

UNIwersytet Gdański – Wydział Ekonomiczny

mgr Anna Romanowska

**EKONOMICZNE I ŚRODOWISKOWE UWARUNKOWANIA
ROZWOJU RYNKU NIERUCHOMOŚCI MIESZKANIOWYCH
W POLSCE**

Rozprawa doktorska napisana
w Katedrze Transportu i Handlu Morskiego
pod kierunkiem

dr hab. Anety Oniszczyk-Jastrzębek, prof. UG

promotor pomocniczy
dr hab. Piotr Oskar Czechowski, prof. PAN

Sopot 2026

STRESZCZENIE

Rozprawa poświęcona jest analizie zależności pomiędzy jakością środowiska miejskiego, w szczególności jakością powietrza, a funkcjonowaniem rynku nieruchomości mieszkaniowych w Polsce. Jakość środowiska stanowi istotny element warunków życia w dużych aglomeracjach i może wpływać nie tylko na dobrostan mieszkańców, lecz również na decyzje ekonomiczne gospodarstw domowych. Rynek nieruchomości mieszkaniowych, ze względu na silne powiązanie z lokalizacją i cechami otoczenia, stanowi szczególnie adekwatny obszar badania oddziaływania czynników środowiskowych na procesy rynkowe.

Celem rozprawy była empiryczna ocena wpływu zmian poziomu stężeń zanieczyszczeń powietrza na funkcjonowanie rynku nieruchomości mieszkaniowych. Analiza obejmowała zarówno poziom cen transakcyjnych mieszkań, jak i liczbę zawieranych transakcji na rynku pierwotnym i wtórnym. Badanie przeprowadzono w trzech aglomeracjach Polski, tj. Gdańsku, Krakowie i Warszawie charakteryzujących się wysokimi cenami nieruchomości mieszkaniowych, a jednocześnie odmiennymi uwarunkowaniami środowiskowymi. Zakres czasowy analiz obejmował lata 2010–2022, co pozwoliło na identyfikację zależności w długim horyzoncie czasowym.

Podstawy teoretyczne pracy odwołują się do klasycznych zależności popytowo-podażowych funkcjonujących na rynku nieruchomości, rozszerzonych o perspektywę ekonomii środowiskowej, ekonomii ekologicznej oraz koncepcję zrównoważonego rozwoju. W części empirycznej zastosowano sekwencyjne podejście badawcze obejmujące analizę skupień, analizę składowych głównych oraz uogólnione modele regresji (GRM). Tak skonstruowany aparat badawczy umożliwił identyfikację złożonych relacji pomiędzy zanieczyszczeniami powietrza a poziomem cen oraz aktywnością transakcyjną na rynku mieszkaniowym, w tym interakcji oraz zróżnicowania reakcji pomiędzy segmentami rynku.

Uzyskane wyniki potwierdziły istnienie zależności pomiędzy czynnikami środowiskowymi a funkcjonowaniem rynku nieruchomości mieszkaniowych. Jednocześnie wykazano, że charakter tego oddziaływania nie jest jednorodny i różni się pomiędzy analizowanymi aglomeracjami oraz segmentami rynku. W Gdańsku wpływ jakości powietrza widoczny był przede wszystkim w zmianach liczby transakcji, przy braku istotnego przełożenia na poziom cen mieszkań. W Krakowie zanieczyszczenia powietrza oddziaływały zarówno na ceny, jak i na wolumen obrotu, przy szczególnym znaczeniu stężeń NO_2 . W Warszawie zidentyfikowano najbardziej złożony układ zależności, obejmujący zarówno reakcje cenowe, jak i zmiany liczby zawieranych transakcji.

Na podstawie wyników badań wyróżniono trzy mechanizmy oddziaływania jakości powietrza na rynek nieruchomości mieszkaniowych: ekonomiczny, związany z odzwierciedleniem warunków środowiskowych w poziomie cen mieszkań; urbanistyczny, w którym poziomy zanieczyszczeń mogą pośrednio odzwierciedlać cechy lokalizacji oraz intensywność funkcji miejskich oraz behawioralny, odnoszący się do sposobu postrzegania jakości środowiska przez uczestników rynku. Weryfikacja hipotez badawczych potwierdziła znaczenie czynników środowiskowych w kształtowaniu cen i aktywności transakcyjnej, przy czym skala i charakter tych zależności różniły się pomiędzy badanymi aglomeracjami.

Rozprawa wnosi wkład do badań nad funkcjonowaniem rynku nieruchomości poprzez połączenie perspektywy ekonomicznej i środowiskowej w analizie procesów rynkowych. Zastosowane podejście metodyczne stanowi rozszerzenie tradycyjnych badań opartych na modelach hedonicznych, umożliwiając identyfikację bardziej złożonych i nieliniowych zależności pomiędzy czynnikami środowiskowymi a rynkiem nieruchomości mieszkaniowych. Uzyskane wyniki wskazują również na znaczenie jakości środowiska jako czynnika różnicującego lokalne rynki mieszkaniowe, co może mieć istotne implikacje dla polityki miejskiej i planowania przestrzennego.

Słowa kluczowe: rynek nieruchomości mieszkaniowych, jakość środowiska miejskiego, jakość powietrza, zanieczyszczenia powietrza, ceny transakcyjne mieszkań, aktywność transakcyjna, ekonomia środowiskowa, ekonomia ekologiczna, zrównoważony rozwój, modele regresji uogólnione (GRM), analiza składowych głównych (PCA), analiza skupień.

SUMMARY

The dissertation examines the relationship between urban environmental quality, particularly air quality, and the functioning of the residential real estate market in Poland. Environmental conditions constitute an important component of living standards in large urban areas and may influence not only the well-being of residents but also the economic decisions of households. Due to its strong connection with location and surrounding conditions, the residential property market provides an appropriate framework for analysing the economic effects of environmental factors.

The main objective of the dissertation was to empirically assess the impact of changes in air pollution concentration levels on the functioning of residential real estate markets. The analysis focused on two key dimensions of market activity: transaction prices of dwellings and the number of transactions concluded on both the primary and secondary housing markets. The study covered three Polish agglomerations – Gdańsk, Kraków, and Warsaw – which are characterised by some of the highest residential property prices in the country while simultaneously differing in their environmental conditions. The analysis was conducted for the period 2010–2022, allowing the identification of relationships over a relatively long-time horizon.

The theoretical framework of the dissertation is based on classical demand–supply relationships in real estate markets, supplemented by concepts derived from environmental economics, ecological economics, and sustainable development. In the empirical part of the study, a sequential analytical approach was applied, combining cluster analysis, principal component analysis, and Generalised Regression Models (GRM). This methodological framework enabled the identification of complex relationships between air pollution levels and both housing prices and transaction activity, including interactions and differences between market segments.

The results confirm the existence of relationships between environmental factors and the functioning of residential real estate markets. At the same time, the character and intensity of these relationships were found to vary between the analysed agglomerations and market segments. In Gdańsk, the influence of environmental factors was primarily reflected in changes in transaction volumes, without a significant effect on housing prices. In Kraków, air pollution affected both prices and transaction activity, with nitrogen dioxide (NO₂) playing a particularly important role. The most complex pattern of relationships was observed in Warsaw, where changes in air quality were associated with both price reactions and variations in the number of transactions.

Based on the empirical findings, three mechanisms through which air quality affects residential real estate markets were identified: an economic mechanism related to the reflection of environmental conditions in housing prices; an urban mechanism in which certain pollutants indirectly indicate locational attributes and the intensity of urban functions; and a behavioural mechanism related to how environmental conditions are perceived by market participants. The verification of research hypotheses confirmed the importance of environmental factors in shaping both housing prices and transaction activity, although the scale and nature of these relationships differed across the examined agglomerations.

The dissertation contributes to research on real estate markets by integrating economic and environmental perspectives in the analysis of market processes. The applied methodological approach extends traditional studies based on hedonic models by enabling the identification of more complex and non-linear relationships between environmental factors and residential property markets. The results also highlight the growing importance of environmental quality as a factor differentiating local housing markets, which may have important implications for urban policy and spatial planning.

Keywords: residential real estate market, urban environmental quality, air quality, air pollution, housing transaction prices, transaction activity, environmental economics, ecological economics, sustainable development, generalized regression models (GRM), principal component analysis (PCA), cluster analysis.

Lista publikacji

1. A. Romanowska, P. O. Czechowski, *Wpływ świadomości ekologicznej na podejmowanie decyzji ekonomicznych na przykładzie krakowskiego rynku nieruchomości w latach 2010–2020* [w:] A. Reiwer-Kaliszewska, C. Tatarczuk, J. Tomaszewski, W. Wosek (red.) *Zarządzanie bezpieczeństwem społeczeństw w dobie kryzysów*, monografia WSAiB, Bernardinum, Pelplin 2023.
2. P. O. Czechowski, A. Romanowska, E. Czernański, A. Oniszcuk-Jastrząbek, M. Wanagos, *An attempt to determine the relationship between air pollution and the real estate market in 2010–2020 in Gdańsk using GLM and GRM statistical models*, Sustainability 15 (3), 2471, 2023.
3. A. Romanowska, P.O. Czechowski, T. Owczarek, M. Szuszkiewicz, A. Oniszcuk-Jastrząbek, E. Czernański, *Model of the influence of air pollution and other environmental factors on real estate market in Warsaw*, Sustainability 17 (16), 7505, 2025.

SPIS TREŚCI

STRESZCZENIE	2
SUMMARY	4
Lista publikacji	6
WSTĘP	9
ROZDZIAŁ 1. RYNEK NIERUCHOMOŚCI I MODELE JEGO FUNKCJONOWANIA	13
1.1. Teoretyczne podstawy funkcjonowania rynku nieruchomości	13
1.1.1. Istota rynku nieruchomości	13
1.1.2. Klasyfikacja rynku nieruchomości	17
1.1.3. Cechy rynku nieruchomości	19
1.1.4. Funkcje rynku nieruchomości	23
1.2. Rozwój rynku nieruchomości w Polsce	25
1.3. Podmioty działające na rynku nieruchomości	47
1.4. Specyfika modelu funkcjonowania rynku nieruchomości na przykładzie nieruchomości mieszkaniowych	51
ROZDZIAŁ 2. WYBRANE DETERMINANTY I BARIERY ROZWOJU RYNKU NIERUCHOMOŚCI MIESZKANIOWYCH	55
2.1. Ekonomiczne uwarunkowania rozwoju rynku nieruchomości mieszkaniowych	55
2.2. Społeczne uwarunkowania rozwoju rynku nieruchomości mieszkaniowych	63
2.2.1. Czynniki demograficzne	64
2.2.2. Czynniki behawioralne	71
2.3. Prawne uwarunkowania rozwoju rynku nieruchomości	74
2.4. Bariery rozwoju rynku nieruchomości mieszkaniowych	84
ROZDZIAŁ 3. CZYNNIKI ŚRODOWISKOWE A POPYT, PODAŻ I CENY NA RYNKU NIERUCHOMOŚCI MIESZKANIOWYCH	87
3.1. Popyt i podaż w teorii ekonomii	87
3.2. Popyt, podaż i ceny na rynku nieruchomości mieszkaniowych	98
3.3. Analiza wybranych czynników środowiskowych wpływających na popyt, podaż i ceny na rynku nieruchomości mieszkaniowych	101
3.4. Charakterystyka geograficzno-ekonomiczna badanych aglomeracji oraz rynków nieruchomości mieszkaniowych	108
3.4.1. Aglomeracja gdańska	108
3.4.2. Aglomeracja krakowska	121
3.4.3. Aglomeracja warszawska	134
ROZDZIAŁ 4. WPŁYW POZIOMU ZANIECZYSZCZEŃ POWIETRZA NA CENY NIERUCHOMOŚCI MIESZKANIOWYCH W POLSCE – BADANIA WŁASNE	147
4.1. Koncepcja i ogólna charakterystyka przyjętej metodologii	147
4.2. Dane badawcze i ich wstępna charakterystyka	148
4.2.1. Źródła danych źródłowych i zakres badania	149
4.2.2. Pomiar i skale pomiarowe zmiennych	150
4.2.3. Wstępna analiza statystyczna i analiza współzależności	152
4.3. Diagnostyka i ocena jakości danych pomiarowych	158
4.4. Wybór postaci modeli i metody analizy empirycznej	165

4.4.1. Analiza skupień	166
4.4.2. Analiza składowych głównych (PCA).....	170
4.4.3. Model regresji wielorakiej (MKN).....	172
4.4.4. Ogólny model liniowy i modele GRM	174
4.4.5. Modele ANOVA i ANCOVA.....	177
4.5. Ocena dopasowania modeli do danych empirycznych.....	179
4.6. Schemat postępowania badawczego.....	181
ROZDZIAŁ 5. PREZENTACJA WYNIKÓW BADAŃ ANALIZA I	
INTERPRETACJA.....	183
5.1. Modele czynników zanieczyszczeń powietrza wpływających na liczbę sprzedaży i ceny lokali mieszkalnych w Gdańsku w latach 2010-2022.....	183
5.1.1. Analiza skupień, PCA i GRM dla liczby sprzedanych lokali mieszkalnych na rynku pierwotnym i wtórnym.....	183
5.1.2. Analiza skupień, PCA i GRM dla cen 1 m ² sprzedanych lokali mieszkalnych na rynku pierwotnym i wtórnym.....	192
5.2. Modele czynników zanieczyszczeń powietrza wpływających na ceny i liczbę sprzedaży lokali mieszkalnych w Krakowie w latach 2010-2022	199
5.2.1. Analiza skupień, PCA i GRM dla liczby sprzedanych lokali mieszkalnych	199
5.2.2. Analiza skupień, PCA i GRM dla cen transakcyjnych 1 m ² lokali mieszkalnych	209
5.3. Modele czynników zanieczyszczeń powietrza wpływających na ceny i liczbę sprzedaży lokali mieszkalnych w Warszawie w latach 2010-2022	218
5.3.1. Analiza skupień, PCA i GRM dla liczby sprzedanych lokali mieszkalnych na rynku pierwotnym i wtórnym.....	218
5.3.2. Analiza skupień, PCA i GRM dla cen transakcyjnych 1 m ² lokali mieszkalnych	228
5.4. Analiza porównawcza wpływu zanieczyszczeń powietrza na liczbę i ceny transakcyjne 1 m ² sprzedanych lokali mieszkalnych w Gdańsku, Krakowie i Warszawie w latach 2010-2022	237
5.4.1. Analiza wpływu zanieczyszczeń powietrza na liczbę transakcji na rynku pierwotnym i wtórnym w badanych aglomeracjach.....	237
5.4.2. Analiza wpływu zanieczyszczeń powietrza na ceny 1 m ² lokali mieszkalnych na rynku pierwotnym i wtórnym w badanych aglomeracjach	245
5.4.3. Porównawcza analiza przekrojowa wpływu zanieczyszczeń powietrza na rynki nieruchomości mieszkaniowych w badanych aglomeracjach na podstawie modelowania GRM.....	254
ZAKOŃCZENIE	257
OZNACZENIA ZMIENNYCH	263
SPIS TABEL	265
SPIS RYSUNKÓW	268
BIBLIOGRAFIA	273

WSTĘP

Jakość środowiska miejskiego, a w szczególności jakość powietrza, stanowi istotny element kształtujący poziom dobrobytu mieszkańców dużych aglomeracji. W miastach Europy Środkowo-Wschodniej problem zanieczyszczeń powietrza nabrał szczególnego znaczenia wraz z postępującą urbanizacją, wzrostem natężenia transportu indywidualnego oraz koncentracją aktywności gospodarczej, co skutkuje utrzymywaniem się podwyższonych poziomów emisji w środowisku miejskim. Zjawiska te mają wymiar nie tylko zdrowotny i społeczny, lecz także ekonomiczny, wpływając na decyzje gospodarstw domowych oraz mechanizmy funkcjonowania rynków lokalnych.

Rynek nieruchomości mieszkaniowych jako segment związany z lokalizacją i warunkami otoczenia stanowi szczególnie adekwatny obszar analizy wpływu jakości środowiska na procesy rynkowe. Jakość powietrza może wpływać zarówno na poziom cen mieszkań, jak i na skalę obrotu na rynku nieruchomości, odzwierciedlając preferencje nabywców. W literaturze przedmiotu zagadnienie to jest coraz częściej podejmowane, jednak dotychczasowe badania koncentrują się głównie na reakcjach cenowych, często przy założeniu jednorodnego i liniowego oddziaływania zanieczyszczeń. Relatywnie rzadziej analizowany jest wpływ jakości powietrza na liczbę transakcji, a jeszcze rzadziej oba te wymiary rozpatrywane są łącznie.

Istotną luką badawczą pozostaje ograniczona liczba analiz porównawczych obejmujących kilka rynków lokalnych funkcjonujących w odmiennych warunkach środowiskowych i urbanistycznych. Duże polskie aglomeracje Gdańsk, Kraków i Warszawa należą do rynków o najwyższych poziomach cen nieruchomości mieszkaniowych w Polsce, a jednocześnie charakteryzują się wyraźnie zróżnicowanym poziomem i strukturą zanieczyszczeń powietrza. Zestawienie rynków o podobnym znaczeniu ekonomicznym, lecz odmiennych uwarunkowaniach środowiskowych, umożliwia identyfikację wpływu jakości powietrza na poziom cen oraz liczbę transakcji na rynku nieruchomości mieszkaniowych.

Dodatkowym wyzwaniem badawczym jest wielowymiarowy charakter zanieczyszczeń powietrza. Poziomy stężenie poszczególnych substancji odnoszą się do różnych aspektów funkcjonowania miasta. Część z nich bezpośrednio odzwierciedla zagrożenia zdrowotne, inne natomiast pośrednio wskazują na intensywność procesów urbanizacyjnych i natężenie ruchu komunikacyjnego. Ich wpływ na rynek nieruchomości może ujawniać się zarówno w postaci samodzielnych efektów poszczególnych zanieczyszczeń, jak i poprzez ich współwystępowanie oraz interakcje. Uzasadnia to potrzebę zastosowania narzędzi analitycznych umożliwiających

jednoczesną ocenę tych zależności, z uwzględnieniem segmentacji metrażowej rynku mieszkaniowego, rodzaju rynku oraz zróżnicowania przestrzennego i czasowego. W tym kontekście istotne jest zastosowanie podejścia badawczego łączącego analizę zmian cen mieszkań ze zmianą liczby transakcji w długim okresie. Umożliwia ono pełniejsze uchwycenie reakcji rynków lokalnych na presję środowiskową niż analizy ograniczone wyłącznie do cen.

Elementem wyróżniającym badanie jest przyjęcie długiego okresu analizy obejmującego lata 2010-2022. Umożliwia to identyfikację zależności pomiędzy jakością powietrza a rynkiem nieruchomości mieszkaniowych przy ograniczeniu wpływu krótkookresowych wahań koniunkturalnych.

Zastosowane w pracy sekwencyjne podejście metodyczne, obejmujące analizę skupień, analizę składowych głównych oraz uogólnione modele regresji (GRM), umożliwia uchwycenie złożonej struktury zależności pomiędzy czynnikami środowiskowymi a rynkiem nieruchomości mieszkaniowych.

Rozprawa doktorska jest osadzona w ramach głównego nurtu ekonomii i ma charakter empiryczno-analityczny. Podstawę teoretyczną stanowią klasyczne zależności popytowo-podażowe, w których ceny i liczba transakcji traktowane są jako rezultat oddziaływania czynników rynkowych oraz uwarunkowań zewnętrznych, w tym środowiskowych. Ujęcie to zostało rozszerzone o perspektywę ekonomii środowiskowej, ekonomii ekologicznej oraz koncepcji zrównoważonego rozwoju, w ramach których czynniki środowiskowe analizowane są jako elementy wpływające na decyzje ekonomiczne i alokację zasobów w przestrzeni miejskiej.

Problemem badawczym rozprawy jest rozpoznanie zależności pomiędzy czynnikami środowiskowymi a zróżnicowaniem cen oraz liczby transakcji na rynku mieszkaniowym w największych miastach Polski.

Celem głównym rozprawy jest empiryczna ocena wpływu zanieczyszczeń powietrza na funkcjonowanie rynków nieruchomości mieszkaniowych, analizowanych w oparciu o ceny 1 m² mieszkań oraz liczbę transakcji, z uwzględnieniem segmentacji metrażowej, rodzaju rynku oraz zróżnicowania przestrzennego w Gdańsku, Krakowie i Warszawie w latach 2010–2022. Teza główna zakłada istnienie wpływu czynników środowiskowych na rynek nieruchomości mieszkaniowych w Polsce.

Realizacji celu głównego podporządkowano następujące hipotezy badawcze:
Hipoteza 1. *Odzwierciedleniem świadomości skutków zdrowotnych, ekonomicznych i psychofizycznych zanieczyszczeń powietrza jest skłonność do zapłaty wyższej ceny za nieruchomości mieszkaniowe położone na terenach o dobrej jakości powietrza.*

Hipoteza ta ma charakter kluczowy, gdyż stanowi empiryczne rozwinięcie tezy głównej rozprawy i zakłada istnienie mierzalnego wpływu czynników środowiskowych na poziom cen nieruchomości.

Hipoteza 2. *Wpływ zanieczyszczeń powietrza na ceny nieruchomości mieszkaniowych jest zróżnicowany pomiędzy aglomeracjami miejskimi.*

Hipoteza ta odnosi się do zróżnicowania lokalnych uwarunkowań urbanistycznych, środowiskowych i rynkowych, które mogą modyfikować skalę i strukturę oddziaływania czynników środowiskowych.

Hipoteza 3. *Skala oddziaływania jakości powietrza na ceny nieruchomości mieszkaniowych zależy od ogólnego poziomu zanieczyszczeń w danej aglomeracji.*

Hipoteza ta zakłada względny charakter tego wpływu, zależny od ogólnego poziomu warunków środowiskowych w mieście, a nie wyłącznie od pojedynczych zmian poszczególnych parametrów jakości powietrza.

Hipoteza 4. *Zanieczyszczenia powietrza oddziałują na ceny nieruchomości mieszkaniowych zarówno poprzez efekty główne, jak i poprzez interakcje pomiędzy poszczególnymi substancjami.*

Hipoteza ta uwzględnia wielowymiarowy charakter zanieczyszczeń i zakłada, że ich wpływ nie ogranicza się do niezależnych oddziaływań pojedynczych czynników.

Tak sformułowane hipotezy wyznaczają ramy analiz empirycznych realizowanych w dalszej części rozprawy, a ich weryfikacja umożliwi pogłębioną ocenę znaczenia czynników środowiskowych w funkcjonowaniu rynków mieszkaniowych.

Struktura rozprawy została podporządkowana realizacji przyjętego celu badawczego i weryfikacji postawionych hipotez. Obejmuje ona część teoretyczną, metodologiczną oraz empiryczną wraz z interpretacją wyników i sformułowaniem wniosków.

Pierwszy rozdział ma charakter teoretyczny i poświęcony jest omówieniu istoty oraz specyfiki rynku nieruchomości. Przedstawiono w nim podstawowe pojęcia i klasyfikacje rynku nieruchomości, jego cechy i funkcje, a także podmioty uczestniczące w jego funkcjonowaniu. Szczególną uwagę poświęcono rynkowi nieruchomości mieszkaniowych, co stanowi punkt odniesienia do dalszych analiz. Rozdział zawiera również zarys rozwoju rynku nieruchomości w Polsce oraz charakterystykę modelu jego funkcjonowania w odniesieniu do nieruchomości mieszkaniowych.

Rozdział drugi dotyczy identyfikacji wybranych determinant oraz barier rozwoju rynku nieruchomości mieszkaniowych. Omówiono w nim ekonomiczne, społeczne i prawne uwarunkowania kształtujące popyt i podaż na rynku nieruchomości, a także główne bariery

ograniczające jego rozwój. Rozdział ten stanowi kontekst dla części empirycznej rozprawy, w której analizowany jest wpływ czynników pozarynkowych.

Rozdział trzeci poświęcony jest czynnikom środowiskowym determinującym popyt i podaż na nieruchomości mieszkaniowe. Przedstawiono w nim ujęcie popytu i podaży w teorii ekonomii oraz ich specyfikę na rynku nieruchomości mieszkaniowych. Następnie przeanalizowano wybrane czynniki środowiskowe wpływające na popyt, podaż i ceny mieszkań wraz z charakterystyką uwarunkowań ekonomiczno-społecznych i środowiskowych w badanych aglomeracjach. Stanowi to bezpośrednie wprowadzenie do części empirycznej rozprawy.

Rozdział czwarty ma charakter metodologiczny. Przedstawiono w nim przyjętą koncepcję badawczą oraz procedurę identyfikacji modeli przyczynowo-skutkowych. Obejmowała ona dobór danych źródłowych wraz z ich wstępną analizą statystyczną oraz zagadnienia związane ze skalami pomiarowymi, analizą współzależności i oceną jakości danych. Omówiono również podstawy analizy skupień, analizy składowych głównych oraz użytych modeli regresji, a także kryteria oceny dopasowania modeli do danych empirycznych. Rozdział ten stanowi podstawę metodyczną dla interpretacji wyników badań własnych.

Rozdział piąty zawiera prezentację wyników badań empirycznych oraz ich analizę wraz z interpretacją. W pierwszych podrozdziałach zaprezentowano wyniki dla poszczególnych aglomeracji Gdańska, Krakowa i Warszawy oddzielnie dla rynku pierwotnego i wtórnego oraz dla cen 1 m² mieszkań i liczby transakcji, z wykorzystaniem analizy skupień, analizy składowych głównych oraz uogólnionych modeli regresji. Następnie przeprowadzono analizę porównawczą wpływu zanieczyszczeń powietrza na funkcjonowanie rynków mieszkaniowych w badanych miastach, umożliwiającą określenie podobieństw i różnic w mechanizmach oddziaływania czynników środowiskowych.

Powyższe ustalenia stanowią wprowadzenie do zasadniczej części rozprawy.

ROZDZIAŁ 1. RYNEK NIERUCHOMOŚCI I MODELE JEGO FUNKCJONOWANIA

1.1. Teoretyczne podstawy funkcjonowania rynku nieruchomości

1.1.1. Istota rynku nieruchomości

Analiza definicji rynku prezentowanych w literaturze pozwala wyróżnić dwa podstawowe ujęcia. Pierwsze wiąże rynek z fizycznym miejscem, w którym w określonym czasie dochodzi do wymiany towarów i usług pomiędzy sprzedawcami a nabywcami. Ujęcie to we współczesnej gospodarce jest jednak niewystarczające, ponieważ znaczna część transakcji realizowana jest bez bezpośredniego kontaktu stron. Drugie ujęcie akcentuje relacyjny charakter rynku, definiując go przez pryzmat stosunków społeczno-ekonomicznych zachodzących pomiędzy jego uczestnikami. W tym nurcie w literaturze przedmiotu funkcjonują m.in. następujące definicje rynku:

- „rynek może być określony jako ogół stosunków zachodzących między podmiotami uczestniczącymi w procesie wymiany”¹,
- „forma poziomych więzi między różnymi podmiotami gospodarczymi i konsumentami próbującymi sprzedać lub kupić towar”²,
- „całokształt transakcji kupna i sprzedaży oraz warunków, w jakich one przebiegają”³,
- „ogół stosunków wymiennych zachodzących między podmiotami reprezentującymi nabywców a podmiotami reprezentującymi sprzedawców”⁴.

Z przytoczonych definicji wynika, że kluczowymi elementami rynku są jego uczestnicy, proces wymiany dóbr oraz ogół relacji zachodzących pomiędzy podmiotami rynkowymi. Proces wymiany dóbr nie ogranicza się wyłącznie do zawarcia transakcji, lecz obejmuje szereg następujących po sobie etapów:

- ujawnienie przez uczestników zamiarów zawarcia transakcji,
- konfrontację tych zamiarów z oczekiwaniami pozostałych uczestników rynku,
- mechanizm przetargowy⁵ polegający na porównaniu możliwości i oczekiwań stron oraz
- akt kupna - sprzedaży.

¹ W. Wrzosek, *Funkcjonowanie rynku*, PWE, Warszawa 2002, s. 13.

² M. Nasiłowski, *System rynkowy. Podstawy mikro- i makroekonomii*, Keytext, Warszawa 2000, s. 59.

³ R. Milewski, *Rynek, rodzaje i funkcje* w: *Elementarne zagadnienia ekonomii*, red. R. Milewski, Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa 1997, s. 31-32.

⁴ Mruk H. (red.), *Analiza rynku*, PWE, Warszawa 2003, s. 11.

⁵ W. Wrzosek, *op. cit.*, s. 15.

Stosunki wymiany obejmują zatem zarówno interakcje pomiędzy kupującymi a sprzedającymi, jak i relacje występujące w ich otoczeniu, określane mianem stosunków równoległych. Do relacji tych zaliczyć można m.in.: działania konkurencji, negocjacje oraz zmowy cenowe. Całokształt wskazanych relacji determinuje przebieg procesu wymiany pomiędzy stroną podażową i popytową.

Rynek może być analizowany zarówno w kategoriach procesu, jak i systemu. Ujęcie procesowe eksponuje dynamikę mechanizmów rynkowych, natomiast podejście systemowe kładzie nacisk na identyfikację elementów rynku oraz zachodzących między nimi związków⁶. Odnosząc te rozważania do rynku nieruchomości, należy zauważyć, że w literaturze - zarówno polskiej, jak i zagranicznej – podejmowano liczne próby jego zdefiniowania.

Kilka definicji rynku nieruchomości zaproponowała E. Kucharska – Stasiak, określając go jako:

- „działania i interakcje między ludźmi zajmującymi się kupnem, sprzedażą, wymianą, użytkowaniem i rozwijaniem nieruchomości,
- działalność gospodarcza, w wyniku której dochodzi do wymiany towarów,
- abstrakcyjny termin obejmujący wszystkie transakcje nieruchomościami w całym kraju,
- umowa, dzięki której kupujący i sprzedający spotykają się, by ustalić cenę, za którą dojdzie do wymiany danej własności”⁷.

Autorka silnie akcentuje proces wymiany, a także rozwój nieruchomości. Rozwój ten związany jest z inwestycjami (budowa, rozbudowa, remonty), które wymagają nakładów finansowych, co wskazuje na powiązania rynku nieruchomości z rynkiem finansowym. W kolejnej publikacji autorka ujęła definicję rynku nieruchomości w sposób syntetyczny, określając go jako: „(...) ogół stosunków wymiany i stosunków równoległych zachodzących pomiędzy uczestnikami rynku, tworzącymi popyt i podaż nieruchomości. Stosunki wymiany obejmują ujawnienie zamierzeń kupna i sprzedaży bądź najmu czy dzierżawy przez różne podmioty (ujęcie podmiotowe), wynajmowanie i wydzierżawianie różnego typu nieruchomości (ujęcie przedmiotowe), konfrontację zamierzeń a także mechanizm przetargowy, obejmujący procesy negocjacyjne. Istotą stosunków równoległych są konfrontacje zamiarów zachodzących zarówno między tworzącymi popyt na nieruchomości, jak i między tworzącymi podaż”⁸.

⁶ I. Foryś, *Społeczno-gospodarcze determinanty rozwoju rynku mieszkaniowego w Polsce. Ujęcie ilościowe*, Uniwersytet Szczeciński, Szczecin 2011, s. 31.

⁷ E. Kucharska- Stasiak, *Nieruchomość a rynek*, PWN, Warszawa 1997, s. 25.

⁸ E. Kucharska- Stasiak, *Nieruchomość w gospodarce rynkowej*, PWN, Warszawa 2008, s. 40.

Definicja ta wskazuje w pierwszej kolejności na relacje pomiędzy stroną popytową a podażową, a następnie odnosi się do obrotu prawami do nieruchomości - zarówno prawem własności, jak i prawem do korzystania z nieruchomości. Zaakcentowano również występowanie relacji nie tylko pomiędzy stronami transakcji, lecz także wewnątrz grup podmiotów tworzących popyt i podaż, co odzwierciedla złożoność rynku nieruchomości.

Podobne podejście zaprezentował Bryx w 2000 roku, określając rynek jako: „(...) proces wymiany, w którym potrzeby nabywców, wsparte ich środkami finansowymi, są zaspokajane przez sprzedających. W procesie tym obie strony wzajemnie uzgadniają rodzaj dobra (co do jakości i ilości), cenę, termin i miejsce dostawy towaru. Z punktu widzenia konkretnego jego segmentu – rynku nieruchomości, niezwykle precyzyjnie, a co więcej – niezmiennie, określone jest miejsce lokalizacji towaru (przedmiotu transakcji)”⁹.

Odminną definicję rynku nieruchomości proponował L. Kałkowski wskazując, że: „(...) rynek nieruchomości to pewna struktura, obejmująca ukształtowany zbiór wzajemnie ze sobą powiązanych uczestników procesu oferowania i wymiany nieruchomości, polegających na przekazywaniu praw własności i/lub praw do korzystania z nieruchomości oraz warunków, w których realizowane są te procesy”¹⁰. Autor podkreślił, że rynek stanowi spójny układ relacyjny, a nie jedynie zbiór transakcji. Zaznaczył również, że relacje rynkowe obejmują nie tylko wymianę, lecz także oferowanie, które wiąże się z informowaniem, promowaniem oraz pośrednictwem. Tym samym poddał krytyce definicję ujmującą rynek nieruchomości wyłącznie jako sumę transakcji, wskazując na ich nadmierne uproszczenie.

Bryx, analizując powyższą definicję, proponował systemowe podejście do rynku nieruchomości, definiując go jako system składający się z czterech podsystemów: obrotu, inwestowania, finansowania i zarządzania nieruchomościami. Każdy z nich jest pod wpływem sprzężeń wzajemnych z pozostałymi trzema elementami i jednocześnie oddziaływania otoczenia rynku nieruchomości, na które składa się system gospodarczy, społeczny, prawny i polityczny¹¹.

Ze względu na złożoność oraz niejednorodny charakter rynku nieruchomości, a także specyfikę samego przedmiotu obrotu, jego jednoznaczne umiejscowienie w strukturze systemu gospodarczego nie jest oczywiste. Przyjmując jako kryterium klasyfikacyjne przedmiot obrotu wyróżnia się rynek rzeczowy – obejmujący rynek dóbr konsumpcyjnych, dóbr inwestycyjnych

⁹ M. Bryx, *Rynek nieruchomości w Polsce i jego przekształcenia*, [w:] *Uwarunkowania rozwoju rynku nieruchomości w Polsce*, IFGN SGH, Warszawa 2000, s. 12.

¹⁰ L. Kałkowski (red.), *Rynek nieruchomości w Polsce*, Twigger, wyd.2, Warszawa 2003, s. 15.

¹¹ M. Bryx, *Rynek nieruchomości - System i funkcjonowanie*, Poltext, Warszawa 2006, s. 88.

oraz czynników produkcji, a także rynek finansowy, w skład którego wchodzi rynek pieniężny i kapitałowy¹². Zastosowanie powyższej typologii prowadzi do wniosku, iż rynek nieruchomości lokuje się jednocześnie w kilku segmentach gospodarki. W sytuacji, gdy nieruchomość nabywana jest przez gospodarstwo domowe w celach zaspokojenia własnych potrzeb mieszkaniowych, stanowi ona trwałe dobro konsumpcyjne, a tym samym funkcjonuje w obrębie rynku dóbr konsumpcyjnych. Odmiennie należy klasyfikować przypadek, w którym nieruchomość nabywana jest przez inwestora w celu osiągnięcia korzyści ekonomicznych, w szczególności dochodów czynszowych oraz potencjalnych przyrostów wartości. Wówczas przyjmuje ona charakter dobra inwestycyjnego, co uzasadnia jej lokowanie w segmencie rynku dóbr inwestycyjnych.

W literaturze przedmiotu prezentowany jest również pogląd, zgodnie z którym podstawowym sposobem inwestowania w nieruchomości jest posiadanie własnego domu lub mieszkania¹³. Koncepcja ta opiera się na założeniu, że właściciel uzyskuje korzyść z nieruchomości odpowiadającą wartości czynszu, który musiałby ponosić w przypadku najmu. Z tej perspektywy, zakup nieruchomości na własne cele mieszkaniowe łączy elementy właściwe zarówno rynku dóbr konsumpcyjnych, jak i inwestycyjnych.

Z kolei Begg klasyfikuje rynek nieruchomości w obrębie czynników produkcji¹⁴, do których zalicza się pracę, kapitał oraz ziemię. W tym ujęciu nieruchomość stanowi nie tylko dobro wytworzone, lecz również czynnik uczestniczący w procesie produkcji innych dóbr i usług, w tym usług mieszkaniowych.

Rynek nieruchomości może być także analizowany jako segment rynku finansowego ze względu na możliwość pośredniego inwestowania w nieruchomości poprzez nabywanie instrumentów finansowych związanych z tym sektorem, takich jak jednostki funduszy inwestujących w nieruchomości czy akcje spółek deweloperskich. Ze względu na długookresowy charakter tego rodzaju lokat kapitału, w ramach rynku finansowego rynek nieruchomości klasyfikowany jest jako element rynku kapitałowego.

¹² M. Trojanek, Uwarunkowania rozwoju rynku nieruchomości w Polsce, [w:] Uwarunkowania i rozwój rynku nieruchomości niezabudowanych na obszarach atrakcyjnych turystycznie w powiecie puławskim, red. E. Kacprzak, B. Maćkiewicz, P. Motka, Poznań, 2009, s. 12.

¹³ E. Nowak, E. Pielichaty, M. Poszwa, *Rachunek opłacalności inwestowania*, PWE, Warszawa 1999, s. 228.

¹⁴ D. Begg, S. Fischer, R. Dornbusch, *Mikroekonomia*, PWE, Warszawa 2007, s. 657.

1.1.2. Klasyfikacja rynku nieruchomości

W literaturze ekonomicznej funkcjonuje wiele kryteriów klasyfikacji rynku nieruchomości.

Do najczęściej stosowanych należą kryteria:

1. przeznaczenia,
2. podmiotowe i przedmiotowe,
3. zasięgu przestrzennego,
4. nabywanych praw do nieruchomości.

Uwzględniając kryterium przeznaczenia nieruchomości wyróżnia się:

- rynek nieruchomości mieszkaniowych – obejmujący lokale mieszkalne, budynki jednorodzinne i wielorodzinne, kamienice oraz grunty, przeznaczone pod zabudowę mieszkaniową,
- rynek nieruchomości komercyjnych – obejmujący nieruchomości przeznaczone do prowadzenia działalności gospodarczej, w tym handlowej i usługowej, takie jak budynki biurowe, handlowe czy hotele,
- rynek nieruchomości przemysłowych – związany z działalnością produkcyjną i obejmujący takie obiekty jak budynki fabryczne, zakłady produkcyjne, warsztaty rzemieślnicze, hale magazynowe, obiekty logistyczne czy kopalnie,
- rynek nieruchomości rolnych - obejmujący nieruchomości wykorzystywane do działalności rolniczej, w tym uprawy roślin, hodowli zwierząt oraz leśnictwa,
- rynek nieruchomości specjalnego przeznaczenia – obejmujący nieruchomości, których konstrukcja w istotnym stopniu ogranicza możliwość zmiany sposobu użytkowania. Do tej kategorii zalicza się m.in. obiekty sakralne, obiekty użyteczności publicznej, lotniska, pola golfowe, cmentarze czy obiekty militarne¹⁵.

Wskazane kategorie mogą podlegać dalszej dezagregacji, np. rynek mieszkaniowy można podzielić na pierwotny i wtórny¹⁶.

Z kolei przyjmując kryterium odnoszące się do strony podażowej i popytowej na rynku nieruchomości mieszkaniowych można wyróżnić:

¹⁵ M. Bryx, R. Matkowski, *Inwestycje w nieruchomości*, Poltext, Warszawa 2001, s. 55.

¹⁶ Rynek pierwotny nieruchomości obejmuje obrót nieruchomościami nowo wytworzonymi, które są sprzedawane po raz pierwszy, natomiast rynek wtórny obejmuje obrót nieruchomościami już istniejącymi, które były wcześniej przedmiotem własności i użytkowania, a ich sprzedaż następuje pomiędzy kolejnymi właścicielami. M. Bryx, *Rynek nieruchomości*, *op.cit.*, s. 117.

- rynek użytkowników – obejmujący podmioty nabywające nieruchomość w celu zaspokojenia własnych potrzeb mieszkaniowych,
- rynek lokat – obejmujący nieruchomości traktowane jako aktywa inwestycyjne, nabywane w celu osiągnięcia dochodu,
- rynek działań deweloperskich – w ramach którego tworzony jest nowy zasób nieruchomości, podlegający obrotowi na rynku użytkowników i lokat bądź też pozostający we władaniu dewelopera jako inwestora,
- rynek gruntów przeznaczonych na cele mieszkaniowe¹⁷.

Należy podkreślić, że rynek użytkowników, rynek aktywów finansowych oraz rynek gruntów odnoszą się do istniejącego zasobu nieruchomości, natomiast rynek działań deweloperskich tworzy strumień nowej podaży.

Stosując kryterium podmiotowe można wyróżnić rynki, na których przedmiotem obrotu jest:

- własność prywatna,
- własność publiczna – należąca do Skarbu Państwa i jednostek samorządu terytorialnego.

Uwzględniając natomiast kryterium przedmiotowe, należy odwołać się do definicji nieruchomości zawartej w art. 46 Kodeksu Cywilnego, zgodnie z którą wyróżnia się nieruchomości gruntowe, budynkowe i lokalowe. W konsekwencji, ze względu na przedmiot obrotu, można wyodrębnić:

- rynek nieruchomości gruntowych,
- rynek nieruchomości budynkowych,
- rynek nieruchomości lokalowych.

Istotnym kryterium klasyfikacyjnym jest również zasięg przestrzenny rynku. W tym ujęciu wyróżnia się rynek lokalny, regionalny, krajowy oraz międzynarodowy. Rynek lokalny obejmuje obszar ograniczony do najbliższego otoczenia uczestników rynku, a dominujące na nim transakcje dotyczą nieruchomości mieszkaniowych oraz niewielkich obiektów handlowo - usługowych. Rynek regionalny obejmuje szerszy zakres terytorialny i dotyczy często obiektów przemysłowych, administracyjnych czy usługowych. Zasięg tego rynku zdeterminowany jest przez poziom rozwoju infrastruktury, strukturę gospodarczą regionu, dostępność komunikacyjną a także uwarunkowania kulturowe i historyczne. Rynek krajowy obejmuje obrót nieruchomościami w granicach administracyjnych danego państwa

¹⁷ R. Trojanek, *Wahania cen na rynku mieszkaniowym*, Akademia Ekonomiczna, Poznań 2008, s. 14.

i dotyczy przede wszystkim nieruchomości komercyjnych oraz obiektów o znaczeniu ponadregionalnym. Rynek międzynarodowy wykracza poza granice jednego państwa, a przedmiotem obrotu są najczęściej obiekty związane z turystyką jak wysokiej klasy hotele, ale także lotniska, pałace czy zamki¹⁸.

Stosując kryterium nabywanych praw do nieruchomości – przedmiotem transakcji na rynku mogą być w szczególności: prawo własności, prawo użytkowania wieczystego oraz ograniczone prawa rzeczowe, w tym spółdzielcze własnościowe prawo do lokalu, użytkowanie, służebność, zastaw oraz hipoteka.

1.1.3. Cechy rynku nieruchomości

Specyfika rynku nieruchomości wynika przede wszystkim z unikatowych cech nieruchomości jako towaru i przedmiotu wymiany. Do kluczowych cech nieruchomości zaliczyć należy:

- **nieprzenaszalność (stałość lokalizacji)** – nieruchomość nie zmienia położenia wraz ze zmianą właściciela, przedmiotem obrotu są zatem prawa do nieruchomości. W kontekście ekonomicznym, stałość lokalizacyjna sprzyja opodatkowaniu oraz wykorzystywaniu jako zabezpieczenie kredytu, ponadto uniemożliwia przeniesienie nieruchomości na rynek o korzystniejszych warunkach cenowych, a jednocześnie powoduje silne uzależnienie jej wartości od cech otoczenia,
- **zróżnicowanie praw majątkowych** – przedmiotem obrotu mogą być różne prawa rzeczowe i obligacyjne związane z nieruchomością,
- **wysoka kapitałochłonność oraz długi okres użytkowania** – implikujące konieczność wykorzystania kapitału obcego oraz ponoszenia nakładów na remonty, a także wymagające wieloaspektowej analizy przy podejmowaniu decyzji inwestycyjnych,
- **deficytowość** – wynika z ograniczonego zasobu gruntów i wpływa na fluktuację wartości nieruchomości;
- **niepowtarzalność nieruchomości** – heterogeniczny charakter nieruchomości jest źródłem utrudnień przy dokonywaniu wyceny nieruchomości, a także oceny rentowności inwestycji, zwiększając zakres subiektywizmu w decyzjach inwestycyjnych.

¹⁸ E. Kucharka - Stasiak, Nieruchomość w gospodarce rynkowej, op. cit., s. 46.

Wymienione cechy nieruchomości jako przedmiotu transakcji mają bezpośredni i pośredni wpływ na specyfikę rynku nieruchomości. W literaturze wskazuje się w szczególności na następujące właściwości tego rynku¹⁹:

1. Niedoskonałość

Rynek nieruchomości nie spełnia założeń modelu konkurencji doskonałej, takich jak homogeniczność (jednorodność) produktów, doskonała wiedza o rynku, maksymalizacja użyteczności i zyskowności, duża liczba podmiotów pozbawionych siły umożliwiającej wpływ na cenę oraz swoboda wejścia i wyjścia. Nieruchomości są zróżnicowane fizycznie i ekonomicznie, a dostęp do informacji rynkowych jest ograniczony ze względu na poufność transakcji i niską przejrzystość rynku, na którym znaczny udział stanowią transakcje prywatne. Decyzje nabywców nie mają wyłącznie charakteru ekonomicznego, lecz motywowane są również względami subiektywnymi jak miejsce zamieszkania rodziny, miejsce pracy, moda czy sąsiedztwo. Wysoka kapitałochłonność nieruchomości stanowi istotną barierę wejścia, a obserwowane na rynku zachowania spekulacyjne oraz monopolistyczne mogą prowadzić do oddziaływania na poziom cen.

2. Niejednolitość

Rynek nieruchomości nie stanowi struktury jednorodnej, lecz obejmuje wiele subrynków wyodrębnionych według różnych kryteriów klasyfikacyjnych. W konsekwencji analiza rynku powinna odnosić się do konkretnych segmentów (np. rynku mieszkaniowego w określonej aglomeracji). Z różnorodnością rynków nieruchomości związany jest również ich niejednorodny rozwój uzależniony od lokalnych uwarunkowań popytowo-podażowych, struktury gospodarczej oraz specyfiki przestrzennej danego obszaru.

3. Mała elastyczność cenowa podaży i popytu

Ze względu na wysoką kapitałochłonność nieruchomości oraz długi cykl budowlany, podaż nieruchomości cechuje się sztywnością w krótkim okresie. Wzrost popytu skutkuje wzrostem cen, jednak nie wywołuje wzrostu podaży, która w krótkim okresie zależy od fazy realizacji inwestycji. Z kolei niska elastyczność cenowa popytu wynika z ograniczonej substytucyjności nieruchomości oraz faktu, że o zmianach w popycie w pierwszym rzędzie decydują zmiany potrzeb, nie zmiany cenowe²⁰. Mała

¹⁹ E. Kucharka - Stasiak, *Nieruchomość w gospodarce rynkowej*, op. cit., s. 43; M. Bryx, *Rynek nieruchomości - System i funkcjonowanie*, op. cit. s. 47; L. Kałkowski (red.), *Rynek nieruchomości w Polsce*, op. cit., s. 11; H. Henzel (red.), *Inwestycje na rynku nieruchomości*, Wyd. Akademii Ekonomicznej w Katowicach, Katowice 2004, s. 57.

²⁰ M. Bryx, *Rynek nieruchomości - System i funkcjonowanie*, op. cit., s. 53.

elastyczność popytu i podaży stanowią znaczące źródło występowania permanentnych stanów nierównowagi na rynku.

4. Niska efektywność rynku

Hipoteza rynku efektywnego zakłada, że bieżące ceny aktywów w pełni odzwierciedlają ich realną wartość. W konsekwencji ponadprzeciętna stopa zwrotu nie może być systematycznie osiągnięta bez ponoszenia dodatkowego ryzyka, a cena stanowi wystarczający sygnał alokacyjny dla uczestników rynku.

Autor koncepcji, Eugene E. Fama, wyróżnił trzy formy efektywności rynku: słabą, półsilną oraz silną. Hipoteza o słabej efektywności rynku zakłada, że ceny aktywów odzwierciedlają wszystkie informacje zawarte w danych historycznych. W ujęciu półsilnej efektywności rynku zakres informacji zawartych w cenie aktywa poszerzony został o wszystkie publicznie dostępne informacje, w tym raporty finansowe, analizy rynkowe czy wszelkie inne dane mogące wpływać na wycenę aktywów. Hipoteza o silnej efektywności rynku zakłada, że ceny aktywów odzwierciedlają wszystkie dostępne informacje, tj. publiczne, niepubliczne oraz poufne. W odniesieniu do rynku nieruchomości przyjmuje się, iż nie spełnia on założeń żadnej z powyższych form w pełnym zakresie, co uzasadnia kwalifikowanie go jako rynku o ograniczonej efektywności. Ograniczenia te mają charakter zarówno informacyjny, jak i strukturalny. Niska przejrzystość, ograniczona dostępność danych transakcyjnych oraz relatywnie niska płynność powodują, że ceny nie odzwierciedlają w sposób natychmiastowy i kompletny wszystkich istotnych informacji.

W literaturze wskazuje się ponadto na rozróżnienie pomiędzy efektywnością operacyjną a alokacyjną. Efektywność operacyjna odnosi się do zdolności rynku do realizacji transakcji przy minimalnych kosztach i odpowiedniej jakości. Ze względu na niepodzielność nieruchomości, ich stałą lokalizację oraz wysokie koszty transakcyjne, rynek nieruchomości cechuje się ograniczoną efektywnością operacyjną. Efektywność alokacyjna oznacza zdolność mechanizmu rynkowego do przesuwania zasobów tam, gdzie osiągają najwyższą wartość ekonomiczną. Rynek nieruchomości nie reaguje jednak elastycznie na zmiany po stronie popytu i podaży, co utrudnia alokację kapitału. Ponadto, asymetria informacji utrudnia sprawne dostosowania, znacznie osłabiając efektywność rynku. W konsekwencji, rynek nieruchomości określa się jako rynek o niskiej efektywności, co oznacza, że informacje jakimi dysponuje inwestor o wcześniej zawartych transakcjach - nie stanowią wystarczającej podstawy do opracowania w pełni

rentownych strategii inwestycyjnych²¹. Jednocześnie ograniczona transparentność cen utrudnia proces wyceny nieruchomości.

