybutów mieszkania. Ostateczna wartość cen implikowanych cech (a w konsekwencji ceny całkowitej mieszkania) zależy m.in. od indywidualnych gustów i preferencji kupujących, a także od ich dochodów (por. Lancaster 1971 za: Hendler 1975; Brachinger, Beer 2009; Rosen, 1974; ILO 2004).

### 3.2.3 Metoda imputacji (bezpośrednia)

Metoda ta prezentowana jest przez ILO (2004). Korzystając z równania (2) wyznacza się model regresji hedonicznej na danych z okresu  $t+1$  (lub  $t$  w zależności od tego, czy chodzi o indeks o stałym czy bieżącym okresie referencyjnym), a następnie przez podstawienie do oszacowanego równania wartości charakterystyk dóbr z okresu  $t$  ( $t+1$ ) imputuje się tym dobrom ceny, które korespondują z okresem  $t+1$  ( $t$ ). Oszacowane w ten sposób ceny dóbr będą określać jako ceny odbite (*shadow prices*). Nazwę nasuwa interpretacja tak wyznaczonych cen; są one prawdopodobnymi (przypisanymi) cenami z okresu  $t+1$  ( $t$ ) dóbr sprzedanych w okresie  $t$  ( $t+1$ ). Indeks wyznaczony za pomocą tej metody ma formę poniższych wzorów:

$$Index = \frac{\sum_{i=1}^N \frac{1}{N} \hat{p}_i^{t+1}(z_i^t)}{\sum_{i=1}^N \frac{1}{N} p_i^t(z_i^t)} \quad (15)$$

lub

$$Index = \frac{\sum_{i=1}^N \frac{1}{N} p_i^{t+1}(z_i^{t+1})}{\sum_{i=1}^N \frac{1}{N} \hat{p}_i^t(z_i^{t+1})} \quad (16)$$

gdzie  $N$  – suma badanych dóbr  $i$ ,

$\hat{p}(z_i)$  – cena odbita dobra  $i$ , będąca funkcją charakterystyk  $z_i$ ,

$p(z_i)$  – rzeczywista cena obserwowana dobra  $i$  o charakterystykach  $z_i$ .

Przykładowo,  $\hat{p}_i^{t+1}(z_i^t)$  oznacza cenę odbitą wyliczoną przez podstawienie do równania regresji hedonicznej oszacowanej na próbie danych z okresu  $t+1$ , charakterystyk  $z_i$  dóbr sprzedanych w okresie  $t$ .

Korzystając z przekształconego równania (2), cenę odbitą dobra  $i$  w okresie  $t+1$  można wyznaczyć ze wzoru:

$$\hat{p}_i^{t+1} = \exp(a_0^{t+1} + \sum_{j=1}^J a_j^{t+1} z_{ij}^t) \quad (17)$$

Jak podaje ILO (2004), indeks może być oparty na średnich cenach rzeczywistych i odbitych lub może być średnią z indywidualnych indeksów cen badanych dóbr. Co sprzeczne prowadzi się do tego, że alternatywnie wzory (15) i (16) można zapisać następująco:

$$Index = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N \frac{\hat{p}_i^{t+1}(z_i^t)}{p_i^t(z_i^t)} \quad (18)$$

lub

$$Index = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N \frac{p_i^{t+1}(z_i^{t+1})}{\hat{p}_i^t(z_i^{t+1})} \quad (19)$$

Metoda ta, podobnie jak dwie pierwsze z grupy metod bezpośrednich, stosowana jest zarówno dla wszystkich obserwacji z danego okresu (całej badanej populacji), jak i dla ustalonego koszyka reprezentantów (Triplet 2006). Bezpośrednia metoda imputacji różni się będzie wówczas od metody pośredniej tym, że jest wyznaczana dla wszystkich reprezentantów, a nie tylko dla tych dóbr, które wypadły lub/i pojawiły się w koszyku. W bezpośredniej metodzie imputacji kontrola zmian jakości dóbr w porównywanych okre-

sach odbywa się przez porównanie ceny rzeczywistej i odbitej, wyznaczonej dla tego samego wektora charakterystyk,  $z_j$ . Indeksy przedstawione wzorami (15–19) obrazują zatem „czystą” (dla tych samych wektorów  $z_j$ , a więc bez różnic jakościowych) zmianę ceny między okresami  $t$  i  $t+1$ . Podstawowa różnica między zastosowaniem równań (15, 16) i (18, 19) polega na tym, że w pierwszym podejściu model regresji hedonicznej musi być wyznaczany na danych z okresu bieżącego, a w drugim – na danych z okresu bazowego. Jeśli zostanie przyjęty jeden okres bazowy, wówczas, stosując podejście drugie, wystarczy wyznaczyć jeden model regresji, a następnie stosować go dla bieżących okresów.