5. Lokalny charakter rynku

Ze względu na nieprzenaszalność, a także różnorodność i trwałość nieruchomości rynek ma przede wszystkim charakter lokalny. Rynek nieruchomości mieszkaniowych pozostaje w silnym związku z czynnikami o charakterze lokalnym, takimi jak struktura demograficzna, poziom dochodów, dostępność kredytu, stan zasobu mieszkaniowego czy dostępność gruntów pod zabudowę. Mimo globalizacji przepływów kapitałowych, które umożliwiają transgraniczne inwestowanie, sama nieruchomość pozostaje trwale związana z określoną lokalizacją, a jej wartość determinowana jest przede wszystkim przez uwarunkowania lokalne. Globalizacji podlega zatem kapitał oraz struktura własności, natomiast nie sam przedmiot inwestycji. Przykładowo, amerykański fundusz inwestycyjny może sprzedać prawo własności biurowca zlokalizowanego w Warszawie funduszowi z siedzibą w Hongkongu. Transakcja ta zmienia właściciela aktywa, jednak nieruchomość nadal funkcjonuje w ramach lokalnego rynku warszawskiego, a jej cena w znacznym stopniu kształtowana jest przez procesy zachodzące na lokalnym warszawskim rynku.

6. Szeroki zakres interwencji państwa

Rynek nieruchomości podlega istotnemu oddziaływaniu sektora publicznego poprzez instrumenty planistyczne, podatkowe, regulacyjne i programowe. Do najważniejszych należą miejscowe plany zagospodarowania przestrzennego, system podatkowy, regulacje czynszowe, ograniczenia w obrocie gruntami oraz programy polityki mieszkaniowej. Ponadto, sektor publiczny jest także integralną częścią rynku i funkcjonuje na nim jako deweloper, wynajmujący/ najemca, sprzedający / kupujący, a także inwestor współfinansujący duże inwestycje infrastrukturalne, wpływając na rynek nieruchomości zarówno w wymiarze lokalnym, jak i regionalnym czy krajowym.

7. Wymóg formalnej obsługi

Prawidłowe funkcjonowanie rynku nieruchomości wiąże się z koniecznością udziału wyspecjalizowanych podmiotów, takich jak rzeczoznawcy majątkowi, pośrednicy, zarządcy nieruchomości czy notariusze. Przyjęte w poszczególnych państwach rozwiązania dotyczące wymogów kwalifikacyjnych i uprawnień zawodowych w sektorze nieruchomości są wyraźnie zróżnicowane. Obejmują one zarówno systemy, w których

²¹ E. Kucharka - Stasiak, *Nieruchomość w gospodarce rynkowej*, op. cit., s. 52.

wykonywanie określonych zawodów uzależnione jest od posiadania formalnych uprawnień (np. rzeczoznawcy majątkowego w Niemczech), jak i rozwiązania o wysokim stopniu regulacji, wymagające dla wielu profesji odpowiedniego przygotowania akademickiego oraz spełnienia dodatkowych warunków formalnych (np. pośrednika w obrocie nieruchomościami we Francji). W Polsce ustawy obowiązek posiadania licencji dotyczy rzeczoznawcy majątkowego, natomiast zawody pośrednika i zarządcy zostały poddane deregulacji.

1.1.4. Funkcje rynku nieruchomości

Analiza specyfiki rynku nieruchomości prowadzi do wniosku, że w warunkach gospodarki rynkowej, pełni on szereg funkcji o charakterze zarówno ekonomicznym, jak i społecznym. W literaturze przedmiotu wskazuje się w szczególności na następujące funkcje²²:

1. Funkcję wymiany

Rynek nieruchomości stanowi mechanizm umożliwiający alokację oraz realokację praw majątkowych do nieruchomości, w tym ich sprzedaż, zakup lub najem, zgodnie z preferencjami właścicieli, inwestorów i użytkowników. Umożliwia on wymianę nieruchomości oraz usług z nimi związanych. Mechanizm ten nie ma charakteru w pełni autonomicznego, gdyż podlega wpływowi zarówno indywidualnych potrzeb uczestników rynku, jak i interwencji publicznych.

2. Funkcję informacyjną

Poprzez mechanizm cenowy rynek nieruchomości generuje informacje o cenie, odzwierciedlającej wartość wymienną nieruchomości. Ceny transakcyjne stanowią sygnał rynkowy dla uczestników rynku, w tym właścicieli, inwestorów oraz instytucji finansowych, kształtując ich ocenę wartości aktywów. W procesie określania wartości nieruchomości istotną rolę odgrywają również rzeczoznawcy majątkowi.

3. Funkcję korygowania sposobu wykorzystania przestrzeni

Właściciele i inwestorzy dążą do maksymalizowania wartości nieruchomości. W sytuacji, gdy alternatywne wykorzystanie gruntu generuje wyższą wartość ekonomiczną niż dotychczasowe zagospodarowanie, dochodzi do zmiany sposobu użytkowania, w tym do wyburzenia istniejącej zabudowy bądź realizacji nowych projektów

²² *Ibidem*, s. 57.

inwestycyjnych. W ten sposób rynek przyczynia się do efektywniejszej alokacji przestrzeni w długim okresie.

Rynek nieruchomości nie funkcjonuje w izolacji od otoczenia makroekonomicznego. Pozostaje zarówno pod wpływem zmian zachodzących w gospodarce, jak i sam oddziałuje na jej dynamikę. Wpływ ten może mieć charakter stymulujący, sprzyjając ożywieniu gospodarczemu bądź destabilizujący, gdy nierównowagi na rynku nieruchomości stają się źródłem kryzysów gospodarczych. Świadczy to zarówno o sile rynku nieruchomości, jak i jego znaczeniu dla funkcjonowania gospodarki.

Pozytywny wpływ sektora nieruchomości na gospodarkę przejawia się m.in w²³:

- udziale w tworzeniu produktu krajowego brutto – w Polsce w 2022 roku udział produkcji budowlano-montażowej w PKB wyniósł ok. 5,4%²⁴,
- dostarczaniu niezbędnych powierzchni do prowadzenia działalności,
- generowaniu dochodów podatkowych (np. podatek od nieruchomości, podatek dochodowy, podatek od sprzedaży i wzrostu wartości nieruchomości),
- udziale w absorpcji siły roboczej;
- relacji kredytu hipotecznego do PKB, która odzwierciedla skalę „odmrożenia” zaangażowanych w nieruchomości środków. Możliwość „odmrożenia” kapitału ma istotne znaczenie dla kreacji pieniądza i finansowania gospodarki.

Jednocześnie zmiany koniunktury gospodarczej wpływają na funkcjonowanie rynku nieruchomości poprzez:

- zmiany popytu na powierzchnię - wzrost dochodów i popytu na dobra konsumpcyjne zwiększa zapotrzebowanie na przestrzeń mieszkaniową i komercyjną, przy czym reakcje rynku mają charakter opóźniony ze względu na długoterminowe kontrakty i procesy dostosowawcze,
- zmiany w poziomie aktywności budowlanej – ożywienie gospodarcze powoduje wzrost popytu na przestrzeń i jednocześnie wzrost dochodowości nieruchomości, co sprzyja powstawaniu nowych projektów deweloperskich. Ze względu na czas realizacji inwestycji, ich efekty mogą się pojawić w odmiennych fazach cyklu koniunkturalnego,
- zmiany poziomu stóp procentowych – w fazie gospodarczego ożywienia, rośnie popyt na pieniądz inwestycyjny, w konsekwencji wzrasta jego cena wyrażona poziomem stóp

²³ E. Kucharska-Stasiak, *Podstawy funkcjonowania rynku nieruchomości. Ujęcie teoretyczne*, Wydawnictwo Uniwersytetu Łódzkiego, Łódź 2005, s. 16.

²⁴ Raport o sytuacji na rynku nieruchomości mieszkaniowych i komercyjnych w Polsce w 2022 r., NBP, Warszawa 2023, s. 14.

procentowych. Wzrost kosztu kapitału ogranicza dostępność kredytu hipotecznego oraz obniża atrakcyjność inwestycji w nieruchomości,

- zmiany atrakcyjności alternatywnych form lokowania kapitału – wraz z przechodzeniem gospodarki przez kolejne fazy cyklu koniunkturalnego, zmienia się rentowność poszczególnych instrumentów inwestycyjnych, a kapitał migruje w kierunku segmentu, który jest najbardziej atrakcyjny, wywołując zmiany wartości poszczególnych aktywów. Przy relatywnie wysokim oprocentowaniu lokat bankowych, zwiększonej zmienności na rynku akcji oraz wysokim koszcie kredytu ograniczającym aktywność na rynku nieruchomości, kapitał przepływa w kierunku depozytów bankowych. Jednocześnie wzrost stóp procentowych prowadzi do spadku cen obligacji i wzrostu ich rentowności, natomiast w dłuższym okresie zwiększona podaż środków w sektorze bankowym sprzyja obniżeniu oprocentowania lokat i kredytów,
- oczekiwania dotyczące przyszłych trendów rozwoju gospodarki – zachowania uczestników rynku nieruchomości są kształtowane w znacznym stopniu przez oczekiwania przystosowawcze, oparte na doświadczeniach z przeszłości²⁵.

1.2. Rozwój rynku nieruchomości w Polsce

Geneza współczesnego rynku nieruchomości w Polsce sięga okresu międzywojennego, w którym obrót nieruchomościami, w szczególności mieszkaniowymi, funkcjonował w warunkach gospodarki rynkowej, opartej na mechanizmie popytu i podaży. W strukturze własności dominowała własność prywatna, według danych z 1921 roku obejmowała ona ok. 96% zasobu mieszkaniowego²⁶. Rola państwa ograniczała się przede wszystkim do stworzenia ram prawnych, mechanizmów finansowych oraz ochrony lokatorów. Ustawa z 1922 roku o rozbudowie miast i utworzeniu Państwowego Funduszu Budowlanego wprowadziła mechanizmy kredytowe i ulgi sprzyjające rozwojowi budownictwa, w tym spółdzielczego, natomiast akty prawne z lat 1919–1924 ustanowiły system ochrony najemców.

Okres II wojny światowej przyniósł głębokie zmiany zarówno w zakresie zasobu mieszkaniowego, jak i stosunków własnościowych. Zniszczenia wojenne - wg szacunków Ministerstwa Odbudowy oraz danych ze spisu mieszkaniowego z 1946 roku - objęły ok. 1,5- 1,6 mln mieszkań. Równocześnie rozpoczął się proces powszechnej nacjonalizacji. Kluczowe

²⁵ M. Ball, C. Lizieri, B. D. MacGregor, *The Economics of Commercial Property Markets*, Routledge, London, New York 1998, s. 152-153.

²⁶ A. Andrzejewski, *Sytuacja mieszkaniowa w Polsce w latach 1919-1974*, PWE, Warszawa 1977, s. 87.

znaczenie dla rynku nieruchomości miały dekrety PKWN, tj. z września 1944 roku oraz grudnia 1945 roku. Na mocy pierwszego z nich, powołano komisje mieszkaniowe, które decydowały o przydziale lokali według kryteriów społeczno-zawodowych, niezależnie od dotychczasowego tytułu własności. W praktyce prowadziło to do tzw. „zagęszczania”, polegającego na odbieraniu dotychczasowym właścicielom pojedynczych pokoi w zbyt dużych lokalach i przydzielaniu ich osobom trzecim. Ponadto, na mocy dekretu PKWN z września 1944 roku, wszystkie grunty wraz z posadowionymi na nich budynkami, znajdujące się na obszarze m.st. Warszawy, przeszły na własność gminy m.st. Warszawy. Skutkiem tego jest nieuregulowany ostatecznie do czasów współczesnych problem zwrotu tzw. „gruntów warszawskich”. Z kolei dekret z grudnia 1945 roku o publicznej gospodarce lokalami i kontroli przewidywał odebranie właścicielom prawa dysponowania lokalami, przy formalnym założeniu rekompensaty w postaci dzierżawy wieczystej lub odszkodowania, które w praktyce nie zostały w pełni zrealizowane.

Powojenna dekada charakteryzowała się komunalizacją gruntów, przejmowaniem przez Skarb Państwa opuszczonych nieruchomości, reglamentacją obrotu mieszkaniem oraz monopolem państwa w zakresie budownictwa mieszkaniowego. Procesy te doprowadziły do zaburzenia stosunków własnościowych i ograniczenia funkcjonowania mechanizmów rynkowych w okresie Polski Ludowej.

W latach 50. i 60. XX wieku sytuacja mieszkaniowa była dodatkowo determinowana przez czynniki demograficzne, w tym powojenny wyż demograficzny oraz migracje ludności do miast. Jednocześnie budownictwo mieszkaniowe uzależnione było od czynników politycznych i podporządkowane potrzebom rozwoju gospodarczego kraju, czego przejawem była wiodąca rola zakładów osiedli robotniczych (ZOR) koordynujących inwestycje mieszkaniowe z nowobudowanymi zakładami przemysłowymi.

Istotne znaczenie dla kształtowania rynku nieruchomości miały akty prawne z początku lat 60. XX wieku. Ustawa z 14 lipca 1961 r. o gospodarce terenami w miastach i osiedlach²⁷ przyznała Skarbowi Państwa prawo pierwokupu nieruchomości położonych w granicach administracyjnych miasta, ograniczając swobodę dysponowania własnością prywatną²⁸. Z kolei Ustawa z 7 lutego 1961 r. o spółdzielniach i ich związkach²⁹ uregulowała funkcjonowanie spółdzielni mieszkaniowych, wprowadzając instytucję wkładu mieszkaniowego oraz wkładu budowlanego. Ustawa zróżnicowała charakter praw do lokali, definiując spółdzielcze

²⁷ Ustawa z 14 lipca 1961 r. o gospodarce terenami w miastach i osiedlach, Dz.U. 1961 nr 32 poz. 159.

²⁸ E. Kucharska-Stasiak, *Podstawy funkcjonowania rynku nieruchomości. Ujęcie teoretyczne*, Wydawnictwo Uniwersytetu Łódzkiego, Łódź 2005, s. 163.

²⁹ Ustawa z dnia 17 lutego 1961 r. o spółdzielniach i ich związkach, Dz.U. 1961 nr 12 poz. 61.

lokatorskie prawo do lokalu jako prawo niedziedziczne i niezbywalne oraz spółdzielcze własnościowe prawo do lokalu jako podlegające dziedziczeniu i obrotowi, choć nie tożsame z prawem własności.

W połowie lat 60. rozwój mieszkalnictwa spółdzielczego został podporządkowany zasadzie tzw. „budownictwa oszczędnościowego”, polegającej na redukcji kosztów budowy o 20% oraz ograniczeniu norm powierzchniowych (11-12 m² na osobę)³⁰. Skutkowało to obniżeniem standardu mieszkań oraz upowszechnieniem technologii wielkopłytowej. Jednocześnie budownictwo indywidualne podlegało istotnym ograniczeniom administracyjnym w zakresie powierzchni, projektów i dostępności materiałów budowlanych.

Pomimo intensyfikacji działań państwa w sferze budownictwa, warunki mieszkaniowe na początku lat 70. pozostawały niezadowalające. Wysoki poziom luki strukturalnej - rozumianej jako odsetek ludności miejskiej pozbawionej dostępu do infrastruktury komunalnej – świadczył o strukturalnych niedoborach. W 1970 roku lukę tę szacowano na 49,2%³¹, a znaczna część mieszkań nie była wyposażona w łazienkę. Nierównomierny proces urbanizacji okresu lat 1950-1970 wywarł trwały wpływ na przestrzenną strukturę zasobów mieszkaniowych w Polsce.

Na początku lat 70. XX wieku nastąpiła poprawa sytuacji ekonomicznej ludności, co przełożyło się na wzrost popytu na mieszkania oraz podniesienie oczekiwań w zakresie ich standardu. W odpowiedzi na to zapotrzebowanie podczas V plenum KC PZPR w 1972 roku uchwalono perspektywiczny program budownictwa mieszkaniowego oraz poprawy warunków mieszkaniowych w Polsce. Program zakładał budowę ok. 7 mln mieszkań do 1990 roku, zgodnie z hasłem „każdej rodzinie samodzielne mieszkanie”³². W wyniku jego wdrożenia, udział mieszkań komunalnych i spółdzielczych w nowo wznoszonych blokach z wielkiej płyty wzrósł w latach 1971-1978 z 19% do 70% rocznie. Równocześnie znacząco zwiększyła się liczba tzw. „fabryk domów” - z 27 wytwórni w 1970 roku do 144 w 1978 roku, o łącznej zdolności produkcyjnej sięgającej 11 mln m² powierzchni użytkowej³³. W 1978 roku oddano do użytku 284 tys. mieszkań, co stanowi najwyższą roczną liczbę wybudowanych lokali mieszkalnych w historii powojennej Polski. Łącznie w latach 1971–1980 wybudowano ponad 2,4 mln mieszkań, podczas gdy w latach 1961–1970 było to około 1,7 mln, a w latach 1981–1990 – nieco

³⁰ H. Kulesza, *System zaspokajania potrzeb mieszkaniowych w Polsce*, Wydawnictwo IGPiK, Warszawa 1990, s. 7-8.

³¹ A. Andrzejewski, *op. cit.*, s. 291.

³² M. J. Jarmuż, *Problemy mieszkaniowe w Polsce w latach siedemdziesiątych XX wieku w świetle dokumentów osobistych*, Instytut Historii PAN, Warszawa 2020, s. 50.

³³ G. Miernik, S. Piątkowski, *Życie codzienne w PRL (1956–1989)*, Radom 2006, s. 176.

ponad 1,8 mln. Pomimo znacznego tempa realizacji inwestycji mieszkaniowych, popyt na mieszkania nie został zaspokojony. System administracyjnego przydziału lokali oraz ograniczenie możliwości wykorzystania zgromadzonych na książeczkach mieszkaniowych oszczędności do zakupu mieszkań na rynku pierwotnym, przy jednoczesnej niewystarczającej podaży, doprowadziły do narastania nierównowagi. Zgłaszany na rynku popyt na mieszkania nie znajdował pokrycia ani w istniejącym zasobie ani w efektach bieżącego budownictwa, co skutkowało pogłębiającym się kryzysem strukturalnym mieszkalnictwa³⁴.

Jednym z ostatnich aktów prawnych istotnych dla gospodarki mieszkaniowej w okresie PRL była ustawa Prawo spółdzielcze z 1982 r.³⁵, regulująca funkcjonowanie spółdzielczości mieszkaniowej i utrzymująca podział na spółdzielcze prawa lokatorskie oraz własnościowe. Do 1990 roku głównym właścicielem zasobu mieszkaniowego pozostawało państwo, które odpowiadało za budowę i przydział mieszkań, oraz ograniczało wysokości czynszów. W 1980 roku wpływy z czynszów pokrywały jedynie 34% kosztów eksploatacyjnych, a podejmowane próby podnoszenia stawek czynszowych okazywały się nieskuteczne³⁶.

Rok 1989 zapoczątkował okres transformacji systemowej, której celem było przejście od gospodarki centralnie planowanej do gospodarki rynkowej, stwarzającej warunki dla odrodzenia się i rozwoju rynku nieruchomości po okresie ponad pięćdziesięciu lat ograniczeń. Fundamentalne znaczenie miały zmiany w sferze prawnej, obejmujące wzmocnienie ochrony prawa własności, uregulowanie stosunków własnościowych oraz przywrócenie swobody działalności gospodarczej i obrotu nieruchomościami. Niezbędne było również stworzenie systemu rejestracji praw do nieruchomości oraz umożliwienie ich wykorzystania jako zabezpieczenia wierzytelności.

Okres transformacji, obejmujący lata 90. XX wieku, w literaturze dzielony jest na kilka etapów, wyodrębnionych ze względu na zmiany aktywności rynku nieruchomości. Kryterium podziału stanowiły m.in. zmiany w otoczeniu prawnym, ewolucja postrzeganiu rynku nieruchomości jako obszaru inwestowania – odzwierciedlona w wolumenie napływającego kapitału, a także zmiany w podejściu sektora bankowego do finansowania nieruchomości. Istotnym wyznacznikiem były również zmiany relacji pomiędzy popytem a podażą, ujawniające się w liczbie zawieranych transakcji³⁷.

³⁴ I. Foryś, Społeczno-gospodarcze determinanty rozwoju rynku mieszkaniowego w Polsce. Ujęcie ilościowe, *op. cit.*, s. 103.

³⁵ Ustawa z dnia 16 września 1982 r. Prawo spółdzielcze, Dz.U. 1982 nr 30 poz. 210.

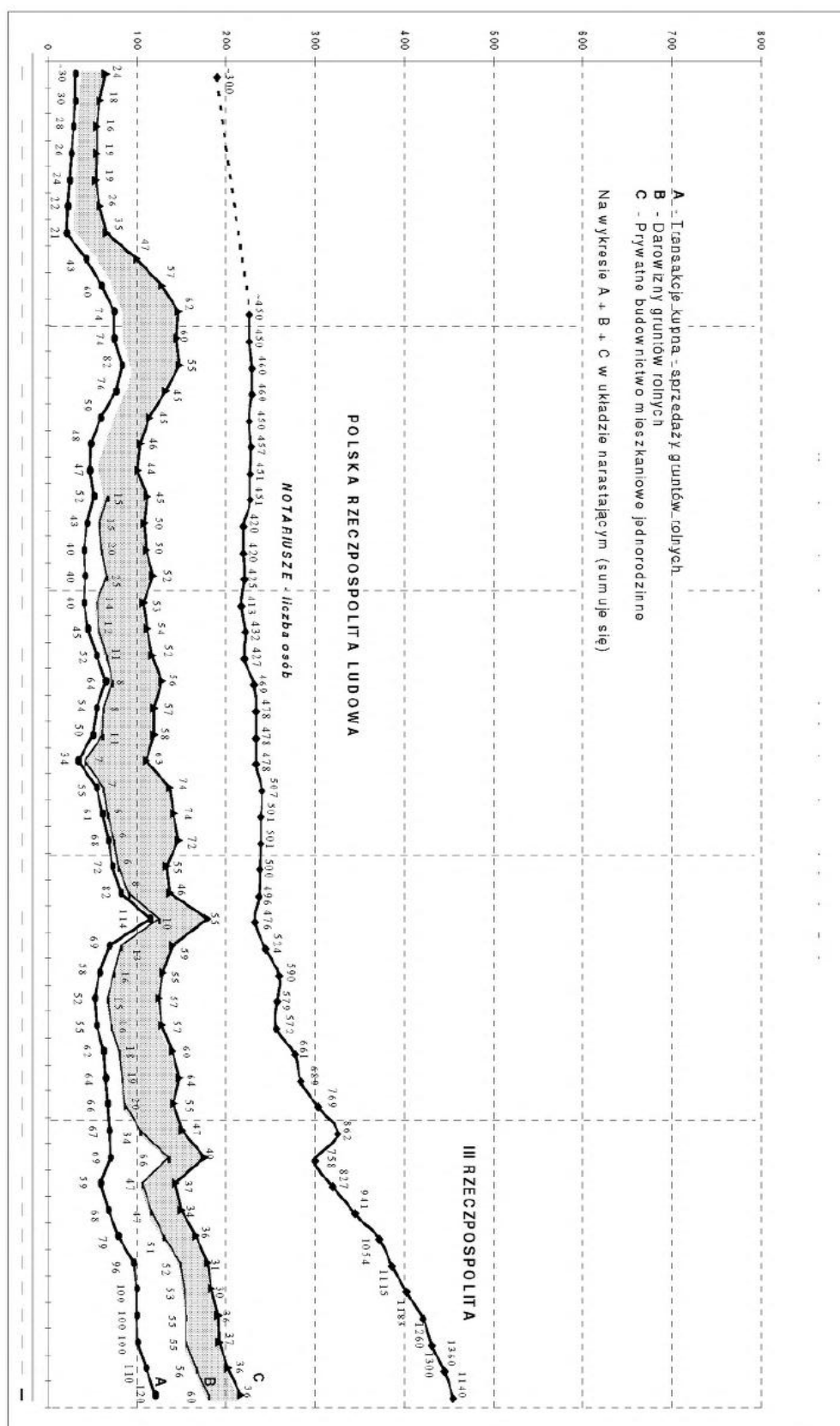
³⁶ E. Kucharska-Stasiak, Podstawy funkcjonowania rynku nieruchomości. Ujęcie teoretyczne, *op. cit.* s. 164.

³⁷ E. Kucharska-Stasiak, M. Załęczna, K. Żelazowski, *Analiza polskiego rynku nieruchomości w 2009 r.*, Uniwersytet Łódzki 2011, Łódź 2011, s. 22.

Wraz z przechodzeniem polskiej gospodarki do modelu gospodarki rynkowej na rynku nieruchomości zaczęły ujawniać się wieloletnie cykle popytowe i podażowe. Cykle popytowe związane są z cyklami koniunkturalnymi i oddziałują na poziom cen nieruchomości, wysokość stawek czynszów oraz zapotrzebowanie na powierzchnię. Cykle podażowe wynikają natomiast z opóźnień w reakcji podaży na zmiany popytu oraz z długiego procesu inwestycyjnego, co prowadzi do powstawania wewnętrznych mechanizmów w sektorze nieruchomości. W konsekwencji cykle na rynku nieruchomości nie są wyłącznie odzwierciedleniem wahań koniunktury gospodarczej. Ze względu na relatywnie długi czas dostosowań, cykl popytowy na rynku nieruchomości wykazuje przesunięcie względem cyklu koniunkturalnego, co może skutkować nadpodażą nieruchomości w okresach spowolnienia gospodarczego.

Pierwszy etap przemian w III Rzeczypospolitej Polskiej, przypadający na lata 1989-1992, był okresem najbardziej gwałtownych zmian o charakterze systemowym. Związany był z podstawowymi zmianami legislacyjnymi, fundamentalnymi dla powstania gospodarki rynkowej.

Poniższy wykres ilustruje zmiany liczby czynności notarialnych związanych z obrotem nieruchomościami w Polsce, obejmujące transakcje kupna–sprzedaży ogółem, sprzedaż gruntów rolnych oraz obrót prawami do budynków o przeznaczeniu mieszkaniowym i jednorodzinnym, a także kształtowanie się liczby notariuszy w latach 1950-2000 (Rys. 1).



Rys. 1. Liczba notariuszy i wybranych transakcji na rynku nieruchomości w Polsce w latach 1950-2000.

Źródło: L. Kołakowski, *Polski rynek nieruchomości: bilans otwarcia po wejściu Polski do Unii Europejskiej*, Problemy Rozwoju Miast 4/4, 12-45, Muzeum Historii Polski 2007, s. 13.

W okresie PRL liczba transakcji utrzymywała się na relatywnie niskim poziomie i wykazywała umiarkowane wahania. Liczba notariuszy w tym czasie pozostawała stabilna, oscylując wokół pół tysiąca osób. Wyrażna zmiana nastąpiła po 1989 roku, kiedy liczba czynności notarialnych zaczęła dynamicznie rosnąć, osiągając w pierwszej połowie lat 90. poziom kilkakrotnie wyższy niż w latach wcześniejszych. Równocześnie obserwowany jest istotny wzrost liczby notariuszy, co wskazuje na zwiększenie skali obsługi rynku. Dane liczbowe potwierdzają znaczące przyspieszenie obrotu nieruchomościami w okresie transformacji systemowej oraz wzrost jego intensywności w porównaniu z okresem gospodarki centralnie planowanej.

W 1989 roku dokonano nowelizacji Konstytucji, wprowadzając m.in. zapis stanowiący, że: „Rzeczpospolita Polska chroni własność i prawo dziedziczenia oraz poręcza całkowitą ochronę własności osobistej (...) wywłaszczenie jest dopuszczalne wyłącznie na cele publiczne i za stosownym odszkodowaniem”³⁸. Tym samym zniesiono uprzywilejowaną pozycję własności państwowej i społecznej. Konsekwencją zmian w Konstytucji była nowelizacja szeregu obowiązujących aktów prawnych oraz konieczność uchwalenia nowych regulacji.

Ustawa z lipca 1990 r. o zmianie ustawy – Kodeks cywilny³⁹ zapoczątkowała zasadnicze przemiany prawne polskiego rynku nieruchomości. Uregulowała stosunki pomiędzy osobami fizycznymi a osobami prawnymi, usuwając pojęcie jednostek gospodarki uspołecznionej, gwarantując równość wszystkich podmiotów wobec prawa własności oraz ograniczając ingerencję organów państwa w prywatne stosunki majątkowe. Na jej podstawie zniesiono również restrykcje przedmiotowe w obrocie nieruchomościami rolnymi, a także określono zasady znoszenia współwłasności w gospodarstwach rolnych oraz warunki ich dziedziczenia.

Ustawa z 1990 r. o zmianie ustawy o gospodarce gruntami i wywłaszczaniu nieruchomości⁴⁰, dostosowała przepisy do funkcjonowania odtwarzanych samorządów terytorialnych.

Z kolei Ustawa z 1991 r. o gospodarowaniu nieruchomościami rolnymi Skarbu Państwa⁴¹ powołała Agencję Własności Rolnej Skarbu Państwa jako osobę prawną, powierzając jej zarządzanie nieruchomościami rolnymi oraz mieniem Skarbu Państwa pozostałym po likwidacji państwowych przedsiębiorstw gospodarki rolnej.

³⁸ Ustawa o zmianie Konstytucji PRL z dnia 29 grudnia 1989 r., Dz.U. 1989, nr 75, poz. 444, art.7.

³⁹ Ustawa z dnia 28 lipca 1990 roku o zmianie ustawy – Kodeks cywilny, Dz.U. 1990 Nr 55 poz. 321.

⁴⁰ Ustawa z dnia 29 września 1990 r. o zmianie ustawy o gospodarce gruntami i wywłaszczaniu nieruchomości, Dz.U. 1990 nr 79 poz. 464.

⁴¹ Ustawa z dnia 19 października 1991 r. o gospodarowaniu nieruchomościami rolnymi Skarbu Państwa, Dz.U. 1991 nr 107 poz. 464.

Na mocy Ustawy z 1990 r. o samorządzie terytorialnym⁴² gminy stały się właścicielami mienia komunalnego przekazanego przez państwo, obejmującego znaczącą liczbę nieruchomości.

Istotnym elementem przemian była również Ustawa o działalności gospodarczej z grudnia 1988 r.⁴³, tzw. ustawa ministra Mieczysława Wilczka. Już w pierwszym roku jej obowiązywania zarejestrowano ponad 2,5 mln nowych podmiotów gospodarczych. Wśród nich znalazły się również małe przedsiębiorstwa deweloperskie, które w połowie lat 90. przełamały monopol budownictwa spółdzielczego⁴⁴.

Zmianom legislacyjnym dotyczącym rynku nieruchomości towarzyszyły głębokie przekształcenia makroekonomiczne, których odzwierciedleniem są podstawowe wskaźniki gospodarcze (Tabela 1).

Tabela 1. Podstawowe wskaźniki makroekonomiczne latach 1989- 2003.

Lata	Inflacja [%]	PKB [%]	Stopa procentowa (stopa re-dyskonta we-ksli) [%]	Stopa zarejestrowanego bezrobocia ogółem (stan na koniec roku) [%]	Zmiana miesięcznego wynagrodzenia realnego brutto w gospodarce narodowej w stos. do roku poprzedniego [%]
1989	151,1				9
1990	585,8	-11,6	48	6,5	-24,4
1991	70,3	-7	36	12,2	-0,3
1992	43	2,6	32	14,3	-2,7
1993	35,3	3,8	29	16,4	-0,3
1994	32,2	5,2	28	16	1,7
1995	27,8	7	25	14,9	2,8
1996	19,9	6,2	22	13,2	5,5
1997	14,9	7,1	24,5	10,3	5,9
1998	11,8	5	18,25	10,4	3,3
1999	7,3	4,5	19	13,1	4,7
2000	10,1	4,3	21,5	15,1	1
2001	5,5	1,2	14	17,5	2,5
2002	1,9	1,4	7,5	20	0,7
2003	0,8	3,9	5,75	20	3,4

Źródło: Opracowanie własne na podstawie: GUS, *Polska 1989-2014*, Warszawa 2014, s.14-18⁴⁵.

W latach 1990-1991 odnotowano istotny spadek PKB, któremu towarzyszyła bardzo wysoka inflacja oraz skokowy wzrost bezrobocia. Jednocześnie wysoki poziom stóp procentowych przyciągał kapitał do sektora bankowego poprzez atrakcyjne oprocentowanie depozytów.

⁴² Ustawa z dnia 10 maja 1990 r. Przepisy wprowadzające ustawę o samorządzie terytorialnym i ustawę o pracownikach samorządowych, Dz.U. 1990 nr 32 poz. 191

⁴³ Ustawa z dnia 23 grudnia 1988 r. o działalności gospodarczej, Dz.U. 1988 nr 41 poz. 324.

⁴⁴ I. Foryś, Społeczno-gospodarcze determinanty rozwoju rynku mieszkaniowego w Polsce. Ujęcie ilościowe, *op. cit.*, s. 59.

⁴⁵ GUS, *Polska 1989-2014*, Warszawa 2014, s. 14-18.

Od 1992 roku zaobserwowano poprawę podstawowych wskaźników makroekonomicznych, wyrażającą się wzrostem PKB oraz stopniowym obniżaniem inflacji, co przełożyło się na wzrost aktywności inwestycyjnej oraz zwiększone zapotrzebowanie na powierzchnie handlowe i biurowe. Liczba transakcji rynkowych wzrosła z 220 tys. w 1990 roku do 248 tys. w 1992 roku, przy jednoczesnym spadku liczby transakcji pozarynkowych z 225 tys. do 161 tys. Znaczący udział transakcji pozarynkowych w obrocie nieruchomościami wynikał z procesów uwłaszczeniowych. Wzrost liczby transakcji rynkowych skutkował w dalszej kolejności wzrostem czynszów i cen nieruchomości⁴⁶, co oznaczało wejście rynku w pierwszy cykl popytowy.

Drugi etap transformacji obejmujący lata 1993-1994, charakteryzował się dalszym porządkowaniem ram instytucjonalnych rynku mieszkaniowego. W tym okresie uchwalono akty prawne dotyczące funkcjonowania rynku mieszkaniowego, w szczególności:

- Ustawę z czerwca 1994 r. o własności lokali⁴⁷, która znosiła istniejące wcześniej ograniczenia dotyczące najmu i własności lokali mieszkalnych i użytkowych oraz
- Ustawę z lipca 1994 r. o najmie lokali mieszkalnych i dodatkach mieszkaniowych⁴⁸, która m.in. zastąpiła urzędowe stawki czynszu tzw. czynszem regulowanym, o wysokości którego decydowała rada gminy.

Istotne znaczenie dla rynku nieruchomości miała również Ustawa o zagospodarowaniu przestrzennym z lipca 1994 r.⁴⁹, dająca podstawy do powstania współczesnej gospodarki przestrzennej. Określała ona zasady przeznaczania terenów na określone cele oraz reguły ich zagospodarowania, jako podstawę tych działań przyjmując ekorozwój. Wprowadzała obowiązek uwzględniania wymogów urbanistyki i architektury, ochrony środowiska, zdrowia oraz bezpieczeństwa ludzi i mienia, a także regulowała zasady przyznawania odszkodowań właścicielom nieruchomości w przypadku obniżenia ich wartości wskutek zmian miejscowych planów zagospodarowania przestrzennego.

Zmianom legislacyjnym towarzyszyły pozytywne efekty przekształceń gospodarczych – wzrost PKB, stabilizacja poziomu bezrobocia, dalszy spadek inflacji, a w 1994 roku także wzrost realnych wynagrodzeń. Dynamiczny rozwój Giełdy Papierów Wartościowych w Warszawie, utworzonej w 1991 roku, oferującej w tym okresie wysokie stopy zwrotu,

⁴⁶ L. Kołakowski, Polski rynek nieruchomości: bilans otwarcia po wejściu Polski do Unii Europejskiej, *op. cit.*, s. 17.

⁴⁷ Ustawa z dnia 24 czerwca 1994 r. o własności lokali, Dz.U. 1994 Nr 85 poz. 388.

⁴⁸ Ustawa z dnia 2 lipca 1994 r. o najmie lokali mieszkalnych i dodatkach mieszkaniowych, Dz. U. 1994 Nr 105 poz. 509.

⁴⁹ Ustawa z dnia 7 lipca 1994 r. o zagospodarowaniu przestrzennym, Dz.U. 1994 Nr 89 poz.415.

sprzyjał odpływowi części kapitału z rynku nieruchomości. Dodatkowo ograniczona zasobność polskiego społeczeństwa, utrzymująca się inflacja oraz słabo rozwinięty sektor inwestorów instytucjonalnych osłabiały atrakcyjność nieruchomości jako formy lokowania kapitału. Pomimo tych uwarunkowań liczba transakcji rynkowych sukcesywnie rosła - z 248 tys. w 1992 roku do 336 tys. w 1993 roku i 423 tys. w 1994 roku. Wzrosła też liczba transakcji pozarynkowych ze 161 tys. w 1992 roku do 181 tys. w 1994 roku, utrwalając tym samym ich udział w całości obrotów na poziomie 30%.

Rok 1995 wyznacza początek trzeciego etapu przekształceń rynku nieruchomości, obejmującego drugą połowę lat 90. XX wieku. W wymiarze legislacyjnym kluczowe znaczenie miała Ustawa o gospodarce nieruchomościami z 1997 r.⁵⁰, określana jako kompleksowa regulacja zasad funkcjonowania rynku. Akt ten normował m.in.:

- zasady zbywania i gospodarowania nieruchomościami publicznymi,
- warunki wywłaszczenia wraz z określeniem zasad wyznaczania wartości wywłaszczeniowej nieruchomości,
- zasady ograniczania praw do nieruchomości, należących do podmiotów prywatnych (w przypadku podziału/scalania, prawa pierwokupu),
- warunki prowadzenia działalności zawodowej na rynku nieruchomości (m.in. obowiązek posiadania licencji państwowych dla zawodów pośrednika w obrocie nieruchomościami, zarządcy nieruchomości i rzeczoznawcy majątkowego),
- zasady wyceny nieruchomości.

W sferze gospodarczej lata 1995–1999 cechowały się wysoką dynamiką wzrostu gospodarczego. Tempo wzrostu PKB w pierwszych latach tego okresu sięgało około 7%, inflacja obniżyła się z 27,8% w 1995 roku do 7,3% w 1999 roku, a poziom bezrobocia początkowo wykazywał tendencję spadkową. Spadek stóp procentowych i rentowności obligacji, a także ograniczenie atrakcyjności rynku akcji po korekcie z 1994 r., sprzyjały zwiększeniu skłonności do inwestowania w nieruchomości. Szczególnym zainteresowaniem cieszył się rynek powierzchni biurowych, zwłaszcza w Warszawie, gdzie stopy zwrotu szacowano na poziomie 14%⁵¹, przy relatywnie ograniczonej podaży i wysokich stawkach najmu. Wzrost zainteresowania obejmował również segment nieruchomości mieszkaniowych. Liczba transakcji rynkowych wzrosła z 423 tys. w 1994 roku do 476 tys. w 1997 roku.

⁵⁰ Ustawa z dnia 21 sierpnia 1997 r. o gospodarce nieruchomościami, Dz.U. 1997 nr 115 poz. 741.

⁵¹ E. Kucharska-Stasiak, M. Załączna, K. Żelazowski, *Wpływ procesu integracji Polski z Unią Europejską na rozwój rynków nieruchomości*, Wydawnictwo Uniwersytetu Łódzkiego, Łódź 2012, s. 136.

Wysoka atrakcyjność inwestycyjna sektora nieruchomości sprzyjała wzrostowi aktywności deweloperskiej, doprowadzając do dynamicznego wzrostu podaży, szczególnie w segmencie powierzchni biurowych. W konsekwencji w 1999 roku wystąpiła nadpodaż, która przełożyła się na spadek czynszów we wszystkich segmentach rynku. Spadek dochodów generowanych przez nieruchomości był silniejszy niż spadek cen transakcyjnych, co skutkowało obniżeniem stóp zwrotu. W rezultacie liczba transakcji rynkowych zmniejszyła się w 1999 roku do 453 tys.

Pod koniec trzeciego etapu transformacji, w wyniku stabilizacji ram prawnych i instytucjonalnych, ukształtowała się w Polsce nowa grupa uczestników rynku, tzw. inwestorzy instytucjonalni, włączający nieruchomości do zdywersyfikowanych portfeli inwestycyjnych. Pierwszą tego typu transakcją zarówno w Polsce jak i w krajach Europy Środkowo-Wschodniej był w 1998 roku zakup przez Commercial Union pierwszego etapu biurowca Wiśniowy Business Park w Warszawie.

Istotnym elementem rozwoju systemu finansowania rynku była Ustawa z sierpnia 1997 r. o listach zastawnych i bankach hipotecznych⁵², która umożliwiała reaktywację banków hipotecznych po ponad pięćdziesięcioletniej przerwie. Jej zapisy nawiązywały do ustawodawstwa przedwojennego oraz do rozwiązań istniejących na rynku niemieckim⁵³.

Początek XXI wieku na rynku nieruchomości wiązał się z początkiem czwartego etapu jego rozwoju, w którym polska gospodarka w coraz większym stopniu funkcjonowała zgodnie z zasadami gospodarki rynkowej. W połowie 2000 roku przeprowadzone zostały pierwsze emisje listów zastawnych przez nowopowstałe banki hipoteczne. Instrumenty te nabywały fundusze emerytalne, towarzystwa ubezpieczeniowe oraz fundusze inwestycyjne, które poszerzyły tym samym grupę inwestorów na rynku nieruchomości.

W grudniu 2000 roku uchwalono Ustawę o spółdzielniach mieszkaniowych⁵⁴, dostosowującą zasady funkcjonowania spółdzielni do warunków gospodarki rynkowej. Nowe regulacje umożliwiły podział dużych spółdzielni na mniejsze jednostki organizacyjne, co sprzyjało zwiększeniu efektywności zarządzania. Ponadto wprowadzono możliwość ustanawiania odrębnej własności lokali na rzecz członków spółdzielni, przy jednoczesnym utrzymaniu instytucji spółdzielczego lokatorskiego prawa do lokalu.

⁵² Ustawa z dnia 29 sierpnia 1997 r. o listach zastawnych i bankach hipotecznych, Dz.U. 1997 nr 140 poz. 940.

⁵³ M. Poniatowicz, *Rozwój bankowości hipotecznej w Polsce*, Wydawnictwo Uniwersytetu w Białymstoku, Białystok 2003, s. 106.

⁵⁴ Ustawa z dnia 15 grudnia 2000 r. o spółdzielniach mieszkaniowych, Dz. U. 2001 Nr 4 poz. 27.

Zmianom legislacyjnym towarzyszyło pogorszenie koniunktury gospodarczej, wyrażające się znacznym obniżeniem dynamiki wzrostu PKB (z 4,3% w 2000 roku do 1,2 % w 2001 roku) oraz wzrostem poziomu bezrobocia do 17,5% w 2001 roku i 20% w 2002 roku. Spadek siły nabywczej ludności znalazł odzwierciedlenie w ograniczeniu liczby transakcji rynkowych z 453 tys. w 1999 roku do 395 tys. 2001 roku i 375 tys. w 2002 roku. Negatywne tendencje dotknęły wiele segmentów rynku nieruchomości, w szczególności rynek powierzchni biurowych i mieszkaniowy. Kontynuowany był spadek stawek czynszowych, zapoczątkowany w 1999 roku przez nadpodaż nieruchomości, powstałą w wyniku zakończenia inwestycji rozpoczętych w okresie wcześniejszego ożywienia. Spadek czynszów prowadził do obniżenia stóp zwrotu, spadku cen transakcyjnych oraz wzrostu liczby pustostanów.

Pomimo osłabienia aktywności krajowego rynku nieruchomości, udało się nań przyciągnąć kapitał zarówno krajowy, jak i zagraniczny oczekujący wzrostu cen w związku z planowanym przystąpieniem Polski do Unii Europejskiej. Sprzyjała temu również ograniczona atrakcyjność alternatywnych form lokowania kapitału, w tym osłabienie koniunktury na rynkach giełdowych oraz niskie oprocentowanie lokat bankowych. W 2002 roku, pomimo trwającej w gospodarce fazy spowolnienia, rynek nieruchomości komercyjnych odnotował istotny napływ inwestycji zagranicznych, motywowanych oczekiwaniem poprawy koniunktury oraz wzrostu wartości aktywów w kolejnych latach.

W 2003 roku zaobserwowano poprawę podstawowych wskaźników makroekonomicznych: wzrost PKB o 3,9% oraz wzrost realnych wynagrodzeń o 3,4%. Jednocześnie wygasła tendencja spadkowa stawek czynszowych. Tym samym zakończył się czwarty etap rozwoju rynku oraz pierwszy cykl popytowy obejmujący lata 1990-2003.

Rok 2004 zapoczątkował piąty etap rozwoju rynku nieruchomości, któremu sprzyjały korzystne uwarunkowania otoczenia zewnętrznego, tj.: kontynuacja wzrostu PKB, niskie stopy procentowe, malejąca inflacja oraz prognozy wzrostu przeciętnej płacy realnej i inwestycji (Tabela 2). Jednocześnie, **w 2004 roku rozpoczął się drugi cykl popytowy** na rynku nieruchomości. Wyznaczony był nie tylko przez pozytywne zmiany w gospodarce, ale także optymizm związany z przystąpieniem Polski do Unii Europejskiej oraz oczekiwanym napływem kapitału zagranicznego do sektora nieruchomości komercyjnych.

Członkostwo w UE wywołało istotne konsekwencje w obszarze zarówno instytucjonalnym, prawnym, gospodarczym a także społecznym, bezpośrednio oddziałujące na rynek nieruchomości. W sferze regulacyjnej konieczna była nowelizacja ustawy z 1920 r. o nabywaniu nieruchomości przez cudzoziemców. Na mocy ustawy o zmianie ustawy o nabywaniu

nieruchomości przez cudzoziemców z lutego 2004 r.⁵⁵ utrzymano obowiązek uzyskania zezwolenia wydanego przez ministra spraw wewnętrznych przez cudzoziemców zamierzających nabyć nieruchomość w Polsce, przy jednoczesnym zwolnieniu z tego obowiązku obywateli i przedsiębiorców państw członkowskich Europejskiego Obszaru Gospodarczego, przy pewnych obostrzeniach dotyczących położenia nieruchomości oraz celu nabycia.

Tabela 2. Podstawowe wskaźniki makroekonomiczne w latach 2004- 2022.

Lata	Inflacja [%]	PKB [%]	Stopa procentowa (stopa redyskonta weksli) [%]	Stopa zarejestrowanego bezrobocia ogółem (stan na koniec roku) [%]	Zmiana miesięcznego wynagrodzenia realnego brutto w gospodarce narodowej w stos. do roku poprzedniego [%]
2004	3,5	5,3	7	19	0,7
2005	2,1	3,6	4,75	17,6	1,8
2006	1	6,2	4,25	14,8	4
2007	2,5	6,8	5,25	11,2	5,5
2008	4,2	5,1	5,25	9,5	5,9
2009	3,5	1,6	3,75	12,1	2
2010	2,6	3,9	3,75	12,4	1,4
2011	4,3	4,5	4,75	12,5	1,4
2012	3,7	2	4,5	13,4	0,1
2013	0,9	1,6	2,75	13,4	2,8
2014	0	3,9	2,25	11,4	3,2
2015	-0,9	4,4	1,75	9,7	4,5
2016	-0,6	3	1,75	8,2	4,3
2017	2	5,2	1,75	6,6	3,7
2018	1,6	6,2	1,75	5,8	5,4
2019	2,3	4,6	1,75	5,2	4,8
2020	3,4	-2	0,11	6,8	2,9
2021	5,1	6,9	1,8	5,8	3,3
2022	14,4	5,3	6,8	5,2	-1,8

Źródło: Opracowanie własne na podstawie: GUS, *Polska 1989-2014*, Warszawa 2014, s. 14-18; <https://bdm.stat.gov.pl/> (dostęp: 09.01.2025).

Atrakcyjność inwestycyjna Polski wzrosła również w związku z możliwością modernizacji infrastruktury transportowej przy wykorzystaniu środków unijnych. Realizacja projektów infrastrukturalnych napotykała jednak bariery instytucjonalne, w szczególności związane z przepisami dotyczącymi ochrony przyrody i środowiska naturalnego⁵⁶. Przystąpienie Polski

⁵⁵ Ustawa z dnia 20 lutego 2004 r. o zmianie ustawy o nabywaniu nieruchomości przez cudzoziemców oraz ustawy o opłacie skarbowej, Dz.U. z 2004 r. Nr 49, poz. 466.

⁵⁶ E. Kucharska-Stasiak, M. Załączna, K. Żelazowski, Wpływ procesu integracji Polski z Unią Europejską na rozwój rynków nieruchomości, *op. cit.*, s. 154.

do strefy Schengen w 2007 roku, w ramach zasady swobody przepływu osób, stanowiło dodatkowy czynnik wzmacniający postrzeganie stabilności instytucjonalnej kraju przez inwestorów.

W wymiarze gospodarczym akcesja do UE zbiegła się z okresem dynamicznego wzrostu gospodarczego, wyrażającego się wysoką dynamiką PKB, spadkiem stopy bezrobocia oraz wzrostem wynagrodzeń. Istotne znaczenie miał napływ środków unijnych oraz wzrost wymiany handlowej, a także transfer środków prywatnych od osób zatrudnionych w innych państwach członkowskich. Ożywienie gospodarcze widoczne było we wzroście liczby zawartych transakcji rynkowych z 363,7 tys. w 2004 roku do 397,5 tys. w 2006 roku.

Rozwojowi rynku nieruchomości w tym okresie sprzyjała liberalizacja polityki kredytowej banków, możliwa dzięki sukcesywnej stabilizacji poziomu inflacji, spadkowi stóp procentowych, a także rosnącej konkurencyjności sektora bankowego. Kredyty hipoteczne stawały się coraz tańsze i bardziej dostępne, zwiększając możliwości nabycia mieszkań przez gospodarstwa domowe. Jednocześnie wzrost dochodów oraz poprawa sytuacji na rynku pracy wzmacniały popyt na nieruchomości mieszkaniowe.

Od 2004 roku sektor bankowy doświadczał boomu hipotecznego. W 2005 roku liczba udzielonych kredytów dla klientów indywidualnych wzrosła o 59,5% w stosunku do roku poprzedniego, a w 2006 roku o kolejne 67% więcej⁵⁷. Charakterystyczna była w tym okresie przewaga kredytów walutowych, przede wszystkim denominowanych we franku szwajcarskim. Wartość kredytów mieszkaniowych wzrosła z 50,7 mld zł na koniec 2005 roku do 78,2 mld zł w 2006 roku, 117,7 mld zł w 2007 roku oraz 194,1 mld zł w 2008 roku. Wartość kredytów walutowych w latach 2005–2008 zwiększyła się czterokrotnie – z 32,2 mld zł do 135 mld zł.⁵⁸ W odpowiedzi na dynamiczny wzrost zadłużenia walutowego Komisja Nadzoru Finansowego wydała w 2006 roku Rekomendację S, określającą zasady dobrych praktyk w zakresie udzielania kredytów zabezpieczonych hipotecznie. Zalecenia te spowodowały m.in. zamierzony spadek dostępności kredytów walutowych. Rekomendacja S była wielokrotnie nowelizowana (w latach 2008, 2011, 2013 i 2013) rozszerzając swój zakres i dostosowując go do sytuacji rynkowej.

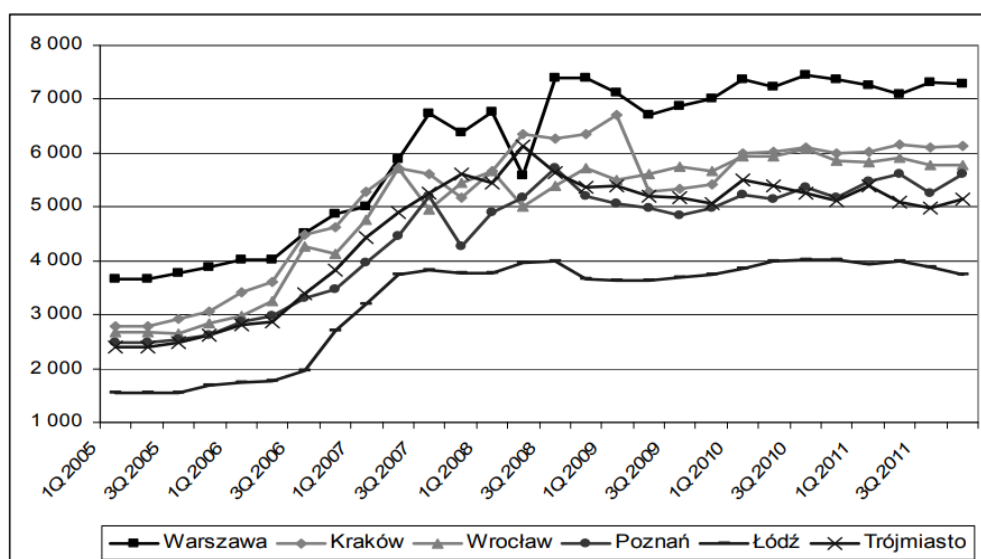
Ekspansja kredytów hipotecznych dotyczyła przede wszystkim strony popytowej rynku. Deweloperzy w ograniczonym zakresie korzystali z finansowania bankowego ze względu na ryzyko przedsięwzięć deweloperskich oraz dodatkowe wymogi banków w zakresie

⁵⁷ L. Nykiel, *Mechanizmy dynamiki i zróżnicowania cen na rynku mieszkaniowym*, Studia i Materiały TNN, vol.15 No3-4, Olsztyn 2007, s. 48.

⁵⁸ M. Wydra, Stan rynku finansowania nieruchomości mieszkaniowych w Polsce na 31 grudnia 2008 roku, *Finansowanie Nieruchomości*, 2009, s. 57.

zabezpieczeń, opierając finansowanie w większym stopniu na przedpłatach klientów. Istotną barierę dla nowych inwestycji stanowiła niedostateczna podaż gruntów pod zabudowę mieszkaniową, wydłużający się z przyczyn proceduralnych proces inwestycyjny oraz niedostateczne pokrycie kraju miejscowymi planami zagospodarowania przestrzennego. W 2005 roku posiadało je 85% gmin, jednak obejmowały one tylko 19,7% powierzchni kraju⁵⁹.

W obliczu narastającej dysproporcji między stroną popytową a podażową na rynku nieruchomości mieszkaniowych, doszło do szoku popytowego, którego przejawem był gwałtowny wzrost cen. W latach 2006-2008 wystąpiło na rynku nieruchomości mieszkaniowych zjawisko określane w literaturze jako „bańka cenowa”⁶⁰, co znajduje potwierdzenie w badaniach empirycznych⁶¹. Dynamikę wzrostu cen za 1 m² lokali mieszkalnych w sześciu wybranych miastach przedstawiono poniżej (Rys. 2). Wzrost cen odbywał się w warunkach niezaspokojonych potrzeb mieszkaniowych, co wskazuje na dominację popytu konsumpcyjnego, jednak wywołane oczekiwania dalszego wzrostu cen sprzyjały zachowaniom spekulacyjnym finansowanym kredytem.



Rys. 2. Dynamika zmian cen lokali mieszkalnych na rynku wtórnym w wybranych miastach [PLN/m²].

Źródło: L. Nykiel, *Rynek mieszkaniowy w Polsce II kwartał 2012 r.*, PKO BP, [w:] K. Żelazowski, *Ocena atrakcyjności rynków mieszkaniowych w Polsce*, Acta Universitatis Lodzensis. Folia Oeconomica, 2013, t. 289, s. 119.

⁵⁹ M. Gwiazdowicz, *Problemy gospodarki przestrzennej a rozwój budownictwa*, Studia Biura Analiz Sejmowych Kancelarii Sejmu, Warszawa 2007, s. 17.

⁶⁰ E. Kucharska-Stasiak, Dysfunkcje na rynku nieruchomości w warunkach kryzysu gospodarczego, *Bank i Kredyt* 49(5), 2018, s. 493-514.

⁶¹ K. Żelazowski, *Zjawisko bańki cenowej w kontekście zmian na polskim rynku nieruchomości*, Studia i Materiały Towarzystwa Naukowego Nieruchomości 2007, 15(1-2), s. 139-148; J. Łaszek, H. Augustyniak, M. Widłak, *Czy grozi nam kolejny boom na rynku nieruchomości?* *Finansowanie Nieruchomości* 2010, 23, s. 4-11.

Rynek nieruchomości komercyjnych (biurowych, handlowych i magazynowych) w omawianym okresie był zdominowany przez inwestorów zagranicznych, których udział w wolumenie transakcji szacowano na 80-90%⁶². W konsekwencji aktywność tego segmentu pozostawała silnie uzależniona zarówno od kondycji polskiej gospodarki, jak i bieżącej oraz oczekiwanej sytuacji na rynkach międzynarodowych. Od 2004 roku obserwowano dynamiczny wzrost wartości inwestycji z dominującym udziałem nieruchomości handlowych, aż do osiągnięcia w 2006 roku rekordowego poziomu przekraczającego 5 mld euro⁶³.

Spektakularny wzrost cen nieruchomości w latach 2004-2007, zwłaszcza na rynku mieszkaniowym, uległ zahamowaniu w następstwie kryzysu na rynku kredytów hipotecznych w USA, zapoczątkowanego w połowie 2007 roku. W analizowanym okresie ceny transakcyjne 1 m² mieszkań na rynku pierwotnym wzrosły odpowiednio: w Gdańsku o 148%, w Warszawie o 112%, w Krakowie o 129%, w Poznaniu o 132%, a we Wrocławiu o 127%. Tendencje wzrostowe obserwowano również w segmencie komercyjnym.

Rok 2007 wyznacza początek szóstego etapu rozwoju polskiego rynku nieruchomości. Kryzys zapoczątkowany na amerykańskim rynku nieruchomości przekształcił się w globalny kryzys gospodarczy i finansowy. Na polskim rynku mieszkaniowym wygasł popyt spekulacyjny, którego udział w Warszawie szacowano na 30-40%, ograniczona została akcja kredytowa, a dostępność finansowania znacząco się zmniejszyła. Jednocześnie strona podażowa zasilana była kończącymi się inwestycjami rozpoczętymi we wcześniejszym okresie. Zmniejszony popyt przy utrzymującej się podaży doprowadził do spadku cen. Skala korekty na rynku polskim była jednak mniejsza niż w wielu krajach Europy Zachodniej. Wśród przyczyn wskazuje się dążenie deweloperów i właścicieli do utrzymania dotychczasowych marż, a także funkcjonowanie programu rządowego „Rodzina na swoim” (2007–2013), przewidującego dopłaty do kredytów dla młodych małżeństw i samotnych rodziców. W odpowiedzi na ograniczenia popytowe oraz limity cenowe programu, deweloperzy dostosowywali strukturę oferty poprzez podział większych lokali na mniejsze (około 50 m²), przeznaczanie niesprzedanych mieszkań na wynajem lub zmianę ich przeznaczenia na cele usługowe bądź biurowe.

Kryzys lat 2007-2009 dotknął polską gospodarkę w znacznie mniejszym zakresie niż gospodarki Europy Zachodniej. Jednym z czynników była relatywnie niewielka skala sektora mieszkaniowego – budownictwo deweloperskie stanowiło ok. 1% PKB, a kredyty hipoteczne

⁶² Instytut Ekonomiczny NBP, Raport o sytuacji na rynku nieruchomości mieszkaniowych i komercyjnych w Polsce w 2012 r., Warszawa 2013 r., s. 20-24.

⁶³ GUS / REAS, *Analiza sytuacji na polskim rynku nieruchomości w 2010 r.*, Warszawa 2010 [online] https://www.gov.pl/documents/33377/436740/Analiza_Reas_2010.pdf.

nie przekraczały 20% aktywów sektora bankowego⁶⁴. Wartość portfela hipotecznego nie była na tyle wysoka, aby stanowić zagrożenie dla stabilności gospodarki. Dynamika PKB w okresie kryzysu była utrzymana na dodatnim poziomie i w 2009 roku wyniosła 1,6%. Jednocześnie w latach 2007-2009 wzrósł poziom bezrobocia i realne wynagrodzenia w gospodarce uległy obniżeniu (Tabela 2). Liczba transakcji rynkowych zmniejszyła się nieznacznie - z 416 tys. w 2007 roku do 401 tys. w 2008 roku, po czym w 2009 roku wzrosła do 409 tys.

Wraz z nastaniem amerykańskiego kryzysu aktywność na polskim rynku nieruchomości komercyjnych uległa wyraźnemu ograniczeniu. Zmianom tym towarzyszyła korekta stóp kapitalizacji. Do 2008 roku przy wysokiej atrakcyjności inwestycyjnej i niskim ryzyku, stopy kapitalizacji obniżały się do poziomu ok. 5,5% - 6,5%. W okresie nasilenia kryzysu wzrosły one o ponad 2 pkt proc., po czym od 2010 roku, wraz z poprawą sytuacji gospodarczej, uległy stabilizacji.

Od drugiej połowy 2009 roku sytuacja na rynku nieruchomości stabilizowała się, a **rok 2010 rozpoczyna siódmy etap rozwoju** tego rynku. W 2009 roku deweloperzy oddali do użytkowania ponad 72 tys. mieszkań, co oznaczało wzrost o 8,4% w stosunku do 2008 roku oraz o 58%⁶⁵ względem 2007 roku, co było efektem realizacji inwestycji rozpoczętych w okresie wcześniejszego ożywienia. Dopiero w 2010 roku liczba mieszkań oddanych do użytkowania spadła o 26%, a w 2011 roku o kolejne 8%, co odzwierciedlało wcześniejsze ograniczenie nowych inwestycji. W 2010 roku odnotowano natomiast wzrost liczby rozpoczętych budów o 10,6%⁶⁶ w stosunku do 2009 roku, zwiastując poprawę koniunktury (Rys. 3).

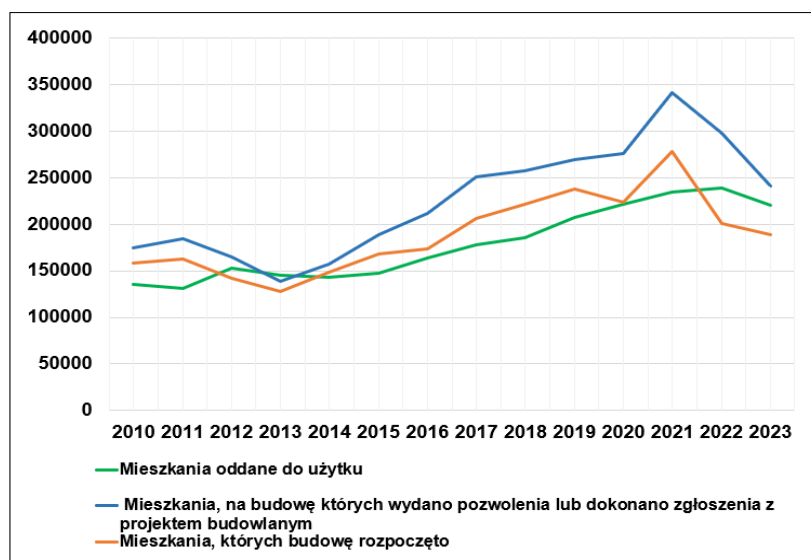
W kolejnych latach wzrost liczby rozpoczynających się deweloperskich inwestycji doprowadził w 2012 roku do nadpodaży oraz spadku cen. Zjawisko to było częściowo związane z wejściem w życie w kwietniu 2012 roku tzw. ustawy deweloperskiej, której celem była ochrona nabywców mieszkań, która jednocześnie wprowadzała dodatkowe obowiązki regulacyjne po stronie deweloperów.

Zmiany na rynku nieruchomości następowały w warunkach pogorszenia koniunktury gospodarczej. Dynamika PKB wzrosła z 3,9% w 2010 roku do 4,5% w 2011 roku, jednak w kolejnych latach uległa osłabieniu, osiągając minimum 1,6% w 2013 roku. Stopa bezrobocia wzrosła z 12,4% w 2010 roku do 13,4% w 2013 roku, a dynamika realnych wynagrodzeń utrzymywała się na niskim poziomie (1,4% w latach 2010–2011 oraz 0,1% w 2012 roku).

⁶⁴ J. Łaszek, H. Augustyniak, M. Widłak, Czy grozi nam kolejny boom na rynku nieruchomości?, Finansowanie Nieruchomości 2010, s. 4-11.

⁶⁵ GUS, Budownictwo mieszkaniowe w okresie I-XII 2010, Warszawa 2011, <https://stat.gov.pl/> (dostęp: 17.01.2025).

⁶⁶ Ibidem.



Rys. 3. Wskaźniki rynku nieruchomości mieszkaniowych w Polsce w latach 2010-2023.

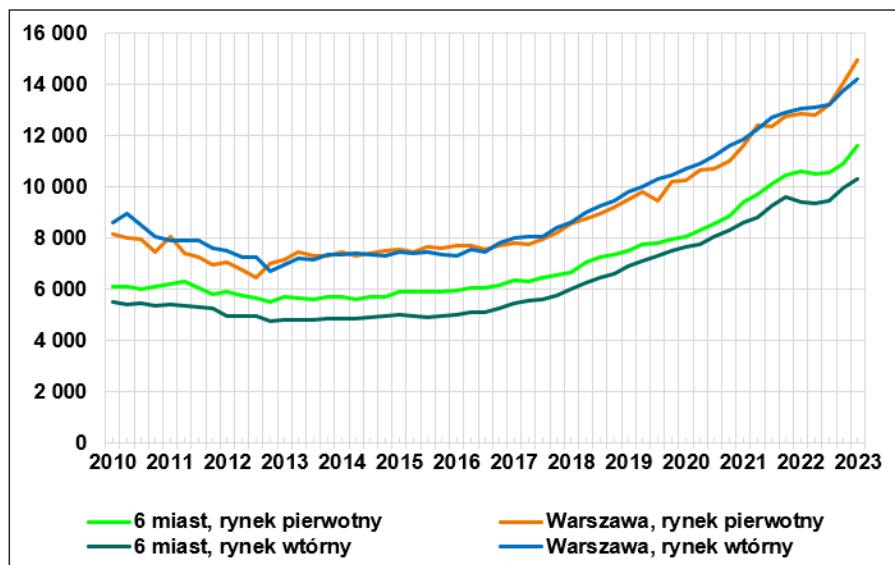
Źródło: Opracowanie własne na podstawie danych GUS, Efekty działalności budowlanej w 2023 roku, <https://stat.gov.pl/obszary-tematyczne/przemysl-budownictwo-srodk-trwale/budownictwo/efekty-dzialalnosci-budowlanej-w-2023-roku,3,19.html> (dostęp: 20.01.2025).

Doświadczając konsekwencji spowolnienia gospodarczego banki podejmowały działania zmierzające do zwiększenia akcji kredytowej, co spotkało się z reakcją regulacyjną Komisji Nadzoru Finansowego. W 2010 roku wprowadzono Rekomendację T, mającą na celu ograniczenie nadmiernego ryzyka kredytowego, w szczególności związanego z wydłużaniem okresów kredytowania. W 2011 roku dokonano nowelizacji Rekomendacji S, zaostrzając zasady udzielania kredytów hipotecznych. Pomimo tych działań część banków łagodziła warunki kredytowe poprzez obniżanie marż oraz opłat okołokredytowych. Rok 2012 charakteryzował się istotnymi zakłóceniami procesów rynkowych, wynikającymi z kumulacji zmian regulacyjnych (rekomendacje T i S), zakończenia programu „Rodzina na swoim” oraz wejścia w życie ustawy deweloperskiej.

W 2013 roku rozpoczął się trzeci cykl popytowy na polskim rynku nieruchomości, któremu sprzyjało otoczenie makroekonomiczne w latach 2013-2018. Bardzo niska, bliska zeru inflacja, spadek stopy redyskonta weksli z 2,75% do 1,75%, obniżenie stopy bezrobocia z 13,4% do 5,8% oraz wzrost realnych wynagrodzeń z 2,8% w 2013 roku do 5,4% w 2018 roku wpłynęły na zwiększenie siły nabywczej gospodarstw domowych (Tabela 2). Dynamika PKB wzrosła w tym okresie z 1,6% w 2013 roku do 6,2% w 2018 roku. W konsekwencji, od 2013 roku aż do kryzysu post-pandemicznego obserwowano systematyczny wzrost liczby mieszkań oddanych do użytkowania, liczby wydanych pozwoleń na budowę oraz liczby rozpoczętych inwestycji (Rys. 3). Dodatkowym czynnikiem stymulującym popyt był rządowy program „Mieszkanie dla Młodych” realizowany w latach 2014-2018 polegający na dofinansowaniu

wkładu własnego oraz częściowej spłacie kredytu dla nabywców mieszkań i domów na rynku pierwotnym, przy spełnieniu określonych kryteriów dochodowych i cenowych.

Wraz z rosnącym popytem konsumpcyjnym, od 2016 roku odnotować można stały wzrost średnich cen lokali mieszkalnych w największych polskich miastach zarówno na rynku pierwotnym, jak i wtórnym (Rys. 4).



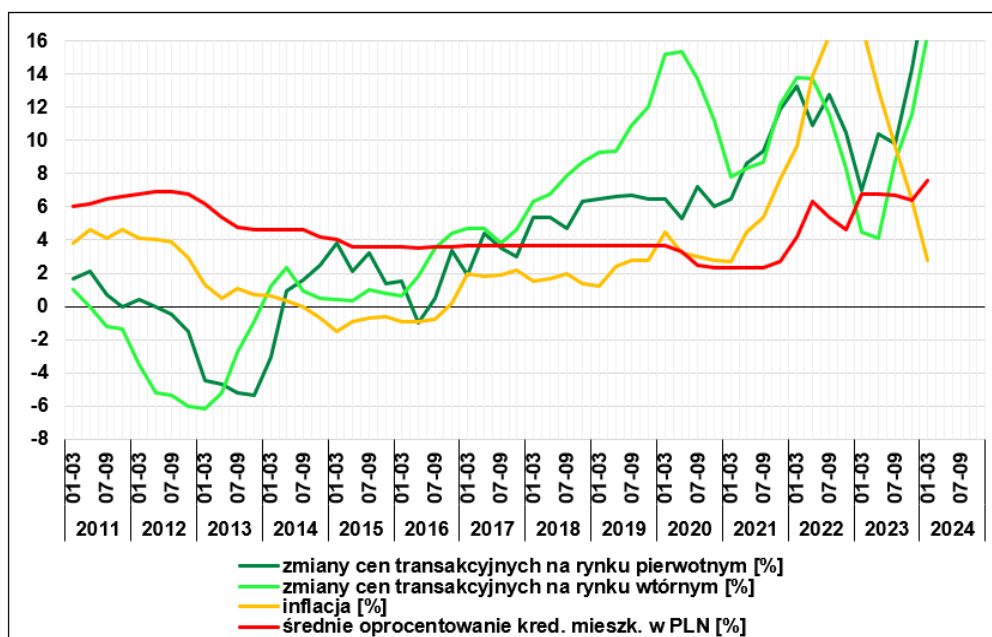
Rys. 4. Średnie ceny transakcyjne 1m² lokali mieszkalnych na rynku pierwotnym i wtórnym dla 6 największych miast w Polsce (Gdańsk, Gdynia, Kraków, Łódź, Poznań, Wrocław) oraz dla Warszawy w latach 2010-2023 [PLN]

Źródło: Opracowanie własne na podstawie Bazy Rynku Nieruchomości (BaRN) NBP, https://static.nbp.pl/dane/rynek-nieruchomosci/ceny_mieszkkan.xlsx (dostęp: 20.01.2025).

W latach 2010–2013 widoczna była stabilizacja, a nawet niewielki spadek cen, szczególnie na rynku wtórnym. Od 2014 roku rozpoczyna się wyraźna, systematyczna tendencja wzrostowa, która przyspiesza po 2016 roku. Najsilniejszą dynamikę wzrostu odnotowano w latach 2019–2023. W całym analizowanym okresie Warszawa utrzymywała wyraźną premię cenową względem średniej dla sześciu miast.

W latach 2011-2014 zmiany cen transakcyjnych mieszkań, zarówno na rynku pierwotnym, jak i wtórnym wykazywały istotną dodatnią korelację ze wskaźnikiem cen towarów i usług konsumpcyjnych oraz ujemną korelację ze średnim oprocentowaniem kredytów mieszkaniowych (Rys. 5). Wskazuje to na racjonalną reakcję rynku na zmiany inflacji oraz na warunki finansowania zakupu nieruchomości. W latach 2010–2014 dynamika inflacji przewyższała wzrost cen transakcyjnych mieszkań, natomiast od połowy 2024 roku tendencja ta uległa odwróceniu tempo wzrostu cen nieruchomości istotnie przekraczało poziom inflacji. Od 2017 roku obserwowano wyraźne przyspieszenie wzrostu cen mieszkań, zarówno na rynku

pierwotnym, jak i wtórnym, które przewyższało średnie oprocentowanie kredytów hipotecznych.



Rys. 5. Dynamika cen transakcyjnych mieszkań (rynek pierwotny i wtórny), inflacji oraz oprocentowania kredytów hipotecznych w PLN w ujęciu rok do roku w latach 2011–2024

Źródło: Opracowanie własne na podstawie danych GUS, <https://stat.gov.pl/obszary-tematyczne/ceny-handel/wskazniki-cen/wskazniki-cen-lokali-mieszkalnych-w-4-kwartale-2024-r-,12,26.html> (dostęp: 19.01.2025); NBP, <https://nbp.pl/statystyka-i-sprawozdawczosc/statystyka-monetarna-i-finansowa/statystyka-stop-procentowych/> (dostęp: 19.01.2025); GUS, <https://stat.gov.pl/obszary-tematyczne/ceny-handel/wskazniki-cen/wskazniki-cen-towarow-i-uslug-konsumpcyjnych-pot-inflacja-roczne-wskazniki-cen-towarow-i-uslug-konsumpcyjnych/> (dostęp: 19.01.2025).

Sytuacja ta wskazuje, że nieruchomości mieszkaniowe były postrzegane nie tylko jako dobro konsumpcyjne, lecz również jako instrument inwestycyjny stanowiący zabezpieczenie przed utratą siły nabywczej pieniądza. Stabilne, niskie stopy procentowe utrzymujące się do 2019 roku, wzrost PKB i korzystna sytuacja na rynku pracy (Tabela 2) oraz ograniczona atrakcyjność alternatywnych form lokowania kapitału, sprzyjały utrzymywaniu się wysokiego popytu, pomimo rosnących cen, szczególnie na rynku wtórnym.

Do istotnych zmian na rynku nieruchomości doszło w latach 2020–2022 na skutek szoków popytowo-podażowych wywołanych pandemią COVID-19 (ogłoszoną przez WHO 11.03.2020 roku) oraz wybuchem wojny w Ukrainie 24 lutego 2022 roku. Pandemia oraz towarzyszące jej wielomiesięczne ograniczenia działalności licznych sektorów gospodarki (transport, gastronomia, turystyka, hotelarstwo, edukacja) doprowadziły, po raz pierwszy od 1990 roku, do spadku PKB o 2% w stosunku do 2019 roku. Jednocześnie, w celu ograniczenia skali recesji, Rada Polityki Pieniężnej obniżyła stopy procentowe do poziomów bliskich zeru,

co zwiększyło atrakcyjność kredytów mieszkaniowych. Doświadczenia związane z izolacją społeczną, edukacją online oraz upowszechnieniem pracy wpłynęły na zmianę preferencji mieszkaniowych części gospodarstw domowych, co przełożyło się na wzrost popytu na większe lokale oraz domy na obrzeżach miast. IV kwartał 2020 roku oraz pierwsze półrocze 2021 roku charakteryzowały się wyjątkowym ożywieniem pod względem liczby rozpoczętych budów oraz wydanych pozwoleń na budowę lokali, których budowę rozpoczęto oraz liczby wydanych pozwoleń na budowę (Rys. 3). Ceny nieruchomości na rynku pierwotnym i wtórnym osiągnęły w tym okresie historycznie najwyższe poziomy.

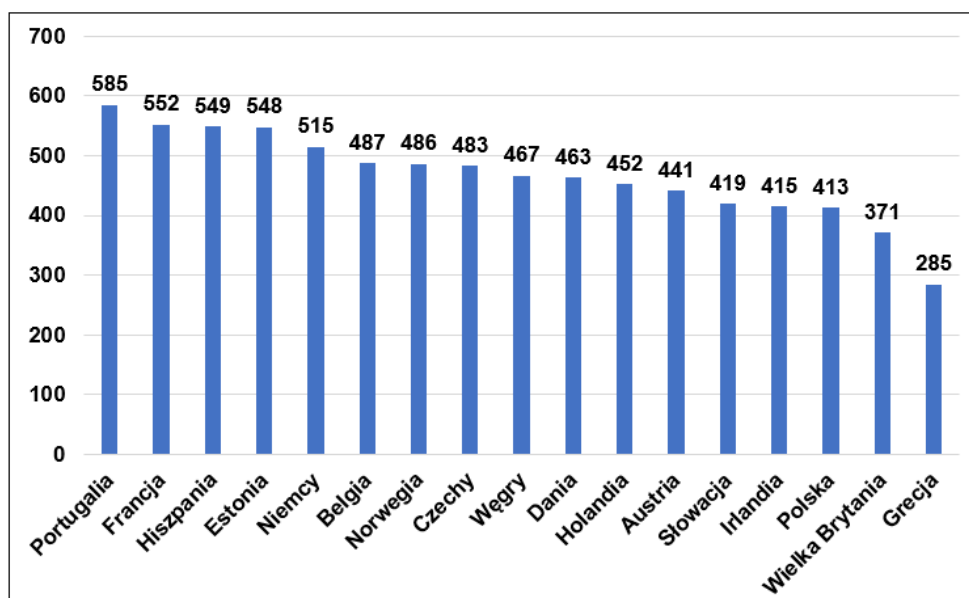
W ostatnim kwartale 2021 roku odnotowano spadek popytu na kredyty hipoteczne, wynikający z pesymistycznych prognoz rynkowych, wzrostu inflacji oraz zaostrzenia polityki monetarnej, skutkującej wzrostem kosztów kredytu. Wybuch wojny w Ukrainie w lutym 2022 roku dodatkowo zwiększył niepewność gospodarczą. Z raportu Polskiego Instytutu Ekonomicznego wynika, że przedsiębiorcy odczuli istotny wzrost cen dóbr zaopatrzeniowo-inwestycyjnych, zakłócenia w łańcuchach dostaw oraz wzrost kosztów prowadzenia działalności⁶⁷. Pogorszenie koniunktury znalazło odzwierciedlenie w spadku PKB o 1,6% w stosunku do roku 2021, wysokiej inflacji (ponad 14% w 2022 roku) oraz cyklu podwyżek stóp procentowych, co przełożyło się na spadek siły nabywczej gospodarstw domowych. Pod koniec 2022 roku tempo wzrostu cen nieruchomości uległo osłabieniu, natomiast wysokie koszty budowy oraz ograniczenie podaży mieszkań sprzyjały utrzymywaniu się presji cenowej. Dodatkowo na rynku najmu doszło do szoku popytowego w wyniku dużego napływu uchodźców z Ukrainy, co spowodowało wzrost cen czynszów w głównych miastach Polski o ok. 20-30%.

Dotychczasowy rozwój rynku nieruchomości w Polsce wskazuje na jego cykliczność oraz silną zależność od koniunktury gospodarczej. Cykliczność będąca strukturalną cechą rynku nieruchomości mieszkaniowych sprawia, że fazy wzmożonej aktywności przeplatają się z okresami spowolnienia. Za cykliczność rynku w istotnym stopniu odpowiada strona popytowa, kształtowana przez czynniki takie jak migracje, wzrost dochodów czy zmiany demograficzne. Podaż, reagująca na zmiany popytu ze względu na czasochłonność procesu budowlanego dostosowuje się z opóźnieniem w stosunku do zapotrzebowania, co sprzyja powstawaniu okresowych nierównowag.

Ponadto obserwuje się silną korelację cykli rynku nieruchomości z cyklami koniunkturalnymi w gospodarce zarówno polskiej, jak i światowej ze względu na rosnącą otwartość rynku na inwestycje zagraniczne.

⁶⁷ K. Dębkowska, U. Kłosiewicz-Górecka, A. Szymańska, A. Wejt-Knyżewska, K. Zybertowicz, *Wpływ wojny w Ukrainie na działalność polskich firm*, Polski Instytut Ekonomiczny, Warszawa 2023, s. 4.

Jednym ze wskaźników stopnia zaspokojenia potrzeb mieszkaniowych w danym kraju jest liczba mieszkań przypadających na 1000 mieszkańców. Z raportu Deloitte obejmującego opracowanego dla 17 państw UE wynika, że w 2022 roku w Polsce wskaźnik ten wynosił 413 mieszkań, podczas gdy średnia dla badanych krajów kształtowała się na poziomie 470⁶⁸ (Rys. 6). Różnica ta wskazuje na potencjał dalszego rozwoju polskiego rynku mieszkaniowego.



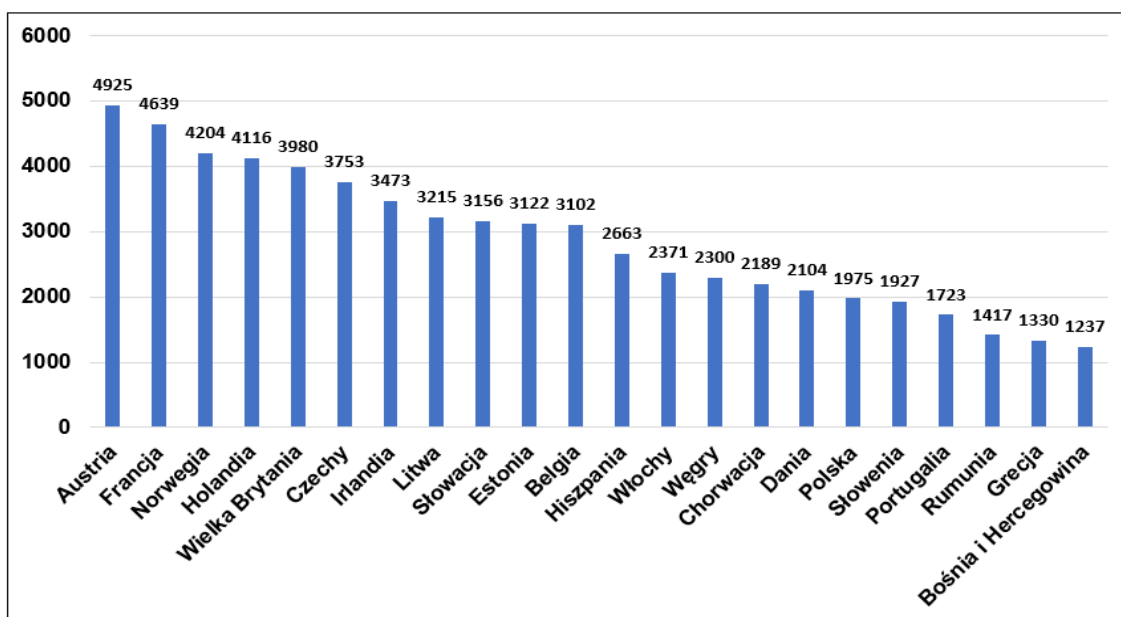
Rys. 6. Liczba mieszkań przypadająca na 1000 mieszkańców w wybranych krajach europejskich w 2022 roku.

Źródło: Opracowanie własne na podstawie: M. Linhart, P. Hana, J. Lesko, L. Machula, *Property Index - Overview of European Residential Markets*, Deloitte 2023, s. 11.

Dodatkowym czynnikiem prorozwojowym jest stosunkowo niska – w porównaniu z wieloma państwami europejskimi - cena transakcyjna 1 m² mieszkania na rynku pierwotnym, która w 2022 roku wynosiła 1.975, - euro (Rys. 7). Ze względu na trwający proces niwelowania różnic strukturalnych między gospodarką polską a gospodarkami państw UE czynniki te mogą sprzyjać dalszemu rozwojowi rynku nieruchomości mieszkaniowych.

Przedstawiona ewolucja rynku nieruchomości w Polsce ukazuje proces jego stopniowej instytucjonalizacji oraz integracji z mechanizmami gospodarki rynkowej. Kolejne etapy rozwoju ukształtowały obecny model funkcjonowania rynku, w którym kluczową rolę odgrywają relacje pomiędzy podmiotami kreującymi podaż, zgłaszającymi popyt oraz instytucjami finansującymi i regulacyjnymi.

⁶⁸ M. Linhart, P. Hana, J. Lesko, L. Machula, *Property Index - Overview of European Residential Markets*, Deloitte 2023, s. 11.



Rys. 7. Średnia cena 1 m² lokalu mieszkalnego w wybranych krajach europejskich w 2022 roku [EUR].

Źródło: Opracowanie własne na podstawie: M. Linhart, P. Hana, J. Lesko, L. Machula, *Property Index -Overview of European Residential Markets*, Deloitte 2023, s. 16.

Utrwalona cykliczność, wysoka wrażliwość na zmiany makroekonomiczne oraz rosnące znaczenie finansowania zewnętrznego determinują współczesną strukturę i dynamikę rynku, w szczególności w segmencie nieruchomości mieszkaniowych. Historyczne uwarunkowania rozwoju rynku wyznaczają ramy analizy jego struktury podmiotowej oraz specyfiki modelu funkcjonowania.

1.3. Podmioty działające na rynku nieruchomości

Odwołując się do licznych definicji rynku nieruchomości, których autorzy podkreślają, że jest to ogół stosunków bądź proces zachodzący między uczestnikami rynku, kształtującymi popyt i podaż, podmioty działające na rynku nieruchomości można opisać w podziale na następujące grupy⁶⁹:

1. Podmioty związane ze stroną podażową:
 - a) kreujące podaż,
 - b) osoby fizyczne i podmioty, które ponoszą odpowiedzialność zawodową za realizację swoich działań w ramach obsługi rynku nieruchomości,
 - c) podmioty kreujące podaż innych dóbr i usług ściśle związanych z rynkiem nieruchomości.

⁶⁹ M. Bryx, Rynek nieruchomości - System i funkcjonowanie, op. cit., s. 78.

2. Podmioty zgłaszające popyt na nieruchomości.
3. Podmioty obsługujące rynek w sposób niekonkurencyjny, których obecność jest zalecana lub konieczna ze względu na przepisy prawa, dla prawidłowego funkcjonowania rynku nieruchomości.
4. Podmioty uczestniczące w „transakcjach pozarynkowych”.

Grupa związana ze stroną podażową na rynku nieruchomości jest niejednolita z dwóch zasadniczych podwodów. Po pierwsze, ze względu na różnorodność przedmiotu obrotu – nieruchomości zabudowane, niezabudowane, o odmiennym przeznaczeniu, stanie technicznym i wartości. Po drugie, w obrębie podaży można wyróżnić trzy jej strumienie – podaź nieruchomości (obróć prawem własności), podaź powierzchni (obróć prawem do użytkowania) oraz podaź usług związanych z rynkiem nieruchomości.

Podmioty kreujące podaź na rynku nieruchomości stanowią właściciele, zamierzający sprzedać nieruchomość zasilając strumień podaży nieruchomości lub wynająć wolne powierzchnie zasilając z kolei podaź powierzchni. Oba strumienie podaży zasilają również deweloperzy, zwiększający zasób nieruchomości przeznaczonych do sprzedaży lub najmu.

Drugą grupę uczestników rynku po stronie podażowej stanowią osoby fizyczne oraz podmioty zawodowo związane z rynkiem nieruchomości i ponoszące odpowiedzialność za realizację swoich działań. Do tej grupy zaliczyć można:

- notariuszy – niezbędnych w obrocie nieruchomościami, ponieważ szereg czynności na tym rynku wymaga zachowania formy aktu notarialnego. Dotyczy to przede wszystkim umowy sprzedaży nieruchomości, a co za tym idzie - dokonania wpisów w księdze wieczystej, jak również udzielenia pełnomocnictwa do zawarcia umowy sprzedaży, sporządzenia umowy darowizny czy umowy o dożywocie;
- rzeczoznawców majątkowych – dokonujących wycen nieruchomości, które są niezbędne dla instytucji kredytujących ich zakup zabezpieczony hipoteką na danej nieruchomości. Ponadto operat szacunkowy nieruchomości wykorzystywany jest przy negocjacjach między stronami transakcji, w postępowaniu spadkowym oraz przy podziale majątku;
- pośredników w obrocie nieruchomościami, których zadaniem jest kojarzenie stron transakcji oraz przygotowanie jej od strony formalno-prawnej;
- zarządców nieruchomości, których celem jest utrzymanie i podnoszenie wartości nieruchomości na zlecenie ich właścicieli;

- geodetów, wytyczających nieruchomości i umożliwiając ich właściwe opomiarowanie, podział i scalanie;
- architektów projektujących nowe nieruchomości oraz ich przebudowy, modernizacje i remonty;
- kierowników budów, odpowiedzialnych za prowadzenie i nadzorowanie przebiegu procesu budowlanego;
- inspektorów nadzoru budowlanego, sprawujących kontrolę nad zgodnością realizowanych inwestycji z obowiązującymi przepisami prawa oraz normami technicznymi.

Do grupy podmiotów tworzących podaż innych dóbr i usług ściśle związanych z nieruchomościami należą:

- banki i inne instytucje finansowe - kredytujące zakup nieruchomości – zarówno przez kupujących realizujących własne potrzeby mieszkaniowych, jak i przez inwestorów. Kredyty te najczęściej zabezpieczone są hipoteką na finansowanej nieruchomości. W przypadku obiektów o znacznej wartości (np. na rynku nieruchomości komercyjnych), w celu zmniejszenia ryzyka kredytowego instytucje finansowe mogą obejmować udziały w projekcie, stając się jednocześnie kredytodawcami oraz współwłaścicielami (akcjonariuszami) nieruchomości;
- towarzystwa ubezpieczeniowe – oferujące ubezpieczenia zarówno kredytów mieszkaniowych oraz samych nieruchomości, a także inne produkty powiązane z rynkiem nieruchomości, w tym m.in. ubezpieczenie odpowiedzialności cywilnej pośredników w obrocie nieruchomościami;
- przedsiębiorstwa leasingowe, umożliwiające refinansowanie inwestycji w nieruchomości;
- fundusze mezzaninowe, wspierające finansowo przedsięwzięcia deweloperskie poprzez dostarczanie kapitału o podwyższonym poziomie ryzyka.

Stronę popytową tworzą osoby fizyczne i prawne, krajowe i zagraniczne, zgłaszające zapotrzebowanie na zakup nieruchomości bądź wynajęcie jej powierzchni. Grupę tą można podzielić na inwestorów indywidualnych, lokujących kapitał głównie na rynku mieszkaniowym (rzadziej w nieruchomości komercyjne lub akcje podmiotów działających w sektorze nieruchomości), oraz inwestorów instytucjonalnych, którzy profesjonalnie zarządzając powierzonymi środkami, angażując je na rynku nieruchomości.

Niezależnie od powyższego podziału, przyjmując kryterium celu inwestycji na rynku nieruchomości, grupę podmiotów zgłaszających popyt można podzielić na:

- użytkowników, dla których celem nabycia nieruchomości jest zaspokojenie własnych potrzeb mieszkaniowych lub – w przypadku zakupu o charakterze inwestycyjnym – czerpanie długoterminowych korzyści finansowych,
- właścicieli (wynajmujących), którzy posiadane nieruchomości oddają w najem (w całości lub w części) w celu osiągnięcia długoterminowego dochodu;
- spekulantów, nabywających nieruchomości z zamiarem ich krótkookresowego utrzymania, intensywnej eksploatacji i odsprzedaży w celu szybkiego zwrotu kapitału bądź zakupu po okazyjnej cenie i dalszej odsprzedaży z zyskiem;
- akcjonariuszy, lokujących zgromadzone środki w akcjach instytucji inwestujących w nieruchomości.

Podział pomiędzy wyszczególnionymi grupami ma charakter umowny i płynny. Właściciel będący jednocześnie użytkownikiem swojej nieruchomości może równocześnie występować w roli spekulanta, dokonując zakupu nieruchomości w celu ich szybkiej odsprzedaży z zyskiem.

Podmioty zgłaszające popyt na nieruchomości mogą jednocześnie zasilać stronę podażową rynku. Przykładem jest sprzedaż małego mieszkania i zakup większego. Zbywca nieruchomości zwiększa wówczas podaż na rynku, jednocześnie generując popyt na inną nieruchomość. Proces ten może zachodzić zarówno w obrębie tego samego lokalnego rynku, jak i pomiędzy różnymi lokalizacjami.

Kolejną grupą uczestników rynku nieruchomości są podmioty obsługujące rynek w sposób niekonkurencyjny. Są to jednostki organizacyjne powołane do realizacji określonych zadań publicznych. Do tej grupy należą:

- wydziały sądów prowadzące księgi wieczyste,
- jednostki urzędów skarbowych, pobierające na rzecz Skarbu Państwa opłaty i podatki związane z transakcjami na rynku nieruchomości,
- jednostki samorządu terytorialnego pobierające podatek od nieruchomości (stanowiący ich istotne źródło dochodów),
- organy wydające pozwolenia na budowę, przebudowę i użytkowanie budynków.

Ostatnią grupę uczestników rynku nieruchomości stanowią podmioty uczestniczące w tzw. transakcjach pozarynkowych. Jest to szczególny rodzaj czynności prawnych, w wyniku których dochodzi do przeniesienia prawa własności nieruchomości na inną osobę, bez zapłaty ceny. Przeniesienie prawa własności następuje na podstawie aktu notarialnego lub prawomocnego orzeczenia sądu. Pomimo braku ceny określona jest wartość nieruchomości, która stanowi

podstawę ustalenia zobowiązań podatkowych oraz kosztów transakcyjnych. Strony takich czynności pozostają uczestnikami rynku nieruchomości, choć nie kreują podaży ani nie zaspokajają popytu. W praktyce mogą jednak oddziaływać na sytuację rynkową, np. poprzez późniejszą sprzedaż lub wynajem odziedziczonych nieruchomości.

1.4. Specyfika modelu funkcjonowania rynku nieruchomości na przykładzie nieruchomości mieszkaniowych

Funkcjonowanie rynku nieruchomości mieszkaniowych stanowi konsekwencję jego strukturalnych cech, a także specyfiki przedmiotu obrotu, jakim są lokale mieszkalne i domy. Rynek nieruchomości mieszkaniowych jako segment całego rynku nieruchomości, opisywany jest w literaturze jako rynek niedoskonały, na którym produkty są heterogeniczne. Oznacza to brak jednorodności mieszkań i domów zarówno pod względem cech fizycznych, jak i ekonomicznych, przy czym zróżnicowanie to ulega zmianom w czasie.

Uczestnicy rynku ze względu na poufność transakcji w polskim systemie prawnym, nie dysponują pełną wiedzą o rynku, a szczególności w zakresie cen transakcyjnych. Ograniczona przejrzystość rynku oraz asymetria informacji (polegająca na tym, że jedna ze stron dysponuje większym zasobem wiedzy niż druga) generują dodatkowe koszty transakcyjne oraz utrudniają podejmowanie racjonalnych decyzji dotyczących kupna, sprzedaży lub najmu nieruchomości. W konsekwencji wydłużeniu ulega proces zawierania transakcji. Na rynku tym często dochodzi również do zachowań spekulacyjnych i monopolistycznych (np. ze strony deweloperów), które umożliwiają wpływanie na cenę nieruchomości.

Nabywcy nieruchomości mieszkaniowych nie kierują się wyłącznie maksymalizacją użyteczności czy zyskowności, lecz także czynnikami subiektywnymi, takimi jak indywidualne preferencje dotyczące lokalizacji, wielkości czy standardu nieruchomości. Ponadto ze względu na wysoką kapitałochłonność nieruchomości mieszkaniowych oraz czasochłonność procesu transakcyjnego, na rynku tym nie występuje pełna swoboda wejścia i wyjścia.

Rynek nieruchomości mieszkaniowych charakteryzuje się również silną interwencją państwa, wynikającą z podwójnej funkcji mieszkania: **społecznej** jako dobra zaspokajającego potrzeby bytowe oraz **ekonomicznej** jako formy lokaty kapitału. Konsekwencją tej specyfiki są określone regulacje prawne niewystępujące w innych sektorach gospodarki, takie jak ustawa o ochronie praw lokatorów. Interwencjonizm państwowy obejmuje zarówno stronę podażową, jak i popytową rynku. Po stronie podażowej instrumentem oddziaływania państwa jest m.in. gospodarka przestrzenna. Poprzez uchwalanie miejscowych planów zagospodarowania

przestrzennego, gminy regulują sposób wykorzystania terenów, w tym decydują o dostępności gruntów pod budownictwo mieszkaniowe. Kolejnym narzędziem jest polityka podatkowa. Wysoki podatek od nieruchomości gruntowych (np. w centrach miast) może skłaniać właścicieli do ich udostępnienia pod zabudowę, natomiast niski poziom opodatkowania nie stanowi zachęty do sprzedaży gruntów. Ingerencja państwa w celu zwiększania podaży nieruchomości może odbywać się również poprzez preferencyjne kredyty dla budownictwa, zwolnienia podatkowe oraz różnego rodzaju subwencje. Po stronie popytowej ingerencja państwa może przyjmować formę ulg podatkowych, programów dopłat do kredytów mieszkaniowych (np. program „Mieszkanie dla Młodych” funkcjonujący w latach 2014–2018), a także obniżek poziomu stóp procentowych. Dodatkowo oddziaływanie państwa może mieć charakter socjalny, przejawiający się w realizacji budownictwa komunalnego i socjalnego oraz w systemie dodatków mieszkaniowych.

Ze względu na złożoność rynku nieruchomości mieszkaniowych, nie można przyjąć jednego, uniwersalnego modelu jego funkcjonowania. W literaturze wyróżnia się cztery subrynki, wskazujące na stronę popytową i podażową rynku nieruchomości mieszkaniowych:

- rynek użytkowników – zarówno właścicieli jak i najemców,
- rynek lokat – aktywów finansowych, którymi są mieszkania dla inwestora kupującego je w celu osiągnięcia dochodów,
- rynek działań deweloperskich,
- rynek gruntów przeznaczonych na cele mieszkaniowe⁷⁰.

Na rynku użytkowników i lokat podaż nieruchomości oznacza liczbę mieszkań i domów oferowanych do sprzedaży lub wynajęcia w danym czasie. Tworzą ją zarówno nieruchomości nowe, po raz pierwszy wprowadzone do obrotu, jak i te powracające na rynek. W krótkim okresie podaż cechuje się niską elastycznością względem zmiany cen oraz innych warunków rynkowych. Wzrost stawek czynszowych nie prowadzi do szybkiego zwiększenia podaży, ponieważ jej poziom jest rezultatem decyzji budowlanych podjętych wcześniej. Właściciele indywidualni mogą wprawdzie w dowolnym czasie zdecydować o sprzedaży lub wynajmie nieruchomości, a część istniejących obiektów może zostać przekształcona na cele mieszkaniowe, jednak skala tych zmian jest ograniczona. W efekcie, podaż może w każdym okresie wykazywać tendencję rosnącą lub malejącą.

Popyt na rynku nieruchomości mieszkaniowych jest natomiast zmienny i zależny nie tylko od ceny, lecz również od szeregu czynników pozacenowych, takich jak zmiany

⁷⁰ E. Kucharka- Stasiak, *Nieruchomość w gospodarce rynkowej*, op. cit., s. 85.

demograficzne, migracje, realne zmiany dochodów, lokalne zmiany na rynku pracy, czynniki kulturowe czy uwarunkowania makroekonomiczne. Przy stałej podaży napływ ludności, wzrost realnych dochodów czy powstanie nowych miejsc pracy w danej lokalizacji prowadzą do wzrostu popytu na lokale mieszkalne, a w konsekwencji do wzrostu stawek czynszowych oraz cen ofertowych nieruchomości. Analogicznie, pogorszenie sytuacji w zakresie wymienionych czynników wpływa na spadek popytu oraz presję na obniżenie czynszów i cen ofertowych.

Na rynek użytkowników oraz lokat silnie oddziałują także czynniki makroekonomiczne. M. Załączna wskazuje, że wysoka aktywność gospodarcza, niskie bezrobocie oraz dobra dostępność kredytów mieszkaniowych wpływają korzystnie na rozwój tych rynków⁷¹. Zmiany na rynku użytkowników wpływają bezpośrednio na rynek lokat. Wzrost stawek czynszowych, pozytywne perspektywy rozwoju rynku lokalnego oraz brak atrakcyjnych alternatyw inwestycyjnych na rynku kapitałowym, zwiększają zainteresowanie inwestorów rynkiem lokat. Nawet przy stabilnych stawkach czynszowych interwencjonizm państwa (np. w postaci ulg podatkowych) może stanowić bodziec do wzrostu popytu inwestycyjnego.