---

## 4

### Porównanie metod – wybrane aspekty empiryczne i teoretyczne

---

Hedoniczne indeksy cen są z powodzeniem stosowane na świecie począwszy od lat 60. XX w. Metody pośrednie wykorzystywane do korekty jakości zmian koszyka stosuje się w wielu przypadkach w statystyce publicznej zarówno w indeksach CPI, jak i PPI (ILO 2004; Triplett 2006). Metody bezpośrednie przeznaczone są do konstrukcji indeksów sektorowych, głównie dla rynków dóbr wysoce heterogenicznych i szybko zmieniających się, np. rynek mieszkań oraz rynek produktów IT. Mimo długiego okresu rozwoju i popularyzacji metod hedonicznych nadal istnieje wiele nierozwiązanych i spornych kwestii teoretycznych i empirycznych, związanych z ich stosowaniem. Na gruncie tych dyskusji powstają liczne prace badawcze, a zakres ich problematyki jest bardzo szeroki. Na podstawie doświadczeń z badań własnych oraz badań literatury w tej części artykułu autorka chciałaby jedynie zasygnalizować (lista ta nie jest wyczerpująca), z jakiego typu problemami przyjdzie zmierzyć się badaczowi podejmującemu pracę nad hedonicznymi indeksami cen. Wiele z rozważanych problemów nie zostało do końca rozwiązanych, co stanowi otwarte pole badawcze. Autorka przedstawi je, odwołując się do zaprezentowanych w rozdziale trzecim metod i ich porównania.

#### 4.1 Dane

Podstawową trudnością w konstrukcji indeksów hedonicznych jest dostępność danych. Oszacowanie dobrej jakości modelu regresji wymaga bowiem dużych zbiorów obserwacji. Zbiory te powinny zawierać dokładną informację o cechach badanych dóbr, a dokładniej, o wszystkich cechach, które determinują cenę dobra. Przykładowo, modele cen mieszkań poza fizycznymi charakterystykami samego mieszkania (powierzchnia użytkowa, rodzaj kuchni, dodatkowe pomieszczenia, itp.) powinny zawierać tzw. zmienne lokalizacyjne (np.: odległość do ośrodków edukacyjno-kulturowych, terenów zielonych, centrów handlowych, centrów dużych miast, wskaźnik struktury społecznej, infrastruktura drogowa i wiele innych). Dopiero pełna informacja o cechach fizycznych nieruchomości i jej lokalizacji może odzwierciedlić rzeczywistość kształtowania się cen i umożliwić pełną specyfikację modelu<sup>10</sup>. Oczywiście podstawową sprawą dla szacowania i weryfikacji modeli hedonicznych jest wiedza ekonomiczna. Konwencjonalna metoda badania dynamiki cen ustalonych reprezentantów, w przeciwieństwie do metod wykorzystujących modele hedoniczne, nie stawia tak wysokich wymagań co do zasobów danych i wiedzy. W praktyce dostęp do odpowiednich zbiorów danych decyduje o wyborze metody. Przykładowo, jak podaje Triplett (2006), spośród metod pośrednich urzędy statystyczne najczęściej wybierają metodę hedonicznego dopasowania jakości (por. podpunkt 3.1.2), gdyż w przeciwieństwie do pozostałych umożliwia ona oszacowanie modelu na innym zbiorze danych niż zbiór uwzględniony w konstrukcji indeksu. Dostępność wiarygodnych danych jest jedną z podstawowych barier w stosowaniu metod hedonicznych i z pewnością jeszcze długo nią pozostanie.

---

<sup>10</sup> Więcej na temat dostępności i rodzaju danych wykorzystywanych w hedonicznym modelowaniu cen mieszkań zob. Łaszek, Widłak (2007, 2008) oraz Tomczyk, Widłak (2010).

## 4.2 Metoda reprezentantów a metody hedoniczne

Bezpośrednie metody wyznaczania indeksów hedonicznych powstały jako alternatywa dla konwencjonalnej metody reprezentantów, i dlatego literatura skupiająca się na analizie różnic między tymi metodami jest dość obszerna. Podnoszone kwestie dotyczą teorii, zastosowań i analizy wyników. Jednocześnie z jednej strony porównania przeprowadzane są zarówno pomiędzy metodami koszykowymi z konwencjonalnymi metodami kontroli zmian jakościowych<sup>11</sup>, jak i korektami hedonicznymi (metody pośrednie), a z drugiej strony z metodami bezpośrednimi, głównie metodą ZCC lub metodą cen charakterystyk. Analizowane są także różnice zastosowań modeli bezpośrednich dla reprezentantów i dla danych niedopasowanych (np. Silver, Heravi 2006).

Najczęściej przedmiotem porównań są różnice formalne (Silver, Heravi 2006; Diewert 2007; Triplett 2006), różny sposób ważenia danych i dopasowania jakościowego oraz aspekty praktyczne (takie jak dostępność danych) i wreszcie różnice wyników (gdy indeksy oparte są na tych samych próbach danych; por. np. Aizcorbe, Pho 2005).

Co do kwestii formalnej, częstym pytaniem jest, czy hedoniczny indeks cen w formule metody ZCC jest zgodny ze teorią indeksów statystycznych<sup>12</sup>. Zgodnie z tą teorią statystyczny indeks cenowy powinien być wyznaczany na podstawie jednej z określonych formuł: Laspeyresa, Paaschego, Fishera lub ich dalszych modyfikacji.

W pewnych warunkach odpowiedź na powyższe pytanie jest pozytywna i zależy przede wszystkim od postaci funkcyjnej regresji hedonicznej. Triplett (2006) przeprowadza formalny dowód. Zakładając, że funkcja hedoniczna dana równaniem (11) zawiera tylko jedną zmienną zero-jedynkową czasu i jest regresją logistyczną, przekształca on estymator MNK dla współczynnika  $b^1$ . Przekształcenie to pokazuje, że indeks ZCC jest geometryczną średnią cen dobra z okresu  $t$  i  $t+1$ , podzieloną przez wyrażenie dotyczące dopasowania jakościowego. Jeśli dodatkowo estymator regresji będzie WMNK<sup>13</sup>, to wówczas indeks ten będzie odpowiednio ważoną średnią geometryczną cen z okresu  $t$  i  $t+1$ , podzieloną przez ważne wyrażenie dopasowania jakościowego. Dla liniowej funkcji hedonicznej formuła indeksu po wyprowadzeniu okazuje się arytmetyczną średnią cen z okresu badanego i bazowego, od której odejmowane jest liniowe wyrażenie dopasowania jakościowego, będące jednocześnie liniowym indeksem ilości charakterystyk dobra. Podobnie dla innych postaci funkcji regresji hedonicznej uzyskujemy inne postacie konwencjonalnych formuł indeksów cenowych.

Wykorzystując to wyprowadzenie Triplett (2006, s. 57) pokazuje dalej, że indeks z metody ZCC (postać logistyczna) szacowanej dla ustalonego koszyka reprezentantów jest równy indeksowi cen ze zwykłej metody reprezentantów w formule nieważonego indeksu geometrycznego. To samo można pokazać dla innej niż geometryczna formuły indeksu i innej niż liniowa zależności funkcyjnej ujętej w modelu regresji hedonicznej. Zatem gdyby wziąć pod uwagę dokładnie tych samych reprezentantów (koszyk pozostaje stały w okresie bazowym i badanym), wyniki indeksu hedonicznego i metod konwencjonalnych są takie same. Stąd wniosek, że metody hedoniczne będą znajdowały zastosowanie przede wszystkim w przypadku tych produktów, dla których trudno jest wyznaczyć stały koszyk reprezentantów. Takimi dobrami z pewnością są mieszkania czy komputery.