Konsekwencją ożywienia po stronie popytowej jest wzrost aktywności na rynku działań deweloperskich, poprzedzony zwiększonym popytem na rynku gruntów przeznaczonych na cele mieszkaniowe. W rezultacie rosną ceny gruntów, a tym samym koszty realizacji inwestycji deweloperskich. Wszystkie cztery segmenty rynku nieruchomości są ze sobą ściśle powiązane i wzajemnie na siebie oddziałują.

W średnim okresie (utożsamianym z długością cyklu gospodarczego) podaż lokali mieszkalnych i domów wykazuje większą elastyczność. Jest to konsekwencją oddawania do użytkowania nowych budynków, ponownej sprzedaży istniejących nieruchomości, ponownego wprowadzania lokali na rynek najmu, a także wycofywania z użytkowania zasobu zużytego technicznie. Podaż w średnim okresie wykazuje także znaczną cykliczność. W okresie ożywienia gospodarczego, przy rosnącym popycie, zasób dostępnych nieruchomości może maleć, natomiast w okresie spowolnienia – wykazywać tendencję rosnącą. W średnim i długim okresie istotne są nie tylko zmiany ilościowe, lecz także jakościowe, odpowiadające sile nabywczej oraz preferencjom nabywców i najemców. Niedostosowanie struktury podaży do warunków rynkowych może prowadzić do zjawiska nadpodaży ekonomicznej.

Na rynku nieruchomości mieszkaniowych występują permanentne stany nierównowagi, których przejawem jest występowanie tzw. pustostanów zarówno na rynku użytkowników, jak

⁷¹ M. Załączna, *Funkcjonowanie rynków nieruchomości w wybranych krajach*, [w:] E. Kucharska-Stasiak (red.), *Zachodnie rynki nieruchomości*, Wydawnictwo Twigger, Warszawa 2004, s. 128.

i lokat. Procesy dostosowawcze przebiegające pomiędzy popytem a podażą zakłócone są dodatkowo przez interwencjonizm państwowy, co w wielu przypadkach ogranicza efektywność funkcjonowania rynku mieszkaniowego.

ROZDZIAŁ 2. WYBRANE DETERMINANTY I BARIERY ROZWOJU RYNKU NIERUCHOMOŚCI MIESZKANIOWYCH

2.1. Ekonomiczne uwarunkowania rozwoju rynku nieruchomości mieszkaniowych

Rynek nieruchomości odgrywa kluczową rolę w gospodarce, na szczeblu ogólnokrajowym, jak i lokalnym. Może on stanowić zarówno źródło zachodzących w niej zmian, jak i podlegać ich konsekwencjom. Funkcjonowanie rynku nieruchomości pozostaje w ścisłym związku z procesami ekonomicznymi, społecznymi, przestrzennymi oraz ekologicznymi, a ponadto podlega istotnej ingerencji państwa. Zależności występujące pomiędzy rynkiem nieruchomości mieszkaniowych a stanem gospodarki wskazują, że obie kategorie cechują się dodatnią korelacją. Poprawie parametrów opisujących kondycję gospodarki towarzyszy zazwyczaj poprawa wskaźników charakteryzujących rynek nieruchomości i odwrotnie.

Opisując uwarunkowania rozwoju rynku, zasadne jest rozróżnienie pojęcia „rozwoju”, które bywa błędnie utożsamiane ze „wzrostem”. Wzrost odnosi się bowiem do zmian o charakterze ilościowym, natomiast rozwój, jako pojęcie szersze, obejmuje również zmiany jakościowe. Tym samym rozwój stanowi proces bardziej złożony niż wzrost. Rozwój gospodarczy we współczesnej teorii ekonomii doczekał się licznych analiz. Jedną z nich jest koncepcja „nowego pragmatyzmu”, której twórcą jest G.W. Kołodko⁷². Autor wskazuje, że fundamentem harmonijnego rozwoju krajów są:

- rozwój zrównoważony ekonomicznie - dotyczący rynków towarów, kapitału, inwestycji, finansów oraz siły roboczej,
- rozwój zrównoważony społecznie - odnoszący się do społecznie akceptowanego podziału dochodów oraz dostępu do usług i dóbr publicznych,
- rozwój zrównoważony ekologicznie i przestrzennie – określający relacje między działalnością gospodarczą człowieka a środowiskiem naturalnym.

Wszystkie wymienione obszary pozostają w ścisłym związku z rynkiem nieruchomości, ze szczególnym uwzględnieniem nieruchomości mieszkaniowych.

Determinanty rozwoju rynku nieruchomości mogą być sklasyfikowane według różnych kryteriów. Część autorów wskazuje na ich podział według dziedziny, do której należą, wyróżniając czynniki ekonomiczne, prawne i instytucjonalne⁷³. Inni z kolei analizują rozwój rynku

⁷² G.W. Kołodko, *Nowy Pragmatyzm, czyli ekonomia i polityka dla przyszłości*, Ekonomista 2014(2), Polskie Towarzystwo Ekonomiczne, INE PAN, s. 61.

⁷³ M. Załęczna, *Funkcjonowanie rynków nieruchomości w wybranych krajach*, w: *Zachodnie rynki nieruchomości*, Kucharska-Stasiak E. (red.), Wydawnictwo Twigger, Warszawa 2004, s. 127.

mieszkaniowego przez pryzmat mechanizmu rynkowego, koncentrując się na czynnikach kształtujących popyt i podaż. Obie grupy należą do uwarunkowań ekonomicznych i kształtowane są przez procesy zachodzące zarówno na rynku nieruchomości, jak i w jego makrootoczeniu.

Analizując rozwój rynku nieruchomości mieszkaniowych w tej perspektywie, można wyróżnić determinanty endogeniczne i egzogeniczne⁷⁴. Czynniki endogeniczne wynikają z samego rynku nieruchomości mieszkaniowych oraz jego elementów, natomiast determinanty egzogeniczne związane są z jego otoczeniem. Wśród czynników endogenicznych wyróżnić można:

- fazy cyklu koniunkturalnego na rynku nieruchomości mieszkaniowych,
- ceny nieruchomości mieszkaniowych / wysokość stawek najmu,
- stan ilościowy i jakościowy zasobów mieszkaniowych,
- dostępność gruntów pod zabudowę mieszkaniową,
- dynamikę inwestycji mieszkaniowych,
- poziom kosztów utrzymania mieszkań,
- wprowadzenie energooszczędnych technologii w budownictwie mieszkaniowym.

Zjawiska ekonomiczne, w tym rynek nieruchomości, podlegają wahaniom wynikającym z uwarunkowań gospodarczych, społecznych, politycznych oraz przyrodniczych. Wahania te, charakteryzując się różnym przebiegiem w czasie, mogą być przy zastosowaniu tego kryterium podzielone na trendy, wahania sezonowe, przypadkowe oraz koniunkturalne. Analiza zmiennych opisujących rynek nieruchomości mieszkaniowych (tj. popyt, podaż, ceny) wskazuje, że wszystkie wymienione rodzaje zmian w czasie można zaobserwować na tym rynku⁷⁵.

Trend oznacza długookresowy, względnie regularny kierunek zmian wartości badanej zmiennej. Może on być rozpatrywany między innymi w odniesieniu do poziomu cen na rynku nieruchomości.

Wahania sezonowe to zmiany nasilenia zjawisk gospodarczych zachodzące w obrębie roku kalendarzowego, bezpośrednio lub pośrednio związane z porami roku. Na rynku nieruchomości mieszkaniowych mogą one przejawiać się wzrostem liczby transakcji w określonych kwartałach roku.

⁷⁴ I. Foryś, Społeczno-gospodarcze determinanty rozwoju rynku mieszkaniowego w Polsce. Ujęcie ilościowe, op. cit., s. 69.

⁷⁵ R. Trojanek, *Determinanty wahań cen na rynku mieszkaniowym*, Studia i Materiały Towarzystwa Naukowego Nieruchomości vol.16, Olsztyn 2008, s. 85.

Wahania przypadkowe mają charakter nieregularny i wynikają z przyczyn losowych. W przypadku rynku nieruchomości mieszkaniowych mogą to być np. spadki cen nieruchomości zlokalizowanych na terenach dotkniętych klęskami żywiołowymi.

Cykle (wahania) koniunkturalne zostały zdefiniowane jako: „(...) powracające, lecz nieregularne wahania w poziomie globalnego dochodu z wszystkich nieruchomości, zaznaczające się różnym wyprzedzeniem bądź opóźnieniem w stosunku do średniej z wszelkich rodzajów nieruchomości”⁷⁶. Przyczyną wahań koniunkturalnych na rynku nieruchomości mieszkaniowych jest między innymi opóźnienie reakcji podaży w stosunku do zmian popytu. Wzrost popytu, determinowany czynnikami społeczno-gospodarczymi, takimi jak przyrost liczby gospodarstw domowych, migracje czy wzrost dochodów ludności, następuje stosunkowo szybko, natomiast odpowiedni przyrost podaży pojawia się często po kilku latach. Wynika to z długiego procesu realizacji i wysokiej kapitałochłonności inwestycji⁷⁷. Ze względu na brak mobilności nieruchomości oraz lokalny charakter rynku, zmiany koniunkturalne mają zazwyczaj zasięg regionalny i lokalny.

Ceny nieruchomości mieszkaniowych oraz wysokość czynszów najmu kształtowane są przez wzajemne relacje popytu i podaży. Popyt pozostaje funkcją poziomu cen oraz dostępności oferty rynkowej, natomiast podaż zależy od cen i wielkości zgłaszanego zapotrzebowania. Do najważniejszych czynników ekonomicznych wpływających na poziom cen na rynku nieruchomości należą: zmiany PKB, poziom dochodów gospodarstw domowych, stopa bezrobocia, dostępność kredytów hipotecznych, koszty działalności budowlanej, a także dostępność i ceny gruntów pod budownictwo mieszkaniowe⁷⁸.

Wśród egzogenicznych determinant rozwoju rynku nieruchomości mieszkaniowych, utożsamianych z jego makrootoczeniem, wyróżnić można:

- poziom PKB,
- wskaźnik inflacji,
- wysokość stóp procentowych,
- poziom dochodów gospodarstw domowych,

⁷⁶ E. Wiśniewska, *Wpływ cykli koniunkturalnych rynku nieruchomości na poziom wartości rynkowej nieruchomości*, w: *Ryzyka banku w zakresie określania wartości nieruchomości dla celów kredytowych w Polsce na tle trendów w Unii Europejskiej*, Zeszyt Hipoteczny nr 23, E. Kucharska-Stasiak (red.), Fundacja na Rzecz Rozwoju Kredytu Hipotecznego, Warszawa 2006, s. 134.

⁷⁷ G. Głowska, *Determinanty i skutki wahań koniunkturalnych na współczesnym rynku nieruchomości mieszkaniowych*, Zeszyty Naukowe Uniwersytetu Ekonomicznego w Krakowie, 3/2018, s. 14.

⁷⁸ K. Żelazowski, *Regionalne zróżnicowanie cen i ich determinant na rynku mieszkaniowym w Polsce*, Studia i Materiały Towarzystwa Naukowego Nieruchomości, Vol. 19, No. 3, Towarzystwo Naukowe Nieruchomości, Olsztyn 2011, s. 98-106.

- dostępność systemu finansowania transakcji,
- wysokość podatków i innych obciążeń publicznoprawnych,
- poziom rozwoju infrastruktury i dostępność komunikacyjną.

Poziom produktu krajowego brutto stanowi miarę rozwoju gospodarczego kraju. Główny Urząd Statystyczny, zgodnie z rozporządzeniem Parlamentu Europejskiego i Rady (UE) nr 549/2013 z dnia 21 maja 2013 r. w sprawie europejskiego systemu rachunków narodowych i regionalnych w Unii Europejskiej podaje, że: „(...) produkt krajowy brutto równa się wartości dodanej brutto wszystkich sektorów własności albo sektorów instytucjonalnych lub sumie wartości dodanej brutto wszystkich sekcji, działów powiększonej o podatki od produktów i pomniejszonej o dotacje od produktów”⁷⁹. Innymi słowy, to końcowy rezultat działalności produkcyjnej jednostek produkcyjnych będących rezydentami. Wzrostowi PKB towarzyszy szereg korzystnych zjawisk, takich jak wzrost produkcji, inwestycji, zatrudnienia oraz dochodów ludności. Nakłady ponoszone na gospodarkę mieszkaniową, obejmujące zarówno wydatki przeznaczone na utrzymanie istniejącego zasobu mieszkaniowego, jak i inwestycje w nowy zasób, kształtują się na poziomie od 8% do 20% PKB⁸⁰. Wydatki związane z utrzymaniem zasobu wykazują relatywną stabilność, natomiast inwestycje mieszkaniowe podlegają wahaniom koniunkturalnym gospodarki. Ich udział wynosi od ok. 10% inwestycji brutto w gospodarce narodowej (przy niskim poziomie PKB) do 30% w warunkach przeciętnego poziomu PKB oraz utrzymującego się deficytu mieszkań⁸¹. Wzrost poziomu PKB, powiązany ze wzrostem zatrudnienia i dochodów, stymuluje rozwój rynku nieruchomości mieszkaniowych poprzez oddziaływanie na popyt, a jednocześnie wpływa na wzrost podaży ze strony sektora deweloperskiego.

Kolejnym istotnym czynnikiem egzogenicznym jest inflacja, rozumiana jako proces wzrostu ogólnego poziomu cen. Nieruchomości, będące przedmiotem inwestycji, postrzegane są jako instrument finansowy, umożliwiający ochronę kapitału przed skutkami inflacji. W okresach podwyższonej inflacji, obserwuje się zazwyczaj wzrost cen nieruchomości, wynikający zarówno ze wzrostu kosztów budowy, jak i zmian w strukturze popytu inwestycyjnego, polegających na wzroście znaczenia motywów inwestycyjnych względem konsumpcyjnych.

⁷⁹Rozporządzenie Parlamentu Europejskiego i Rady (UE) nr 549/2013 z dnia 21 maja 2013 r. w sprawie europejskiego systemu rachunków narodowych i regionalnych w Unii Europejskiej, Dz. Urz. UE L 174 z 26.06.2013, str. 1.

⁸⁰M. Gostkowska-Drzewiecka, E. Pestka, *Ekonomiczne uwarunkowania rozwoju rynku nieruchomości mieszkaniowych w Polsce: klasyfikacja (cz. I)*, Zarządzanie i Finanse, Uniwersytet Gdański, vol.12, no.1, 2014, s. 83-97.

⁸¹J. Łaszek, Rynek nieruchomości mieszkaniowych i jego specyfika, [w:] Ryzyka banku w zakresie określania wartości nieruchomości dla celów kredytów w Polsce na tle trendów w Unii Europejskiej, Kucharska-Stasiak(red), Zeszyt Hipoteczny nr 23, Fundacja na Rzecz Kredytu Hipotecznego, Warszawa 2006, s. 66.

Wysoki poziom inflacji prowadzi również do wzrostu niepewności gospodarczej. Bank centralny, dążąc do stabilizacji poziomu cen, zaostrza politykę pieniężną, podnosząc stopy procentowe, co ogranicza dostępność kredytów i może prowadzić do osłabienia aktywności na rynku mieszkaniowym. Niski poziom inflacji sprzyja natomiast korzystnym warunkom funkcjonowania tego rynku, w szczególności poprzez oddziaływanie na wysokość stóp procentowych. Obniżenie kosztu pieniądza zwiększa dostępność kredytów zarówno hipotecznych, jak i deweloperskich stymulując popyt i podaż. Jednocześnie niskie oprocentowanie depozytów bankowych zwiększa atrakcyjność nieruchomości jako formy lokowania kapitału.

Duża kapitałochłonność nieruchomości powoduje, że finansowanie inwestycji mieszkaniowych w znacznej mierze pochodzi z kapitału obcego. Jak wynika z badań NBP między 70% a 80% nabywców kupujących mieszkania na własne potrzeby - zarówno na rynku pierwotnym, jak i wtórnym - korzysta z kredytu bankowego, przy czym w przypadku ok. 50-60% kupujących - w przeważającej części⁸². Poziom stopy procentowej, będącej głównym składnikiem kosztu kredytu hipotecznego, wywiera istotny wpływ na rozwój rynku mieszkaniowego. Ze względu na silne powiązanie sektora finansowego z rynkiem nieruchomości mieszkaniowych, odgrywa on również znaczącą rolę w przebiegu cykli koniunkturalnych na tym rynku. Istnieje wyraźna zależność między dynamiką cen mieszkań a dostępnością kredytu hipotecznego oraz skalą akcji kredytowej banków⁸³. W sytuacji, gdy naturalny, cykliczny wzrost cen nieruchomości mieszkaniowych zostaje dodatkowo wzmocniony przez intensywne i nadmierne kredytowanie hipoteczne, może dojść do powstania bańki cenowej. Jej pęknięcie prowadzi do destabilizacji rynku mieszkaniowego oraz szeregu negatywnych konsekwencji, zarówno dla systemu bankowego, jak i całej gospodarki.

Zdolność kredytowa gospodarstw domowych, uzależniona przede wszystkim od poziomu dochodów, stanowi jeden z kluczowych czynników determinujących popyt na rynku mieszkaniowym. Wraz ze wzrostem rośnie skłonność do ponoszenia wydatków na nieruchomości oraz zapotrzebowanie na lokale o wyższym standardzie.

Kolejny egzogeniczny czynnik o charakterze prawno-ekonomicznym, wpływający na rozwój rynku nieruchomości stanowią podatki i inne obciążenia publicznoprawnych. Odgrywają one istotną rolę w kształtowaniu decyzji inwestycyjnych uczestników rynku, a zmiany w przepisach podatkowych mogą wpływać na popyt i podaż na rynku.

⁸² NBP, Raport o sytuacji na rynku nieruchomości mieszkaniowych i komercyjnych w Polsce w 2022 r., Warszawa 2023, s. 47.

⁸³G. Główska, *Determinanty i skutki wahań koniunkturalnych na współczesnym rynku nieruchomości mieszkaniowych*, Zeszyty Naukowe UEK 2018, 3(957), s. 9-22.

Do najważniejszych obciążeń podatkowych nabywców i inwestorów na rynku nieruchomości należą⁸⁴:

- podatek od nieruchomości (gruntów, budynków lub ich części),
- podatek od czynności cywilnoprawnych (PCC),
- podatek od towarów i usług (VAT),
- podatek dochodowy od osób fizycznych (PIT) i prawnych (CIT),
- podatek od spadków i darowizn,
- opłata związana z użytkowaniem wieczystym,
- opłata planistyczna,
- opłata adiacencka,
- podatek katastralny (w Polsce jeszcze nieobowiązujący).

Podatek od nieruchomości stanowi podstawowe obciążenie fiskalne nakładane przez gminy na właścicieli nieruchomości – zarówno gruntów (poza gruntami rolnymi i lasami), jak i budynków oraz lokali. Zasady jego funkcjonowania określone zostały w Ustawie z dnia 12 stycznia 1991 r. o podatkach i opłatach lokalnych⁸⁵. W ustawie tej wskazano w szczególności:

- zakres przedmiotowy opodatkowania oraz wyłączenia (m.in. użytki rolne i leśne, grunty pod wodami płynącymi, nieruchomości zajęte na potrzeby jednostek samorządu terytorialnego, nieruchomości będące własnością państw obcych),
- podmioty zobowiązane do uiszczenia podatku - osoby fizyczne, osoby prawne oraz jednostki nieposiadające osobowości prawnej, będące właścicielami nieruchomości,
- stawki podatku – uzależnione od rodzaju nieruchomości, lokalizacji i sposobu jej użytkowania, ich wysokość określana jest w uchwałach rad gmin, przy uwzględnieniu górnych granic stawek ogłaszanych corocznie przez ministra finansów,
- terminy płatności oraz sankcje za niewywiązywanie się z obowiązku podatkowego.

Zasady opodatkowania gruntów leśnych i rolnych regulują odrębne akty prawne – Ustawa z dnia 30 października 2002 r. o podatku leśnym⁸⁶ oraz Ustawa z dnia 15 listopada 1984 r. o podatku rolnym⁸⁷.

⁸⁴Rozwój nieruchomości mieszkaniowych w Polsce w ujęciu prawnym, ekonomicznym, ekologicznym i finansowym, E. Gołąbeska (red.), Oficyna Wydawnicza Politechniki Białostockiej, Białystok 2024, s. 36-45.

⁸⁵ Ustawa z dnia 12 stycznia 1991 r. o podatkach i opłatach lokalnych, Dz.U. 1991 nr 9 poz. 31.

⁸⁶ Ustawa z dnia 30 października 2002 r. o podatku leśnym, Dz.U. 2002 nr 200 poz. 1682.

⁸⁷ Ustawa z dnia 15 listopada 1984 r. o podatku rolnym, Dz.U. 1984 nr 52 poz. 268.

Podatek od czynności cywilnoprawnych (PCC) regulowany przepisami Ustawy z dnia 9 września 2000 r. o podatku od czynności cywilnoprawnych⁸⁸, obejmuje m.in. transakcje sprzedaży nieruchomości, zniesienie współwłasności, podział spadku, ustanowienie służebności oraz ustanowienie hipoteki. Zgodnie z art. 4 ustawy podatnikiem PCC jest nabywca. Ze względu na fakt, że umowy sprzedaży nieruchomości zawierane są w formie aktu notarialnego, notariusz pełni funkcję płatnika podatku, pobierając od kupującego kwotę należnego podatku i przekazując ją do właściwego urzędu skarbowego. Stawka podatku wynosi 2% wartości nabywanej nieruchomości. Podatek PCC znajduje zastosowanie przede wszystkim na rynku wtórnym, gdzie sprzedający zazwyczaj nie występuje w charakterze płatnika VAT. Na rynku pierwotnym natomiast, gdzie sprzedający zbywa nieruchomość w ramach prowadzonej działalności gospodarczej, transakcja nie jest objęta podatkiem PCC, natomiast podlega opodatkowaniu podatkiem od towarów i usług (VAT). W sierpniu 2023 roku wprowadzono zwolnienie z PCC dla osób nabywających pierwsze mieszkanie lub dom, obejmujące również spółdzielcze własnościowe prawo do lokalu.

Podatek od towarów i usług (VAT) stanowi podatek pośredni, wliczony w cenę nieruchomości. Zgodnie z Ustawą z dnia 11 marca 2004 r. o podatku od towarów i usług (VAT)⁸⁹, nieruchomości (zarówno gruntowe, jak i zabudowane) mogą stanowić przedmiot czynności opodatkowanych VAT, jeżeli transakcja spełnia przesłanki uznania jej za odpłatną dostawę towarów w ramach działalności gospodarczej. Sprzedaż lokali mieszkalnych przez deweloperów objęta jest co do zasady stawką 23% VAT, przy czym ustawodawca przewidział preferencyjną stawkę 8% dla budownictwa objętego społecznym programem mieszkaniowym, obejmującego mieszkania o powierzchni do 150 m² oraz domy jednorodzinne do 300 m². Pomimo stosowania preferencyjnych stawek oraz możliwości odliczeń podatkowych, VAT stanowi istotny element kosztów inwestycyjnych.

Kolejnym obciążeniem podatkowym związanym z obrotem nieruchomościami jest **podatek dochodowy od osób fizycznych (PIT)**. Zgodnie z Ustawą z dnia 26 lipca 1991 r. o podatku dochodowym od osób fizycznych⁹⁰ – sprzedaż nieruchomości (domu lub mieszkania) bądź spółdzielczego własnościowego prawa (do domu lub lokalu) przed upływem 5 lat od jego nabycia powoduje powstanie zobowiązania podatkowego w wysokości 19% dochodu. Podstawę opodatkowania stanowi różnica między przychodem ze sprzedaży a kosztami nabycia oraz udokumentowanymi nakładami. Ustawodawca przewidział możliwość zwolnienia

⁸⁸ Ustawa z dnia 9 września 2000 r. o podatku od czynności cywilnoprawnych, Dz.U. 2000 nr 86 poz. 959.

⁸⁹ Ustawa z dnia 11 marca 2004 r. o podatku od towarów i usług, Dz.U. 2004 nr 54 poz. 535.

⁹⁰ Ustawa z dnia 26 lipca 1991 r. o podatku dochodowym od osób fizycznych, Dz.U. 1991 nr 80 poz. 350.

z podatku dla osób, które w okresie do trzech lat od końca roku, w którym nastąpiła sprzedaż nieruchomości, udokumentują przeznaczenie uzyskanego dochodu na własne cele mieszkaniowe (np. zakup nieruchomości, spłatę kredytu hipotecznego). Analogiczne zasady obowiązują osoby prawne, zgodnie z Ustawą z dnia 15 lutego 1992 r. o **podatku dochodowym od osób prawnych (CIT)**⁹¹.

Podatek od spadków i darowizn jest podatkiem lokalnym (zasilającym budżet gminy), bezpośrednim i osobistym. Występuje on w przypadku nieodpłatnego nabycia nieruchomości, najczęściej na drodze dziedziczenia, darowizny, zasiedzenia czy nieodpłatnego zniesienia współwłasności, a jego stawki i zasady pobierania określa Ustawa z dnia 28 lipca 1983 r. o podatku od spadków i darowizn, z późniejszymi zmianami⁹². Wysokość zobowiązania uzależniona jest od stopnia pokrewieństwa, przy czym osoby należące do tzw. grupy zerowej mogą skorzystać ze zwolnienia podatkowego. W przypadku darowizn nieruchomości, podstawę opodatkowania stanowi wartość przekazanej nieruchomości wskazana w akcie notarialnym.

Oplaty związane z użytkowaniem wieczystym pobierane są od użytkownika wieczystego przez właściciela gruntu (Skarb Państwa lub jednostki samorządu terytorialnego). Ich wysokość reguluje Ustawa z dnia 21 sierpnia 1997 r. o gospodarce nieruchomościami⁹³. Składają się one z dwóch części – opłaty pierwszej, jednorazowej, wynoszącej od 15% do 25% ceny nieruchomości gruntowej oraz opłat rocznych z tytułu użytkowania wieczystego, których wysokość waha się w przedziale od 0,3% do 3% ceny.

Opłata planistyczna oraz opłata adiacencka związane są ze wzrostem wartości nieruchomości wynikającym z działań organów administracji publicznej i zasilają budżet gminy. Mechanizmy te odzwierciedlają zasadę partycypacji właścicieli nieruchomości w korzyściach wynikających z rozwoju przestrzennego.

Opłata planistyczna (renta planistyczna), regulowana przez Ustawę z dnia 27 marca 2003 r. o planowaniu i zagospodarowaniu przestrzennym⁹⁴, ma charakter jednorazowy. Jest pobierana w przypadku wzrostu wartości nieruchomości spowodowanego uchwaleniem lub zmianą miejscowego planu zagospodarowania przestrzennego, jeżeli zbycie nieruchomości nastąpi w okresie 5 lat od dnia wejścia w życie planu lub jego zmiany. Wysokość opłaty ustalana jest procentowo w relacji do wzrostu wartości nieruchomości.

⁹¹ Ustawa z dnia 15 lutego 1992 r. o podatku dochodowym od osób prawnych, Dz.U. 1992 nr 21 poz. 86.

⁹² Ustawa z dnia 28 lipca 1983 r. o podatku od spadków i darowizn, Dz.U. 1983 nr 45 poz. 207 późn. zm.

⁹³ Ustawa z dnia 21 sierpnia 1997 r. o gospodarce nieruchomościami, Dz.U. 1997 nr 115 poz. 741.

⁹⁴ Ustawa z dnia 27 marca 2003 r. o planowaniu i zagospodarowaniu przestrzennym, Dz.U. 2003 nr 80 poz. 717.

Oplata adiacencka, regulowana przez Ustawę z dnia 21 sierpnia 1997 r. o gospodarce nieruchomościami⁹⁵, związana jest natomiast ze wzrostem wartości nieruchomości w wynikającym w szczególności z budowy urządzeń infrastruktury technicznej, scalenia i podziału nieruchomości lub jej podziału dokonanego na wniosek właściciela.

Oprócz klasyfikacji determinant rozwoju rynku na endogeniczne i egzogeniczne, możliwe jest również zastosowanie podejścia popytowo-podażowe, które oparte jest na założeniu, że czynniki wpływające na popyt i podaż na rynku są jednocześnie warunkują jego rozwój⁹⁶. Do determinant popytowych zalicza się w szczególności:

- poziom dochód gospodarstwa domowych,
- koszty utrzymania nieruchomości,
- dostępność kredytów hipotecznych,
- krótkie okresy dekonunktury na rynku nieruchomości i w gospodarce.

Wśród determinant podażowych wyróżnia się w szczególności:

- wielkość i dostępność zasobu mieszkaniowego,
- stan i standard zasobów mieszkaniowych,
- rozwój sektora budowlanego,
- działania inwestycyjne.

2.2. Społeczne uwarunkowania rozwoju rynku nieruchomości mieszkaniowych

Jedną z podstawowych funkcji nieruchomości mieszkaniowych jest zaspokajanie potrzeb bytowych ich właścicieli bądź najemców. W konsekwencji zmiany zachodzące w społeczeństwie, zarówno bieżące, jak i długookresowe trendy wywierają istotny wpływ na rozwój tego sektora rynku nieruchomości.

Wśród społecznych determinant rozwoju rynku nieruchomości mieszkaniowych można wyróżnić:

- czynniki demograficzne, tj. liczebność i strukturę wieku ludności, ruch naturalny, liczbę małżeństw i rozwodów oraz migracje wewnętrzne i zewnętrzne,
- czynniki behawioralne, związane z decyzjami konsumenckimi uczestników rynku.

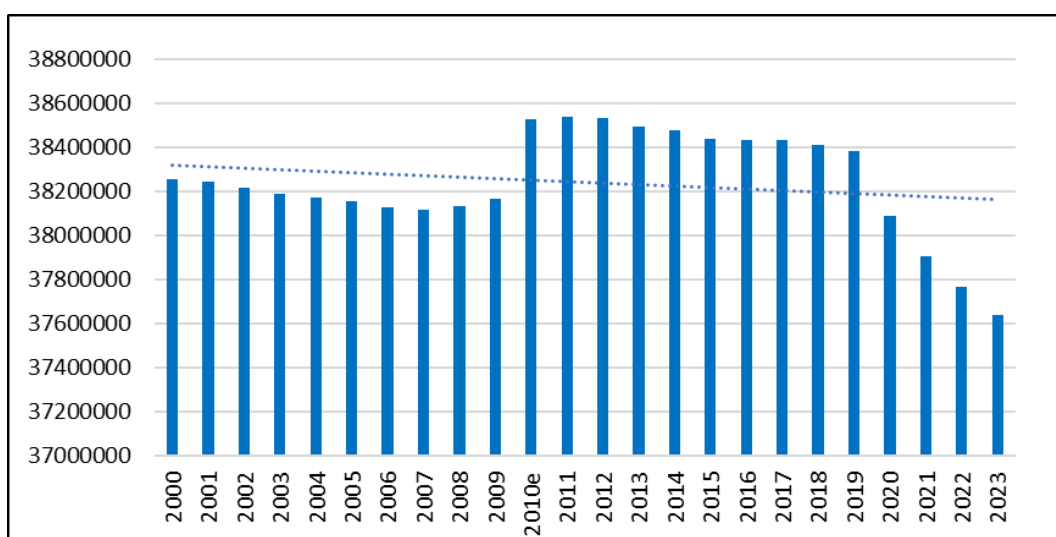
⁹⁵ Ustawa o gospodarce nieruchomościami, *op. cit.*

⁹⁶ I. Foryś, Społeczno-gospodarcze determinanty rozwoju rynku mieszkaniowego w Polsce. Ujęcie ilościowe, *op. cit.*, s. 71.

2.2.1. Czynniki demograficzne

Kluczowe znaczenie dla rozwoju rynku nieruchomości mają czynniki demograficzne, które determinują procesy społeczno-gospodarcze, w tym funkcjonowanie rynku mieszkaniowego. Przemiany demograficzne zachodzą relatywnie wolno, często w perspektywie pokoleniowej, dzięki czemu są one znacznie bardziej przewidywalne niż zmiany o charakterze ekonomicznym. Umożliwia to formułowanie długookresowych prognoz oraz podejmowanie działań interwencyjnych, ukierunkowanych na stymulowanie korzystnych tendencji bądź ograniczanie negatywnych zjawisk. Efekty tych działań, jednakże ujawniają się w długim okresie.

Analiza zmian liczebności populacji w Polsce od 2000 roku wskazuje na utrzymującą się tendencję spadkową, przy zróżnicowanym tempie tego procesu (Rys. 8).

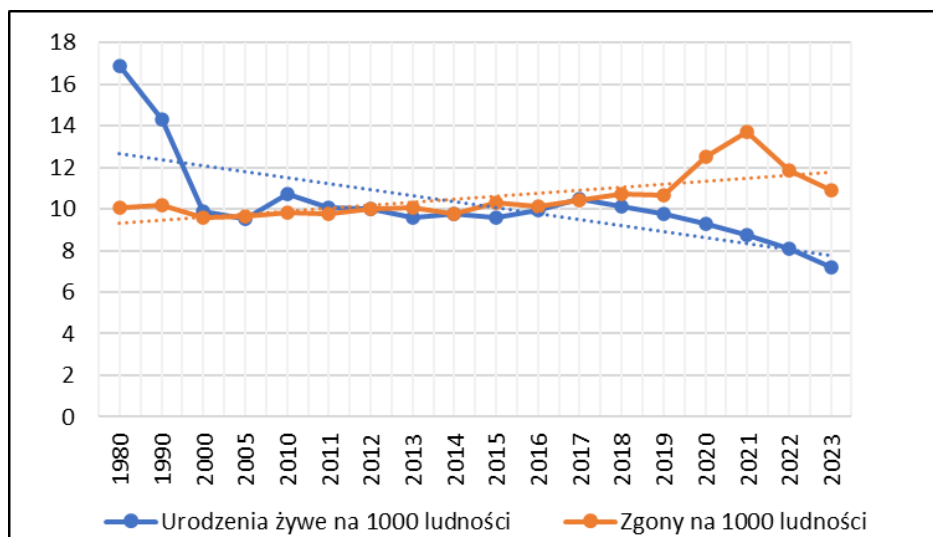


Rys. 8. Liczba ludności w Polsce w latach 2000-2023.

Źródło: Opracowanie własne na podstawie danych GUS, *Struktura ludności*, <https://stat.gov.pl/obszary-tematyczne/ludnosc/ludnosc/struktura-ludnosci,16,1.html> (dostęp:

Przyjmując kryterium dynamiki zmian, można wyróżnić trzy okresy: lata 2000-2009, 2010-2019 oraz 2020-2023. Pierwsza dekada XXI wieku charakteryzowała się relatywnie niewielkim spadkiem liczby ludności wynoszącym ok. 0,2%. W latach 2010-2019 tempo spadku uległo przyspieszeniu i wyniosło ok. 0,4%. Najbardziej intensywne zmiany odnotowano po 2020 roku – w ciągu czterech lat liczba ludności zmniejszyła się o ponad 450 tys. osób, co stanowi ok. 1,2% populacji.

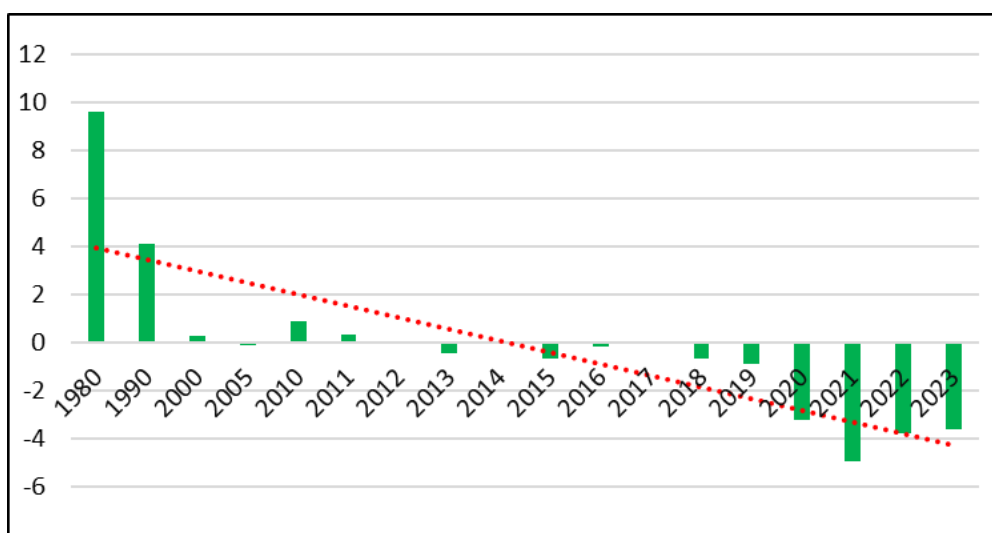
Parametry opisujące ruch naturalny, w szczególności liczba urodzeń, liczba zgonów oraz przyrost naturalny, potwierdzają obserwowany kierunek zmian demograficznych. Jak wynika z analizy współczynników urodzeń i zgonów, liczba urodzeń wykazuje długookresową tendencję malejącą, podczas gdy liczba zgonów – rosnącą (Rys. 9).



Rys. 9. Liczba urodzeń i zgonów na 1000 osób w Polsce w latach 1980-2023.

Źródło: Opracowanie własne na podstawie danych GUS, *Struktura ludności*, <https://stat.gov.pl/obszary-tematyczne/ludnosc/ludnosc/struktura-ludnosci,16,1.html> (dostęp: 09.04.2025).

W latach 1980-2000, współczynnik urodzeń przewyższał współczynnik zgonów, przy czym jego wartość systematycznie malała – od poziomu 17 urodzeń na 1000 osób w 1980 roku do ok. 11 urodzeń w 2000 roku. W okresie 2000-2017 wartości obu współczynników utrzymywały się na zbliżonym poziomie, oscylując wokół 10 zdarzeń na 1000 osób. Od 2017 roku liczba zgonów niezmiennie przewyższa liczbę urodzeń. W rezultacie współczynnik przyrostu naturalnego, stanowiący różnicę pomiędzy liczbą urodzeń a liczbą zgonów na 1000 osób, przyjmuje wartości ujemne od 2018 roku (Rys. 10).



Rys. 10. Przyrost naturalny w Polsce w latach 1980-2023.

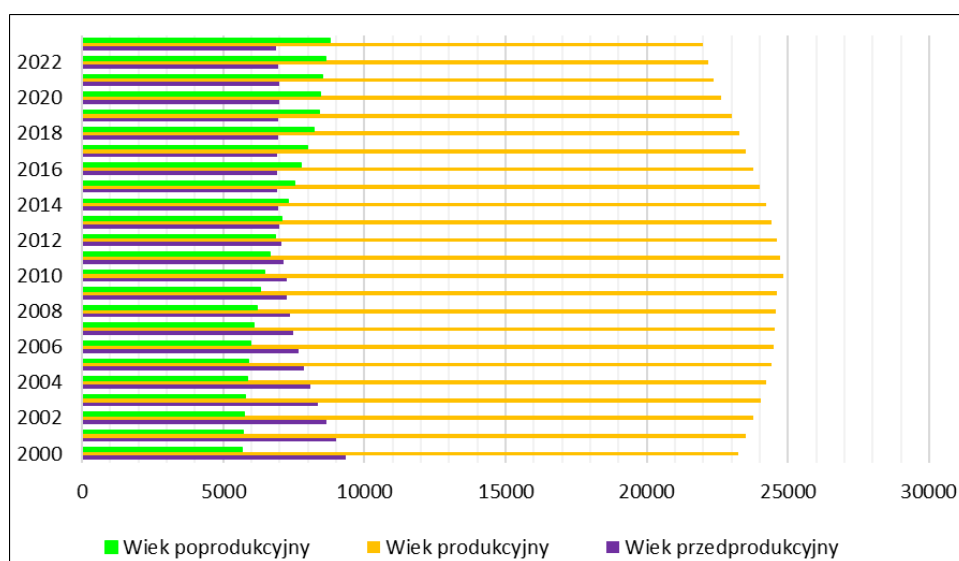
Źródło: Opracowanie własne na podstawie danych GUS, *Struktura ludności*, <https://stat.gov.pl/obszary-tematyczne/ludnosc/ludnosc/struktura-ludnosci,16,1.html> (dostęp: 09.04.2025).

Utrzymująca się tendencja wzrostowa współczynnika zgonów, przy jednoczesnym spadku współczynnika urodzeń nie stanowi korzystnej przesłanki dla długookresowego rozwoju rynku nieruchomości mieszkaniowych. Zjawisko to może prowadzić do wzrostu podaży mieszkań na rynku wtórnym, przy równoczesnym osłabieniu popytu generowanego przez relatywnie mniej liczne roczniki młodszych grup wiekowych.

Konsekwencją zmian liczebności populacji są również przeobrażenia jej struktury wieku biologicznego i ekonomicznego. Zgodnie z klasyfikacją stosowaną przez Główny Urząd Statystyczny:

- wiek przedprodukcyjny obejmuje osoby w wieku 0-17 lat,
- wiek produkcyjny obejmuje kobiety w wieku 18-59 lat oraz mężczyzn w wieku 18-64 lata,
- wiek poprodukcyjny obejmuje kobiety w wieku 60 lat i więcej oraz mężczyzn w wieku 65 lat i więcej.

Analiza struktury wieku ekonomicznego ludności Polski wskazuje, że od 2010 roku obserwuje się systematyczny spadek liczby ludności w wieku produkcyjnym – z poziomu 28,8 mln do niespełna 22 mln w 2023 roku (Rys. 11).



Rys. 11. Struktura wieku ekonomicznego ludności Polski w latach 2000-2022 [tysiące].

Źródło: Opracowanie własne na podstawie danych GUS, *Struktura ludności*, <https://stat.gov.pl/obszary-tematyczne/ludnosc/ludnosc/struktura-ludnosci,16,1.html> (dostęp: 10.04.2025).

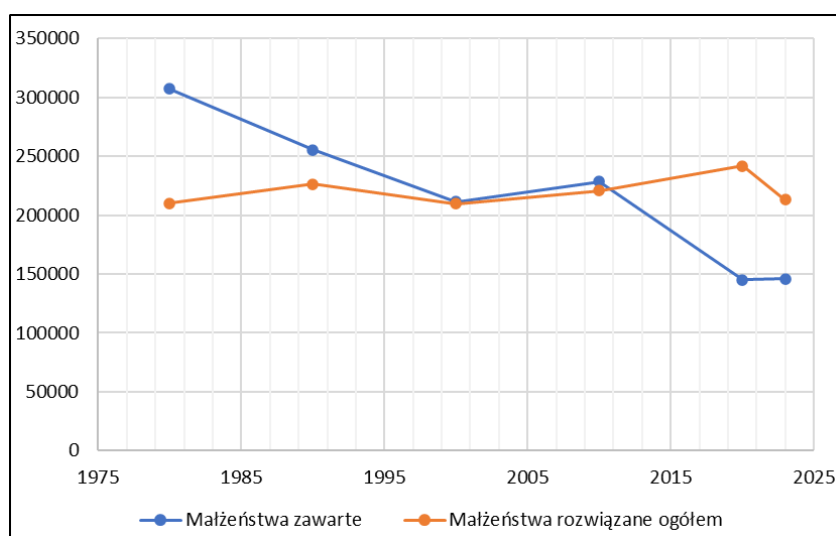
Jednocześnie wzrasta liczebność populacji w wieku poprodukcyjnym, przy równoczesnym spadku liczby osób w wieku przedprodukcyjnym. Tendencje te stanowią istotną przesłankę dla oceny przyszłego potencjału ekonomicznego ludności.

Postępujący proces starzenia się społeczeństwa, wynikający z ujemnego przyrostu naturalnego, wydłużania się przeciętnej długości życia oraz przesuwania się na piramidzie

wieku roczników wyższych (urodzonych w latach 20., 50. i 80. XX wieku), prowadzi do jakościowych zmian w strukturze potrzeb mieszkaniowych. W szczególności proces zwalniania zasobów dla młodszych pokoleń ulega wydłużeniu.

Przejście na emeryturę, które w polskich warunkach często wiąże się z pogorszeniem sytuacji materialnej, sprzyja wzrostowi zapotrzebowania na mieszkania o niższych kosztach utrzymania, mniejszej powierzchni oraz lepiej dostosowane do potrzeb osób starszych. W przypadku pogorszenia stanu zdrowia, część gospodarstw domowych podejmuje decyzje o zmianie formy zamieszkania, w tym o zamieszkaniu przy rodzinie bądź w placówkach zapewniających opiekę. Należy jednak podkreślić, że ekonomiczna pozycja osób starszych różni się w zależności od poziomu rozwoju gospodarczego kraju. W gospodarkach rozwijających się osoby w wieku poprodukcyjnym stanowią zazwyczaj relatywnie słabszą ekonomicznie grupę ludności, natomiast w krajach wysoko rozwiniętych emeryci często dysponują znaczącą siłą nabywczą, wynikającą z akumulacji kapitału w postaci oszczędności, aktywów finansowych oraz nieruchomości.

Aktywność na rynku mieszkaniowym kształtowana jest również przez zmiany w strukturze gospodarstw domowych, wynikające między innymi ze zmian stanu cywilnego ludności. Zawieranie małżeństw, a tym samym tworzenie nowych gospodarstw domowych, generuje dodatkowy popyt mieszkaniowy, wpływając jednocześnie na strukturę istniejących zasobów mieszkaniowych. Z danych GUS wynika, że liczba zawieranych małżeństw w Polsce wykazuje długookresową tendencję spadkową, z poziomu ponad 300 tys. w 1980 roku do około 145 tys. w 2023 roku (Rys. 12).



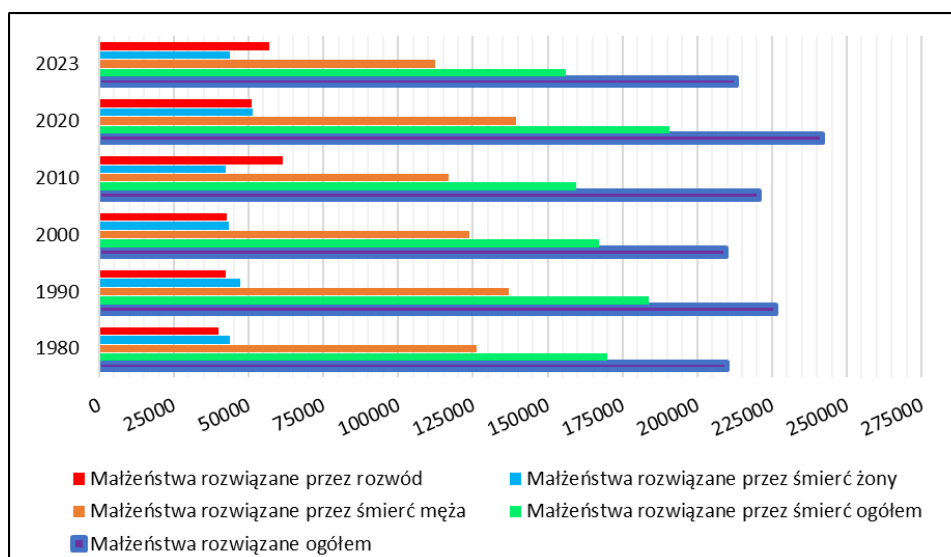
Rys. 12. Liczba małżeństw zawartych i rozwiązanych ogółem w Polsce w latach 1980-2023.

Źródło: Opracowanie własne na podstawie danych GUS, *Struktura ludności*, <https://stat.gov.pl/obszary-tematyczne/ludnosc/ludnosc/struktura-ludnosc,16,1.html> (dostęp: 10.04.2025)

Jednocześnie liczba małżeństw rozwiązanych wykazuje tendencję wzrostową z okresowymi wahaniami, osiągając najwyższy poziom w 2020 roku, wynoszący blisko 250 tys. Biorąc pod uwagę fakt, że w Polsce najwięcej dzieci rodzi się w rodzinach, zawieranie małżeństw potencjalnie wpływa na liczbę urodzeń. Spadek liczby małżeństw może więc stanowić jedną z przyczyn obserwowanego obniżania się współczynnika urodzeń.

Nowe potrzeby mieszkaniowe generowane są również przez małżeństwa rozwiązane, przy czym ich charakter zależy od przyczyny rozwiązania związku. Śmierć jednego ze współmałżonków często wiąże się ze zmianą mieszkania na mniejsze. Zjawisko to ma istotne znaczenie rynkowe, zwłaszcza że niemal trzykrotnie częściej umierają mężowie niż żony. (Rys. 13). Rozwód z kolei prowadzi do wzrostu potrzeb mieszkaniowych, gdyż byli małżonkowie dążą do usamodzielnienia się i założenia odrębnych gospodarstw domowych.

Dane statystyczne wskazują, że w latach 1980–2023 liczba rozwodów wykazywała tendencję wzrostową - od blisko 40 tys. w 1980 roku do ok. 60 tys. w 2023 roku (Rys. 13).

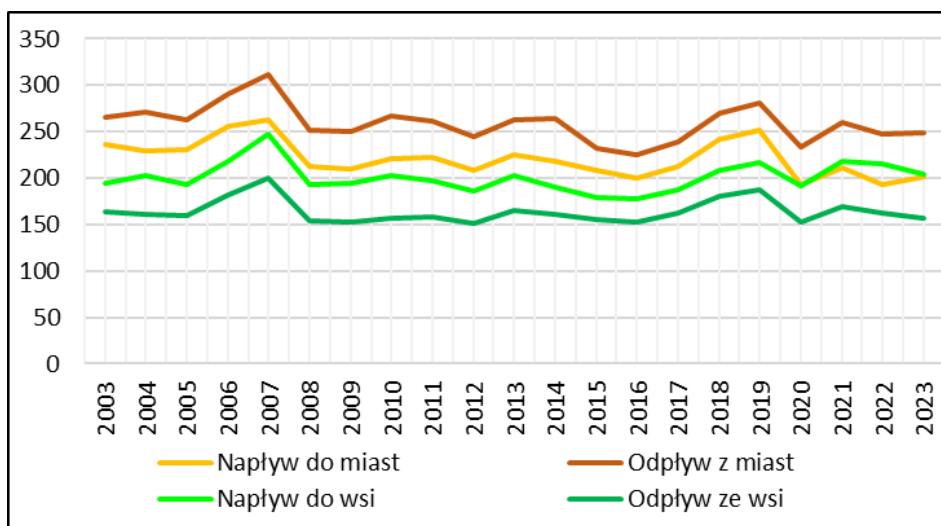


Rys. 13. Liczba rozwiązanych małżeństw w Polsce z podziałem na przyczyny w latach 1980-2023.