Ciekawe wyniki dają badania szacujące wpływ wyboru metody kontroli jakości na wartość indeksu. Triplett i McDonald (2006, s. 56) przeprowadzili w tym zakresie badania indeksów cen lodówek. Polegały one na dekompozycji różnicy wartości pomiędzy indeksem wyznaczonym konwencjonalnie jako średnia arytmetyczna cen oraz

11 Np. porównanie bezpośrednie, metody typu *overlap*, oceny ekspertów i inne.

12 Index Number Theory – teoria indeksów statystycznych; określająca statystyczne i matematyczne własności wskaźników. Podsumowania tych własności dokonał E. Diewert. Zaproponował on także 9 testów sprawdzających poszczególne własności. Dobry indeks statystyczny powinien te warunki spełniać.

13 Wazona MNK; wagami jest liczba lub wartość transakcji (*sales-weighted regression*, Triplett 2006, s. 56).

hedonicznym indeksem cen w formule ZCC. Autorzy podzielili tę różnicę na część wynikającą z różnicy zastosowanej formuły (arytmetyczna a geometryczna) oraz część wynikającą z odmiennego podejścia do kontroli zmian jakościowych (metoda reprezentantów a model hedoniczny). Wyniki analizy pokazały, że tylko 10% całkowitej różnicy między wskaźnikami było spowodowane odmienną formułą indeksu, a pozostałe 90% wynikało z odmiennego sposobu dopasowania jakości.

Inną ważną różnicą pomiędzy metodą reprezentantów i hedonicznym indeksem cen w formule ZCC jest zakres wykorzystania dostępnych danych i informacji w nich zawartych.

Ponieważ hedoniczny indeks cen w formule ZCC w przeciwieństwie do metody reprezentantów z reguły opiera się na wszystkich danych dostępnych dla danego okresu, to uważa się, że dokładniej informuje on o rzeczywistych procesach cenowych. Można powiedzieć, że z biegiem czasu szereg wartości indeksu wyznaczonego z 0-1 zmiennej czasu nie dezaktualizuje się, gdyż model uwzględnia zmienność struktury produktu na rynku i w tym sensie jest bardziej aktualny od indeksów opartych na stałych koszykach reprezentantów.

Trzeba pamiętać, że wszystkie zalety indeksu hedonicznego wyznaczanego za pomocą którejkolwiek z metod bezpośrednich zachodzą, gdy model hedoniczny został poprawnie wyspecyfikowany. Z powodu błędów specyfikacji lub braku odpowiednich danych funkcja hedoniczna może pomijać ważne czynniki wpływające na cenę, a nie będące cechami samego produktu (np. w przypadku komputerów może to być serwis sklepu, w przypadku mieszkań – ocena firmy deweloperskiej lub pośrednika, jeśli mowa o mieszkaniu z rynku wtórnego). Ponadto, w modelach regresji występuje także błąd szacunku współczynników regresji. Potencjalne błędy specyfikacji modelu oraz błędy szacunku cen implikowanych mogą przemawiać na niekorzyść indeksów hedonicznych wobec metod konwencjonalnych. Kwestia ta łącznie z trudnością pozyskania danych sprawia, że bardzo często instytuty statystyczne decydują się pozostać przy metodach koszykowych, a funkcje hedoniczne wykorzystują do rozwiązania zastępowalności reprezentantów wypadających z koszyka (metody pośrednie). Niestety, jak zaznaczono wcześniej, w przypadku niektórych rynków zastosowanie metod koszykowych jest praktycznie niemożliwe.

### 4.3 Metoda ZCC a metoda cen charakterystyk

Spośród metod bezpośrednich najczęściej stosuje się metodę ZCC oraz metodę cen charakterystyk. Jak dotąd autorka nie spotkała się z zastosowaniem bezpośredniej metody imputacji. Dlatego też większość kluczowych zagadnień dotyczących metod bezpośrednich odnosi się do porównania tych dwóch metod.

Wielu teoretyków (m.in. ILO 2004; Triplett 2006; Diewert i in. 2007; Silver, Heravi 2006) argumentuje, że indeks cen charakterystyk z kilku powodów jest bardziej właściwy od hedonicznego indeksu cen z metody ZCC.

Po pierwsze, metoda cen charakterystyk ma zdecydowaną przewagę, wynikającą z łatwości nadania interpretacji ekonomicznej. Indeks wyznaczony tą metodą pokazuje „czystą” zmianę cen dobra, zobrazowaną zmianami cen implikowanych w danym okresie, w stosunku do cen implikowanych z okresu referencyjnego.

Po drugie, w myśl teorii indeksów statystycznych, indeks cen charakterystyk jest bliski wskaźnikowi idealnemu (dokładnemu; *exact*) (ILO 2004). W teorii dokładny indeks cen to taki, który odzwierciedla minimalną zmianę kosztów, jakie musi ponieść konsument, który po zmianie cen chce pozostać na dotychczasowym poziomie użyteczności (tzw. *Cost-of-Living index*). Indeksy cenowe typu Laspeyresa, najczęściej używane w indeksach CPI, są uznawane za dobre przybliżenie i górną granicę idealnych wskaźników cen. Dodatkowo,

używając metody cen charakterystyk, można skonstruować indeksy superlatywne, czyli takie, który nie wyróżniają żadnego z dwóch okresów – bazowego i bieżącego. Zgodność z teorią statystycznych indeksów cen oraz możliwość nadania interpretacji ekonomicznej hedonicznego indeksu cen charakterystyk są wymieniane jako jego główne zalety w porównaniu z metodą ZZC.

Kolejną zaletą metody cen charakterystyk jest możliwość jej zastosowania także do konstrukcji indeksów ilości charakterystyk. Griliches (1961) wykorzystał stworzone w ten sposób indeksy ilości do korekty zmian jakościowych koszyka dóbr. Podzielił on indeks cen ofertowych samochodów (składnik CPI) przez indeks ilości charakterystyk, uzyskując w ten sposób skorygowany o zmianę jakości indeks cenowy.

Innym praktycznym argumentem jest to, że w metodzie ZZC ostateczna formuła indeksu (tj. arytmetyczna czy geometryczna) determinowana jest przez zależność funkcyjną zmiennych objaśnianej i objaśniających w modelu hedonicznym. Niektórzy statystycy chcieliby natomiast z góry narzucić formułę indeksu. Inaczej jest w przypadku indeksu cen charakterystyk, gdzie kształt formuły indeksu nie zależy od postaci zależności funkcyjnej ceny i atrybutów dobra.

Jednak najpoważniejszym zarzutem wobec metody ZZC pozostaje założenie dotyczące stałości wycen atrybutów produktu we wszystkich uwzględnionych w modelu okresach. W rzeczywistości, zwłaszcza w przypadku niektórych produktów (np. komputerów), ceny poszczególnych składowych dobra zmieniają się dość dynamicznie z okresu na okres. Indeksy cen charakterystyk nie są przedmiotem tej krytyki, gdyż przyjmują założenie dokładnie odwrotne.

Conniffe i Duffy (1999) podnoszą to zagadnienie, opisując doświadczenia przy tworzeniu indeksu cen mieszkań (ESRI Index). Zwracają oni uwagę, że wybór pomiędzy metodami ZZC i metodą cen charakterystyk jest przede wszystkim związany z problemem stałości parametrów. Wybierając indeks cen charakterystyk należy przyjąć, że źródłem zmienności cen dobra między okresem  $t$  i  $t+1$  jest nieobserwowalna bezpośrednio na rynku zmiana wycen jego parametrów. Stosując indeks z metody ZZC zakłada się, że wyceny cech dobra są stałe we wszystkich okresach wziętych do modelu. Jeśli zatem wyceny te w rzeczywistości zmieniły się (np. wskutek zmiennych gustów lub kosztów produkcji), to założenie stałości wycen w modelu ZZC powoduje dodatkowe obciążenie składnika losowego. Z powyższych powodów Conniffe i Duffy (1999) nazywają metodę ZZC wszystkich okresów metodą z ograniczeniami (*constrained hedonic index*). Pewnym rozwiązaniem tego dylematu może być stosowanie metody ZZC sąsiadujących okresów w miejsce metody wszystkich okresów. Obszerne badania tego zagadnienia przeprowadzili także Silver i in. (2006) oraz Diewert i in. (2007).