Źródło: Opracowanie własne na podstawie danych GUS, *Struktura ludności*, <https://stat.gov.pl/obszary-tematyczne/ludnosc/ludnosc/struktura-ludnosci,16,1.html> (dostęp: 12.04.2025).

Zawieranie małżeństw powtórnych również stymuluje ruch na rynku mieszkaniowym oraz wpływa na strukturę gospodarstw domowych. Dochodzi wówczas do łączenia się gospodarstw jedno- lub kilkusobowe (np. rodziców z dziećmi z poprzednich związków), a dotychczas zajmowane lokale trafiają na rynek.

Istotnym czynnikiem demograficznym oddziałującym na rynek nieruchomości mieszkaniowych są także migracje, zarówno wewnętrzne, jak i zagraniczne. Migracje wewnętrzne wynikają najczęściej z przyczyn o charakterze ekonomicznym, rodzinnym, edukacyjnym oraz z dążenia do zmiany dotychczasowego środowiska życia. Na rysunku poniżej przedstawiono napływ i odpływ ludności w ramach migracji wewnętrznych w układzie miasto-wieś (Rys. 14).



Rys. 14. Migracje wewnętrzne w Polsce w latach 2003-2023 [tysiące].

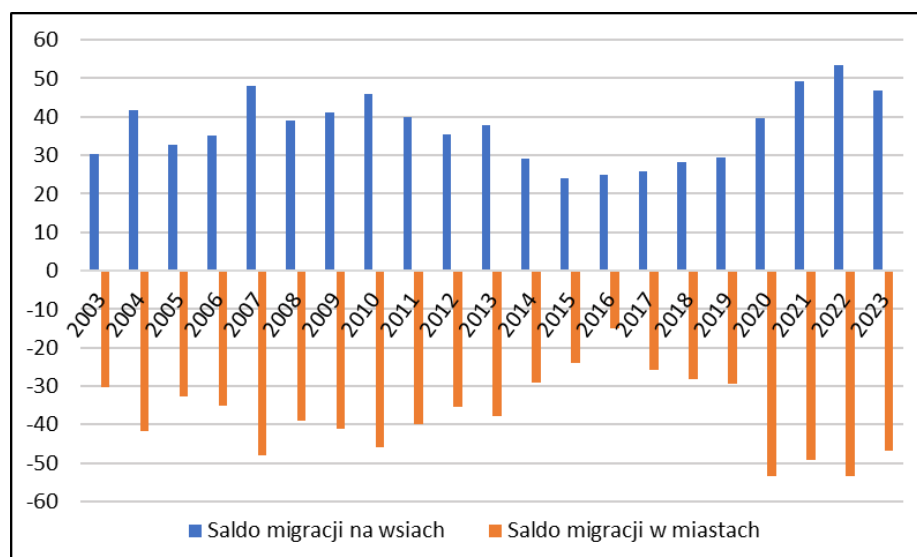
Źródło: Opracowanie własne na podstawie danych GUS, *Struktura ludności*, <https://stat.gov.pl/obszary-tematyczne/ludnosc/ludnosc/struktura-ludnosci,16,1.html> (dostęp: 12.04.2025).

Analiza wykresu wskazuje, że w latach 2003-2023 największy odpływ ludności odnotowano z miast – od ok. 250 do 300 tys. osób rocznie, natomiast ze wsi migrowało od 100 do 150 tys. osób rocznie.

Napływ ludności do miast do 2020 roku był nieznacznie wyższy niż napływ na obszary wiejskie. Relacja ta uległa odwróceniu w okresie pandemii COVID-19, kiedy obserwowano zwiększoną skalę migracji na wieś, co wiązało się m.in. ze wzrostem popytu na nieruchomości zlokalizowane poza obszarami miejskimi.

Saldo migracji, będące różnicą między napływem a odpływem ludności, w całym badanym okresie pozostawało dodatnie na obszarach wiejskich oraz ujemne w miastach (Rys. 15). Zjawisko to potwierdza trwający proces suburbanizacji, wynikający m.in. z wysokich cen nieruchomości w miastach. Migracje ludności miejskiej na wieś prowadzą do zmian struktury demograficznej lokalnych społeczności oraz przenoszenia miejskich wzorców mieszkaniowych, co wpływa na poprawę jakości zasobów mieszkaniowych na terenach podmiejskich. Suburbanizacja stanowi zjawisko typowe dla gospodarek rozwijających się, jednak jej niekontrolowany przebieg (tzw. rozlewanie się miast) zagraża zrównoważonemu

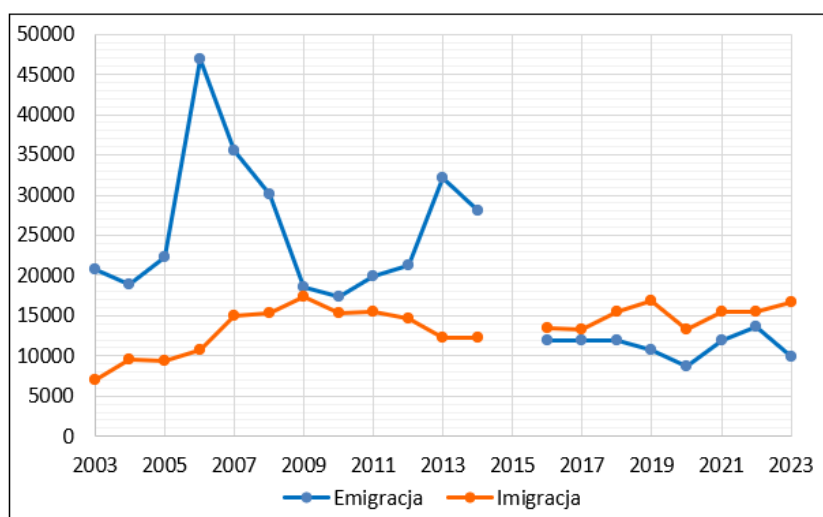
rozwojowi miast i terenów podmiejskich. W tym kontekście uzasadniona jest instytucjonalna kontrola tego procesu.



Rys. 15. Saldo migracji w miastach i na wsiach w Polsce w latach 2003- 2023 [tysiące].

Źródło: Opracowanie własne na podstawie danych GUS, *Struktura ludności*, <https://stat.gov.pl/obszary-tematyczne/ludnosc/ludnosc/struktura-ludnosci,16,1.html> (dostęp: 12.04.2025).

Migracje zewnętrzne determinowane są natomiast przez czynniki ekonomiczne, społeczne oraz polityczne. Ujemne saldo migracji wskazuje na przewagę emigracji nad imigracją, co może odzwierciedlać pogorszenie warunków gospodarczych. Przebieg migracji zagranicznych ludności na pobyt stały przedstawiono poniżej (Rys. 16).



Rys. 16. Migracje zagraniczne ludności na pobyt stały w latach 2003-2023.

Źródło: Opracowanie własne na podstawie danych GUS, *Główne kierunki emigracji i migracji na pobyt stały w latach 1966-2024*, <https://stat.gov.pl/obszary-tematyczne/ludnosc/migracje-zagraniczne-ludnosci/glowne-kierunki-emigracji-i-imigracji-na-pobyt-staly-w-latach-1966-2024,4,2.html> (dostęp: 12.04.2025).

* Brak danych za 2015 r. – GUS nie publikuje danych dotyczących migracji zagranicznych za ten rok ze względu na ich niedostateczną jakość (brak kompletności).

Analiza wykresu wskazuje, że po wejściu Polski do Unii Europejskiej nastąpił gwałtowny wzrost emigracji z poziomu ok. 20 tys. w 2004 roku do ok. 46 tys. w 2006 roku. Od 2017 roku obserwuje się dodatnie saldo migracji zagranicznych, a napływająca ludność generuje popyt na nieruchomości, w początkowej fazie imigracji przede wszystkim na rynku najmu.

Prognozy dalszych zmian demograficznych publikowane przez Główny Urząd Statystyczny wskazują na utrzymywanie się długookresowych tendencji spadkowych liczby ludności oraz postępujące zmiany w strukturze wieku.

Główny Urząd Statystyczny w „Prognozie ludności na lata 2023-2060”⁹⁷ wskazuje na:

- ubytek ludności do 2060r do 30 mln (w scenariuszu głównym),
- postępujący proces starzenia się społeczeństwa (wzrost odsetka osób w wieku 65 lat i więcej oraz spadek liczby dzieci i młodzieży),
- spadek liczby urodzeń, co będzie związane ze spadkiem liczby kobiet w wieku prokreacyjnym,
- znaczne kurczenie się zasobów ludności w wieku produkcyjnym, a w efekcie wzrost współczynnika obciążenia demograficznego ludnością w wieku nieprodukcyjnym,
- stały wzrost imigracji,
- postęp suburbanizacji.

Ze względu na wysoką wrażliwość rynku nieruchomości mieszkaniowych na zmiany demograficzne, wskazane tendencje będą w sposób znaczący determinowały jego rozwój, wpływając zarówno na stronę popytową, jak i podażową oraz kształtując nowe wzorce zachowań mieszkaniowych.

2.2.2. Czynniki behawioralne

Drugą grupę społecznych uwarunkowań rozwoju rynku nieruchomości mieszkaniowych są czynniki o charakterze behawioralnym.

Badania nad procesem podejmowania decyzji konsumenckich zostały zrewolucjonizowane przez ekonomię behawioralną – nurt ekonomiczny zapoczątkowany w latach 60. XX wieku pracami H. Simona (laureata nagrody Nobla), który zakwestionował klasyczne modele ekonomiczne oparte na założeniu pełnej racjonalności podmiotów i wprowadził koncepcję racjonalności ograniczonej. Dalszy rozwój tego podejścia wiąże się z dorobkiem Amosa Tversky’ego i Daniela Kahnemana, którzy na początku lat 70. XX wieku dowiedli, że ograniczona racjonalność odgrywa kluczową rolę w procesach decyzyjnych. Ekonomia behawioralna

⁹⁷ *Prognoza ludności na lata 2023-2060*, GUS, Warszawa 2023, s. 13.

akcentuje znaczenie czynników pozaekonomicznych wpływających na zjawiska gospodarcze, wskazując na rosnącą rolę uwarunkowań psychologicznych w analizach ekonomicznych. W odniesieniu do rynku nieruchomości można wyróżnić w szczególności⁹⁸:

- trudności decyzyjne ze względu na występujące ryzyko i niepewność,
- subiektywizację preferencji uczestników rynku,
- silną indywidualizację decyzji kupujących i sprzedających będącą efektem działania emocji,
- deficyt informacji uniemożliwiający podjęcie racjonalnych decyzji,
- trudności w prognozowaniu przyszłych stanów rynku.

Ze względu na specyfikę rynku nieruchomości jego uczestnicy często posługują się heurystykami, czyli uproszczonymi schematami wnioskowania opartymi na doświadczeniu i przekonaniach. W warunkach złożoności procesów rynkowych oraz zmieniających się okoliczności, heurystyki umożliwiają podejmowanie decyzji bez konieczności prowadzenia pogłębionej analizy, choć nie zawsze prowadzą do optymalnych rezultatów. Heurystyki są stosowane przez wszystkich uczestników rynku nieruchomości, w szczególności kupujących, sprzedających, deweloperów oraz rzeczoznawców.

Wśród heurystyk najczęściej obserwowanych na rynku nieruchomości można wskazać:

- reprezentatywności – polegającą na porównaniu danej sytuacji do przypadków uznanych za typowe, reprezentatywne (ale też stereotypowe),
- zakotwiczenia – opierającą się na szacowaniu nieznanych wielkości bazując na danych dostępnych w danej chwili, nawet losowych liczbach,
- afektu – odnoszącą się do wpływu emocji na proces decyzyjny,
- dostępności - polegającą na przypisywaniu większego prawdopodobieństwa zdarzeniom, które łatwiej przywołać w pamięci (ze względu na wywoływanie silnych emocji). Jest jedną z heurystyk opisanych przez A.Tversky'ego i D. Kahnemana,
- pułapkę potwierdzenia – polegającą na selektywnym poszukiwaniu informacji zgodnych z wcześniej postawioną hipotezą.

Konsekwencją stosowania heurystyk mogą być błędy poznawcze, m.in. efekt dowodu społecznego, polegający na podejmowaniu decyzji, zgodnych z zachowaniami dominującymi w danej grupie. Na rynku nieruchomości zjawisko to uwidacznia np. w modzie na nabywanie nieruchomości w konkretnych dzielnicach czy na dany rodzaj zabudowy. W literaturze

⁹⁸ J. Brzezicka, R. Wiśniewski, *Ekonomia behawioralna a rynek nieruchomości – teoria i praktyka*, Psychologia ekonomiczna 3 (2013), s. 6-19.

przedmiotu wskazuje się również na inne błędy poznawcze występujące na rynku nieruchomości takie jak nadmierny optymizm, nadmierna pewność siebie, błąd potwierdzenia, efekt momentu, teoria żalu, iluzja pieniędzy czy mentalne księgowanie.⁹⁹

A. Tversky'ego i D. Kahnemana są również autorami teorii perspektywy, jednej z fundamentalnych koncepcji ekonomii behawioralnej. Dotyczy ona procesu podejmowania decyzji w warunkach ryzyka i zakłada, że uczestnicy rynku nie oceniają wartości w sposób absolutny, lecz kształtują własny poziom wartości stanowiący punkt odniesienia, który może wpływać na decyzję o kupnie bądź sprzedaży. Ponadto teoria ta wskazuje, że uczestnicy rynku silniej odczuwają perspektywę poniesienia straty niż osiągnięcia zysku, nawet w przypadku tej samej wartości nominalnej. Mechanizm ten wyjaśnia m.in. skłonność właścicieli do opóźniania sprzedaży nieruchomości generujących stratę, pomimo ponoszenia kosztów ich utrzymania.

Uwzględnienie psychologicznych uwarunkowań decyzji rynkowych pozwala pełniej interpretować procesy zachodzące na rynku nieruchomości, którego uczestnicy nie zawsze kierują się założeniami klasycznej racjonalności ekonomicznej.

Poza aspektami behawioralnymi, zachowania konsumenckie kształtowane są również przez przemiany społeczne i kulturowe, wpływające na styl życia oraz preferencje mieszkaniowe.

Wśród współcześnie obserwowanych trendów na rynku nieruchomości mieszkaniowych można wskazać:

1. Wzrost znaczenia nowoczesnej technologii w budownictwie

Rozwiązania z zakresu technologii smart oraz systemy zarządzania energią stają się coraz bardziej pożądanymi atrybutami nieruchomości. Trendowi temu sprzyjają również regulacje władz lokalnych wspierające budownictwo ekologiczne i inteligentne. Wzrost zainteresowania technologią smart powiązany jest z rozwojem społecznym, wzrostem poziomu zamożności i dążeniem do zwiększenia komfortu życia.

2. Zrównoważony rozwój

Efektywność energetyczna oraz rozwiązania proekologiczne stanowią coraz ważniejszy element decyzji inwestycyjnych i konsumenckich, szczególnie dla młodszego pokolenia. W obliczu presji związanej ze zmianami klimatycznymi kupujący i najemcy coraz częściej oczekują od deweloperów wdrażania rozwiązań opartych na zasadach zrównoważonego rozwoju, takich jak panele słoneczne, systemy recyklingu wody czy wykorzystanie materiałów budowlanych o niskim śladzie

⁹⁹ D. Salzman, R.C.J. Zwinkels, *Behavioral Real Estate*, Journal of Real Estate Literature, 25(1), 2017, s. 77-106.

węglowym. Inwestycje realizowane zgodnie z tymi założeniami wpływają również na wzrost wartości nieruchomości. Jednocześnie obserwuje się wzrost świadomości ekologicznej społeczeństwa wspierany m.in. przez działania ustawodawcze promujące budownictwo energooszczędne.

3. Długoterminowe zmiany w wyniku pandemii

Doświadczenia pandemii COVID-19 w sposób trwały wpłynęły na preferencje nabywców i najemców, w szczególności poprzez zmianę modelu pracy, obejmującą upowszechnienie pracy zdalnej. Zjawisko to przyczyniło się do wzrostu znaczenia funkcjonalności mieszkań, zwłaszcza potrzeby wydzielania przestrzeni przeznaczonej do pracy. Lokale umożliwiające organizację takiej strefy zyskują na wartości. Jednocześnie obserwuje się utrzymujące się zwiększone zainteresowanie lokalizacjami podmiejskimi, wynikające nie tylko z wysokiego poziomu cen w miastach, lecz również z dążenia do większej przestrzeni życiowej.

2.3. Prawne uwarunkowania rozwoju rynku nieruchomości

Nieruchomości stanowią szczególną kategorię dóbr, której funkcjonowanie jest nierozwalnie związane z porządkiem prawnym. Wynika to z definicji zawartej w Kodeksie Cywilnym – zgodnie z art. 46 KC:” (...) Nieruchomościami są części powierzchni ziemskiej stanowiące odrębny przedmiot własności (grunty), jak również budynki trwale z gruntem związane lub części takich budynków, jeżeli na mocy przepisów szczególnych stanowią odrębny od gruntu przedmiot własności”¹⁰⁰. Definicja ta jednoznacznie wskazuje na ścisły związek nieruchomości z prawem własności - podstawowym prawem rzeczowym. W konsekwencji, rozwój rynku nieruchomości pozostaje silnie uzależniony od otoczenia prawnego, a zmiany legislacyjne mogą oddziaływać zarówno stymulująco, jak i hamująco na procesy rynkowe.

Wszystkie fazy „życia” nieruchomości podlegają licznym regulacjom prawnym - począwszy od obrotu gruntami, poprzez projektowanie i realizację inwestycji, dopuszczenie do eksploatacji, aż po likwidację obiektu budowlanego. W fazie obrotu przepisy regulują formę oraz rodzaj czynności prawnych, w szczególności obowiązek zachowania formy aktu notarialnego. Etap inwestycyjny regulowany jest przez normy dotyczące warunków zabudowy, procedur uzyskiwania pozwolenia na budowę oraz zasad zawierania umów w procesie budowlanym. Regulacjom podlega także dopuszczenie do użytkowania nieruchomości oraz eksploatacja obiektu zgodnie z przeznaczeniem. Nadanie lokalom mieszkalnym odrębnego bytu prawnego

¹⁰⁰ Ustawa Kodeks Cywilny, *op. cit.*

następuje poprzez ustanowienie odrębnej własności lokalu oraz założenie księgi wieczystej, co również wymaga formy aktu notarialnego.

System prawny reguluje nie tylko stosunki między uczestnikami rynku, lecz także określa sposób korzystania z zasobów naturalnych oraz kształtowania przestrzeni. Normy prawne określają ponadto warunki wykonywania zawodów związanych z rynkiem nieruchomości, takich jak rzeczoznawca majątkowy, pośrednik w obrocie nieruchomościami czy zarządca nieruchomości. Źródła regulacji obejmują zarówno prawo cywilne, jak i prawo administracyjne oraz finansowe, w tym bankowe i podatkowe.

Fundamentalne dla rynku nieruchomości prawo własności jest chronione przez **Konstytucję Rzeczypospolitej Polskiej** z dnia 2 kwietnia 1997 r., której art. 64 brzmi: „1. Każdy ma prawo do własności, innych praw majątkowych oraz prawo dziedziczenia.
2. Własność, inne prawa majątkowe oraz prawo dziedziczenia podlegają równej dla wszystkich ochronie prawnej”¹⁰¹.

Własność nieruchomości mieszkaniowej wiąże się jednak z jej społeczną funkcją, co uzasadnia wprowadzenie określonych ograniczeń prawa własności. Pozwalają one na niezakłócone korzystanie z własności przez ogół społeczeństwa, a także realizację polityki przestrzennej, mieszkaniowej oraz ochronę środowiska. Przykładami ograniczenia prawa własności są m.in:

- wywłaszczenia na cele publiczne z zapewnieniem słusznego odszkodowania,
- regulacje dotyczące sposobu użytkowania nieruchomości,
- przepisy prawa miejscowego określające intensywność zabudowy i jej wytyczne.

Podstawowym aktem normującym zasady prawa własności jest Ustawa z dnia 23 kwietnia 1964 r. - **Kodeks cywilny** (Dz.U. 1964 nr 16 poz. 93 z późn. zm.)¹⁰². Określa on precyzyjnie procedury nabycia, przeniesienia i utraty prawa własności, a także reguluje odpowiedzialność cywilnoprawną stron stosunków umownych. Zapisy KC stanowią fundament bezpieczeństwa obrotu nieruchomościami, wyznaczając warunki ważności czynności prawnych oraz konsekwencje wynikające z niewykonania zobowiązań. Przepisy kodeksowe regulują również zasady dziedziczenia nieruchomości, zapewniając stabilność stosunków własnościowych.

Ramy prawne rynku nieruchomości obejmują również szereg ustaw szczegółowych. Zasady gospodarowania nieruchomościami stanowiącymi własność Skarbu Państwa oraz jednostek samorządu terytorialnego, w tym zarządzania nimi, administrowania, obrotem

¹⁰¹ Konstytucja Rzeczypospolitej Polskiej z dnia 2 kwietnia 1997 r., Dz.U. 1997 nr 78 poz. 483.

¹⁰² Ustawa Kodeks Cywilny, *op. cit.*

i dzierżawą określa **Ustawa z dnia 21 sierpnia 1997 r. o gospodarce nieruchomościami**¹⁰³. W przepisach ogólnych zostały zdefiniowane podstawowe pojęcia związane z nieruchomościami, określono także zasady podziału, scalania, pierwokupu, wywłaszczenia i zwrotu nieruchomości stwarzając ramy dla działań administracyjnych. Wprowadzono również jednolite regulacje dotyczące wyceny nieruchomości - niezbędne dla transakcji, planowania przestrzennego czy procesów inwestycyjnych. W części dotyczącej profesjonalnej działalności na rynku nieruchomości zdefiniowano zawody rzeczoznawcy majątkowego, pośrednika w obrocie nieruchomościami i zarządcy nieruchomości oraz wyznaczono wymogi niezbędne do wykonywania tych zawodów. Na mocy Ustawa z dnia 13 czerwca 2013 r. o zmianie ustaw regulujących wykonywanie niektórych zawodów¹⁰⁴ dokonano deregulacji zawodu pośrednika w obrocie nieruchomościami i zarządcy nieruchomości, polegającej m.in. na zniesieniu obowiązkowych licencji zawodowych. Ustawa o gospodarce nieruchomościami kompleksowo kształtuje relacje pomiędzy podmiotami rynku, tworząc podstawy dla ochrony praw i profesjonalizacji procesów w obszarze gospodarowania nieruchomościami.

Rozwój rynku nieruchomości pozostaje także w ścisłym związku z regulacjami prawa budowlanego. **Ustawa z dnia 7 lipca 1994 r. - Prawo budowlane**¹⁰⁵ - normuje działalność obejmującą projektowanie, budowę, utrzymanie i rozbiórkę obiektów budowlanych oraz określa zasady działania organów administracji publicznej w tych dziedzinach. W ustawie precyzyjnie określono warunki niezbędne do spełnienia w procesie uzyskiwania pozwolenia na budowę, m.in. przez projekt budowlany. Położono szczególny nacisk na przestrzeganie standardów technicznych oraz norm bezpieczeństwa, których realizacja podlega kontroli organów nadzoru budowlanego. Przepisy tej ustawy regulują również zasady współpracy pomiędzy inwestorami, wykonawcami i projektantami, a także zakres ich obowiązków. W zakresie utrzymania obiektów budowlanych określono wymogi dotyczące konserwacji, napraw oraz obowiązkowych przeglądów technicznych, natomiast w przypadku rozbiórki wskazano niezbędne procedury tego procesu. Wprowadzono także przepisy karne odnoszące się do przypadków niedopełnienia obowiązków wynikających z ustawy. Tym samym Prawo budowlane reguluje nie tylko normy techniczne, lecz także zasady funkcjonowania administracji publicznej w obszarze budownictwa.

¹⁰³ Ustawa o gospodarce nieruchomościami, *op. cit.*

¹⁰⁴ Ustawa z dnia 13 czerwca 2013 r. o zmianie ustaw regulujących wykonywanie niektórych zawodów, Dz.U. 2013 poz. 829.

¹⁰⁵ Ustawa z dnia 7 lipca 1994 r. - Prawo budowlane, Dz.U. 1994 nr 89 poz. 414.

Istotnym elementem otoczenia prawnego jest również **Ustawa z dnia 27 marca 2003 r. o planowaniu i zagospodarowaniu przestrzennym**¹⁰⁶. Określa ona zasady kształtowania polityki przestrzennej oraz reguluje mechanizmy ustalania przeznaczenia terenów na określone cele, zasady ich zagospodarowania i zabudowy, kształtując tym samym strukturę przestrzenną kraju i określając kierunki rozwoju danego obszaru. Za podstawę tych działań przyjęto zasady ładu przestrzennego oraz zrównoważonego rozwoju. Ukształtowanie terenu zgodne z ładem przestrzennym to takie, które uwzględnia wymagania funkcjonalne, społeczno-gospodarcze, środowiskowe, kulturowe oraz estetyczne.

Zrównoważony rozwój, zgodnie z definicją zawartą w ustawie - Prawo ochrony środowiska¹⁰⁷, do której odwołuje się ustawa o planowaniu i zagospodarowaniu przestrzennym, oznacza integrowanie działań politycznych, gospodarczych i społecznych z zachowaniem równowagi przyrodniczej w celu zagwarantowania możliwości zaspokojenia potrzeb poszczególnych społeczności. W konsekwencji aspekty środowiskowe stają się istotnym czynnikiem wpływającym na decyzje inwestycyjne oraz kierunki zagospodarowania przestrzeni. Ustalenie przeznaczenia terenów następuje w miejscowych planach zagospodarowania przestrzennego, a w przypadku ich braku - w drodze decyzji administracyjnych o warunkach zabudowy i zagospodarowania terenu. Procedury planistyczne uwzględniają partycypację społeczną oraz obowiązek przeprowadzenia strategicznej oceny oddziaływania na środowisko.

Rynek nieruchomości mieszkaniowych obejmuje lokale mieszkalne o zróżnicowanej formie własności. Z danych GUS z 2018 roku wynika, że spośród mieszkań pozostających w zarządzie lub administracji największy udział stanowiły lokale należące do osób fizycznych w budynkach objętych wspólnotami mieszkaniowymi (49%). Znaczną część zasobu tworzyły również mieszkania będące własnością spółdzielni mieszkaniowych (33,5%), natomiast pozostałe formy własności miały wyraźnie mniejsze znaczenie: mieszkania komunalne (13,9%), товариств budownictwa społecznego (1,7%), zakładowe (1,1%), Skarbu Państwa (0,5%) oraz innych podmiotów (0,3%)¹⁰⁸. Istotną zmianę strukturalną w zasobie mieszkaniowym przyniosło wejście w życie **Ustawy z dnia 20 lipca 2018 r. o przekształceniu prawa użytkowania wieczystego gruntów zabudowanych na cele mieszkaniowe w prawo własności tych gruntów**¹⁰⁹. Na mocy wskazanej ustawy nastąpiło masowe przekształcenie prawa użytkowania

¹⁰⁶ Ustawa o zagospodarowaniu przestrzennym, *op. cit.*

¹⁰⁷ Ustawa z dnia 27 kwietnia 2001 r. Prawo ochrony środowiska, Dz. U. 2001 Nr 62 poz. 627.

¹⁰⁸ GUS, <https://stat.gov.pl/obszary-tematyczne/infrastruktura-komunalna-nieruchomosci/nieruchomosci-budynki-infrastruktura-komunalna/gospodarka-mieszkaniowa-w-2018-roku,14,2.html> (dostęp: 14.04.2025).

¹⁰⁹ Ustawa z dnia 20 lipca 2018 r. o przekształceniu prawa użytkowania wieczystego gruntów zabudowanych na cele mieszkaniowe w prawo własności tych gruntów, Dz.U. 2018 poz. 1716.

wieczystego gruntów zabudowanych na cele mieszkaniowe w prawo własności. Ze względu na fakt, że znaczna część budynków spółdzielni mieszkaniowych była posadowiona na gruntach pozostających w użytkowaniu wieczystym spółdzielni, proces ten sprzyjał wyodrębnianiu lokali mieszkalnych o odrębnej własności. W konsekwencji udział mieszkań spółdzielczych w całkowitym zasobie mieszkaniowym zaczął systematycznie maleć. W sektorze budownictwa mieszkaniowego w 2018 roku dominującą rolę odgrywały przedsiębiorstwa deweloperskie (ok. 60% ogółu inwestycji) oraz osoby indywidualne (ok. 38%). Pozostałe formy budownictwa, w tym spółdzielcze, komunalne, społeczno-czynszowe i zakładowe miały nieznaczny udział w produkcji mieszkań¹¹⁰.

Szczególne znaczenie dla funkcjonowania rynku nieruchomości mieszkaniowych mają następujące akty prawne:

- Ustawa z dnia 24 czerwca 1994 r. o własności lokali,
- Ustawa z dnia 16 września 2011 r. o ochronie praw nabywcy lokalu mieszkalnego lub domu jednorodzinnego,
- Ustawa z dnia 20 maja 2021 r. o ochronie praw nabywcy lokalu mieszkalnego lub domu jednorodzinnego oraz Deweloperskim Funduszu Gwarancyjnym,
- Ustawa z dnia 15 grudnia 2000 r. o spółdzielniach mieszkaniowych.

Ustawa o własności lokali¹¹¹ reguluje zasady ustanawiania odrębnej własności samodzielnych lokali mieszkalnych, a także prawa i obowiązki właścicieli tych lokali oraz sposób zarządu nieruchomością wspólną. Przepisy ustawy znajdują zastosowanie m.in. w budynkach mieszkalnych, objętych wspólnotami mieszkaniowymi, które stanowią znaczną część zasobu nieruchomości mieszkaniowych. W ustawie zdefiniowano pojęcie samodzielnego lokalu mieszkalnego, jego pomieszczeń przynależnych oraz udziału w części wspólnej nieruchomości jako prawa związanego z własnością lokalu. Określono również tryby ustanawiania odrębnej własności lokalu, które mogą nastąpić w drodze umowy, jednostronnej czynności prawnej lub orzeczenia sądu. Prawo własności lokalu wiąże się zarówno z uprawnieniami, jak i obowiązkami właściciela. Właściciel ma prawo korzystać z lokalu zgodnie z porządkiem domowym oraz współkorzystać z części wspólnej zgodnie z jej przeznaczeniem. Do obowiązków właściciela należy m.in. ponoszenie kosztów utrzymania lokalu w należytym stanie, uczestniczenie w kosztach zarządu nieruchomością wspólną oraz korzystanie z niej w sposób nieutrudniający korzystania przez pozostałych współwłaścicieli. Ustawodawca przewidział również

¹¹⁰ Raport o sytuacji na rynku nieruchomości mieszkaniowych i komercyjnych w Polsce w 2018 r., Departament Analiz Ekonomicznych NBP, Warszawa, 2019 r.

¹¹¹ Ustawa o własności lokali, *op. cit.*

instrumenty ochrony interesów wspólnoty mieszkaniowej. W przypadku długotrwałych zaległości w opłatach lub rażącego naruszania porządku domowego wspólnota może żądać sprzedaży lokalu w drodze licytacji, zgodnie z przepisami Kodeksu postępowania cywilnego o egzekucji z nieruchomości (Art.6, Dz. U. 1994 Nr 85 poz. 388).

Wraz z dynamicznym rozwojem rynku deweloperskiego w Polsce szczególnie po akcesji od Unii Europejskiej, pojawiła się potrzeba bardziej precyzyjnego uregulowania zasad zawierania transakcji na tym rynku. Istotnym problemem była ograniczona skuteczność obowiązujących przepisów prawa w zakresie ochrony kontrahentom deweloperów¹¹². Niedostatki te ujawniały się zwłaszcza w sytuacjach upadłości dewelopera. **Ustawa z dnia 16 września 2011 r. o ochronie praw nabywcy lokalu mieszkalnego lub domu jednorodzinnego**¹¹³ wprowadziła mechanizmy zabezpieczające środki wpłacane przez nabywców, w tym obowiązek stosowania mieszkaniowych rachunków powierniczych oraz dodatkowych form ochrony (gwarancje bankowe lub ubezpieczeniowe). Kolejny element wzmacniający pozycję nabywcy w relacji z deweloperem stanowią przepisy umożliwiające wycofanie się z umowy deweloperskiej, w przypadku wystąpienia określonych uchybień na etapie przedkontraktowym albo na etapie zawierania tej umowy. Na dewelopera z kolei ustawodawca nałożył liczne obowiązki informacyjne, w szczególności sporządzenie prospektu informacyjnego.

Następnym etapem wzmocnienia ochrony nabywców było uchwalenie **Ustawy z dnia 20 maja 2021 r. o ochronie praw nabywcy lokalu mieszkalnego lub domu jednorodzinnego oraz Deweloperskim Funduszu Gwarancyjnym**¹¹⁴, tzw. nowej ustawy deweloperskiej, która weszła w życie 1 lipca 2022 roku z dwuletnim okresem przejściowym. Nowelizacja ta rozszerzyła zakres ochrony nabywców oraz ich uprawnień, a także nałożyła dodatkowe obowiązki na deweloperów i inwestorów niebędących deweloperami. W konsekwencji regulacje te obejmują wszystkie nieruchomości sprzedawane na rynku pierwotnym. Kluczową zmianą było wprowadzenie dodatkowego mechanizmu zabezpieczającego interesy kupujących w postaci Deweloperskiego Funduszu Gwarancyjnego, na który deweloperzy zobowiązani są odprowadzać ustawowo określone składki. Ustawa wyposażyła również nabywców w instrumenty ochrony wpłat, kontroli postępu i jakości realizowanych inwestycji oraz możliwość odstąpienia od umowy rezerwacyjnej i deweloperskiej w ściśle określonych przypadkach.

¹¹² Postanowienie Trybunału Konstytucyjnego z 2.08.2010 r., S 3/10, OTK-B 2010/6, poz. 407.

¹¹³ Ustawa z dnia 16 września 2011 r. o ochronie praw nabywcy lokalu mieszkalnego lub domu jednorodzinnego, Dz.U. 2011 nr 232 poz. 1377.

¹¹⁴ Ustawa z dnia 20 maja 2021 r. o ochronie praw nabywcy lokalu mieszkalnego lub domu jednorodzinnego oraz Deweloperskim Funduszu Gwarancyjnym, Dz.U. 2021 poz. 1177.

W odniesieniu do segmentu mieszkań funkcjonujących w strukturach spółdzielni zastosowanie znajdują przepisy **Ustawy z dnia 15 grudnia 2000 r. o spółdzielniach mieszkaniowych**¹¹⁵. Reguluje ona funkcjonowanie spółdzielni mieszkaniowych, ich strukturę organizacyjną oraz prawa i obowiązki członków. W ustawie zdefiniowano m.in. spółdzielcze lokatorskie oraz spółdzielcze własnościowe prawo do lokalu, określając zasady korzystania z lokali oraz uczestnictwa w kosztach utrzymania zasobu.

Znaczenie nieruchomości jako obiektu prawnego podkreśla potrzeba istnienia rejestru prawnego nieruchomości, jakim jest księga wieczysta. Zgodnie z **Ustawą z dnia 6 lipca 1982 r. o księgach wieczystych i hipotece**¹¹⁶, księgi wieczyste prowadzi się w celu ustalenia stanu prawnego nieruchomości. Księgi wieczyste stanowią rejestr sądowy, są publiczne i jawne. Rejestr ten ma charakter przedmiotowy – dotyczy samej nieruchomości, a nie jej właściciela – i prowadzony jest odrębnie dla każdej nieruchomości. W księdze wieczystej ujawnia się przede wszystkim prawa rzeczowe, a także wybrane prawa osobiste oraz roszczenia, takie jak prawo najmu, dzierżawy, pierwokupu czy dożywocia oraz roszczenia o przeniesienie własności lub zniesienie współwłasności i roszczenia związane z zarządem nieruchomością. Celem prowadzenia ksiąg wieczystych jest zapewnienie bezpieczeństwa obrotu nieruchomościami. Rejestr ten nie pełni wyłącznie funkcji ewidencyjnej, ponieważ dokonane w nim wpisy wywołują istotne skutki prawne, wpływając na powstanie, zmianę oraz wygaśnięcie praw do nieruchomości.

Oprócz ksiąg wieczystych, w polskim systemie prawnym funkcjonuje również ewidencja gruntów i budynków, normowana **Ustawą z dnia 17 maja 1989 r. – Prawo geodezyjne i kartograficzne**¹¹⁷. Rejestr ten stanowi system informacyjny zapewniający gromadzenie, aktualizację oraz udostępnianie danych o gruntach, budynkach i lokalach, ich właścicielach oraz o innych podmiotach władających lub gospodarujących tymi gruntami, budynkami lub lokalami. Za prowadzenie ewidencji gruntów i budynków odpowiedzialne są starostwa powiatowe, realizujące ten obowiązek na poziomie poszczególnych jednostek ewidencyjnych, którymi są gminy. Dane ewidencyjne obejmują: położenie, granice, powierzchnię oraz rodzaj i klasę użytków gruntowych, a w odniesieniu do budynków – ich funkcję, przeznaczenie oraz podstawowe parametry techniczne. Obecnie prowadzone są prace nad rozszerzeniem zakresu ewidencji gruntów i budynków o informacje dotyczące wartości nieruchomości, co docelowo

¹¹⁵ Ustawa o spółdzielniach mieszkaniowych, *op. cit.*

¹¹⁶ Ustawa z dnia 6 lipca 1982 r. o księgach wieczystych i hipotece, Dz. U. 1982 Nr 19 poz. 147.

¹¹⁷ Ustawa z dnia 17 maja 1989 r. Prawo geodezyjne i kartograficzne, Dz. U. z 2024 r. poz. 1151, 1824.

ma prowadzić do utworzenia katastru nieruchomości. Wartość katastralna nieruchomości będzie miała głównie charakter fiskalny, stanowiąc podstawę opodatkowania nieruchomości.

Na rynek nieruchomości oddziałują również akty prawne, które choć bezpośrednio nie dotyczą rynku mieszkaniowego, to odgrywają istotną rolę dla procesów inwestycyjnych i zagospodarowania przestrzeni. Należą do nich m.in.:

- Ustawa z dnia 3 lutego 1995 r. o ochronie gruntów rolnych i leśnych,
- Ustawa z dnia 26 marca 1982 r. o scalaniu i wymianie gruntów
- Ustawa z dnia 27 kwietnia 2001 r. Prawo ochrony środowiska.

Ustawa o ochronie gruntów rolnych i leśnych¹¹⁸ określa m.in. zasady przeznaczania gruntów na cele nierolnicze i nieleśne oraz warunki ich wyłączenia z produkcji rolniczej lub leśnej. Przepisy ustawy mają na celu zapewnienie odpowiedzialnego użytkowania tych terenów oraz ograniczenie procesów ich degradacji. Z perspektywy podmiotów inwestycyjnych szczególne znaczenie mają restrykcyjne regulacje dotyczące przeznaczania gruntów na cele nierolnicze i nieleśne, które w sposób bezpośredni wpływają na możliwości zagospodarowania nieruchomości. Realizacja postanowień ustawy podlega przy tym mechanizmom kontroli administracyjnej, co wzmacnia skuteczność egzekwowania wprowadzonych ograniczeń.

Ustawa o scalaniu i wymianie gruntów¹¹⁹ reguluje procesy konsolidacji nieruchomości, polegające na łączeniu mniejszych działek w większe, co sprzyja bardziej racjonalnemu zagospodarowaniu terenów wiejskich. Akt ten wprowadza również instrumenty finansowe związane z realizacją tych działań, które mogą oddziaływać na koszty transakcji nieruchomości. Przepisy ustawy określają zasady korzystania ze środków przeznaczonych na procesy scalania oraz kryteria prowadzenia operacji scalania i zamiany gruntów. Efektem tych mechanizmów może być poprawa struktury przestrzennej gruntów, zwiększająca atrakcyjność inwestycyjną danego obszaru i oddziałująca na procesy zachodzące na rynku nieruchomości.

Ostatnią z analizowanych ustaw mającą istotne znaczenie dla planowania przestrzennego, a w konsekwencji dla uczestników rynku nieruchomości jest ustawa **Prawo ochrony środowiska**¹²⁰. Akt ten określa zasady ochrony środowiska oraz warunki korzystania z jego zasobów, z uwzględnieniem wymagań zrównoważonego rozwoju. W szczególności reguluje kwestie ochrony poszczególnych komponentów środowiska, wprowadzania substancji lub energii do środowiska, opłat za korzystanie ze środowiska, a także odpowiedzialności i sankcji. Ustawodawca wskazuje, że zasady zrównoważonego rozwoju stanowią podstawę sporządzania

¹¹⁸ Ustawa z dnia 3 lutego 1995 r. o ochronie gruntów rolnych i leśnych, Dz.U. 1995 nr 16 poz. 78.

¹¹⁹ Ustawa z dnia 26 marca 1982 r. o scalaniu i wymianie gruntów, Dz.U. 1982 nr 11 poz. 80.

¹²⁰ Ustawa z dnia 27 kwietnia 2001 r. Prawo ochrony środowiska, Dz. U. 2001 Nr 62 poz. 627.

dokumentów strategicznych, w tym strategii rozwoju kraju, województw, gmin oraz miejscowych planów zagospodarowania przestrzennego. Jednym z kluczowych instrumentów przewidzianych w ustawie jest obowiązek przeprowadzania oceny oddziaływania planowanych przedsięwzięć na środowisko przed ich realizacją. Celem tej procedury jest identyfikacja potencjalnych negatywnych skutków dla środowiska oraz wdrożenie adekwatnych środków zapobiegawczych i kompensacyjnych. Ponadto, przepisy prawa wyznaczają standardy ochrony powietrza, wód i gleb oraz ochrony środowiska przed hałasem. Ma to szczególnie znaczenie na terenach mieszkaniowych, gdzie jakość środowiska ma bezpośredni wpływ na warunki życia i zdrowie ludności. W konsekwencji regulacje środowiskowe stanowią istotny element procesu inwestycyjnego, wpływając zarówno na decyzje inwestorów, jak i na wartość nieruchomości. Ustawa o ochronie środowiska stanowi zatem podstawę zrównoważonego rozwoju, integrując wymogi ekologiczne z mechanizmami funkcjonowania rynku nieruchomości.

Z zagadnieniami ochrony środowiska w sektorze nieruchomości powiązana jest również Ustawa z dnia 29 sierpnia 2014 r. o charakterystyce energetycznej budynków¹²¹. Określa ona zasady sporządzania świadectw charakterystyki energetycznej, kontroli systemu ogrzewania i klimatyzacji oraz prowadzenia centralnego rejestru charakterystyki energetycznej budynków. Świadectwo charakterystyki energetycznej stanowi dokument, określający wielkość zapotrzebowania na energię niezbędną do użytkowania budynku lub jego wyodrębnionej części. Obejmuje ono zużycie energii przeznaczonej na cele ogrzewania, wentylacji, przygotowania ciepłej wody użytkowej, chłodzenia, a w przypadku budynków niemieszkalnych – również oświetlenia. Obowiązek sporządzania świadectwa charakterystyki energetycznej wynika z przepisów prawa Unii Europejskiej i ma na celu promowanie budownictwa cechującego się wysoką efektywnością energetyczną oraz kształtowanie świadomości społecznej w zakresie możliwości redukcji zużycia energii w sektorze budowlanym. Posiadanie świadectwa umożliwia oszacowanie orientacyjnego rocznego zapotrzebowania na energię, co przekłada się na możliwość oceny przyszłych kosztów użytkowania nieruchomości. Na mocy ustawy, właściciel nieruchomości przeznaczonej do sprzedaży lub najmu, zobowiązany jest do dostarczenia świadectwa charakterystyki energetycznej. Dokument ten sporządzany jest przez uprawnioną osobę i zachowuje ważność przez 10 lat.

Regulacje dotyczące charakterystyki energetycznej budynków stanowią element szerszego systemu polityki klimatyczno-energetycznej Unii Europejskiej, którego znaczenie dla rynku nieruchomości mieszkaniowych systematycznie rośnie.

¹²¹ Ustawa z dnia 29 sierpnia 2014 r. o charakterystyce energetycznej budynków, Dz.U. 2014 poz. 1200.

Europejski Zielony Ład¹²², ogłoszony w 2019 roku, wyznaczył cel osiągnięcia neutralności klimatycznej do 2050 roku, natomiast pakiet legislacyjny „Fit for 55”¹²³ z 2021 roku zakłada redukcję emisji gazów cieplarnianych o co najmniej 55% do 2030 roku w stosunku do poziomu z 1990 roku.

Sektor budownictwa, odpowiadający za znaczną część zużycia energii końcowej¹²⁴ w UE, został wskazany jako jeden z kluczowych obszarów transformacji. Szczególne znaczenie dla rynku nieruchomości mieszkaniowych ma Dyrektywa Parlamentu Europejskiego i Rady UE w sprawie charakterystyki energetycznej budynków¹²⁵ z 2010 r., zmieniona w 2018 r. i 2024 r., która przewiduje dalsze zaostrzanie wymogów energetycznych, w tym przechodzenie do standardu budynków zeroemisyjnych. W Polsce kierunki te znajdują odzwierciedlenie m.in. w obowiązujących od 2021 roku warunkach technicznych (WT 2021)¹²⁶, które obniżyły dopuszczalne wartości wskaźnika zapotrzebowania na energię pierwotną¹²⁷ (EP) dla budynków mieszkalnych oraz wprowadziły surowsze wymogi w zakresie izolacyjności przegród budowlanych. W praktyce oznacza to konieczność stosowania bardziej zaawansowanych technologii budowlanych, systemów wentylacji z odzyskiem ciepła, odnawialnych źródeł energii (np. pomp ciepła czy instalacji fotowoltaicznych) oraz materiałów o wyższych parametrach technicznych. Spełnienie tych wymogów wiąże się ze wzrostem kosztów realizacji inwestycji mieszkaniowych, którego skala zależy od przyjętych rozwiązań technologicznych oraz standardu energetycznego budynku.

Dodatkowo, system EU ETS oraz wzrost ceny uprawnień do emisji CO₂ wpływają na wzrost cen energii oraz materiałów budowlanych, co pośrednio podnosi koszty inwestycji mieszkaniowych. W warunkach ograniczonej podaży gruntów oraz utrzymującego się popytu koszty te w znacznej mierze przenoszone są na nabywców, wpływając na poziom cen mieszkań.

Jednocześnie efektywność energetyczna staje się istotnym czynnikiem różnicującym wartość nieruchomości. Budynki o wyższym standardzie energetycznym, potwierdzonym

¹²² Komisja Europejska; Komunikat Komisji do Parlamentu Europejskiego, Rady Europejskiego Komitetu Ekonomiczno-Społecznego i Komitetu Regionów. Europejski Zielony Ład, COM (2019) 640 final, Bruksela 2019, <https://ec.europa.eu/>.

¹²³ Komisja Europejska; „Fit for 55”: Delivering the EU's 2030 Climate Target on the way to climate neutrality, COM/2021/550 final, Bruksela 2021, <https://www.consilium.europa.eu/en/policies/fit-for-55/>.

¹²⁴ Energia końcowa (EK) oznacza ilość energii dostarczonej bezpośrednio do odbiorcy końcowego – w tym przypadku do budynku – i zużywanej na cele związane z jego użytkowaniem, takie jak ogrzewanie, wentylacja, przygotowanie ciepłej wody użytkowej czy oświetlenie.

¹²⁵ Dyrektywa Parlamentu Europejskiego i Rady (UE) 2024/1275 z dnia 24 kwietnia 2024 r. w sprawie charakterystyki energetycznej budynków (wersja przekształcona), <https://eur-lex.europa.eu/eli/dir/2024/1275/oj/>.

¹²⁶ Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 12 kwietnia 2002 r. w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie (z późn. zm.), Dz.U. 2002 nr 75 poz. 690.

¹²⁷ Energia pierwotna (EP) oznacza energię pozyskiwaną bezpośrednio z zasobów naturalnych, w stanie surowym, przed jej przetworzeniem (np. węgiel, gaz, ropa naftowa, słońce, wiatr).

świadectwem charakterystyki energetycznej lub certyfikatami środowiskowymi (np. BRE-EAM, LEED), mogą uzyskiwać premię cenową. Z kolei nieruchomości o niskiej efektywności energetycznej narażone są na spadek atrakcyjności rynkowej oraz wyższe koszty eksploatacyjne. W rezultacie regulacje klimatyczne i energetyczne Unii Europejskiej stanowią istotny element prawnych uwarunkowań rozwoju rynku nieruchomości mieszkaniowych. Oddziałują one nie tylko na standard techniczny budynków, lecz również na strukturę kosztów inwestycyjnych, poziom cen oraz długookresową wartość rynkową zasobu mieszkaniowego.

2.4. Bariery rozwoju rynku nieruchomości mieszkaniowych

Rozwój rynku nieruchomości mieszkaniowych podlega oddziaływaniu barier o zróżnicowanym charakterze oraz skali wpływu, które w sposób istotny ograniczają jego dynamikę. Wyodrębnić można bariery o podłożu ekonomicznym, politycznym, administracyjno-prawnym oraz środowiskowym.

Wśród barier ekonomicznych kluczowe znaczenie przypisuje się relatywnie niskim dochodom ludności, analizowanym w kontekście dostępności mieszkań. Zgodnie z raportem Deloitte¹²⁸ obejmującym 21 krajów Unii Europejskiej, w Polsce średni koszt zakupu mieszkania o powierzchni 70 m² odpowiada 8,1 rocznego przeciętnego wynagrodzenia brutto, co plasuje Polskę w środkowej części zestawienia. W państwach o najniższej dostępności mieszkaniowej, takich jak Czechy i Słowacja, analogiczny zakup wymaga przeznaczenia średnio 13-14 przeciętnych rocznych wynagrodzeń brutto. Największą dostępność mieszkań odnotowano w Norwegii i Belgii, gdzie wskaźnik ten kształtuje się na poziomie ok. 4,5 przeciętnego rocznego wynagrodzenia brutto. Niski poziom dochodów implikuje ograniczoną zdolność kredytową gospodarstw domowych, a także niewielki zasób oszczędności, niezbędnych do wniesienia wkładu własnego. W konsekwencji czynniki te prowadzą do ograniczenia dostępności kredytów hipotecznych. Dodatkowym elementem wzmacniającym barierę ekonomiczną są wysokie koszty okołokredytowe oraz skomplikowane procedury związane z uzyskaniem finansowania.