Choć metodę ZZC krytykuje się za założenie stałości cen implikowanych to, jak zauważa Triplett (2006), krytycy nie sformalizowali dowodu będącego odpowiedzią na pytanie: czy założenie stałości współczynników regresji wpływa na wartość współczynnika stojącego przy zmiennej 0-1 czasu, a więc docelową wartość indeksu cenowego? Natomiast porównanie rezultatów badań empirycznych daje rozbieżne wnioski. Dla przykładu Triplett (2006) zestawiając wartości indeksu mierzonego obydwiema metodami pokazuje, że powyższa krytyka ma uzasadnienie. Z pracy Conniffe i Duffy (1999, s. 411) wynika, że indeks liczony metodą ZZC oraz metodą cen charakterystyk daje praktycznie identyczne rezultaty. W zastosowaniu empirycznym dla polskiego rynku mieszkaniowego Tomczyk i Widlak (2010) dochodzą do wniosków podobnych jak Conniffe i Duffy.

#### 4.4 Bezpośrednia metoda imputacji a metoda cen charakterystyk

Bliższe spojrzenie na metodę cen charakterystyk ujawnia, że jest ona szczególnym przypadkiem metody imputacji. W wyniku odpowiednich przekształceń (wyznaczenie indeksu o stałej podstawie np. według wzoru (15), przyjęcie średnich wartości cech



z ustalonego okresu bazowego za wektor charakterystyk  $z_j$  oraz podstawienie do mianownika, i licznika cen imputowanych) powstanie indeks podany wzorem (13).

Podstawową różnicą pomiędzy metodą cen charakterystyk i metodą bezpośredniej imputacji jest sposób ważenia obserwacji, czy inaczej sposób agregacji danych. W bezpośredniej metodzie imputacji, podobnie jak w metodzie ZZC, wagi dla każdej obserwacji są takie same. W metodzie cen charakterystyk przyjmuje się określony system wag i najczęściej jest nim średnia lub suma cech dla poszczególnych jednostek dobra (por. podpunkt 3.2.2). Z tej różnicy wynika, że o ile metoda cen charakterystyk nie musi odnosić się do całej populacji (regresje mogą być szacowane na próbach, a wagi są ustalane jednorazowo i stałe), o tyle dwie pozostałe metody bezpośrednie powinny być szacowane na całej populacji (wszystkie obserwacje) z danego okresu lub reprezentatywnej próbie obserwacji.

#### 4.5 Kwestie ekonometryczne

Odrębną grupą problemów przy konstrukcji modeli hedonicznych, wykorzystywanych następnie (w sposób pośredni lub bezpośredni) do konstrukcji indeksów hedonicznych, są problemy natury ekonometrycznej. Można tu wymienić następujące zagadnienia:

- wybór postaci funkcyjnej modelu;
- niestabilność parametrów regresji (może wynikać z dynamicznie zmieniających się warunków rynkowych, zmiennych gustów i kosztów, błędnej specyfikacji modelu lub z błędów samych danych);
- pominięcie ważnych zmiennych (problem błędnej specyfikacji modelu);
- wybór pomiędzy ważonym i nieważonym estymatorem oraz wybór rodzaju wag;
- współliniowość zmiennych;
- heteroskedastyczność składnika losowego;
- autokorelacja przestrzenna.

Trzy ostatnie punkty dotyczą przede wszystkim rynku mieszkaniowego. Rozwinięcie tych zagadnień można znaleźć w wielu pracach dotyczących zagranicznych rynków nieruchomości, a w przypadku rynku polskiego także w pracy Tomczyk, Widłak (2010).

---

## Podsumowanie

---

Przedstawione metody hedoniczne są podstawowymi sposobami korekty indeksów cenowych o zmiany jakości badanych dóbr. Metody te powinny być stosowane szczególnie do badania dynamiki cen dóbr wysoce heterogenicznych. Dla tego typu dóbr trudno badać dynamikę cen wykorzystując tradycyjną metodę reprezentantów, gdyż w każdym z badanych okresów potencjalni reprezentanci znacznie różnią się od siebie pod względem jakości. W takim przypadku zastosowanie mają przede wszystkim bezpośrednie metody hedoniczne. Metody pośrednie stosowane są wyłącznie jako dopełnienie metody koszykowej, w określonych sytuacjach, w których zachodzi konieczność imputacji brakujących cen lub korekty zmian jakości wybranych reprezentantów.