Polityczny wymiar barier rozwoju rynku nieruchomości mieszkaniowych wynika z jego społecznej funkcji, jaką jest zaspokojenie potrzeb bytowych ludności. Sektor mieszkaniowy pozostaje pod silnym wpływem regulacji państwowych. Wprowadzane rozwiązania często mają charakter krótkookresowy i nie zawsze tworzą spójny system. Wraz z rozwojem rynku

¹²⁸ M. Linhart, P. Hana, J. Lesko, L. Machula, *Property Index - Overview of European Residential Markets*, Deloitte 2023, *op. cit.*, s. 28.

coraz wyraźniej ujawniał się również wpływ zróżnicowanych grup interesu, w szczególności środowisk spółdzielczych oraz branży budowlanej. W konsekwencji podejmowane decyzje nierzadko miały charakter wycinkowy i doraźny, co w wielu przypadkach prowadziło do destabilizacji funkcjonowania całego sektora. Przykładami takich decyzji mogą być rządowe programy subsydiujące kredyty hipoteczne (wpływające na zwiększenie popytu oraz cen nieruchomości), ulgi mieszkaniowe oraz decyzje związane z podatkiem VAT.

Niestabilność i nieprzewidywalność otoczenia legislacyjnego prowadzą do wzrostu niepewności rynkowej, co w konsekwencji może ograniczać aktywność transakcyjną uczestników rynku.

Wśród barier administracyjno-prawnych zasadnicze znaczenie ma ograniczona podaż gruntów przeznaczonych pod zabudowę mieszkaniową, przewlekłość procedur administracyjnych oraz niedostateczne pokrycie obszarów miejscowymi planami zagospodarowania przestrzennego.

Dostępność gruntów pod inwestycje mieszkaniowe stanowi jedno z podstawowych ograniczeń rozwoju rynku, szczególnie w warunkach rosnących cen działek oraz ograniczonego uwalniania gruntów należących do Skarbu Państwa na potrzeby budownictwa mieszkaniowego. W tym kontekście dostrzegalny jest brak powszechnie funkcjonującego modelu współpracy publiczno-prywatnej (PPP) między sektorem deweloperskim a jednostkami samorządu terytorialnego lub spółkami Skarbu Państwa. Podmioty publiczne dysponują znaczącymi zasobami nieruchomości gruntowych, natomiast sektor prywatny posiada kapitał finansowy oraz kompetencje organizacyjne i projektowe. Komplementarny charakter zasobów obu sektorów wskazuje na istnienie potencjału dla realizacji wspólnej polityki mieszkaniowej.

Istotną barierę rozwoju rynku stanowi również czasochłonność procedur administracyjnych. Proces uzyskania decyzji planistycznych, określających przeznaczenie gruntów pod zabudowę mieszkaniową może trwać od pięciu do siedmiu lat. Następnie, etap pozyskania uzgodnień branżowych, decyzji środowiskowych oraz pozwolenia na budowę wymaga dodatkowo co najmniej dwóch lat. Możliwość zaskarżenia wydanych decyzji administracyjnych prowadzi do dalszego wydłużenia procesu inwestycyjnego. Powyższe uwarunkowania wskazują, że dalszy rozwój rynku nieruchomości mieszkaniowych uzależniony jest od uproszczenia procedur administracyjnych i regulacji planistycznych, jak również od zwiększenia znaczenia inwestycji mieszkaniowych w polityce przestrzennej jednostek samorządu terytorialnego.

Kolejnym czynnikiem utrudniającym efektywne funkcjonowanie rynku nieruchomości mieszkaniowych jest utrudniony dostęp do pełnej informacji rynkowej, w szczególności w zakresie cen transakcyjnych. Na podstawie Ustawy z dnia 17 maja 1989 r. – Prawo

geodezyjne i kartograficzne¹²⁹ funkcjonuje Rejestr Cen Nieruchomości, stanowiący bazę danych o transakcjach w obrocie nieruchomościami, opracowywaną w oparciu o akty notarialne. Rejestr prowadzony jest przez starostwa powiatowe, a zgodnie z obowiązującymi przepisami dane RCN udostępniane są w sposób ograniczony. Uzyskanie informacji o kwotach transakcyjnych oraz parametrach nieruchomości wymaga złożenia wniosku i wniesienia opłaty. Upublicznienie danych RCN mogłoby przynieść szereg istotnych korzyści dla funkcjonowania rynku nieruchomości. Powszechny dostęp do rzeczywistych cen transakcyjnych sprzyjałby bardziej racjonalnej ocenie wartości nieruchomości, ograniczając asymetrię informacji oraz skalę zachowań spekulacyjnych. Jednocześnie zwiększona dostępność danych stanowiłaby impuls dla rozwoju narzędzi analitycznych i rozwiązań technologicznych wspierających decyzje uczestników rynku.

Znaczenie barier środowiskowych w rozwoju rynku nieruchomości systematycznie wzrasta wraz ze wzrostem świadomości ekologicznej oraz rosnącej skali konsekwencji ekonomicznych, zdrowotnych oraz prawnych związanych z ekspozycją na określone zjawiska. Wśród tej grupy czynników istotną rolę odgrywają:

- zjawiska o podłożu naturalnym – powódzie, występowanie metanu,
- hałas, zanieczyszczenie powietrza,
- negatywne skutki działalności przemysłowej, które wpływają na powierzchnię terenu, środowisko naturalne (np. szkody górnicze),
- czynniki powodujące skażenie chemiczne wynikające z procesów zachodzących w przeszłości na danym terenie,
- czynniki postrzegane jako szkodliwe np. pole elektromagnetyczne.

Wymienione bariery środowiskowe obniżają atrakcyjność nieruchomości zarówno gruntowych, jak i budynkowych dla potencjalnych inwestorów.

Przedstawione bariery rozwoju rynku nieruchomości mieszkaniowych wskazują, że jego funkcjonowanie determinowane jest przez złożony układ uwarunkowań o charakterze ekonomicznym, politycznym, prawnym, administracyjnym oraz środowiskowym. Czynniki te oddziałują na rynek równocześnie, często wzajemnie się wzmacniając lub osłabiając, wpływając zarówno na skalę aktywności inwestycyjnej, jak i poziom cen oraz dostępność mieszkań. W konsekwencji rozwój rynku nieruchomości mieszkaniowych pozostaje procesem silnie uzależnionym nie tylko od mechanizmów rynkowych, lecz również od stabilności otoczenia instytucjonalnego oraz regulacyjnego.

¹²⁹ Ustawa z dnia 17 maja 1989 r. Prawo geodezyjne i kartograficzne., Dz.U. 1989 nr 30 poz. 163.

ROZDZIAŁ 3. CZYNNIKI ŚRODOWISKOWE A POPYT, PODAŻ I CENY NA RYNKU NIERUCHOMOŚCI MIESZKANIOWYCH

3.1. Popyt i podaż w teorii ekonomii

Pierwsze refleksje nad zjawiskami gospodarczymi pojawiły się już w starożytnej Grecji, w dziełach filozofów takich jak Ksenofont, Platon czy Arystoteles. Ksenofont, w traktacie *Oikonomikos*, przedstawił zasady prowadzenia gospodarstwa domowego (*oikos* – dom, *nomos* – prawo, zarządzanie) a od tytułu tego dzieła wywodzi się sama nazwa ekonomia¹³⁰. Dopiero jednak dynamiczny rozwój gospodarki towarowo-pieniężnej w warunkach kapitalistycznych stworzył zarówno podstawy, jak i konieczność pogłębionej, teoretycznej analizy prawidłowości procesów gospodarowania. Każda dyscyplina naukowa podlega ewolucji w miarę swojego rozwoju. Ekonomia jako nauka społeczna, charakteryzuje się specyficzną dynamiką relacji między ciągłością a zmianą. Z jednej strony opiera się na historycznie ukształtowanych koncepcjach, stanowiących fundament interpretacyjny, z drugiej zaś nieustannie generuje nowe szkoły myślenia, odpowiadające na zmieniające się uwarunkowania gospodarcze i społeczne. W konsekwencji w obrębie dyscypliny współistnieją równoległe odmienne nurty teoretyczne, nierzadko o sprzecznych założeniach, a idee wypracowane w przeszłości nadal wywierają znaczący wpływ na współczesne debaty ekonomiczne i politykę gospodarczą.

Jednym z wyzwań metodologicznych w ekonomii jest wykazanie, że dana teoria jest nieprawdziwa. Wynika to z faktu, że w procesie jej konstrukcji, stosuje się założenie *ceteris paribus*, podczas gdy rzeczywiste procesy gospodarcze są determinowane przez wiele współzależnych czynników. Przykładowo, prawo mówiące, że wzrost ceny powoduje spadek wielkości popytu obowiązuje przy założeniu, że inne determinanty, takie jak poziom dochodów czy preferencje konsumentów pozostają niezmiennie. W celu analitycznego wyodrębnienia kluczowych czynników procesów ekonomicznych tworzone są modele oparte na uproszczonych założeniach, które pomijają złożoność ludzkiego działania. Przyjmuje się w nich między innymi, że podmioty gospodarcze dysponują pełną informacją, działają racjonalnie oraz kierują się motywem maksymalizacji zysku. W rzeczywistości jednak ludzie często nie posiadają pełnej wiedzy, podejmują decyzje pod wpływem emocji, a ich działania są nierzadko uwarunkowane względami pozamaterialnymi. Ponadto, również ekonomiści nie są wolni od subiektywizmu, interpretując rzeczywistość ekonomiczną przez pryzmat własnych przekonań czy

¹³⁰ R. Milewski, E. Kwiatkowski, *Podstawy ekonomii*, Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa 2018, s. 50.

pożądanego porządku społecznego. Dla jednych takim stanem idealnym będzie mechanizm rynkowy, w którym dążenie jednostek do realizacji celów indywidualnych pozostaje zgodne z interesem społecznym, dla innych natomiast model zakładający aktywną ingerencję państwa w gospodarkę w imię dobra wspólnego. U podstaw oceny poszczególnych stanowisk leżą często odmienne przekonania dotyczące natury ludzkiej, jej zdolności poznawczych czy warunkowań moralnych, a w konsekwencji - możliwości pogodzenia efektywności gospodarczej i sprawiedliwości społecznej. Rozważania odnoszące się zarówno do człowieka, jak i idealnego ładu społecznego wskazują, że fundamenty ekonomii pozostają w ścisłym związku z refleksją antropologiczną i etyczną. Znamienne jest, że Adam Smith, powszechnie uważany za ojca tej dyscypliny, był profesorem filozofii moralnej.

Pierwszy spójny system teoretyczny opisujący właściwości procesu gospodarowania, określany mianem ekonomii klasycznej powstał w połowie XVIII wieku. Do jego głównych przedstawicieli zalicza się Adama Smitha (1723–1790) oraz Davida Ricardo (1772–1823). Fundamentalnym dziełem nurtu klasycznego jest praca Adama Smitha pt.: *Badania nad naturą i przyczynami bogactwa narodów* (1776). Autor przedstawił w niej definicje kluczowych pojęć ekonomicznych, opisał mechanizmy funkcjonowania rynku oraz warunki, w których interakcja popytu i podaży sprzyja dobrobytowi jednostki i społeczeństwa. Ekonomia klasyczna stworzyła fundamenty liberalizmu ekonomicznego, zgodnie z którym wolnokonkurencyjna gospodarka rynkowa wykazuje tendencję do osiągania równowagi bez konieczności ingerencji zewnętrznej. Zasadę tę wyrażało hasło „laissez-faire”, oznaczające pozostawienie podmiotom gospodarczym swobody działania, przy założeniu, że niewidzialna ręka rynku zapewnia optymalną alokację zasobów poprzez uruchamianie samoregulujących mechanizmów gospodarki. W ujęciu klasyków społeczeństwo postrzegane było jako suma jednostek (koncepcja homo oeconomicus), wobec czego indywidualna aktywność motywowana interesem własnym, prowadziła do powiększania się korzyści społecznych.

Szczególne miejsce w systemie Smitha zajmował podział pracy, który poprzez specjalizację zwiększał produktywność i jednocześnie stwarzał konieczność wymiany dóbr, przyczyniając się do rozwoju rynków. Smith podkreślał, że ceny są rezultatem interakcji podaży i popytu oraz negocjacji między kupującymi i sprzedającymi w warunkach swobody produkcji i handlu. Kluczowym postulatem klasyków było prawo rynków sformułowane przez Jean-Baptiste’a Say’a (1767–1832), zgodnie z którym: „(...) produkcja stwarza możliwość zbytu produktów”¹³¹, co oznacza, że podaż generuje swój własny popyt. Tym samym, ogólna

¹³¹ Jean B. Say, *Traktat o ekonomii politycznej*, Warszawa 1960, s. 208.

nadprodukcja nie jest możliwa, gdyż w procesie produkcji powstają dobra, jak i dochody umożliwiające ich zakup. Teza ta opiera się na założeniu neutralności pieniądza, zgodnie z którym zmiany ilości pieniądza w obiegu wpływają wyłącznie na poziom cen, nie oddziałując na wielkości realne takie jak produkcja czy zatrudnienie. W ujęciu Say'a pieniądź pełni funkcję środka wymiany, natomiast wartość towarów wynika z nakładów pracy, kapitału i ziemi, czyli czynników produkcji, generujących dochody w zamian za świadczone usługi.

Klasyczne założenia z czasem stały się przedmiotem krytyki. Thomas R. Malthus (1766–1834), znany przede wszystkim z koncepcji „prawa ludności”, zgodnie z którą populacja rośnie w postępie geometrycznym, a produkcja żywności zwiększa się jedynie w postępie arytmetycznym, podważał tezę o automatycznym dostosowaniu popytu do podaży. Wskazywał na możliwość wystąpienia nadprodukcji i postulował potrzebę pobudzania popytu.

Podobne stanowisko prezentował Jean Ch. Sismondi (1773–1842), uznawany za jednego z pierwszych teoretyków kryzysów gospodarczych. Akcentował on prymat popytu nad podażą, zwracając jednocześnie uwagę na społeczno-ekonomiczne konsekwencje industrializacji, w tym bankructwa drobnych wytwórców, spadek ich zdolności nabywczych i ograniczenie popytu na rynku¹³².

Końcowy etap rozwoju szkoły klasycznej wyznacza dzieło Johna Stuarta Milla (1806–1873) pt.: *Zasady ekonomii politycznej i niektóre jej zastosowania do filozofii społecznej*. Autor, obserwując dynamiczne przemiany społeczne wynikające z postępu technicznego, podjął próbę syntezy liberalizmu z elementami myśli socjalistycznej. Mill dostrzegał problem niesprawiedliwości społecznej, opowiadając się za reformami umożliwiającymi połączenie: „(...) największej wolności osobistej ze sprawiedliwym podziałem owoców pracy”¹³³, krytykując zarówno skrajny liberalizm, jak i autorytarny socjalizm.

W pierwszej połowie XIX wieku, równoległe do myśli klasycznej, kształtował się socjalizm, stanowiący odpowiedź na narastające nierówności społeczne związane z rozwojem kapitalizmu. Wczesny socjalizm reprezentowali m.in. Charles Fourier, Henri de Saint-Simon oraz Robert Owen, którzy piętnowali nędzę robotników oraz nadmierną akumulację kapitału. Na gruncie socjalizmu naukowego Karol Marks i Fryderyk Engels rozwinęli teorię wartości dodanej. Marks, nawiązując do dorobku Smitha i Ricardo uznał, że zysk kapitalistyczny stanowi rezultat wyzysku pracowników, postulując likwidację własności prywatnej oraz zastąpienie mechanizmu rynkowego centralnym planowaniem.

¹³² J. Ch. Simonde de Sismondi, *Nowe zasady ekonomii politycznej*, t.1, Warszawa 1955, s. 302.

¹³³ J.S. Mill, *Zasady ekonomii politycznej i niektóre jej zastosowania do filozofii społecznej*, t.2, PWN, Warszawa 1966, s. 546.

Na przełomie lat 60. i 70. XIX wieku w trzech ośrodkach akademickich (w Anglii, Austrii i Szwajcarii) wyłoniła się szkoła neoklasyczna, która kontynuowała wątki klasyczne, wzbogacając je o elementy subiektywistyczne. Kluczową zmianą było przejście od klasycznej teorii wartości opartej na kosztach produkcji do subiektywnej teorii użyteczności. Ekonomiści William S. Jevons (1835–1881) i Carl Menger (1840–1921) sformułowali prawo malejącej użyteczności krańcowej, zgodnie z którym zadowolenie z każdej kolejnej jednostki dobra maleje wraz ze wzrostem jego ilości, co implikowało, że szczególną wartość przypisuje się dobrom rzadkim. Wartość dóbr zależy zatem od oceny konsumenta, a nie wyłącznie od nakładów pracy. Prawo malejącej użyteczności krańcowej stało się fundamentem nowej teorii wartości, popytu, podaży i cen.

W analizach neoklasyków istotną rolę odgrywało pojęcie równowagi, rozumianej jako stan, w którym konsumenci maksymalizują swoje zadowolenie z konsumpcji, a przedsiębiorcy zyski. Alfred Marshall (1842–1924), jeden z głównych przedstawicieli tej szkoły, włączył do analiz ekonomicznych wykresy krzywych popytu i podaży, pojęcie elastyczności cenowej popytu, nadwyżki konsumenta oraz rozróżnienie okresów krótkiego i długiego. Ponadto wprowadził nazwę ekonomia (economics). Neoklasycy reprezentowali pogląd, że psychologia jednostek stanowi fundament wyjaśniania zjawisk społecznych i gospodarczych.

Zbliżone podejście badawcze do mechanizmów ekonomicznych, oparte na mikroekonomicznym punkcie widzenia, subiektywistycznej teorii wartości oraz rachunku marginalnym, rozwijały również inne nurty teoretyczne przełomu XIX i XX wieku, w szczególności szkoła austriacka oraz szkoła lozańska. Przedstawicielami szkoły austriackiej byli m.in. E. von Böhm-Bawerk (1851–1914), F. Wieser (1851–1926). Kierunek ten, kontynuując idee Carla Mengera, akcentował subiektywną ocenę dóbr przez jednostki oraz rozwijał teorię kapitału i procentu, podkreślając jednocześnie znaczenie niepewności w procesach gospodarczych oraz stabilizującą rolę wolnego rynku. Szkoła lońska, określana również mianem szkoły matematycznej, reprezentowana przez L. Walrasa (1834–1910) i V. Pareta (1848–1923), podjęła próbę całościowego ujęcia gospodarki w formie układu równań. W centrum jej zainteresowania znajdowała się teoria równowagi ogólnej, oparta na założeniu, iż wielkości ekonomiczne wykazują tendencję do powrotu do stanu równowagi po wystąpieniu zakłóceń.

Na przełomie XIX i XX wieku, w opozycji do ekonomii głównego nurtu rozwijającej się w Europie, w Stanach Zjednoczonych powstała ekonomia instytucjonalna. Jej głównymi przedstawicielami byli: T. Veblen (1857–1929), J. R. Commons (1862–1945) oraz W. C. Mitchell (1874–1948). Inspiracją dla twórców instytucjonalizmu był dorobek ekonomistów europejskich, zwłaszcza niemieckiej szkoły historycznej, a także darwinizm społeczny

i antropologia kulturowa. W ich ocenie analiza neoklasyczna była zbyt wąska i nie oddawała złożoności procesów gospodarczych. Krytyce poddano w szczególności koncepcję samoregulacji rynku, statyczny charakter analizy, nadmierny formalizm oraz apologetyczne podejście do liberalnego kapitalizmu¹³⁴. Instytucjonaliści zaproponowali odmienne podejście metodologiczne, zakładające ścisłą relację ekonomii z innymi naukami społecznymi. Ekonomia powinna bowiem analizować nie tylko zachowania jednostek, lecz również instytucjonalne uwarunkowania tych działań. Przedmiotem badań stały się instytucje społeczne, takie jak organy władzy publicznej, związki zawodowe, instytucje finansowe, organizacje społeczno-polityczne, a także utrwalone normy postępowania i schematy myślenia. Instytucjonalizm osiągnął szczyt popularności w pierwszych dekadach XX wieku, jednak w kolejnych latach stopniowo tracił na znaczeniu.

W latach 1929-1933 gospodarka światowa, szczególnie kraje kapitalistyczne, doświadczyła wielkiego kryzysu, charakteryzującego się głębokim spadkiem produkcji, długotrwałym i masowym bezrobociem oraz falą bankructw. W tych warunkach zakwestionowano adekwatność neoklasycznej teorii ekonomii. Nowe podejście do roli państwa w gospodarce zaproponował angielski ekonomista John Maynard Keynes (1883–1946), który w 1936 roku opublikował dzieło pt.: *Ogólna teoria zatrudnienia, procentu i pieniądza*, zapoczątkowując rewolucję keynesowską. Keynes ograniczył neoklasyczny model równowagi do szczególnego przypadku pełnego wykorzystania czynników produkcji, proponując ogólną teorię równowagi makroekonomicznej. Centralne miejsce w koncepcji Keynesa zajmowało pojęcie efektywnego popytu. Keynes odrzucił prawo rynków Say’a, dowodząc, że to popyt stanowi podstawowy czynnik rozwoju gospodarczego. Globalny popyt obejmuje wydatki konsumpcyjne oraz inwestycyjne, zależne od dochodów, oczekiwanej rentowności inwestycji i poziomu stopy procentowej. Keynes wykazał, że w warunkach niedostatecznego popytu gospodarka nie osiąga samoczynnie równowagi przy pełnym zatrudnieniu, co uzasadnia aktywną rolę państwa. Państwo powinno pełnić rolę stymulatora popytu, stosując instrumenty takie jak: obniżanie stóp procentowych, wyższe opodatkowanie wysokich dochodów, zwiększanie świadczeń socjalnych dla najuboższych oraz inwestycje publiczne finansowane długiem. Keynes postulował również koordynację polityki fiskalnej i monetarnej w celu stabilizacji koniunktury, co wiąże się z wyborem między akceptowalnym poziomem inflacji a skalą bezrobocia. Debata pomiędzy klasykami a keynesistami stała się jednym z głównych czynników rozwoju makroekonomii, koncentrując się wokół pytania o zdolność gospodarki rynkowej do samoregulacji.

¹³⁴ J. Wilkin, *Ewolucja ekonomii politycznej i jej miejsce we współczesnej myśli ekonomicznej*, [w:] Czym jest ekonomia polityczna dzisiaj? red. J. Wilkin, UW WNE, Warszawa 2004, s. 12.

Przez ponad dwie dekady po II wojnie światowej w rozwiniętych krajach kapitalistycznych obserwowano dynamiczny wzrost gospodarczy, niski poziom bezrobocia oraz względną stabilność cen, co sprzyjało systematycznemu wzrostowi dobrobytu. Zjawiska te sprawiły, że okres od zakończenia wojny do początku lat 70. określano mianem „złotego wieku kapitalizmu”, „wspaniałej trzydziestki” bądź też „epoki Keynesa”. W tym okresie w ekonomii dominowały idee keynesowskie, a spory teoretyczne zostały w dużej mierze zastąpione wspólnym przekonaniem dotyczącym roli państwa w stabilizowaniu koniunktury.

Sytuacja uległa zmianie w latach 70. XX wieku, gdy wystąpiło zjawisko stagflacji, rozumianej jako równoczesny wzrost inflacji i bezrobocia przy jednoczesnym spowolnieniu wzrostu gospodarczego. Kryzys ten podważył skuteczność polityki inspirowanej keynesizmem, tworząc przestrzeń dla odrodzenia idei klasycznych i liberalnych w postaci kontrrewolucji monetarystycznej i konserwatywnej. Dorobek Keynesa nie został odrzucony, lecz poddany reinterpretacji w obliczu nowych wyzwań gospodarczych. Krytycy keynesizmu wskazywali, że powojenny sukces gospodarczy był w dużej mierze rezultatem rozwoju technologicznego, ekspansji wolnego handlu oraz przemian strukturalnych, w ramach, których zatrudnienie w przemyśle stopniowo zastępowane było przez sektor usług. Na tym gruncie rozwijały się koncepcje neoliberalne i neokonserwatywne, obejmujące m.in. monetaryzm, nową ekonomię klasyczną, nową szkołę austriacką, ekonomiczną teorię polityki oraz ekonomię strony podażowej. Wspólnym mianownikiem tych nurtów było przekonanie o efektywności mechanizmu rynkowego, przy jednoczesnych różnicach dotyczących zakresu i uzasadnienia ingerencji państwa w gospodarkę.

Monetaryzm stanowi nurt ekonomii, którego głównym twórcą i przedstawicielem był Milton Friedman (1912–2006), laureat Nagrody Nobla w 1976 roku. Podstawowym założeniem tej doktryny jest teza o neutralności pieniądza, zgodnie z którą zmiany jego ilości w obiegu oddziałują na wielkości nominalne, w szczególności poziom cen, nie wpływając w długim okresie na wielkości realne, takie jak poziom produkcji czy zatrudnienia. Przyjęcie tej zasady wiązało się z zakwestionowaniem skuteczności keynesowskiej polityki pobudzania popytu poprzez ekspansję monetarną. Z perspektywy monetarystów działania tego typu prowadzą przede wszystkim do wzrostu inflacji, która – jak podkreślał Friedman – ma zawsze charakter pieniężny, a jej ograniczanie powinno stanowić nadrzędny cel polityki makroekonomicznej państwa. Monetarysty kluczowe znaczenie przypisywali polityce monetarnej, zwłaszcza kontroli tempa przyrostu podaży pieniądza. Friedman postulował utrzymywanie jego wzrostu na poziomie odpowiadającym naturalnej stopie wzrostu potencjału produkcyjnego gospodarki (ok. 3–4% rocznie). Odrzucał jednocześnie stosowanie aktywnych narzędzi polityki

gospodarczej, w tym działań ukierunkowanych na sztuczne zwiększanie zatrudnienia, argumentując, że prowadzą one do zakłóceń mechanizmu rynkowego. W wymiarze politycznym, rewolucja monetarystyczna oznaczała powrót do ideałów klasycznego liberalizmu, a więc do modelu wolnorynkowego kapitalizmu z ograniczoną rolą państwa.

Nowa ekonomia klasyczna należy do najbardziej wpływowych nurtów współczesnej teorii ekonomii. Do jej czołowych przedstawicieli zalicza się m.in. Roberta E. Lucasa (laureata Nagrody Nobla w 1995 roku), T. Sargenta, N. Wallace'a oraz R. Barro. Fundamentem tej doktryny są trzy główne założenia: pełna elastyczność rynków, teoria racjonalnych oczekiwań oraz monetarystyczna koncepcja inflacji. Założenie pełnej elastyczności rynków oznacza, że stany nierównowagi rynkowej są eliminowane niemal natychmiast, a transakcje dokonywane są po cenach równowagi. Pogląd ten stanowi jedną z najbardziej radykalnych tez nowej ekonomii klasycznej, gdyż implikuje bardzo szybkie dostosowanie gospodarki do zmian warunków ekonomicznych. Teoria racjonalnych oczekiwań zakłada natomiast, że podmioty gospodarcze kształtują swoje decyzje w oparciu o pełną dostępną informację, uwzględniając zarówno aktualną sytuację ekonomiczną, jak i potencjalne konsekwencje podejmowanych działań. Jednostki potrafią również wykorzystywać doświadczenia historyczne, co umożliwia im formułowanie przewidywań dotyczących przyszłego rozwoju sytuacji gospodarczej. W konsekwencji, zgodnie z założeniami nowej ekonomii klasycznej, polityka gospodarcza państwa traci w znacznym stopniu swoją skuteczność stabilizacyjną, ponieważ racjonalne oczekiwania podmiotów neutralizują próby oddziaływania władz publicznych na gospodarkę.

Nowa szkoła austriacka, której czołowym przedstawicielem był Friedrich August von Hayek (1899–1993), opierała się na założeniu, że państwo nie jest w stanie skutecznie zastąpić mechanizmu rynkowego w alokacji zasobów. Wynika to z ograniczonego i rozproszonego charakteru informacji, które w warunkach gospodarki rynkowej są wykorzystywane przez uczestników rynku. W konsekwencji interwencja państwowa powinna ograniczać się do kształtowania ram instytucjonalno-prawnych, zapewniając warunki sprzyjające efektywnemu funkcjonowaniu mechanizmu konkurencji rynkowej.

Ekonomiczna teoria polityki, określana również mianem teorii wyboru publicznego, koncentruje się na analizie mechanizmów podejmowania decyzji w sferze publicznej. Jej kluczowym założeniem jest teza, że uczestnicy procesów politycznych, podobnie jak podmioty gospodarcze, kierują się przede wszystkim własnym interesem. W konsekwencji, państwo nie jest postrzegane jako jednorodny podmiot realizujący interes społeczny, lecz jako struktura złożona z jednostek podejmujących decyzje w warunkach bodźców

instytucjonalnych. Z perspektywy tego nurtu ingerencja państwa w gospodarkę znajduje uzasadnienie wyłącznie w sytuacji, gdy jej koszty są niższe niż koszty funkcjonowania mechanizmu rynkowego.

Ekonomia podaży (ekonomia strony podażowej) stanowi nurt, który zyskał szczególną popularność w latach 80. XX wieku. W myśl tej doktryny nadmierna ingerencja państwa prowadzi do osłabienia bodźców ekonomicznych, ograniczając skłonność do pracy, oszczędzania i inwestowania. W konsekwencji postulowano politykę gospodarczą ukierunkowaną na zwiększenie podaży dóbr i usług poprzez m.in.: redukcję obciążeń podatkowych, ograniczenie regulacji oraz zmniejszenie skali sektora publicznego. Założeniem tego podejścia było przekonanie, że poprawa warunków funkcjonowania przedsiębiorstw oraz wzrost aktywności inwestycyjnej sprzyjają długookresowemu wzrostowi gospodarczemu.

W latach 60. i 70. XX wieku, między innymi za sprawą takich ekonomistów jak O. Williamson, R. Coase, E. Furubotn, D. North, S. Pejovich oraz R. Richter w dyskursie naukowym ponownie wzrosło znaczenie instytucjonalizmu, rozwijanego w ramach nowej ekonomii instytucjonalnej. Doktryna ta zakłada swoistą syntezę dorobku ekonomii neoklasycznej oraz instytucjonalizmu. Jej istotnym wkładem jest wypełnienie luki obecnej w ekonomii neoklasycznej, dotyczącej interpretacji zjawisk gospodarczych uwarunkowanych procesami ewolucyjnymi, zmianami historycznymi oraz czynnikami kulturowymi, które w tradycyjnych ujęciach były pomijane lub marginalizowane¹³⁵. W zakresie obszarów badawczych, nowa ekonomia instytucjonalna koncentruje się przede wszystkim na analizie kosztów transakcyjnych, problematyce praw własności oraz teorii agencji. Ronald Coase, uznawany za twórcę nowej ekonomii instytucjonalnej, wskazał na istnienie wcześniej niedostrzeganych kosztów transakcyjnych wynikających z funkcjonowania mechanizmu rynkowego. Realizacja transakcji rynkowych wiąże się nie tylko z koniecznością zapłaty ceny, lecz także z ponoszeniem dodatkowych obciążeń w postaci m.in.: kosztów negocjacji, pozyskiwania informacji czy zawierania kontraktów. W jego ujęciu, przedsiębiorstwo stanowi instytucjonalny mechanizm ograniczania kosztów transakcyjnych. Douglass North argumentował natomiast, że dynamika rozwoju gospodarczego jest w istotnym stopniu zależna od systemu praw własności, dostępu do rynków oraz poziomu bezpieczeństwa wymiany, czyli czynników silnie determinowanych przez kulturę i politykę. Dokonał rozróżnienia między instytucjami formalnymi, takimi jak system prawny, a instytucjami nieformalnymi, obejmującymi zwyczaje, tradycje i normy moralne. Wskazywał, że skuteczność strategii rozwoju uzależniona jest od stopnia zgodności między tymi dwoma

¹³⁵ J. Wilkin, *Jaki kapitalizm, jaka Polska?*, PWN, Warszawa 1995, s. 43.

typami instytucji. Koncepcja interakcji instytucji formalnych i nieformalnych znajduje zastosowanie również w wyjaśnieniu procesów transformacji ustrojowej – od gospodarki socjalistycznej do rynkowej¹³⁶. Nowa ekonomia instytucjonalna stanowi nurt teoretyczny, pozostający w fazie dynamicznego rozwoju, wykorzystywany w analizach empirycznych oraz podlegający modyfikacjom wynikającym z wkładu przedstawicieli różnych dziedzin nauki, takich jak prawo, socjologia, psychologia czy politologia.

Kryzys finansowy lat 2007-2009 ujawnił istotne słabości funkcjonowania instytucji gospodarki rynkowej, a także ograniczenia współczesnej teorii ekonomii. Analizując przyczyny decyzji, które doprowadziły do głębokiego załamania na rynkach finansowych w 2008 roku, G. Akerlof i R. Shiller wskazali na znaczenie elementów nieracjonalności w zachowaniach uczestników życia gospodarczego¹³⁷. Na tej kanwie zakwestionowano dominujące w ekonomii założenia dotyczące racjonalności podmiotów, dostępu do pełnej informacji oraz maksymalizacji zysku czy użyteczności. Zwrócono uwagę na rolę psychologicznych uwarunkowań decyzji ekonomicznych oraz ograniczeń poznawczych jednostek. Tym samym, wzrosło znaczenie ekonomii behawioralnej, koncentrującej się na weryfikacji tradycyjnych założeń teorii ekonomii z wykorzystaniem dorobku psychologii i socjologii¹³⁸. Ekonomia behawioralna nawiązuje do wcześniejszych nurtów myśli ekonomicznej, w tym do prac Adama Smitha, który akcentował znaczenie motywacji pozamaterialnych oraz moralnych aspektów ludzkiego działania¹³⁹. Badacze nurtu behawioralnego podkreślają, że racjonalność zachowań jednostek ma charakter ograniczony, a procesy decyzyjne pozostają pod wpływem emocji oraz trudności w zakresie samokontroli. Osiągnięcia w zakresie ekonomii behawioralnej zostały wyróżnione przez Królewską Szwedzką Akademię Nauk. W 2002 roku Nagrodę Nobla w dziedzinie nauk ekonomicznych otrzymali Daniel Kahneman, za integrację dorobku psychologii oraz Vernon L. Smith, który rozwinął metodologię eksperymentalnej analizy ekonomicznej. W 2017 roku wyróżnienie to przyznano Richardowi H. Thalerowi za wkład w rozwój ekonomii behawioralnej. Perspektywy rozwoju ekonomii behawioralnej należy wiązać z jej rolą jako istotnego uzupełnienia ekonomii klasycznej i neoklasycznej. Włączenie elementów psychologii oraz wyników badań eksperymentalnych do budowy modeli procesów decyzyjnych umożliwia pogłębioną analizę mechanizmów kształtujących zachowania podmiotów gospodarczych.

¹³⁶ R. Milewski, E. Kwiatkowski, *Podstawy ekonomii*, op. cit., s. 70.

¹³⁷ G. Akerlof, R. Shiller, *Zwierzęce instynkty. Czy ludzka psychika napędza globalną gospodarkę i jaki to ma wpływ na przemiany światowego kapitalizmu?* Studio Emka, Warszawa 2010, s. 19-50.

¹³⁸ P. Niemcewicz, *Ekonomia behawioralna – hybryda teorii i eksperymentu*, Studia i Prace WNEiZ US, nr 51/1, Uniwersytet Szczeciński 2018, s. 10.

¹³⁹ A. Smith, *Teoria uczuć moralnych*, PWN, Warszawa 1989, s. 411.

Rynek nieruchomości analizowany jest w ramach wielu nurtów teorii ekonomicznych, które opisują jego funkcjonowanie w odmienny sposób.

W ujęciu szkoły neoklasycznej, rynek nieruchomości postrzegany jest jako specyficzny segment rynku dóbr i usług, na którym ceny kształtują się w wyniku interakcji popytu i podaży. W krótkim okresie rynek dąży do równowagi, jednak ze względu na sztywność podaży proces ten ma charakter powolny. W długim okresie popyt i podaż równoważą się, prowadząc do eliminacji niedoborów lub nadwyżek. Neoklasyczne prawo malejącej użyteczności krańcowej znajduje wyraźne odzwierciedlenie w funkcjonowaniu tego rynku. Przykładem może być obserwacja, zgodnie z którą średnia cena 1 m² nieruchomości maleje wraz ze wzrostem jej powierzchni – większe mieszkania i domy cechują się niższą ceną w przeliczeniu na 1 m² niż lokale mniejsze. Prawo malejącej użyteczności krańcowej stanowi również jedną z przyczyn dywersyfikacji portfeli nieruchomościowych przez inwestorów, dążących do utrzymania wysokiego poziomu użyteczności kolejnej inwestycji. W analizie neoklasycznej kluczowe znaczenie przypisuje się racjonalnym decyzjom uczestników rynku oraz efektywności mechanizmów rynkowych prowadzących do optymalnej alokacji zasobów. W nurcie neoklasycznym rozwinięto między innymi teorię renty gruntowej J.H. von Thünera (model produkcji rolnej wokół miasta) oraz model lokalizacji przemysłu Alfreda Webera. Założenia ekonomii neoklasycznej stanowią również podstawę wyceny kosztów i korzyści środowiskowych uwzględnianych w ramach społecznej oceny opłacalności inwestycji¹⁴⁰. W ujęciu neoklasycznej, subiektywnej teorii wartości przypisywana danemu dobru wartość wynika z jego użyteczności, rozumianej jako zdolność do zaspokajania określonych potrzeb. Pieniężną miarą subiektywnej wartości, jaką dla konsumenta przedstawia dane dobro (np. jakość powietrza atmosferycznego) jest gotowość do poniesienia określonego wydatku w celu jego uzyskania.

W ekonomii instytucjonalnej rynek nieruchomości analizowany jest przede wszystkim przez pryzmat instytucji formalnych (systemu prawnego, instytucji finansowych, polityki przestrzennej) i nieformalnych (norm społecznych, zwyczajów dotyczących posiadania i użytkowania nieruchomości), które kształtują jego funkcjonowanie. Nie jest on rozpatrywany wyłącznie jako mechanizm równowagi popytu i podaży, lecz jako system osadzony w uwarunkowaniach prawnych, społecznych i kulturowych. Dla przedstawicieli tego nurtu fundamentem rynku nieruchomości pozostaje jasno określone i egzekwowalne prawo własności, a jego słaba ochrona prowadzi do ograniczeń inwestycji i niskiej efektywności rynku. Instytucjonaliści wskazują również na znaczenie kosztów transakcyjnych, obejmujących m.in. koszty

¹⁴⁰ M. Ligus, Wartościowanie jakości powietrza atmosferycznego w Polsce – badanie stałości preferencji w czasie, *Optimum. Economic Studies*, 1(85), 2017, s. 143-154.

podatkowe, notarialne oraz administracyjne, a także na istotną rolę państwa w kształtowaniu mechanizmów rynkowych.

W ujęciu Keynesa podejście do rynku nieruchomości nie zostało w pełni usystematyzowane, jednak teoria makroekonomiczna umożliwia interpretację procesów zachodzących w tym segmencie gospodarki. Rynek nieruchomości postrzegany jest przede wszystkim przez pryzmat globalnego popytu, roli inwestycji, wpływu polityki państwa oraz cykli koniunkturalnych. Keynes podkreślał, że poziom aktywności gospodarczej, w tym rozwój budownictwa i zmiany cen, uzależniony jest od zdolności nabywczej gospodarstw domowych oraz popytu inwestorów. Ze względu na dużą kapitałochłonność inwestycji budowlanych oraz ich uzależnienie od oczekiwań inwestorów, sektor ten wykazuje podatność na wahania koniunkturalne. Keynes upatrywał aktywną rolę państwa w stabilizowaniu gospodarki, co w odniesieniu do rynku nieruchomości znajduje wyraz między innymi w polityce mieszkaniowej, inwestycjach publicznych w infrastrukturę oraz oddziaływaniu na poziom stóp procentowych.

W nurcie monetaryzmu rynek nieruchomości analizowany jest przede wszystkim w kontekście polityki pieniężnej, podaży pieniądza oraz wpływu inflacji i stóp procentowych na decyzje inwestycyjne i konsumpcyjne. W odróżnieniu od podejścia keynesowskiego monetaryści kładą nacisk na stabilność pieniądza oraz ograniczoną rolę państwa w gospodarce. Wskazują przy tym, że wahania na rynku nieruchomości są konsekwencją nadmiernej ekspansji kredytowej, okresowo zastępowanej zaostrzoną polityką pieniężną. Z perspektywy monetarystycznej ceny mieszkań i gruntów w dużym stopniu są determinowane przez poziom stóp procentowych (wyznaczanych przez bank centralny) oraz inflację. W kontekście rynku nieruchomości monetaryści postulowali minimalizację roli państwa, ograniczając jej zakres do zapewnienia stabilnych warunków monetarnych i prawnych.

W ekonomii behawioralnej natomiast podkreśla się, że decyzje podejmowane na rynku nieruchomości często odbiegają od modelu racjonalności neoklasycznej. Czynniki psychologiczne, takie jak heurystyki, błędy poznawcze, nadmierny optymizm czy awersja do straty, wpływają na decyzje nabywców, inwestorów i deweloperów, odgrywając tym samym istotną rolę w kształtowaniu cen i dynamiki tego rynku. Wyjaśnia to między innymi powstawanie baniek spekulacyjnych, związanych z mechanizmem stadnym i irracjonalnym entuzjazmem. Specyfika nieruchomości jako przedmiotu obrotu sprawia, że nabywcy przy zakupie często kierują się emocjami, opinią otoczenia społecznego, wizerunkiem dzielnicy, subiektywnym poczuciem prestiżu czy przynależności. W nurcie behawioralnym zwraca się też uwagę na konieczność odpowiednich regulacji i ingerencji państwa w celu ograniczenia negatywnych skutków irracjonalnych decyzji (np. nadmiernego zadłużania się gospodarstw domowych).

W drugiej połowie XX wieku, wraz z rozwojem technologii informacyjnych i wzrostem znaczenia czynników pozamaterialnych, w ekonomii zaczęły kształtować się nowe kierunki badawcze. Do najważniejszych z nich należą ekonomia ekologiczna oraz ekonomia zrównoważonego rozwoju. Nurt ekonomii ekologicznej wprowadza do analizy pojęcie kapitału naturalnego, traktując zasoby środowiskowe jako ograniczony czynnik produkcji, którego utrata prowadzi do spadku długookresowego dobrobytu. Z kolei ekonomia zrównoważonego rozwoju akcentuje konieczność równowagi pomiędzy celami ekonomicznymi, społecznymi i środowiskowymi, co znajduje odzwierciedlenie także w polityce przestrzennej i mieszkaniowej.

3.2. Popyt, podaż i ceny na rynku nieruchomości mieszkaniowych

Współcześnie popyt definiowany jest jako zapotrzebowanie na określone dobro w danym czasie i miejscu, przy każdym poziomie ceny. Obejmuje on tę część potrzeb, która znajduje odzwierciedlenie w sile nabywczej, co odróżnia popyt efektywny od potencjalnego. Wzrost dochodów sprzyja zwiększeniu popytu efektywnego, jednak nie prowadzi do pełnego zrównania z popytem potencjalnym, gdyż ludzkie potrzeby mają charakter nieograniczony.

W odniesieniu do rynku nieruchomości popyt oznacza liczbę nabywców lub najemców poszukujących określonego rodzaju nieruchomości po różnych cenach, w danym czasie, przy założeniu niezmienności innych czynników, takich jak wielkość populacji, poziom dochodów, przyszłe ceny czy preferencje konsumentów. Funkcja popytu stanowi model *ex ante*, opisujący przewidywane zachowania uczestników rynku, a nie rzeczywiste wartości zmiennych ekonomicznych (*ex post*)¹⁴¹. Decyzje dotyczące zakupu nieruchomości mieszkaniowych determinowane są również przez czynniki o charakterze lokalizacyjnym, w szczególności dostępność komunikacyjną, odległość od centrum, stopień rozwoju infrastruktury technicznej i społecznej oraz funkcje otoczenia. Uwarunkowania te znajdują odzwierciedlenie w tzw. wartości przestrzennej, przejawiającej się między innymi zróżnicowaniem poziomu cen pomiędzy poszczególnymi dzielnicami.

Cechami charakterystycznymi popytu na nieruchomości są jego mała substytucyjność, niewielka elastyczność cenowa oraz znaczna rozbieżność między popytem potencjalnym a efektywnym¹⁴².

Cena nieruchomości oznacza kwotę żądaną bądź oferowaną w zamian za nią. Cena sprzedaży nieruchomości jest wartością historyczną i ujawnia się po zrealizowaniu transakcji.

¹⁴¹ A. Cygan, K. Kosiec, *Meandry biznesu*, Brzeska Oficyna Wydawnicza, Kraków 1993, s. 110-111.

¹⁴² E. Kucharka- Stasiak, *Nieruchomość w gospodarce rynkowej*, op. cit., s. 61.

Należy podkreślić, że cena nieruchomości nie musi odzwierciedlać jej wartości, ponieważ kształtuje się w procesie negocjacji między sprzedającym a kupującym, z uwzględnieniem zarówno uwarunkowań rynkowych, jak i subiektywnych przesłanek stron. Wzrost ceny nieruchomości, przy niezmienności pozostałych czynników (np. dochodów ludności), prowadzi do spadku popytu, natomiast obniżki cen wywołują jego wzrost¹⁴³. Prawo popytu jest prawem o charakterze statystycznym, co oznacza, że opisuje typowe reakcje uczestników rynku, dopuszczając możliwość występowania odstępstw.

W specyficznych przypadkach na rynku nieruchomości mogą wystąpić nietypowe krzywe popytu, wskazujące, że wzrost cen nie powoduje ograniczenia popytu, lecz przeciwnie – prowadzi do jego wzrostu. Jednym z przykładów jest paradoks Veblena, polegający na wzroście wielkości popytu na dobra luksusowe pomimo wzrostu ich cen. Na rynku nieruchomości, rezydencje czy ekskluzywne wille są symbolem prestiżu, a ich posiadanie bywa postrzegane jako wyznacznik statusu społecznego, wobec czego wyższa cena może zwiększać atrakcyjność takiego dobra. Podobnie, w warunkach oczekiwanej inflacji, pomimo wzrostu cen wrasta popyt na nieruchomości, które stanowią formę zabezpieczenia kapitału. Zjawisko to określa się jako efekt inflacyjny. Wzrost popytu przy wzroście cen może być również rezultatem efektu spekulacyjnego, polegającego na nabywaniu nieruchomości w oczekiwaniu na przyszły wzrost ich wartości. Innym przykładem nietypowego zachowania uczestników rynku nieruchomości jest paradoks Giffena, odnoszący się do sytuacji, w której wzrost cen mieszkań prowadzi do zwiększonego popytu na mniejsze lokale. Wynika to z faktu, że mieszkania stanowią dobro powszechnie potrzebne, a jednocześnie wymagające znacznych nakładów finansowych. W konsekwencji gospodarstwa domowe, dążąc do zaspokojenia swoich potrzeb mieszkaniowych, mogą zgłaszać większy popyt na lokale o mniejszej powierzchni, pomimo wzrostu ich cen.

Na rynku nieruchomości mieszkaniowych, elastyczność cenowa popytu jest zazwyczaj niska. Współczynnik elastyczności cenowej popytu, określany jako relacja względnej zmiany wielkości popytu do względnej zmiany ceny, przyjmuje w tym przypadku wartości niższe od |1|. Oznacza to, że zmiany cen wywołują relatywnie niewielkie zmiany popytu. Wynika to przede wszystkim z braku lub ograniczonej dostępności substytutów. Nieruchomości nie są w pełni porównywalne ze względu na stałość lokalizacji oraz ich parametry techniczne i użytkowe.

¹⁴³ M. Blaug, *Metodologia ekonomii*, WN PWN, Warszawa 1995, s. 211-228.

Poza elastycznością cenową popytu, w literaturze analizowana jest również elastyczność dochodowa popytu, wskazująca w jaki sposób zmiany dochodu nabywców wpływają na wielkość popytu. Współczynnik elastyczności dochodowej popytu w odniesieniu do rynku nieruchomości ma zazwyczaj wartość dodatnią, przy czym najczęściej pozostaje niższy od 1, co oznacza, że tempo wzrostu popytu jest wolniejsze niż tempo wzrostu dochodów. W określonych przypadkach współczynnik ten może jednak przyjmować wartości ujemne. Zjawisko to obserwuje się w odniesieniu do nieruchomości o niskim standardzie, charakteryzujące się znacznym zużyciem technicznym oraz niekorzystnymi cechami lokalizacji, na które popyt maleje wraz ze wzrostem dochodów nabywców. Elastyczność dochodowa popytu wpływa na dochodowość nieruchomości, a w konsekwencji również na jej wartość. Wysoka elastyczność dochodowa popytu na określone nieruchomości zwiększa potencjał wzrostu ich wartości w fazie ożywienia gospodarczego, natomiast w okresie dekonunktury ujawnia większą wrażliwość na spadki czynszów, a tym samym wartości.

Podaż określa ilość dóbr zaoferowanych do sprzedaży w danym czasie, na danym rynku i po każdej cenie. Podaż nieruchomości definiowana jest jako liczba obiektów oferowanych na sprzedaż lub wynajem w określonym czasie, po różnych cenach i przy założeniu niezmiennych kosztów pracy i produkcji. Podobnie jak funkcja popytu, funkcja podaży ma charakter *ex ante*, wskazując ilość produktu, którą sprzedający byliby skłonni zaoferować na rynku w danym okresie. Podaż nie jest tożsama z zasobem nieruchomości, gdyż obejmuje te nieruchomości (zarówno nowe, jak i będące wcześniej w obrocie), dla których poszukiwani są najemcy bądź nabywcy.

W odróżnieniu od wielu innych rynków, podaż na rynku nieruchomości mieszkaniowych charakteryzuje się silnym powiązaniem z uwarunkowaniami przestrzennymi. Kluczowe znaczenie mają w tym przypadku dostępność gruntów pod zabudowę, polityka przestrzenna, regulacje planistyczne oraz infrastruktura techniczna. Ograniczona podaż terenów inwestycyjnych, bariery administracyjne czy ograniczenia wynikające z dokumentów planistycznych wpływają bezpośrednio na skalę oraz strukturę nowej zabudowy mieszkaniowej. W konsekwencji przestrzenne zróżnicowanie możliwości inwestycyjnych znajduje odzwierciedlenie w zróżnicowaniu podaży mieszkań, a pośrednio również w poziomie cen.

W krótkim okresie podaż wykazuje małą elastyczność ze względu na wysokie koszty inwestycji oraz długotrwałość procesu budowlanego. W konsekwencji, proces dostosowawczy podaży zachodzi z istotnym opóźnieniem w stosunku do zmian popytu. W okresie średnim i długim podaż na rynku nieruchomości mieszkaniowych staje się bardziej elastyczna i wykazuje znaczną cykliczność. W fazie recesji podaż istniejących nieruchomości przeznaczonych

do wynajmu lub sprzedaży wykazuje tendencję wzrostową, natomiast w fazie ożywienia - malejącą. Wielkość podaży nieruchomości, podobnie jak popytu, zależy nie tylko od cen, lecz również od czynników pozacenowych, w szczególności od kosztów produkcji.

Współczynnik elastyczności cenowej podaży, analogicznie do popytu, przyjmuje zazwyczaj wartości niższe od 1, co wynika przede wszystkim z ograniczonej możliwości szybkiego dostosowania podaży. Istotnym elementem w analizie elastyczności podaży na rynku nieruchomości są części składowe nieruchomości, tj. grunt i budynki na nim posadowione. Zasób gruntu ma charakter stały, natomiast budynki ulegają zużyciu technicznemu, funkcjonalnemu oraz środowiskowemu i mogą zostać zastąpione. W konsekwencji, w długim okresie poziom elastyczności podaży determinowany jest relacją między udziałem gruntu a udziałem naniesień w strukturze wartości nieruchomości.

3.3. Analiza wybranych czynników środowiskowych wpływających na popyt, podaż i ceny na rynku nieruchomości mieszkaniowych

Czynniki środowiskowe stanowią istotny element kształtujący popyt, podaż i ceny na rynku nieruchomości mieszkaniowych. Współczesny konsument coraz częściej kieruje się nie tylko cechami użytkowymi i ekonomicznymi, lecz również jakością środowiska życia. Zróżnicowanie przestrzenne jakości powietrza, natężenia hałasu czy dostępności terenów zielonych w sposób bezpośredni przekłada się na zróżnicowanie wartości nieruchomości. Włączenie tych aspektów do analiz rynkowych sprzyja lepszemu zrozumieniu mechanizmów kształtowania cen oraz wspiera tworzenie polityki przestrzennej i mieszkaniowej opartej na zasadach zrównoważonego rozwoju.

Wraz ze wzrostem świadomości ekologicznej ludności poszerza się wiedza na temat konsekwencji, w tym zdrowotnych i ekonomicznych, wynikających z zamieszkiwania na obszarach narażonych na niekorzystne oddziaływanie czynników środowiskowych. W rezultacie parametry jakości środowiska zyskują coraz większe znaczenie w procesie podejmowania decyzji dotyczących zakupu mieszkań oraz działek pod zabudowę mieszkaniową.

O istotnym znaczeniu czynników środowiskowych dla wartości nieruchomości świadczy fakt, że do 2017 roku rzeczoznawcy majątkowi, zgodnie ze Standardem IV Polskiej Federacji Stowarzyszeń Rzeczoznawców Majątkowych, zobowiązani byli do uwzględnienia wpływu tych czynników w procesie wyceny nieruchomości.

Do czynników tych zaliczano w szczególności:

- sąsiedztwo zakładów przemysłowych szkodliwych dla środowiska,

- emisję pyłów i innych zanieczyszczeń,
- hałas,
- podziemne ciekły wodne,
- zawilgocenie i poziom wód gruntowych,
- eksploatacje górnicze,
- nasłonecznienie,
- oddziaływanie skażeń chemicznych i radiologicznych,
- sąsiedztwo parków i terenów rekreacyjnych.

Na mocy znowelizowanej Ustawy z dnia 20 lipca 2017 r. o zmianie ustawy o gospodarce nieruchomościami (art. 175 ust. 6) wyłączną kompetencję do ustalania standardów zawodowych przejął minister właściwy do spraw budownictwa, planowania i zagospodarowania przestrzennego oraz mieszkalnictwa. Wraz z kolejną nowelizacją Ustawy o gospodarce nieruchomościami z dnia 8 lipca 2021 r. całkowicie usunięto pojęcie standardów zawodowych, pozostawiając ich tworzenie organizacjom zawodowym rzeczoznawców majątkowych. Pomimo braku ustawowego obowiązku uwzględniania uwarunkowań środowiskowych w procesie wyceny, uznaje się je nadal jako zalecenia ukształtowane przez dobrą praktykę zawodową.

W literaturze przedmiotu do najczęściej analizowanych parametrów czynników środowiskowych wpływających na rynek nieruchomości mieszkaniowych należą:

- zanieczyszczenie powietrza (emisje pyłów zawieszonych PM₁₀ i PM_{2,5} oraz tlenków azotu),
- hałas (drogowy, lotniczy, kolejowy, przemysłowy),
- bliskość terenów zielonych.

Ustawa z dnia 27 kwietnia 2001 r. Prawo ochrony środowiska¹⁴⁴ stworzyła podstawy prawne funkcjonowania Państwowego Monitoringu Środowiska (PMŚ), którego organizację i koordynację powierzono Głównemu Inspektoratowi Ochrony Środowiska (GIOŚ). Integralnym elementem PMŚ jest monitoring jakości powietrza w Polsce, obejmujący pomiary automatyczne oraz manualne, realizowane w ramach sieci stacji pomiarowych rozmieszczonych w różnych typach stref: tła miejskiego, wiejskiego oraz przemysłowego. Zakres monitoringu obejmuje kluczowe zanieczyszczenia powietrza, w tym: pyły zawieszone (PM₁₀ i PM_{2,5}), dwutlenek siarki (SO₂), dwutlenek azotu (NO₂), tlenek węgla (CO), ozon troposferyczny (O₃), benzen oraz wybrane metale ciężkie. Wyniki monitoringu udostępniane są

¹⁴⁴ Ustawa z dnia 27 kwietnia 2001 r. Prawo ochrony środowiska, Dz.U. 2001 nr 62 poz. 627 z późn. zm.

na bieżąco za pośrednictwem portalu GIOŚ „Jakość powietrza” oraz stanowią podstawę raportowania do Komisji Europejskiej i Europejskiej Agencji Środowiska.

Szczegółowe zasady dotyczące metodyki pomiarów i klasyfikacji stref określa Rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 13 września 2012 r. w sprawie dokonywania oceny poziomów substancji w powietrzu¹⁴⁵. Istotne znaczenie ma również wdrożenie Dyrektywy 2008/50/WE Parlamentu Europejskiego i Rady z dnia 21 maja 2008 r. w sprawie jakości powietrza i czystszej powietrza dla Europy (AFE)¹⁴⁶, ustanawiające jednolite standardy oceny i raportowania w skali Unii Europejskiej.

Liczne badania wskazują, że zanieczyszczenia powietrza wywołują szerokie spektrum konsekwencji zdrowotnych¹⁴⁷. Obejmują one między innymi podrażnienia układu oddechowego, choroby układu krążenia¹⁴⁸, takie jak chorobę wieńcową, nadciśnienie tętnicze, zwiększone ryzyko udaru mózgu, a także choroby nowotworowe¹⁴⁹. Wskazuje się również, że zanieczyszczenia atmosferyczne mogą indukować choroby o podłożu neurologicznym, a także sprzyjać rozwojowi schorzeń neurodegeneracyjnych (np. choroba Alzheimera)¹⁵⁰. Analizy prowadzone w aglomeracjach miejskich wykazują ponadto, że epizody podwyższonego stężenia pyłów zawieszonych oraz NO₂ korelują ze wzrostem liczby hospitalizacji związanych z zaostrzeniem POChP, infekcjami układu oddechowego oraz incydentami naczyniowo-sercowymi²¹.

Jednym z istotnych mechanizmów biologicznych odpowiedzialnych za negatywne skutki zdrowotne ekspozycji na zanieczyszczenia powietrza jest stres oksydacyjny¹⁵¹. Potencjał oksydacyjny zanieczyszczeń atmosferycznych określa ich zdolność do indukowania w organizmie reakcji prowadzących do nadmiernego powstawania reaktywnych form tlenu (wolnych rodników). Zjawisko to może prowadzić do uszkodzeń struktur i funkcji komórek, a w konsekwencji rozwoju wielu chorób cywilizacyjnych, m.in. układu krążenia oraz oddechowego.

¹⁴⁵ Rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 13 września 2012 r. w sprawie dokonywania oceny poziomów substancji w powietrzu, Dz. U. 2012 poz. 1032.

¹⁴⁶ Dyrektywa 2008/50/WE Parlamentu Europejskiego i Rady z dnia 21 maja 2008 r. w sprawie jakości powietrza i czystszej powietrza dla Europy (CAFE). Dziennik Urzędowy Unii Europejskiej, L 152, 21.05.2008, s. 1–44.

¹⁴⁷ H. Mazurek, A. Badyda, *Smog. Konsekwencje zdrowotne zanieczyszczeń powietrza*, Państwowy Zakład Wydawnictw Lekarskich, Warszawa 2018, s. 90–130.

¹⁴⁸ P. Gibelin, *Cardiovascular diseases and pollution*, Bulletin de l'Academie Nationale de Medecine 2019 (203), s. 201–208.

¹⁴⁹ D. Schwela, *Air pollution and health in urban areas*, Rev. on Environmental Health, Vol 15, 1-2, WHO, Switzerland 2000, s. 13–42.

¹⁵⁰ J. Jędrak J, E. Konduracka, A. Badyda, P. Dąbrowiecki, *Wpływ zanieczyszczeń powietrza na zdrowie*, Krakowski Alarm Smogowy, 2017, s. 73.

¹⁵¹ A. Chciałowski, P. Dąbrowiecki, *Miejscowe oddziaływanie pyłu zawieszonego na dolne drogi oddechowe*, Lekarz Wojskowy 95(1), Wojskowy Instytut Medyczny, Warszawa 2017, s. 40–45.

Szczególnie istotną rolę w wywoływaniu stresu oksydacyjnego odgrywają pyły zawieszone ($PM_{2,5}$ i PM_{10}), a także zanieczyszczenia gazowe, takie jak dwutlenek siarki (SO_2), tlenki azotu (NO_x) czy lotne związki organiczne (LZO), które powstają głównie w wyniku spalania paliw kopalnych oraz emisji transportowych.

Analiza wpływu zanieczyszczenia powietrza na ceny nieruchomości została po raz pierwszy przeprowadzona w 1967 r. w Stanach Zjednoczonych przez Ridkera i Henninga z wykorzystaniem modelu regresji hedonicznej¹⁵². Wyniki tego badania wykazały statystyczną istotność współczynnika regresji dla poziomu siarczanów – jego redukcja o 0,25 mg/dzień prowadziła do wzrostu wartości domów szacowanego na 84 - 245 USD. Od tego czasu prowadzono liczne badania dotyczące zależności pomiędzy jakością powietrza a cenami nieruchomości. W 1975 roku Smith i Deyak wskazali na obserwowany w literaturze wzrost zainteresowania empiryczną analizą tego zagadnienia¹⁵³, jednocześnie podkreślając występowanie kontrowersji interpretacyjnych, wynikających między innymi z problemów w zakresie specyfikacji modeli teoretycznych. W 2001 roku Boyle i Kiel dokonali przeglądu dwunastu badań w tym obszarze, uznając ich wyniki za niejednoznaczne¹⁵⁴. Część analiz wykazała statystycznie istotną zależność pomiędzy cenami nieruchomości a jakością powietrza¹⁵⁵ podczas gdy inne nie potwierdziły istnienia takiej relacji¹⁵⁶. We współczesnej literaturze analizy tego zagadnienia rozwijane są z wykorzystaniem hedonicznych modeli cen oraz metod ekonometrii przestrzennej. Część autorów łączy oba te narzędzia badawcze, uznając, że podejście hedoniczne jest niewystarczające, gdyż ceny nieruchomości wykazują silną autokorelację przestrzenną, tj. tendencję do podobieństwa wartości w sąsiednich lokalizacjach¹⁵⁷.

Liczne badania empiryczne potwierdzają statystycznie istotny związek pomiędzy jakością powietrza a wartością nieruchomości, wskazując, iż poprawa parametrów

¹⁵² R.G. Ridker, J.A. Henning, *The determinants of residential property values with special reference to air pollution*. The Review of Economics and Statistics, Vol. 49, MIT Press, 1967 s. 246-257.

¹⁵³ V.K. Smith, T.A. Deyak, *Measuring the impact of air pollution on property values*, Journal of Regional Science, Vol 16(3), 1975, s. 277-288.

¹⁵⁴ M.A. Boyle, K.A. Kiel, *A survey of house price hedonic studies of the impact of environmental externalities*. Journal of Real Estate Literature, Vol.9, Taylor & Francis Ltd., 2001, s. 117-144.

¹⁵⁵ D. Harrison Jr, D.L. Rubinfeld, *Hedonic housing prices and the demand for clean air*. Journal of environmental economics and management, Vol. 5 (1), 1978, s. 81-102; J.C. Murdoch, M.A. Thayer, *Hedonic price estimation of variable urban air quality*. Journal of Environmental Economics and Management, 15 (2), 1988, s. 143-146; M.M. Li, H.J. Brown, *Micro-neighborhood externalities and hedonic housing prices*. Land economics, 56 (2), 1980, s. 137.

¹⁵⁶ K.F. Wieand, *Air pollution and property values: a study of the St. Louis' area*. Journal of Regional Science, 13 (1), 1973, s. 91-95; V.K. Smith, T.A. Deyak, *Measuring the impact of air pollution on property values*, Journal of Regional Science, Vol 16(3), 1975, s. 277-288.

¹⁵⁷ J. Wang, C.L. Lee, S. Shirowzhan, *Macro-Impacts of Air Quality on Property Values in China—A Meta-Regression Analysis of the Literature*. Buildings 2021.

środowiskowych znajduje odzwierciedlenie we wzroście cen mieszkań¹⁵⁸. Wyniki badań prowadzonych m.in.: w Chinach¹⁵⁹, Libanie¹⁶⁰, Korei Południowej¹⁶¹ a także w Polsce¹⁶² wskazują dodatkowo, że z redukcją stężeń gazów i pyłów wiąże się ze zwiększoną skłonnością nabywców do ponoszenia wyższych kosztów zakupu mieszkań. Pierwsza hipoteza badawcza (H1) zakłada, że odzwierciedleniem świadomości skutków zdrowotnych, ekonomicznych i psychofizycznych zanieczyszczeń powietrza jest skłonność do zapłaty wyższej ceny za nieruchomości mieszkaniowe położone na terenach o dobrej jakości powietrza. Omówiony przegląd literatury wskazuje, że hipoteza ta znajdowała potwierdzenie w badaniach empirycznych prowadzonych na różnych rynkach. Dotychczasowe badania koncentrują się zazwyczaj na wybranych aspektach oddziaływania jakości powietrza na rynek nieruchomości, analizowanych w odrębnych ujęciach przestrzennych i metodologicznych. W literaturze relatywnie rzadko spotyka się analizy porównawcze obejmujące duże aglomeracje miejskie, z uwzględnieniem zróżnicowania strukturalnego rynków oraz kontekstu środowiskowego. Niedostatek tego typu badań stanowi istotne uzasadnienie podjęcia analizy w tym zakresie.

Kolejnym istotnym czynnikiem środowiskowym wpływającym na funkcjonowanie rynku nieruchomości mieszkaniowych jest hałas.

Pojęcie hałasu zostało unormowane Dyrektywą 2002/49/WE Parlamentu Europejskiego i Rady z dnia 25 czerwca 2002 r., odnoszącą się do oceny i zarządzania poziomem hałasu w środowisku¹⁶³. W dyrektywie tej zdefiniowano:

- „hałas w środowisku” jako niepożądane lub szkodliwe dźwięki powodowane przez działalność człowieka na wolnym powietrzu, w tym hałas emitowany przez środki transportu (ruch drogowy, kolejowy, samolotowy) oraz hałas pochodzący z obszarów działalności przemysłowej,
- „szkodliwe skutki” jako niekorzystne oddziaływanie na zdrowie ludzkie,

¹⁵⁸ B. Berezansky, B.A. Portnov, B. Barzilai, Objective vs. perceived air pollution as a factor of housing pricing: A case study of the greater Haifa metropolitan area. *J. Real Estate Lit.* 2010, 18, s. 99–122; S. Zheng, M.E. Kahn, H. Liu, Towards a system of open cities in China: Home prices, FDI flows and air quality in 35 major cities. *Reg. Sci. Urban Econ.* 2010, 40, s. 1–10.

¹⁵⁹ J. Tan, J. Zhao, *The value of clean air in China: Evidence from Beijing and Shanghai*, *Frontiers of Economics in China* 9(1), 2014, s. 109–137.

¹⁶⁰ W. Marrouch, N. Sayour, *Hedonic housing prices and environmental quality in Lebanon*, *International Journal of Housing Markets and Analysis* 14(5), 2021, s. 953–968.

¹⁶¹ Ch. Won Kim, T.T. Phipps, L. Anselinc, *Measuring the benefits of air quality improvement: a spatial hedonic approach*, *Journal of Environmental Economics and Management* 45, 2003, s. 24–39.

¹⁶² M. Ligus, *Wartościowanie jakości powietrza atmosferycznego w Polsce – badanie stałości preferencji w czasie*, op.cit., s. 145–151.

¹⁶³ Dyrektywa 2002/49/WE Parlamentu Europejskiego i Rady z dnia 25 czerwca 2002 r. w sprawie oceny i zarządzania hałasem środowiskowym (*Directive 2002/49/EC relating to the assessment and management of environmental noise*) — Dziennik Urzędowy Unii Europejskiej L 189, 18 lipca 2002, s. 12–25.

- „dokuczliwość” jako stopień uciążliwości hałasu dla społeczności, ustalony na podstawie badań terenowych.

W polskim ustawodawstwie zagadnienie hałasu normują Ustawa z dnia 27 kwietnia 2001 r. Prawo ochrony środowiska¹⁶⁴ oraz Rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 14 czerwca 2007 r. w sprawie dopuszczalnych poziomów hałasu w środowisku¹⁶⁵. Zgodnie z ustawą Prawo ochrony środowiska, w ramach Państwowego Monitoringu Środowiska (PMŚ), Główny Inspektorat Ochrony Środowiska (GIOŚ) dokonuje oceny stanu akustycznego środowiska, obserwacji zmian oraz identyfikacji obszarów wymagających działań ochronnych. Diagnoza zanieczyszczenia hałasem sporządzana jest na podstawie wyników pomiarów poziomu hałasu określonych wskaźnikami hałasu L_{DWN} i L_N , z uwzględnieniem w szczególności danych demograficznych oraz informacji dotyczących sposobu zagospodarowania i użytkowania terenu. Monitoring obejmuje hałas o różnym pochodzeniu: przemysłowym oraz komunikacyjnym (drogowym, lotniczym i kolejowym). Dane z monitoringu hałasu są publicznie dostępne i udostępniane przez GIOŚ za pośrednictwem portalu EHAŁAS. Do najbardziej uciążliwych dla człowieka źródeł hałasu zalicza się ruch samochodowy ze względu jego powszechność, ruch lotniczy - generujący hałas o szczególnie wysokiej intensywności i rozległym zasięgu oddziaływania oraz źródła o charakterze przemysłowym (instalacyjnym) działające w sposób ciągły¹⁶⁶.

Poza obniżeniem jakości życia, ekspozycja na hałas wiąże się z szeregiem konsekwencji zdrowotnych. Badania empiryczne wskazują, że długotrwałe narażenie na hałas może prowadzić do upośledzenia słuchu, nadciśnienia tętniczego, choroby niedokrwiennej serca, wzmożonego rozdrażnienia, zaburzeń snu oraz obniżenia wyników w nauce¹⁶⁷.

Negatywne konsekwencje zdrowotne oraz pogorszenie jakości życia związane z ekspozycją na hałas znajdują odzwierciedlenie w zachowaniach uczestników rynku nieruchomości. Zjawisko to jest szeroko analizowane w literaturze zarówno międzynarodowej, jak i krajowej. Hałas uznawany jest za negatywną cechę lokalizacji, obniżającą komfort życia,

¹⁶⁴ Ustawa z dnia 27 kwietnia 2001 r. Prawo ochrony środowiska, Dz.U. 2001 nr 62 poz. 627.

¹⁶⁵ Rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 14 czerwca 2007 r. w sprawie dopuszczalnych poziomów hałasu w środowisku, Dz. U. z 2014 r. poz. 112.

¹⁶⁶ Główny Inspektorat Ochrony Środowiska, Raport o zanieczyszczeniu środowiska hałasem wg stanu na 31XII2018r. Ocena Roczna, GIOŚ, 2019, s. 2.

¹⁶⁷ W. Passchier-Vermeer, W.F. Passchier, *Noise Exposure and Public Health*, Environmental Health Perspectives, Vol 108, Supplement 1, 2000, s. 123; M.Sørensen, O.W.Nielsen, A.Sajadieh, M.Ketzel, A.Tjønneland, K.Overvad, O.Raaschou-Nielsen, *Long-Term Exposure to Road Traffic Noise and Nitrogen Dioxide and Risk of Heart Failure: A Cohort Study*, Environmental Health Perspectives, Vol.125, Issue 9, 2017, s. 097021-1-8.

a tym samym wpływającą na decyzje nabywców¹⁶⁸. Nabywcy częściej preferują lokalizacje oddalone od źródeł hałasu komunikacyjnego, zabudowy handlowej czy przemysłowej. Liczne badania wskazują, że poziom hałasu stanowi istotny czynnik cenotwórczy na rynku nieruchomości mieszkaniowych. Wskazano bowiem odwrotnie proporcjonalną zależność pomiędzy poziomem natężenia hałasu a cenami mieszkań¹⁶⁹. Badania przeprowadzone na rynku krakowskim wykazały, że bliskość zabudowy mieszkaniowej względem ulic o natężeniu ruchu przekraczającym 10 tys. pojazdów na dobę prowadzi do istotnego obniżenia wartości zabudowy¹⁷⁰. Szacuje się, że utrata wartości rynkowej wynikająca z oddziaływania hałasu może sięgać 3–5% ceny pojedynczego budynku. Wskazuje to na potrzebę wdrażania rozwiązań ograniczających uciążliwości akustyczne, których skuteczna realizacja takich działań wymaga zaangażowania władz samorządowych oraz odpowiednich regulacji prawnych.

W lokalizacjach charakteryzujących się niskim poziomem uciążliwości akustycznej odnotowano natomiast wyraźnie wyższe ceny ofertowe¹⁷¹. Skłonność do zapłaty wyższej ceny za nieruchomości mieszkalne mniej narażone na hałas pozostaje uzależniona od wielkości rynku oraz dostępności nieruchomości alternatywnych. W określonych okolicznościach, mieszkańcy deklarują ponadto gotowość do ponoszenia kosztów związanych z ograniczeniem hałasu, co potwierdzają badania przeprowadzone między innymi w Barcelonie¹⁷².

Wśród czynników środowiskowych oddziałujących pozytywnie na rynek nieruchomości mieszkaniowych wymienia się m.in. bliskość terenów zielonych (parków, lasów, terenów rekreacyjnych), która zwiększa atrakcyjność lokalizacji. W literaturze przedmiotu szeroko analizowano zakres korzyści wynikających z obecności zieleni miejskiej. Obejmują one zarówno aspekty społeczne, takie jak zdrowie i dobrostan mieszkańców, rozwój turystyki i rekreacji oraz wzrost przynależności społecznej, jak i środowiskowe, w tym poprawę jakości powietrza

¹⁶⁸ A. Senetra, A. Szczepańska, *Dźwięk jako determinanta wartości nieruchomości mieszkalnych na przykładzie Olsztyna*, Prace Komisji Krajobrazu Kulturowego Tom 15, 2011, s. 210-223.

¹⁶⁹ S. Gnat, M. Bas, *Badanie wpływu immisji hałasu komunikacyjnego na ceny lokali mieszkalnych*, Analiza rynku i zarządzanie nieruchomościami, Towarzystwo Naukowe Nieruchomości, Olsztyn 2014, s. 73-86; R. Le Boennec, F. Salladarré, *The impact of air pollution and noise on the real estate market. The case of the 2013 European Green Capital: Nantes, France*, Ecological Economics 138, 2017, s. 82-89.

¹⁷⁰ P. Buczek, *Wpływ hałasu na utratę wartości nieruchomości w wybranych osiedlach Krakowa*. Transport Miejski i Regionalny, Nr 12, 2016, s. 13-18.

¹⁷¹ P. Bartkowiak, T. Nowacki, *Determinanty wpływające na obniżenie wartości nieruchomości mieszkaniowych na rynku wtórnym*, [w:] P. Bartkowiak (red.), *Tendencje rozwoju współczesnego rynku nieruchomości mieszkaniowych*, Poznań 2022, s. 162-185; A. Szczepańska, A. Senetra, M. Wasilewicz-Pszczółkowska, *The Influence of Traffic Noise on Apartment Prices on the Example of a European Urban Agglomeration*. Sustainability 2020, 12, s. 801.

¹⁷² C. Marmolejo Duarte, J. Roca Cladera, *Wpływ hałasu na środowiska mieszkaniowe we współczesnych metropoliach: przypadek Barcelony*, Czasopismo Techniczne. Architektura, R. 105, Z.8. 3-A Wydawnictwo Politechniki Krakowskiej im. Tadeusza Kościuszki, 2008, s. 205-223.

i łagodzenie efektów miejskiej wyspy ciepła¹⁷³. Ponadto, tereny zielone wywierają istotny wpływ ekonomiczny, przyczyniając się do wzrostu atrakcyjności, wartości oraz popytu na nieruchomości zlokalizowane w ich sąsiedztwie¹⁷⁴. Na polskim rynku, w badaniach przeprowadzonych na terenie Warszawy wykazano, że mieszkania położone w odległości mniejszej niż 100 m od parku, uzyskiwały ceny transakcyjne wyższe średnio o ok. 2,8-3% w porównaniu z innymi lokalizacjami¹⁷⁵.

3.4. Charakterystyka geograficzno-ekonomiczna badanych aglomeracji oraz rynków nieruchomości mieszkaniowych

3.4.1. Aglomeracja gdańska

Gdańsk będący stolicą województwa pomorskiego, jest powszechnie znany z jednego z najniższych poziomów zanieczyszczenia powietrza w Polsce. Liczba ludności w Gdańsku wynosi blisko 490 tys.¹⁷⁶. Gdańsk wraz z Sopotem i Gdynią, tworzy aglomerację trójmiejską o łącznej liczbie ludności przekraczającej 761 tys.¹⁷⁷, charakteryzującą się najniższym poziomem zanieczyszczenia powietrza atmosferycznego spośród wszystkich aglomeracji w kraju (Rys. 17). Uwarunkowania tej sytuacji wynikają przede wszystkim z czynników geograficznych meteorologicznych, ale również z determinant o charakterze ekonomicznym i społecznym.

Jednym z kluczowych czynników determinujących jakość powietrza w Gdańsku oraz na obszarze całego województwa pomorskiego jest klimat, który ze względu na bliskość Morza Bałtyckiego można zaliczyć do strefy klimatu umiarkowanego morskiego. Charakteryzuje się on łagodnymi zimami, chłodniejszymi niż w pozostałych regionach kraju latami, silnymi wiatrami oraz znaczną sumą opadów atmosferycznych, wynoszącą około 600–700 mm rocznie. Ponadto województwo pomorskie dysponuje rozległymi zasobami leśnymi, zajmując trzecie miejsce w Polsce pod względem lesistości, przy jednoczesnym braku znaczących złóż

¹⁷³ C. Konijnendijk, M. Annerstedt, S. Maruthaveeran, A.B. Nielsen, *Benefits of urban parks a systematic review – A Report for IFPRA*. International Federation of Parks and Recreation Administration, 2013, s. 3.

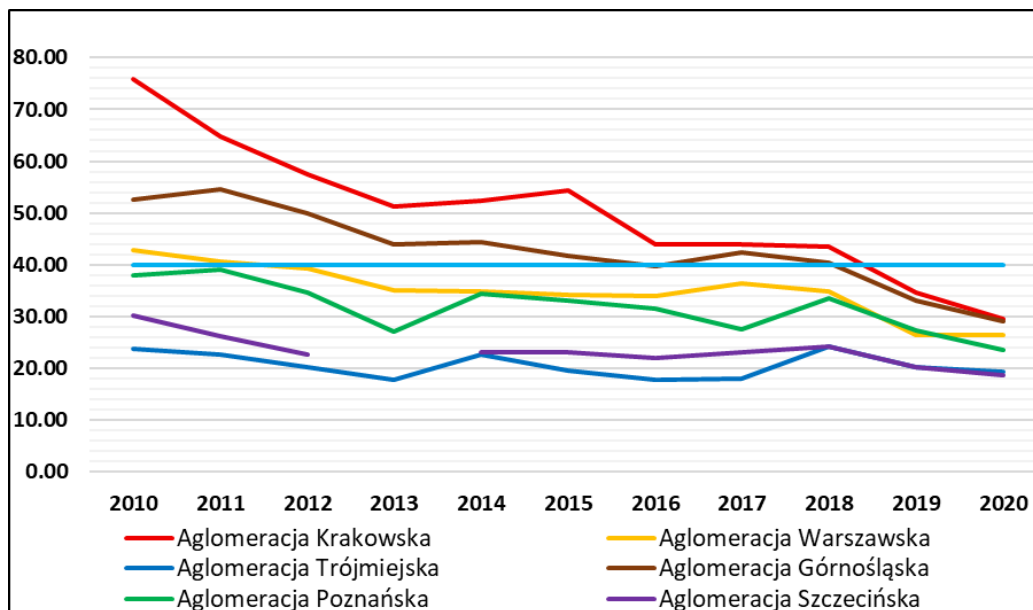
¹⁷⁴ C.Y. Jim, W.Y. Chen, External effects of neighbourhood parks and landscape elements on high-rise residential value. *Land Use Policy*, 27(2), 2010, s. 662-670.

¹⁷⁵ R. Trojanek, M. Głuszak, J. Tanas, *The effect of urban green spaces on house prices in Warsaw*, *International Journal of Strategic Property Management*, Vol. 22 Issue 5, 2018, s. 358–371.

¹⁷⁶ GUS, *Ludność. Stan i struktura ludności oraz ruch naturalny w przekroju terytorialnym w 2025 r. Stan w dniu 30 czerwca*, <https://stat.gov.pl/obszary-tematyczne/ludnosc/ludnosc/ludnosc-stan-i-struktura-ludnosci-oraz-ruch-naturalny-w-przekroju-terytorialnym-w-2025-r-stan-w-dniu-30-czerwca,6,39.html> (dostęp: 15.08.2025).

¹⁷⁷ Ibidem.

surowców mineralnych, poza surowcami pospolitymi, takimi jak kruszywa naturalne, piaski oraz żwiry.



Rys. 17. Średnioroczne stężenie pyłów PM₁₀ w wybranych aglomeracjach w Polsce w latach 2010-2022 [$\mu\text{g}/\text{m}^3$].

Źródło: Opracowanie własne na podstawie danych GIOŚ, Bank Danych Pomiarowych, <https://powietrze.gios.gov.pl/pjp/archives> (dostęp: 18.04.2024)

Potencjał gospodarczy regionu kształtowany jest przede wszystkim przez przemysł morski i stoczniowy. Porty w Gdańsku i Gdyni należą do największych obiektów tego typu w regionie Morza Bałtyckiego. Istotną rolę w strukturze gospodarki odgrywa również przemysł naftowy, rozwijany przez wiodące przedsiębiorstwo regionu – PKN ORLEN. W ostatnich latach jednym z najszybciej rozwijających się sektorów gospodarki pozostaje branża zaawansowanych technologii, której rozwój wspierany jest przez lokalne ośrodki akademickie, w tym Uniwersytet Gdański, Politechnikę Gdańską czy Uniwersytet Morski. Gdańsk jako stolica i największe miasto województwa pomorskiego, stanowi istotny węzeł transportowy północnej Polski, obejmujący dynamicznie rozwijające się lotnisko międzynarodowe oraz nowoczesny port handlowy, będący największym portem morskim w Polsce. Jego roczny przeładunek w 2023 roku wynosił blisko 80 milionów ton¹⁷⁸, co stanowi jeden z istotnych czynników oddziałujących na jakość powietrza w mieście.

Głównym źródłem zanieczyszczeń powietrza w województwie pomorskim są emisje pochodzenia antropogenicznego, obejmujące:

¹⁷⁸ Rocznik statystyczny gospodarki morskiej, GUS, Warszawa, Szczecin 2024, s. 86.

- źródła punktowe - związane z działalnością portów oraz zakładów przemysłowych, głównie w wyniku procesów spalania paliw na cele energetyczne oraz procesów technologicznych,
- źródła liniowe - powiązane z transportem drogowym, kolejowym, wodnym i lotniczym,
- źródła powierzchniowe - wynikające z działalności sektora komunalno-bytowego.

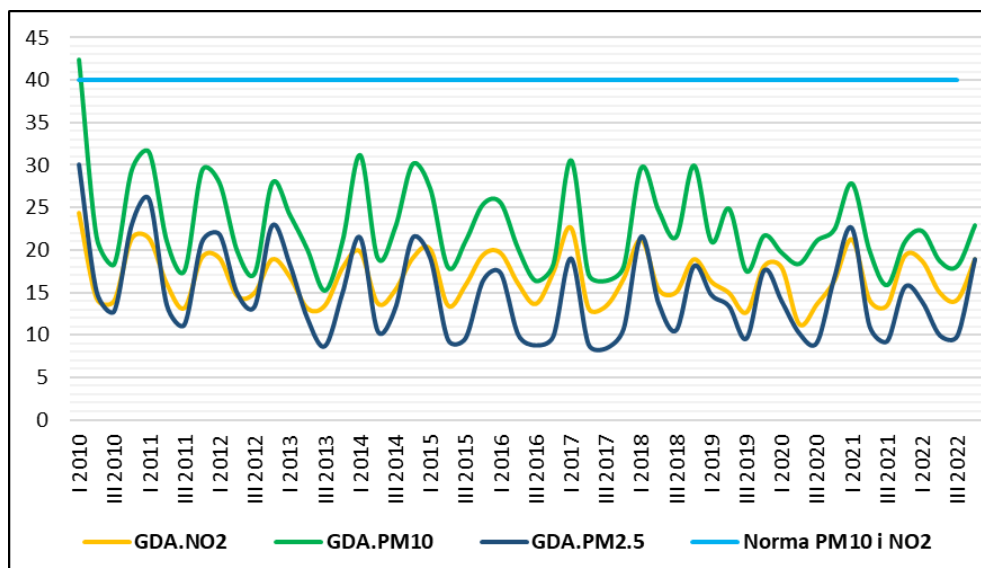
W tabeli poniżej zaprezentowano strukturę emisji poszczególnych rodzajów zanieczyszczeń powietrza z uwzględnieniem ich głównych źródeł na obszarze aglomeracji trójmiejskiej (Tabela 3). Przeprowadzona analiza wskazuje, że dominującym źródłem emisji pyłu PM₁₀ jest emisja powierzchniowa, odpowiadająca za 73% całkowitej emisji tego zanieczyszczenia. W dalszej kolejności odnotowano emisję punktową (13%), liniową (10%) oraz emisję z pozostałych źródeł (5%). W przypadku tlenków siarki (SO_x) kluczowe znaczenie ma emisja punktowa, generująca 78% całkowitej emisji, podczas gdy emisja powierzchniowa stanowi 21%, a emisja liniowa i z pozostałych źródeł – mniej niż 1%. W odniesieniu do tlenków azotu (NO_x) również przeważa emisja punktowa (60%), co potwierdza istotny wpływ działalności portowej i przemysłowej na poziom tego rodzaju zanieczyszczeń. Udział emisji liniowej wynosi 29%, natomiast emisja powierzchniowa i pochodząca z innych źródeł stanowi odpowiednio 6% i 5%. Z kolei w przypadku benzo(a)pirenu niemal całkowita emisja pochodzi ze źródeł powierzchniowych (96%), a pozostałe 4% generowane jest przez źródła punktowe.

Tabela 3. Udział poszczególnych źródeł emisji zanieczyszczeń powietrza w aglomeracji trójmiejskiej.

Rodzaj zanieczyszczenia	Emisja powierzchniowa	Emisja liniowa	Emisja punktowa	Inne źródła
Benz(a)piren	96%	-	4%	-
PM ₁₀	73%	10%	13%	4%
SO _x	21%	0,6%	78%	0,4%
NO _x	6%	29%	60%	5%

Źródło: Opracowanie własne na podstawie: GIOŚ, *Stan środowiska w województwie pomorskim*, Raport 2020, Gdańsk 2020, s. 23-25.

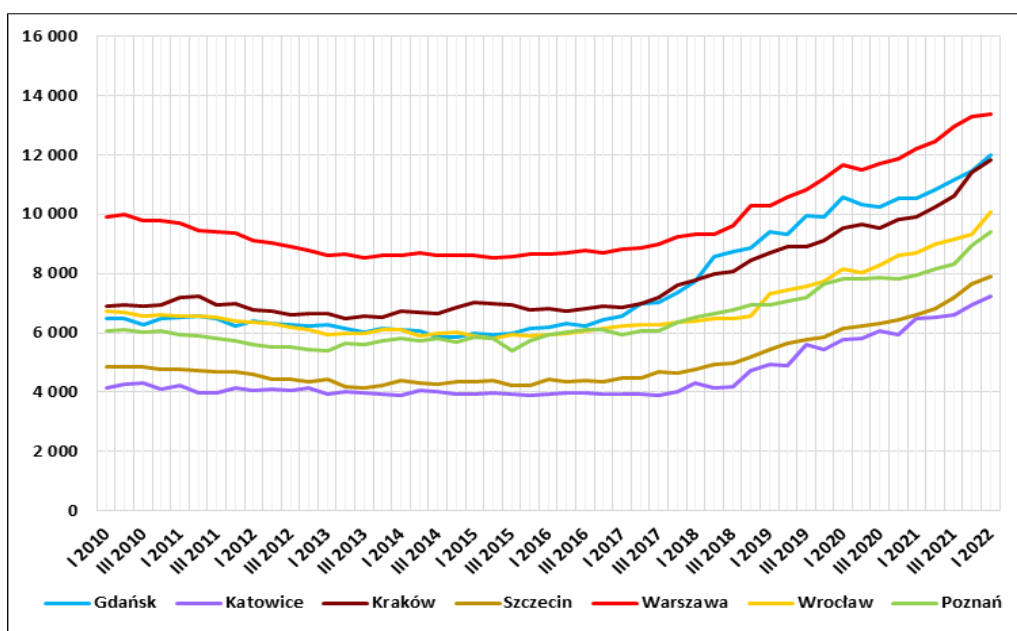
Analiza poziomu stężeń zanieczyszczeń powietrza wskazuje na bardzo dobrą jakość powietrza w Gdańsku (Rys. 18). Wartości podstawowych zanieczyszczeń (NO₂, PM₁₀, PM_{2,5}) były w analizowanym okresie poniżej normy, wykazując jednocześnie wyraźną sezonowość. Podwyższone wartości stężeń pyłów zawieszonych, w szczególności PM₁₀, stanowią rezultat procesów grzewczych zachodzących w sektorze komunalno-bytowym (emisja powierzchniowa). Jednym z czynników wpływających na to zjawisko jest niska, zwarta zabudowa, występująca w mniejszych miejscowościach województwa oraz w strefie podmiejskiej Trójmiasta.



Rys. 18. Stężenie zanieczyszczeń powietrza: dwutlenku azotu oraz pyłów zawieszonych PM10 i PM2,5 w Gdańsku w latach 2010–2022 [$\mu\text{g}/\text{m}^3$].

Źródło: Opracowanie własne na podstawie danych GIOŚ, Bank Danych Pomiarowych, <https://powietrze.gios.gov.pl/pjp/archives> (dostęp: 18.04.2024)

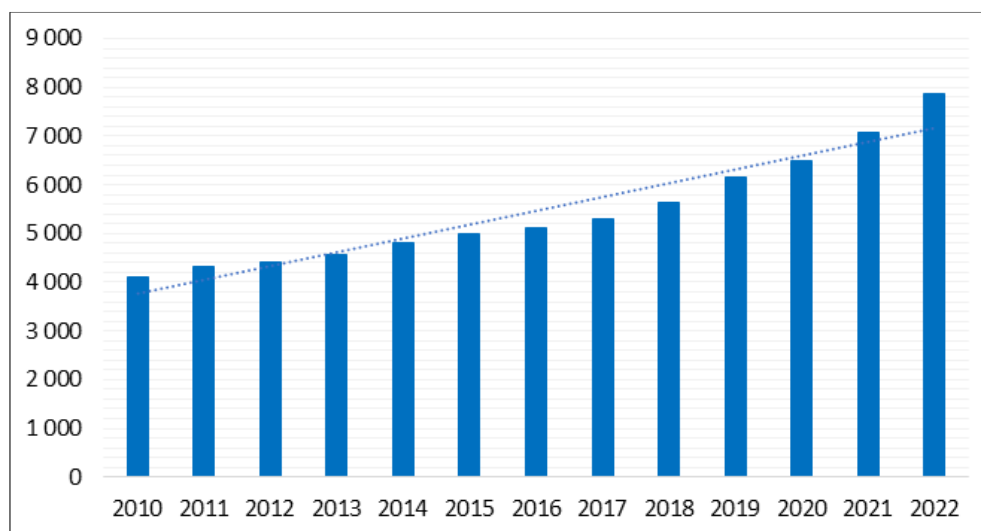
Ceny lokali mieszkalnych na rynku wtórnym w Gdańsku, według danych NBP, od wielu lat należą do najwyższych w Polsce, a od 2018 roku plasują się na drugim miejscu po cenach obserwowanych w Warszawie, wykazując jednocześnie wysoką dynamikę wzrostu na tle pozostałych aglomeracji (Rys. 19).



Rys. 19. Ceny transakcyjne 1m² lokali mieszkalnych na rynku wtórnym w wybranych aglomeracjach Polski [PLN].

Źródło: Opracowanie własne na podstawie Bazy Rynku Nieruchomości (BaRN) NBP, https://static.nbp.pl/dane/rynek-nieruchomosci/ceny_mieszkani.xlsx (dostęp: 20.01.2025)

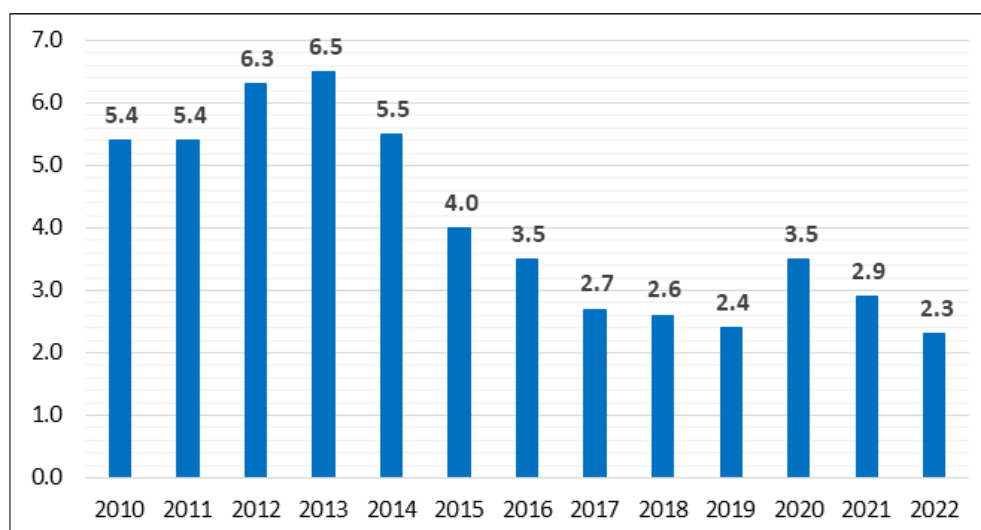
W celu zbadania specyfiki dynamiki cen mieszkań w Gdańsku w analizowanym okresie zasadne jest przeanalizowanie czynników determinujących ich poziom w ujęciu lokalnym. W latach 2010-2022, parametry gospodarcze utrzymywały się na relatywnie wysokim poziomie, co stanowiło istotne uwarunkowanie intensywnego rozwoju miasta.



Rys. 20. Przeciętne miesięczne wynagrodzenie brutto w Gdańsku [PLN].

Źródło: Opracowanie własne na podstawie danych GUS, Bank Danych Lokalnych (BDL), <https://bdl.stat.gov.pl/bdl/dane/teryt/kategoria/313> (dostęp: 20.09.2024)

Stabilnie rosnący poziom dochodów mieszkańców (Rys. 20) w połączeniu z niskim poziomem bezrobocia – od roku 2017 poniżej 3% sprzyjały wzrostowi popytu na lokale mieszkalne (Rys. 21).

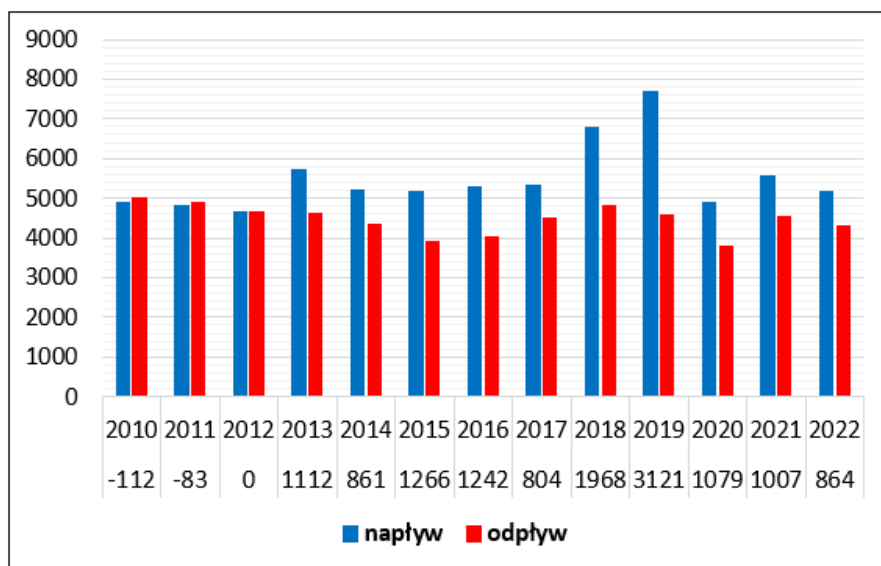


Rys. 21. Stopa bezrobocia rejestrowanego w Gdańsku [%].

Źródło: Opracowanie własne na podstawie danych GUS, Bank Danych Lokalnych (BDL), <https://bdl.stat.gov.pl/bdl/dane/teryt/kategoria/313> (dostęp: 20.09.2024)

Proces ten był wzmacniany przez utrzymujący się niski poziom stóp procentowych (Tabela 2) szczególnie w latach 2015-2021, gdy wynosiły poniżej 2%.

Rozwój gospodarczy Gdańska, w połączeniu z wysoką jakością życia, przyczynił się do stałego napływu ludności osiedlającej się na pobyt stały (Rys. 22), co stanowiło kolejny czynnik o charakterze lokalnym wpływający na wzrost popytu na lokale mieszkalne.

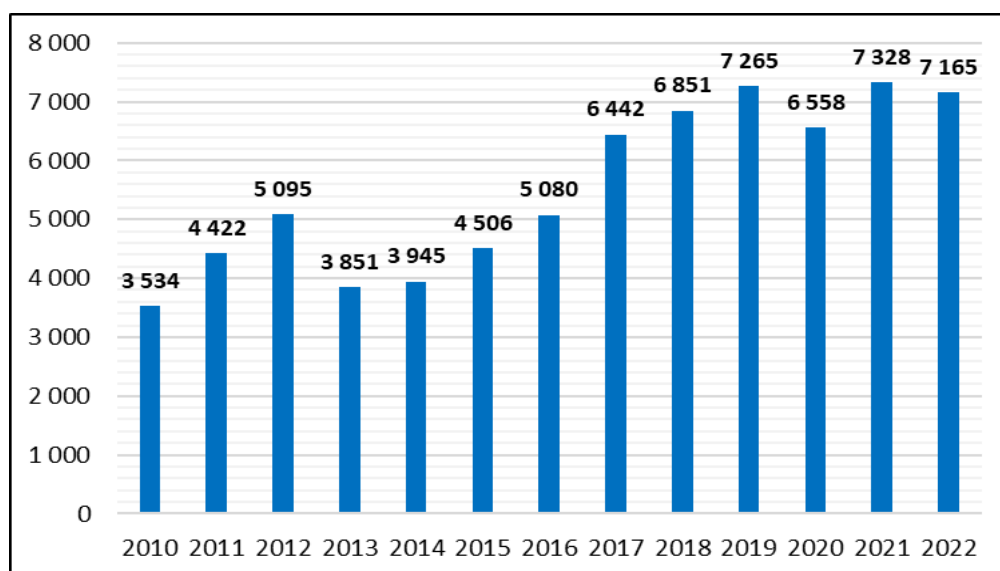


Rys. 22. Migracje wewnętrzne i zagraniczne na pobyt stały [liczba osób].

Źródło: Opracowanie własne na podstawie danych GUS, Bank Danych Lokalnych (BDL), <https://bdl.stat.gov.pl/bdl/dane/teryt/kategoria/313> (dostęp: 22.09.2024)

Od 2013 roku systematycznie odnotowuje się dodatnie saldo migracji na pobyt stały, zarówno wewnętrznych, jak i zagranicznych łącznie. W 2020 roku proces ten został zakłócony przez pandemię COVID-19 i do końca analizowanego okresu nie powrócił do wcześniejszego poziomu.