Kryterium dla podziału metod na pośrednie i bezpośrednie, zaproponowanego w tej pracy, jest sposób i zakres wykorzystania informacji z modelu hedonicznego. W metodach bezpośrednich indeks nie mógłby zostać wyznaczony bez oszacowania modelu regresji, w metodach pośrednich informacja z modelu nie jest konieczna do wyznaczenia indeksu; pełni ona rolę dodatkową jako narzędzie dostosowań indeksu do zmian jakości lub uzupełnienia brakujących obserwacji. W metodach bezpośrednich indeks jest wyznaczany wprost w równaniu regresji hedonicznej lub bezpośrednio z tego równania brane są ceny implikowane charakterystyk podstawiane następnie do konwencjonalnej formuły wskaźnika cen (Laspeyresa bądź Paaschego). Metody bezpośrednie mogą, ale nie muszą być stosowane dla indeksów opartych o koszyk reprezentantów; metody pośrednie są wyłącznie dopełnieniem metody koszykowej.

Indeks hedoniczny z metody ZC powstał jako alternatywa dla indeksu opartego o metodę koszykową. Jak pisze Triplett (2006), brak jest formalnych różnic pomiędzy tymi indeksami wówczas, gdy badany jest ustalony zestaw reprezentantów. Stąd wniosek, że metoda ZC będzie stosowana przede wszystkim na tych rynkach, na których ustalenie stałego koszyka reprezentantów wydaje się prawie niemożliwe. Największą przeszkodą w stosowaniu metod bezpośrednich jest jednak brak dostępności danych, obciążenie wyników indeksu błędami specyfikacji modeli hedonicznych, a w praktyce – niechęć do stosowania bardziej wymagających niż konwencjonalne metod konstrukcji indeksów statystycznych.

Wskaźnikowi cen charakterystyk w przeciwieństwie do wskaźnika z metody ZC łatwo jest nadać interpretację ekonomiczną. Ponadto, wykorzystując metodę cen charakterystyk, można utworzyć indeksy superlatywne. W metodzie cen charakterystyk (przeciwnie niż w często stosowanej metodzie ZC wszystkich okresów) przyjmuje się założenie zmienności wycen cech badanych dóbr, co jest zgodne z teoretycznym modelem wyceny hedonicznej. Dobrym rozwiązaniem problemów związanych z założeniem stałości parametrów w metodzie ZC jest stosowanie wariantu sąsiadujących okresów. Na szczególną uwagę zasługuje to, że w niektórych badaniach empirycznych wyniki indeksów z metody ZC wszystkich i sąsiadujących okresów są zbieżne.

Dla rynku mieszkaniowego najczęściej stosowane są indeksy wyznaczone metodą ZC oraz indeks cen charakterystyk. Metoda cen charakterystyk jest specyficzną formą metody koszykowej. Śledzi ona zmianę cen koszyka cech dobra. Ceny reprezentantów (cech badanego dobra) nie są bezpośrednio obserwowane na rynku lecz pochodzą z modelu hedonicznego (ceny implikowane). Bardzo ciekawym indeksem cen mieszkań, wykorzystującym metodę cen charakterystyk i dokładnie reprezentującym rynek poprzez zastosowanie jego stratyfikacji, jest indeks mieszanego dopasowania jakości (por. rozdział 2). O indeksie tego typu można powiedzieć, że odzwierciedla on zmianę cen stałego

koszyka reprezentującego rynek (koszyk nie ulega zmianom jakościowym – jest stały), a model hedoniczny służy do imputacji cen reprezentantów. W podejściu tym ważne jest prawidłowe ustalenie sztucznej reprezentacji rynku badanego dobra i, podobnie jak w przypadku koszyków tradycyjnych, reprezentacja ta powinna być rewidowana. Metoda mieszanego dopasowania umożliwia wyznaczenie dynamiki nawet wtedy, gdy w badanych okresie brak jest obserwacji reprezentujących dany segment rynku. Sytuacje te są charakterystyczne dla pierwotnego rynku nieruchomości.

---

 Literatura
 

---

- Aizcorbe A., Pho Y. (2005), *Differences in Hedonic and Matched-Model Price Indexes: Do the weights matter?*, Departament of Commerce, Bureau of Economic Analysis working paper series, WP2005-06, Waszyngton.
- Brachinger H. W., Beer M. (2009), *The econometric foundations of hedonic elementary price indices*, Room document at the 11<sup>th</sup> Ottawa Group Meeting, Neuchatel.
- Bover O., Izquierdo M. (2001), *Ajustades de calidad en los precios: metodos hedonicos y consecuencias para la contabilidad nacional*, „Economic studies”, No. 70, Banco de Espana, Madryt.
- Calhoun Ch. (1996), *OFHEO House Price Index: HPI Technical Description*, OFHEO, Waszyngton.
- Conniffe D., Duffy D. (1999), *Irish house price indices – methodological issues*, „The Economic and Social Review” 30, s. 403–423.
- Diewert E. (2003), *Hedonic Regressions a Consumer Theory Approach*, [w:] C. R. Feenstra, M. D. Shapiro (red.), *Scanner Data and Price Indexes, NBER Book Series in Income and Wealth*, University of Chicago Press, s. 317–348.
- Diewert E. (2006), *Adjacent period dummy variable hedonic regressions and Bilateral Index Number Theory*, „Annales D’economie et de statistique”, 79/80, Paryż.
- Diewert E. (2007), *Hedonic imputation versus time dummy hedonic indexes*, „Discussion Paper” No. 007-07, Department of Economics, University of British Columbia, Vancouver.
- Diewert E., Heravi S., Silver M. (2007), *Hedonic Imputation versus Time Dummy Hedonic Indexes*, „IMF Working Paper”, 07/234.
- Griliches (1961), *Hedonic Price Indexes for Automobiles: An Econometric of Quality Change*, [w:] *The Price Statistics of the Federal Government*, NBER, Chicago.
- Griliches (1988), *Hedonic price indexes and the measurement of capital and productivity: some historical reflections*, „NBER working papers series”, No. 2634, Cambridge.
- Hendler R. (1975), *Lancaster’s new approach to consumer demand and its limitations*, „The American Economic Review”, Vol. 65, No. 1.
- ILO (2004), *Consumer Price Index Manual: Theory and Practice*, International Labour Organisation, Genewa.
- Kucharska-Stasiak E. (2004), *Nieruchomość a rynek*, PWN, Warszawa 2004.
- Łaszek J. A., Widłak M. (2007), *Indeksy rynkowych cen mieszkań jako narzędzie badania rynku*, „Finansowanie Nieruchomości”, 3(12), s. 4–11.
- Łaszek J. A., Widłak M. (2008), *Badanie cen na rynku mieszkań prywatnych zamieszkałych przez właściciela z perspektywy banku centralnego*, „Bank i Kredyt”, 8, s. 12–41.
- ODPM (2003), <http://www.communities.gov.uk/documents/housing/pdf/141410.pdf>.
- Prud’Homme M., Sanga D., Shum H., (2004), *From average to hedonic price indexes: a preliminary Investigation into various measures of trends in existing house prices using MLS data for Ottawa*, artykuł zaprezentowany na 28th General Conference of The International Association for Research in Income and Wealth, Cork.

- S&P (2008), *Case – Shiller Home Price Indices, index methodology*, <http://www.scribd.com/doc/14548164/Case-Shiller-Housing-Index-Method>.
- Silver M., Heravi S. (2003), *The measurement of quality-adjusted price changes*, [w:] C. R. Feenstra, M. D. Shapiro (red.), *Scanner Data and Price Indexes*, NBER Book Series in Income and Wealth, University of Chicago Press, s. 277–316.
- Silver M., Heravi S., (2006), *The Difference Between Hedonic Imputation Indexes and Time Dummy Hedonic Indexes*, „IMF Working Paper”, 06/181, Paryż.
- Tomczyk E., Widłak M. (2010), *Konstrukcja i własności hedonicznego indeksu cen mieszkań dla Warszawy*, „Bank i Kredyt” 41/1.