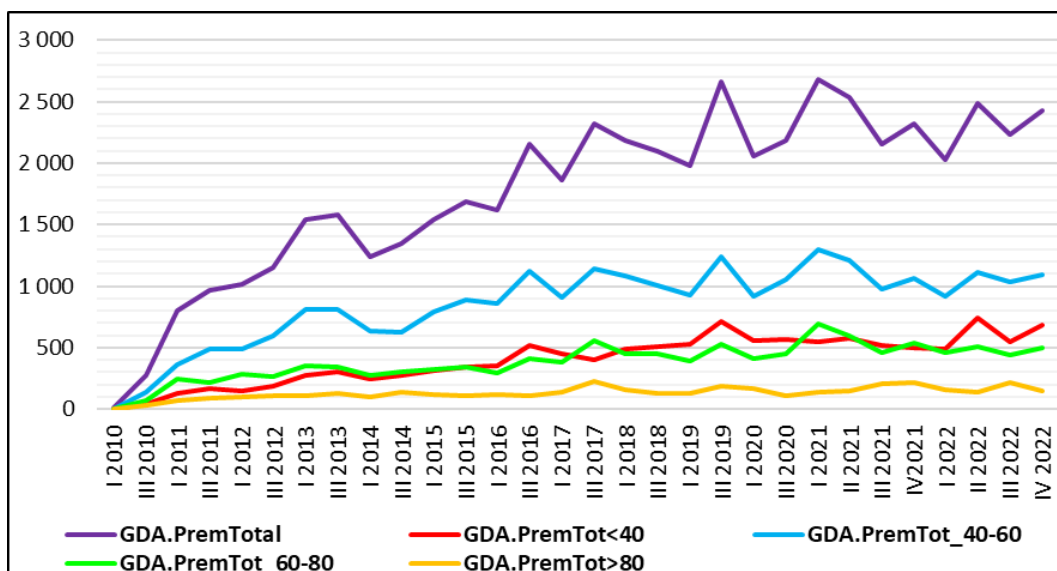
Wzrostowi popytu towarzyszył, a jednocześnie go stymulował, rosnący poziom liczby mieszkań oddawanych do użytkowania, szczególnie po roku 2014 (Rys. 23). Liczba mieszkań oddanych do użytkowania w danym roku, z uwagi na uwarunkowania technologiczne, odzwierciedla zmiany rynkowe zachodzące w okresach wcześniejszych. W latach poprzedzających analizowany okres, tj. 2009-2010 odnotowano wzrost aktywności inwestycyjnej w sektorze deweloperskim, będący rezultatem poprawy koniunktury gospodarczej po okresie spowolnienia wywołanego międzynarodowym kryzysem finansowym. Proces ten doprowadził do nadpodaży, której konsekwencją był spadek liczby lokali mieszkalnych oddanych do użytkowania w 2013 roku. Od 2014 roku liczba mieszkań oddanych do użytku systematycznie rosła wskazując na intensywny rozwój rynku aż do roku 2020, kiedy nastąpiło wyraźne spowolnienie tego procesu.



Rys. 23. Liczba mieszkań oddanych do użytkowania ogółem [szt.].

Źródło: Opracowanie własne na podstawie danych GUS, Bank Danych Lokalnych (BDL)
<https://bdl.stat.gov.pl/bdl/dane/teryt/kategoria/313> (dostęp: 22.09.2024)

Rosnący popyt znalazł odzwierciedlenie w systematycznym wzroście liczby sprzedanych lokali mieszkalnych (Rys. 24). Obrót na rynku nieruchomości charakteryzuje się sezonowością, co znajduje potwierdzenie w przebiegu zmienności liczby transakcji lokalami mieszkalnymi w Gdańsku w badanym okresie.

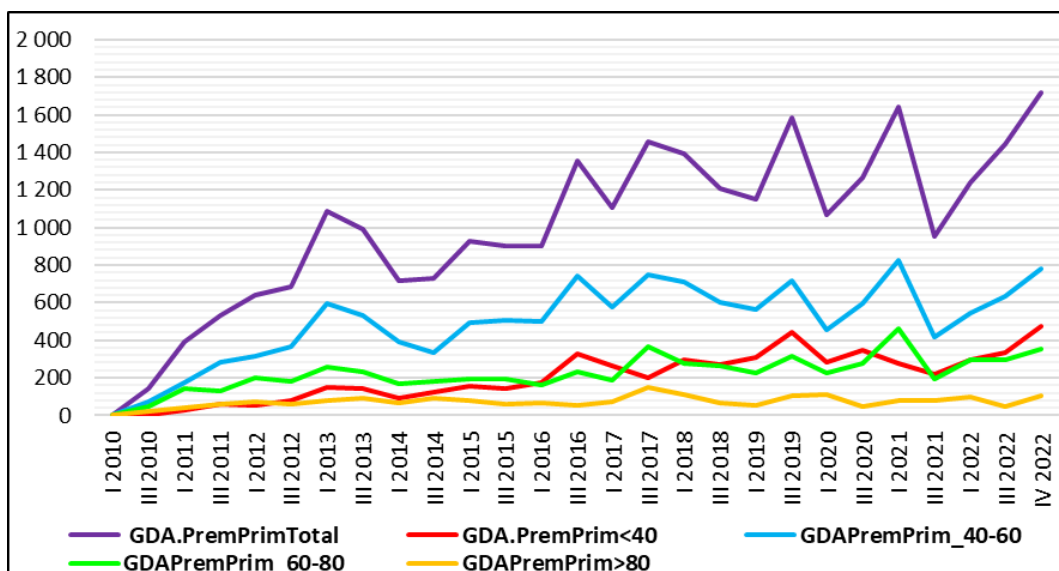


Rys. 24. Liczba lokali mieszkalnych sprzedanych w Gdańsku z podziałem na segmenty według wielkości [szt.].

Źródło: Opracowanie własne na podstawie danych GUS, Bank Danych Lokalnych (BDL),
<https://bdl.stat.gov.pl/bdl/dane/teryt/kategoria/313> (dostęp: 22.09.2024)

W większości analizowanych okresów, szczególnie po roku 2014, obserwowano spadek liczby transakcji w pierwszych kwartałach roku. Ze względu na walory społeczno-ekonomiczne oraz turystyczne miasta, lokale mieszkalne w Gdańsku nabywane są zarówno na potrzeby własne, jak i w celach inwestycyjnych. Struktura sprzedaży wykazuje zróżnicowanie w zależności od segmentów wielkości lokali. Największy udział w całkowitej liczbie sprzedaży – blisko 50% - przypada mieszkaniom o powierzchni 40-60 m², natomiast najmniejszy lokalom o powierzchni powyżej 80 m². Od 2019 roku liczba sprzedanych lokali mieszkalnych ogółem kształtowała się w przedziale od ok. 2000 do ok. 2600 sztuk kwartalnie.

Przebieg zmienności liczby sprzedanych mieszkań na rynku pierwotnym w latach 2010-2022, zarówno w ujęciu ogólnym, jak i w podziale na segmenty, przedstawiono poniżej (Rys. 25).

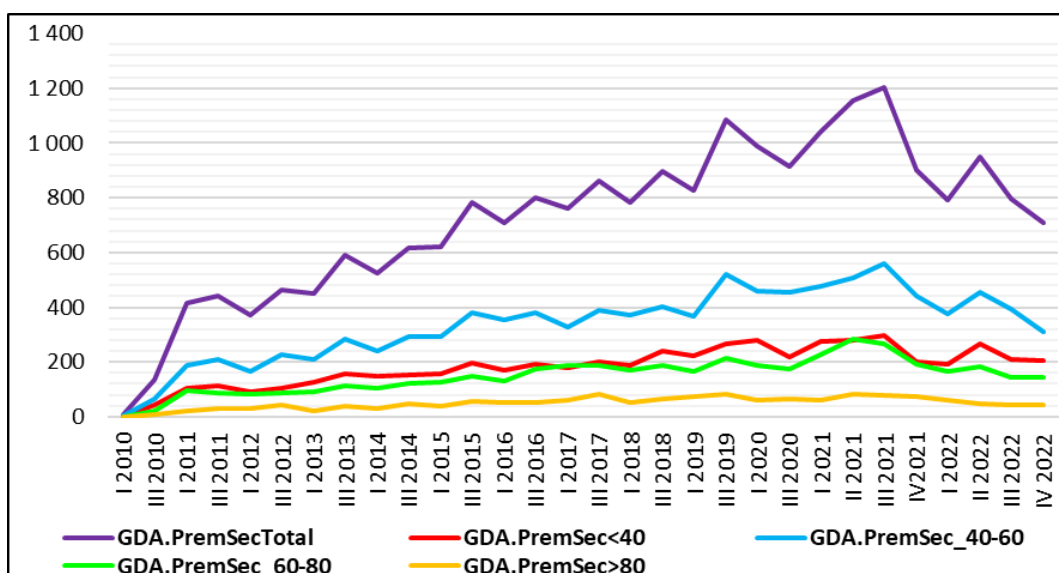


Rys. 25. Liczba lokali mieszkalnych sprzedanych w Gdańsku na rynku pierwotnym z podziałem na segmenty według wielkości [szt.].

Źródło: Opracowanie własne na podstawie danych GUS, Bank Danych Lokalnych (BDL), <https://bdl.stat.gov.pl/bdl/dane/teryt/kategoria/313> (dostęp: 22.09.2024)

Struktura sprzedaży poszczególnych segmentów na rynku pierwotnym była zbliżona dla całego rynku. Dominującą kategorię stanowiły mieszkania o powierzchni 40-60 m², natomiast najmniejszy udział przypadał lokalom o największym metrażu tj. ponad 80 m². W okresie 2010-2013 wolumen sprzedaży mieszkań na rynku pierwotnym systematycznie wzrastał, osiągając poziom około 1100 lokali kwartalnie. Od początku 2013 roku obserwowano fazę spadkową, trwającą do początku 2016 roku. Od I kwartału 2016 roku sprzedaż powróciła do trendu wzrostowego, przy jednoczesnym występowaniu wyraźnych wahań sezonowych. Od 2017 roku do końca analizowanego okresu liczba sprzedanych mieszkań kształtowała się w przedziale od

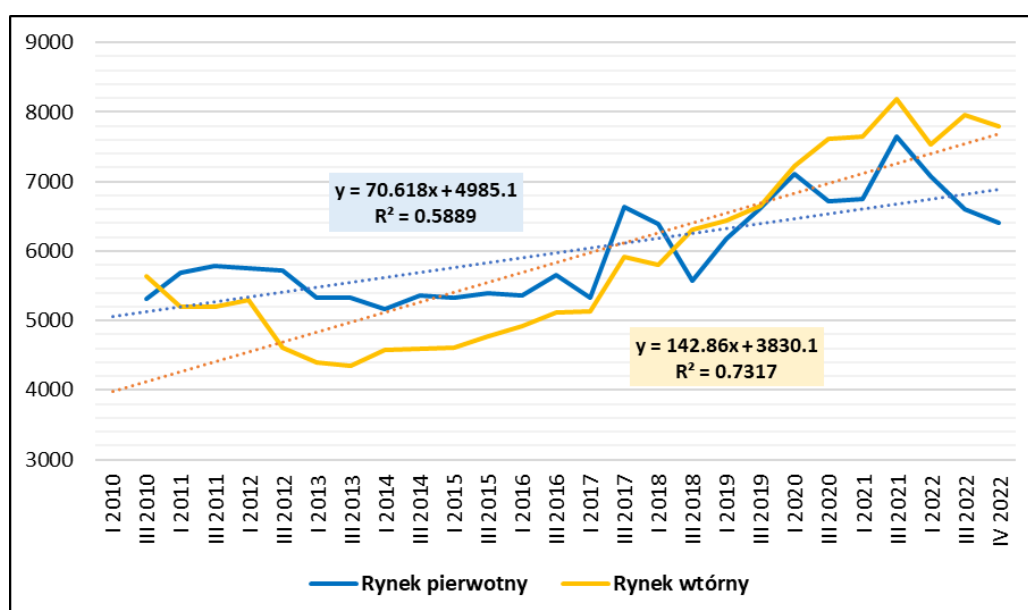
Wykres poniżej przedstawia przebieg zmienności liczby sprzedanych lokali mieszkalnych na rynku wtórnym, zarówno w ujęciu ogólnym, jak i w podziale na segmenty według wielkości (Rys. 26). Podobnie jak na rynku pierwotnym, największy udział w strukturze sprzedaży przypada mieszkaniom o powierzchni 40-60 m², natomiast najmniejszy lokalom o największym metrażu, tj. ponad 80 m². Do końca 2019 roku liczba transakcji sukcesywnie rosła, osiągając poziom ok. 1100 lokali kwartalnie, przy jednoczesnym występowaniu wahań sezonowych, analogicznych do obserwowanych na pozostałych rynkach. W 2020 roku odnotowano wyraźny spadek sprzedaży mieszkań na rynku wtórnym do poziomu ok. 900 sztuk kwartalnie, co było związane z pandemią COVID-19. Zjawisko to nie wystąpiło na rynku pierwotnym, gdzie sprzedaż lokali realizowana jest w końcowej fazie cyklu inwestycyjnego, rozpoczętego przed wybuchem pandemii. W 2021 roku zaobserwowano trwające trzy kwartały ożywienie rynku, zakończone osiągnięciem rekordowego poziomu sprzedaży, tj. około 1200 mieszkań. Kolejna faza spadkowa rozpoczęła się w III kwartale tego roku i utrzymywała się do końca analizowanego okresu. W IV 2022 roku kwartale liczba sprzedanych lokali mieszkalnych na rynku wtórnym osiągnęła poziom z II kwartału 2015 roku wynoszący ok. 700 sztuk.



Źródło: Opracowanie własne na podstawie danych GUS, Bank Danych Lokalnych (BDL), <https://bdl.stat.gov.pl/bdl/dane/teryt/kategoria/313> (dostęp: 22.09.2024)

Podsumowując, liczba transakcji na rynku pierwotnym w Gdańsku w analizowanym okresie była wyższa i cechowała się większą dynamiką wzrostu niż na rynku wtórnym. Wolumen sprzedaży na rynku wtórnym charakteryzował się natomiast większą stabilnością oraz mniejszą zmiennością krótkookresową. Na obu rynkach największy udział w strukturze transakcji dotyczył mieszkań o powierzchni 40-60 m², natomiast lokale przekraczające 80 m² stanowiły najmniejszą część zawieranych transakcji.

Złożone relacje pomiędzy podażą a popytem znajdują odzwierciedlenie w poziomie i dynamice cen lokali mieszkalnych zarówno na rynku pierwotnym jak i wtórnym, co przedstawiono poniżej (Rys. 27).

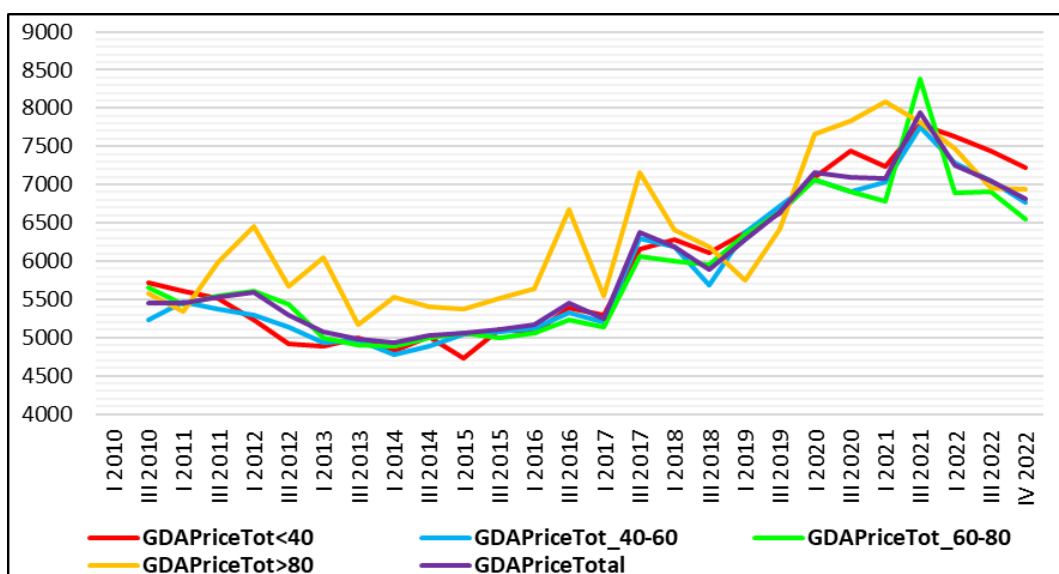


Rys. 27. Średnia cena 1m² lokali mieszkalnych sprzedanych w ramach transakcji rynkowych na rynku pierwotnym i wtórnym [PLN].

Źródło: Opracowanie własne na podstawie danych GUS, Bank Danych Lokalnych (BDL), <https://bdl.stat.gov.pl/bdl/dane/teryt/kategoria/313> (dostęp: 22.09.2024)

W latach 2010-2022 zarówno rynek pierwotny, jak i wtórny mieszkań w Gdańsku charakteryzowały się wyraźnym wzrostem cen 1 m², jednak dynamika zmian była odmienna. Rynek pierwotny wykazywał łagodniejszy trend wzrostowy oraz większą zmienność krótkookresową, co potwierdza niższe nachylenie linii trendu oraz słabsze dopasowanie modelu liniowego ($R^2 \approx 0,59$). Z kolei na rynku wtórnym ceny rosły ponad dwukrotnie szybciej, a ich przebieg był bardziej regularny i lepiej opisany trendem liniowym ($R^2 \approx 0,73$). Od około 2017 roku ceny na rynku wtórnym zaczęły stopniowo zbliżać się do poziomów obserwowanych na rynku pierwotnym, a od 2020 roku systematycznie je przewyższały. Po 2021 roku w obu segmentach widoczna była lekka korekta cenowa.

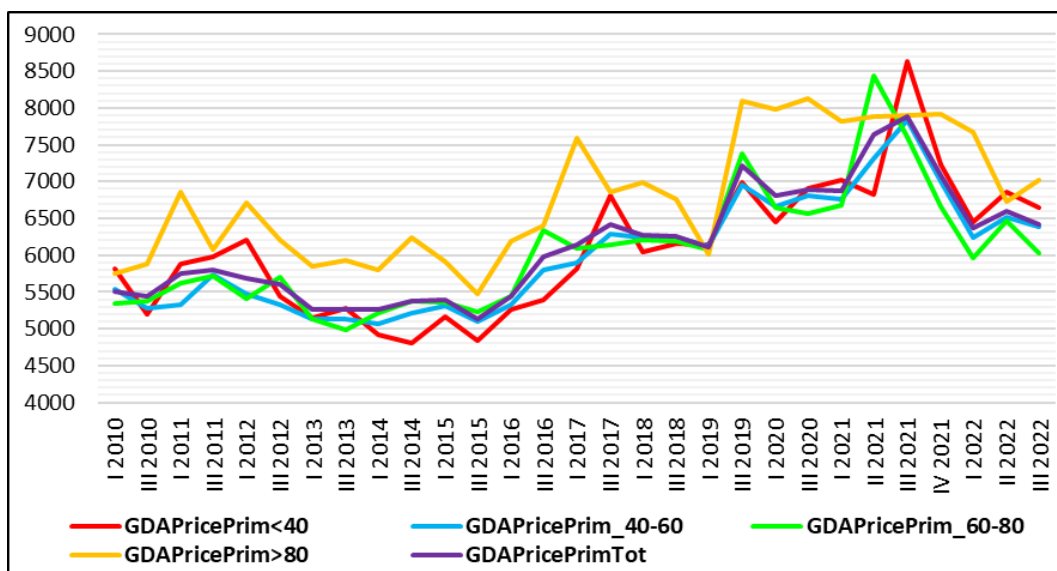
Dynamikę zmian cen transakcyjnych 1 m² lokali mieszkalnych w Gdańsku w latach 2010-2022, z uwzględnieniem segmentów metrażowych, przedstawiono poniżej (Rys. 28). Do końca 2013 roku obserwowano umiarkowaną tendencję spadkową, natomiast lata 2014-2016 stanowiły okres względnej stabilizacji, w którym średni poziom cen kształtował się na poziomie ok. 5500 PLN/m². W segmencie największych mieszkań (o pow. powyżej 80 m²), ceny 1 m² znacząco przewyższały poziom średniej rynkowej, przy jednoczesnym występowaniu silnej zmienności krótkookresowej. Odzwierciedlało to ograniczoną podaż dużych lokali oraz niestabilność wolumenów sprzedaży. Kategoria ta wpisywała się jednak w ogólną tendencję wzrostową. W przypadku mieszkań średniej wielkości (40-60 m² oraz 60-80 m²) przebieg zmian cen 1 m² był bardziej stabilny, a poziomy cen pomiędzy tymi segmentami pozostawały zbliżone przez większość badanego okresu. Segment najmniejszych mieszkań (o pow. poniżej 40 m²) charakteryzował się umiarkowaną zmiennością i pozostawał w dolnym lub środkowym przedziale cenowym aż do około 2019 roku. Od 2017 roku wszystkie grupy metrażowe weszły w fazę intensyfikacji wzrostów, w III kwartale 2021 roku odnotowano lokalne maksimum cenowe, szczególnie w segmencie 60-80 m² na poziomie ok. 8500 PLN/m², po czym w 2022 roku pojawiła się korekta spadkowa. W IV kwartale 2022 roku średnia cena sprzedaży 1 m² dla całego rynku kształtowała się na poziomie poniżej 7000 PLN.



Rys. 28. Średnia cena 1m² lokali mieszkalnych sprzedanych w ramach transakcji rynkowych ogółem z podziałem na segmenty według wielkości [PLN].

Źródło: Opracowanie własne na podstawie danych GUS, Bank Danych Lokalnych (BDL), <https://bdl.stat.gov.pl/bdl/dane/teryt/kategoria/313> (dostęp: 22.09.2024)

Przebieg zmienności cen 1 m² lokali mieszkalnych na rynku pierwotnym w podziale na segmenty według wielkości przedstawiono poniżej (Rys. 29). W segmentach mieszkań o powierzchni poniżej 40 m², 40-60 m² oraz 60-80 m², jak również w ujęciu ogólnym, dynamika cen 1 m² wykazywała zbliżony, spójny przebieg, wskazujący na kształtowanie się cen w ramach jednego trendu rynkowego. Do przełomu lat 2011-2012 obserwowano stopniowy wzrost cen, po którym nastąpiła faza spadkowa, prowadząca do osiągnięcia wartości minimalnej w III kwartale 2015 roku, wynoszącej około 5100 PLN za 1 m² w ujęciu średnim dla całego rynku pierwotnego. W kolejnych latach można wyróżnić trzy następujące po sobie fazy: wzrostu cen, ich korekty oraz relatywnej stabilizacji. Pierwsza faza wzrostowa trwała do III kwartału 2017 roku, kiedy średnia cena dla całego rynku pierwotnego osiągnęła poziom około 6400 PLN/m². Następnie odnotowano spadek cen, po którym nastąpiła faza ich względnej stabilizacji, kształtującej się na poziomie około 6100 PLN/m² w I kwartale 2019 roku.



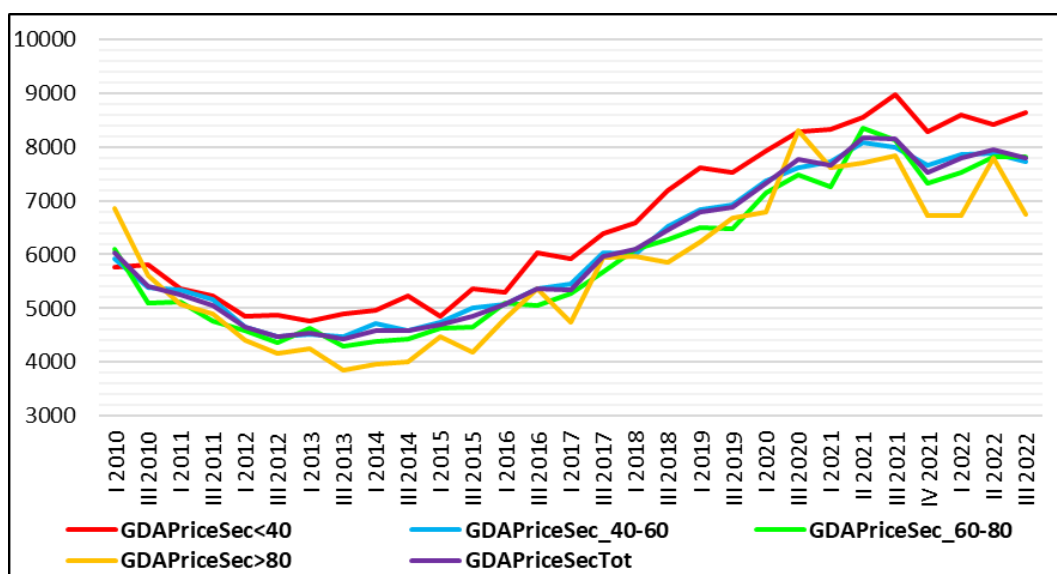
Rys. 29. Średnia cena 1m² lokali mieszkalnych sprzedanych w ramach transakcji rynkowych na rynku pierwotnym z podziałem na segmenty według wielkości [PLN].

Źródło: Opracowanie własne na podstawie danych GUS, Bank Danych Lokalnych (BDL), <https://bdl.stat.gov.pl/bdl/dane/teryt/kategoria/313> (dostęp: 22.09.2024)

Rok 2019 charakteryzował się dynamicznym przyspieszeniem wzrostów, w wyniku czego ceny osiągnęły poziom około 7200 PLN/m². W 2020 roku, po niewielkiej korekcie, ceny ustabilizowały się, natomiast rok 2021 przyniósł rekordowe wartości średnich cen transakcyjnych na rynku pierwotnym, sięgające około 7900 PLN/m². Na przełomie lat 2021-2022 odnotowano wyraźny spadek średnich cen do poziomu około 6300 PLN/m². Zmiany cen na tym rynku wynikały nie tylko ze zmienności popytu, lecz również z decyzji deweloperów dotyczących strategii inwestycyjnych oraz polityki sprzedażowej.

W analizowanym okresie ceny 1 m² w segmencie największych lokali (o pow. powyżej 80 m²) również podlegały fluktuacjom rynkowym, utrzymując się jednak na poziomie istotnie wyższym niż w pozostałych segmentach, z wyjątkiem pojedynczych obserwacji w latach 2019 i 2021. Maksymalny poziom cen w tym segmencie odnotowano w III kwartale 2020 roku, wynosząc około 8100 PLN/m². Wysoki poziom cen 1 m² największych mieszkań wynika z faktu, że stanowią one zazwyczaj niewielką część inwestycji deweloperskich, w których dominują bardziej dostępne lokale o mniejszym metrażu. Współcześnie budowane mieszkania o dużej powierzchni mają często charakter apartamentów, zlokalizowanych na wyższych kondygnacjach i oferujących atrakcyjne walory użytkowe, co dodatkowo zwiększa ich wartość rynkową.

Analogiczną analizę przeprowadzono dla cen 1 m² lokali mieszkalnych na rynku wtórnym w Gdańsku (Rys. 30). W pierwszych latach analizowanego okresu, do końca 2013 roku, wszystkie segmenty metrażowe charakteryzowały się umiarkowanym spadkiem cen, przy czym najsilniejszą obniżkę zaobserwowano w grupie mieszkań największych (o pow. powyżej 80 m²).



Rys. 30. Średnia cena 1m² lokali mieszkalnych sprzedanych w ramach transakcji rynkowych na rynku wtórnym z podziałem na segmenty według wielkości [PLN].

Źródło: Opracowanie własne na podstawie danych GUS, Bank Danych Lokalnych (BDL), <https://bdl.stat.gov.pl/bdl/dane/teryt/kategoria/313> (dostęp: 22.09.2024)

Podobnie jak na rynku pierwotnym, segment ten wyróżniał się również największą zmiennością krótkookresową w całym badanym okresie. Od 2014 roku rozpoczęła się faza wzrostowa, trwająca do połowy 2021 roku. Najsilniejszą dynamikę wzrostu w tym okresie, odnotowano dla segmentu lokali najmniejszych (o pow. poniżej 40 m²), który zaczął przewyższać cenowo pozostałe grupy, osiągając w 2021 roku maksymalne wartości na poziomie

ok. 9000 PLN/m². Jednocześnie segmenty 40-60 m² oraz 60-80 m² charakteryzowały się stabilnym przebiegiem, zachowując bliskość poziomów cen.

Podsumowując, zarówno rynek pierwotny, jak i wtórny oba rynki podlegały podobnym procesom i ogólnemu wzrostowi cen 1 m². Rynek wtórny jednak cechował się szybszą i bardziej regularną dynamiką wzrostu cen, natomiast rynek pierwotny, większą zmiennością i silniejszym zróżnicowaniem pomiędzy segmentami metrażowymi, szczególnie wyraźnym w najmniejszych i największych grupach mieszkań.

3.4.2. Aglomeracja krakowska

Stołeczne Królewskie Miasto Kraków (tradycyjna i oficjalna nazwa miasta) stanowi centralny ośrodek metropolitalny aglomeracji krajowskiej. Pełni funkcję stolicy województwa małopolskiego, będąc jego głównym ośrodkiem administracyjnym, gospodarczym, naukowym i kulturalnym. Kraków jest drugim pod względem liczby ludności miastem w Polsce, zamieszkałym przez ponad 810 tys. osób¹⁷⁹. Miasto oraz całe województwo, położone są w strefie klimatu umiarkowanego, o charakterze przejściowym pomiędzy klimatem morskim a kontynentalnym. Ze względu na znaczne zróżnicowanie wysokości w regionie, występują istotne wahania temperatur. Kraków położony jest na wysokości od 188 do 383 m n.p.m. Średnia roczna temperatura powietrza w województwie małopolskim kształtuje się w przedziale 5-8 °C, natomiast roczna suma opadów wynosi około 650-660 mm. Średnia roczna prędkość wiatru w Krakowie mieści się w zakresie od 1,7 m/s (centrum miasta) do 2,9 m/s (obrzeża).

Województwo małopolskie należy do wiodących regionów Polski pod względem tempa rozwoju gospodarczego¹⁸⁰. Występują tu sprzyjające warunki dla rozwoju sektorów wysokich technologii, przemysłu motoryzacyjnego oraz usług outsourcingowych, co wynika przede wszystkim z wysokiego potencjału naukowo-badawczego i edukacyjnego regionu. Kraków dysponuje rozwiniętą infrastrukturą szkolnictwa wyższego. W mieście funkcjonują 23 uczelnie wyższe, w tym najstarsza uczelnia w Polsce – Uniwersytet Jagielloński, zatrudniające ok. 22 tys. osób kadry naukowej, w tym ponad 1400 profesorów. W roku akademickim 2024/25 na krakowskich uczelniach kształciło się ponad 138 tys. studentów¹⁸¹. Ponadto Kraków stanowi istotny ośrodek działalności badawczo-rozwojowej. W mieście swoje siedziby posiadają liczne

¹⁷⁹ *Rocznik statystyczny Krakowa* GUS, Kraków 2025, s. 9.

¹⁸⁰ E. Fraszka-Sobczyk, A. Palma, *Taksonomiczna analiza zróżnicowania poziomu rozwoju gospodarczego województw*. Wiadomości Statystyczne. The Polish Statistician, vol. 70, 2025, s. 19-35.

¹⁸¹ *Szkolnictwo wyższe w województwie małopolskim w roku akademickim 2024/2025*, Informacje sygnałne, GUS, Kraków 2025, s. 1-6.

jednostki naukowe, w tym instytuty Polskiej Akademii Nauk, Narodowe Centrum Nauki, ośrodki badawcze uczelni wyższych oraz centra rozwojowo-badawcze przedsiębiorstw m.in.: Motorola Solutions Kraków Research Center, IBM Client Innovation Center, ABB Corporate Research Center. Atutem o strategicznym znaczeniu jest położenie geograficzne miasta.

Kraków znajduje się na skrzyżowaniu kluczowych szlaków komunikacyjnych, w relatywnie bliskim sąsiedztwie aglomeracji śląskiej oraz w niewielkiej odległości od południowej granicy Polski. Ważnym elementem systemu transportowego jest również Międzynarodowy Port Lotniczy im. Jana Pawła II Kraków-Balice, będący drugim pod względem wielkości lotniskiem w Polsce.

W analizowanym okresie Kraków był aglomeracją charakteryzującą się najwyższymi poziomami stężeń pyłu PM₁₀ w Polsce (Rys. 17). Ponadto, według raportu Światowej Organizacji Zdrowia (WHO), w 2016 roku Kraków został sklasyfikowany jako jedenaste najbardziej zanieczyszczone miasto w Unii Europejskiej¹⁸².

Głównym źródłem zanieczyszczeń powietrza w województwie małopolskim są emisje pochodzenia antropogenicznego. Obejmują one:

- emisję powierzchniową - pochodzącą z sektora komunalno-bytowego, głównie z kotłowni lokalnych i indywidualnych w wyniku spalania paliw,
- emisję liniową - powiązaną głównie z transportem drogowym, kolejowym i lotniczym,
- emisję punktową - związaną z działalnością zakładów przemysłowych, głównie w wyniku procesów spalania paliw na cele energetyczne oraz procesów technologicznych,
- inne źródła zanieczyszczeń – związane z rolnictwem (hodowlę, uprawę) oraz pożary.

W tabeli poniżej przedstawiono strukturę emisji poszczególnych rodzajów zanieczyszczeń powietrza w podziale na ich główne źródła (Tabela 4).

Tabela 4. Udział poszczególnych źródeł emisji zanieczyszczeń powietrza w województwie małopolskim.

Rodzaj zanieczyszczenia	Emisja powierzchniowa	Emisja liniowa	Emisja punktowa	Inne źródła
Benzo(a)piren	97%	-	3%	-
PM _{2,5}	88%	4%	4%	4%
PM ₁₀	77%	5%	8%	10%
SO _x	65%	-	34%	1%
NO _x	14%	44%	28%	14%

Źródło: Opracowanie własne na podstawie: GIOŚ, *Stan środowiska w województwie małopolskim*, Raport 2020, Kraków 2020, s. 13-16.

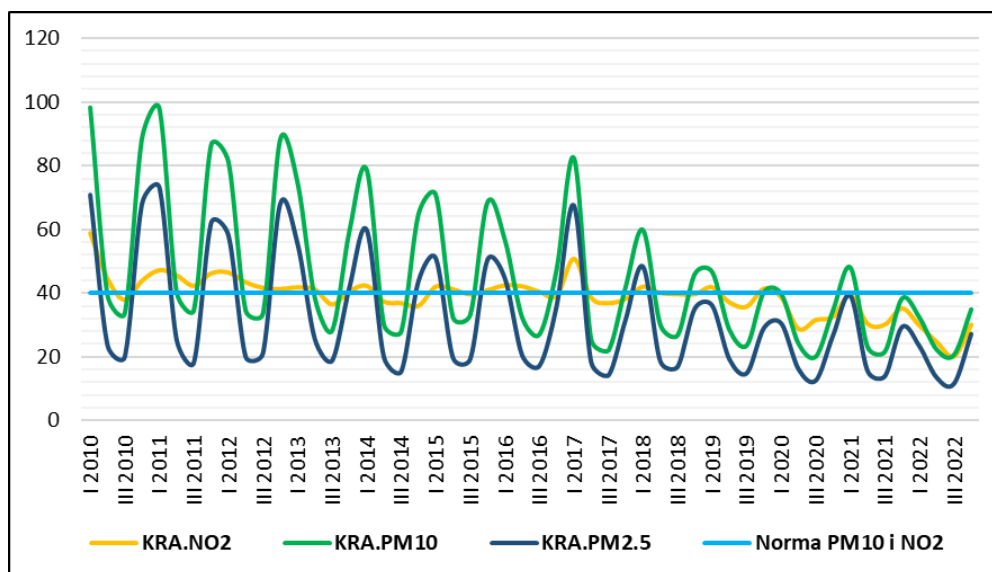
¹⁸² World Health Organization, Air quality database: update 2016, <https://www.who.int/data/gho/data/themes/air-pollution/who-air-quality-database/2016> (dostęp: 17.03.2024).

Analiza wykazuje, że największy udział w emisji pyłu PM_{10} stanowi emisja powierzchniowa, odpowiadająca za 77% całkowitej emisji. Kolejne miejsca zajmują: emisja z pozostałych źródeł – 10%, emisja punktowa – 8% oraz emisja liniowa – 5%. W przypadku pyłu $PM_{2,5}$ dominującym źródłem emisji jest również emisja powierzchniowa, której udział wynosi 88% całkowitej emisji. Pozostałe typy emisji – liniowa, punktowa oraz z innych źródeł – mają udział po 4%, co łącznie stanowi 12% emisji. Emisja powierzchniowa odgrywa kluczową rolę również w przypadku emisji tlenków siarki (SO_x), odpowiadając za 65% całkowitej emisji. Emisja punktowa stanowi 34%, natomiast emisja z pozostałych źródeł jedynie 1%. W strukturze emisji SO_x nie odnotowano natomiast emisji liniowej. Z kolei w przypadku tlenków azotu (NO_x) dominującym źródłem jest emisja liniowa (44%), co jednoznacznie wskazuje na znaczący udział transportu drogowego w generowaniu tego rodzaju zanieczyszczeń. Udział emisji punktowej wynosi 28%, natomiast emisji powierzchniowej oraz pochodzącej z innych źródeł – po 14%. W odniesieniu do benzo(a)pirenu, niemal całość emisji pochodzi ze źródeł powierzchniowych – 97%, podczas gdy pozostałe 3% stanowi emisja punktowa. Dane te jednoznacznie wskazują, że emisja powierzchniowa, związana głównie z ogrzewaniem budynków paliwami kopalnymi, pozostaje kluczowym źródłem większości analizowanych zanieczyszczeń powietrza w regionie.

Kraków od wielu dekad zmagają się z problemem zanieczyszczenia powietrza oraz wyzwaniami związanymi z jego ograniczaniem. Badania prowadzone w tym zakresie¹⁸³ podkreślają istotną rolę dostarczania mieszkańcom informacji na temat jakości powietrza w celu zwiększenia świadomości społecznej dotyczącej tego zagrożenia. Wysoką skuteczność odnoszą również kampanie informacyjne oraz inicjatywy legislacyjne ukierunkowane na ograniczenie emisji zanieczyszczeń. Z dniem 1 września 2019 r. weszła w życie uchwała Sejmiku Województwa Małopolskiego Nr XVIII/243/16 z dnia 15 stycznia 2016 r. w sprawie wprowadzenia na obszarze Gminy Miejskiej Kraków ograniczeń w zakresie eksploatacji instalacji, w których następuje spalanie paliw. Uchwała ta wprowadziła całkowity zakaz stosowania paliw stałych do celów grzewczych. W konsekwencji główne źródła zanieczyszczeń powietrza mają obecnie charakter napływowy. W celu dalszej poprawy jakości powietrza w Krakowie konieczne pozostaje wdrażanie regulacji prawnych ograniczających wykorzystanie paliw kopalnych również w gminach ościennych.

¹⁸³ D. Kobus, A. Nych, I. Sówka, *Analysis of PM10 high concentration episodes in Warsaw, Krakow and Wroclaw in years 2005-2007 with application of selected elements of information system*, E3S Web of Conferences 44, 00070, EKO-DOK 2018; T. Danek, M. Zaręba, *The use of public data from low-cost sensors for the geospatial analysis of air pollution from solid fuel heating during the COVID-19 pandemic spring period in Krakow, Poland*, Sensors, 21(15) 2021.

Poziom stężenie poszczególnych zanieczyszczeń w Krakowie w badanym okresie przedstawiono na rysunku poniżej (Rys. 31).



Rys. 31. Stężenie zanieczyszczeń powietrza: dwutlenku azotu oraz pyłów zawieszonych PM10 i PM2.5 w Krakowie w latach 2010–2022 [$\mu\text{g}/\text{m}^3$].

Źródło: Opracowanie własne na podstawie danych GIOŚ, Bank Danych Pomiarowych, <https://powietrze.gios.gov.pl/pjp/archives> (dostęp: 28.04.2024)

Średni roczny poziom stężenia pyłów zawieszonych PM_{10} i $\text{PM}_{2.5}$ wykazywał systematyczną tendencję spadkową, jednak dopiero po wejściu w życie tzw. uchwały antysmogowej (wrzesień 2019 r.) obniżył się do wartości poniżej rocznych norm dopuszczalnych. Stanowi to empiryczne potwierdzenie, iż głównym źródłem emisji zanieczyszczeń pyłowych na obszarze Krakowa był sektor komunalno-bytowy. Drugim pod względem udziału źródłem emisji pozostaje transport. Emisja komunikacyjna obejmuje zarówno spalanie paliw w silnikach samochodowych (szczególnie Diesla), jak i procesy ścierania opon, elementów układu hamulcowego oraz nawierzchni jezdni, a także wtórne unoszenie się pyłu z powierzchni dróg¹⁸⁴. Poziome stężenia obu frakcji pyłu charakteryzują się znaczną sezonowością. Poziome stężenia dwutlenku azotu w analizowanym okresie pozostawał zbliżony do wartości dopuszczalnych, a od 2020 roku kształtował się już poniżej normy.

Problem zanieczyszczenia powietrza w Krakowie wynika nie tylko z emisji zanieczyszczeń antropogenicznych, lecz w znacznym stopniu uwarunkowany jest czynnikami geograficznymi, meteorologicznymi oraz morfologią terenu¹⁸⁵. Kraków, zlokalizowany w osi pradoliny Wisły, jest naturalnie ograniczony od północnego zachodu przez Wyżynę Małopolską,

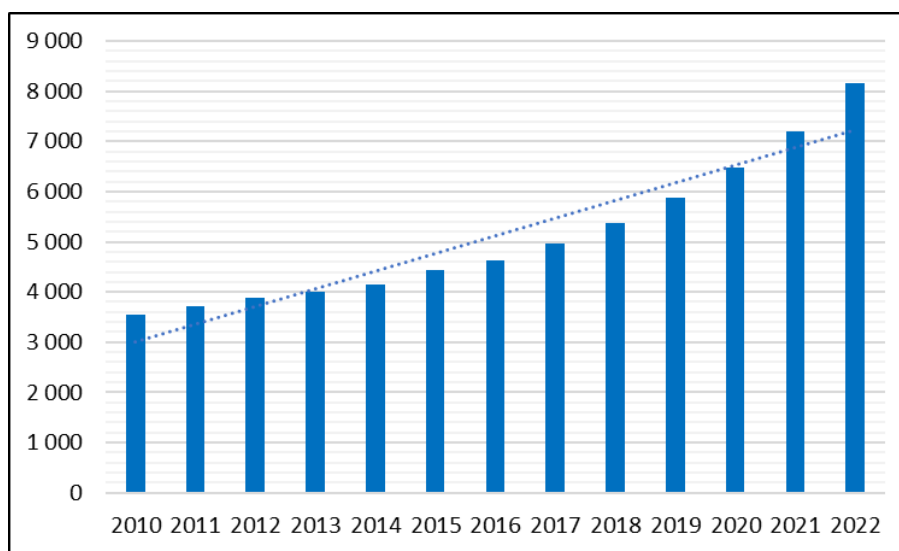
¹⁸⁴ Stan środowiska w województwie małopolskim GIOŚ, Raport 2020, Kraków 2020, s. 13.

¹⁸⁵ T. Danek, E. Węglińska, M. Zaręba; *The influence of meteorological factors and terrain on air pollution concentration and migration: a geostatistical case study from Krakow, Poland*. Scientific Reports 12, 11050 (2022).

a od południa przez Podgórze Karpackie. Takie ukształtowanie terenu w sposób istotny ogranicza cyrkulację powietrza, zwłaszcza napływ dominujących w Polsce wiatrów zachodnich. Dodatkowo lokalne warunki topoklimatyczne sprzyjają częstemu występowaniu zjawiska inwersji termicznej, polegającego na wzroście temperatury powietrza wraz z wysokością. Zjawisko to prowadzi do akumulacji zanieczyszczeń w warstwie przyziemnej i stanowi istotny czynnik sprzyjający utrzymywaniu się wysokich stężeń pyłów zawieszonych oraz innych substancji szkodliwych w atmosferze miasta.

Pomimo relatywnie wysokiego poziomu zanieczyszczenia powietrza na tle innych aglomeracji w kraju (Rys. 17), Kraków od wielu lat pozostaje jednym z najdroższych rynków nieruchomości mieszkaniowych w Polsce. Interpretacja wykresu, przedstawiającego dynamikę cen transakcyjnych lokali mieszkalnych w wybranych polskich aglomeracjach wskazuje, że do II kwartału 2018 roku ceny 1 m² lokali mieszkalnych w Krakowie należały do drugich najwyższych w kraju. Od III kwartału 2018 roku zaś, plasowały się na trzecim miejscu (Rys. 19).

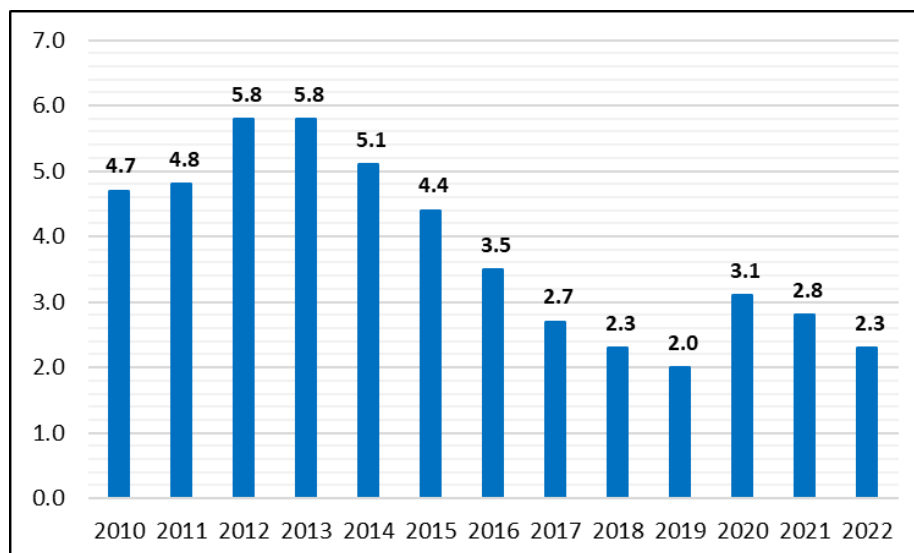
Analiza kształtowania się cen mieszkań w Krakowie w badanym okresie wymaga uwzględnienia uwarunkowań lokalnych. W tym czasie miasto charakteryzowało się korzystną sytuacją makroekonomiczną, sprzyjającą jego intensywnemu rozwojowi gospodarczemu. Dochody mieszkańców wykazywały stabilną tendencję wzrostową, od poziomu ok. 3.500 PLN w 2010 roku do ok. 6.500 PLN w roku 2020 (Rys. 32).



Rys. 32. Przeciętne miesięczne wynagrodzenie brutto w Krakowie [PLN]

Źródło: Opracowanie własne na podstawie danych GUS, Bank Danych Lokalnych, <https://bdl.stat.gov.pl/bdl/dane/teryt/kategoria/197> (dostęp: 04.10.2024)

Wzrostowi dochodów ludności towarzyszył jednocześnie systematyczny spadek poziomu bezrobocia, obserwowany od 2013 roku i utrzymujący się do 2019 roku, kiedy to stopa bezrobocia osiągnęła poziom 2% (Rys. 33).

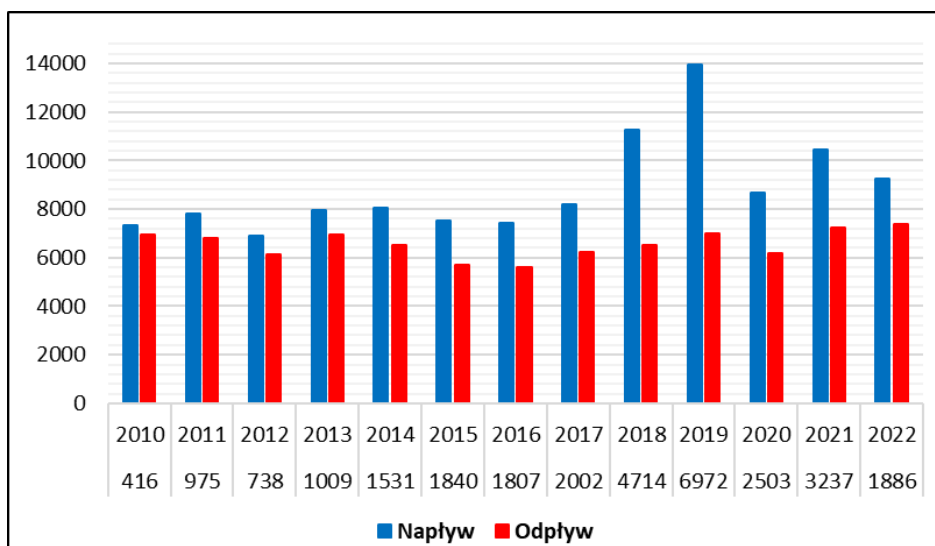


Rys. 33. Stopa bezrobocia rejestrowanego w Krakowie [%].

Źródło: Opracowanie własne na podstawie danych GUS, Bank Danych Lokalnych (BDL), <https://bdl.stat.gov.pl/bdl/dane/teryt/kategoria/197> (dostęp: 04.10.2024)

Trend ten został zaburzony w 2020 roku w wyniku pandemii COVID-19. Dodatkowym czynnikiem makroekonomicznym, stymulującym wzrost popytu na całym rynku nieruchomości były rekordowo niskie stopy procentowe, szczególnie po 2015 roku (Tabela 2).

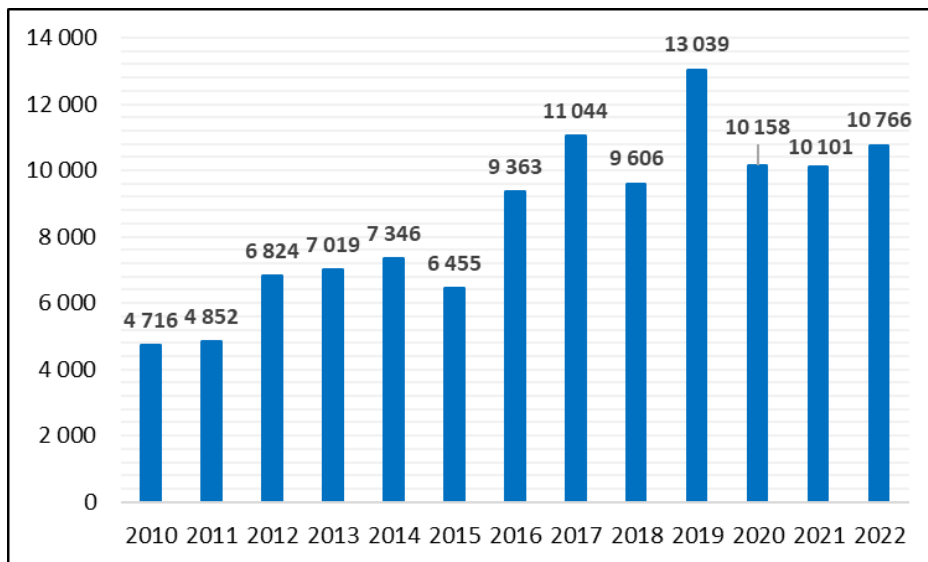
Wysoki poziom rozwoju społeczno-gospodarczego Krakowa, podobnie jak w Gdańsku, sprzyjał systematycznemu napływowi ludności osiedlającej się na stałe w granicach miasta. Kulminacja tego procesu nastąpiła w 2019 roku, kiedy saldo migracji wyniosło blisko 7 000 osób (Rys. 34).



Rys. 34. Migracje wewnętrzne i zagraniczne na pobyt stały [liczba osób].

Źródło: Opracowanie własne na podstawie danych GUS, Bank Danych Lokalnych (BDL), <https://bdl.stat.gov.pl/bdl/dane/teryt/kategoria/197> (dostęp: 04.10.2024)

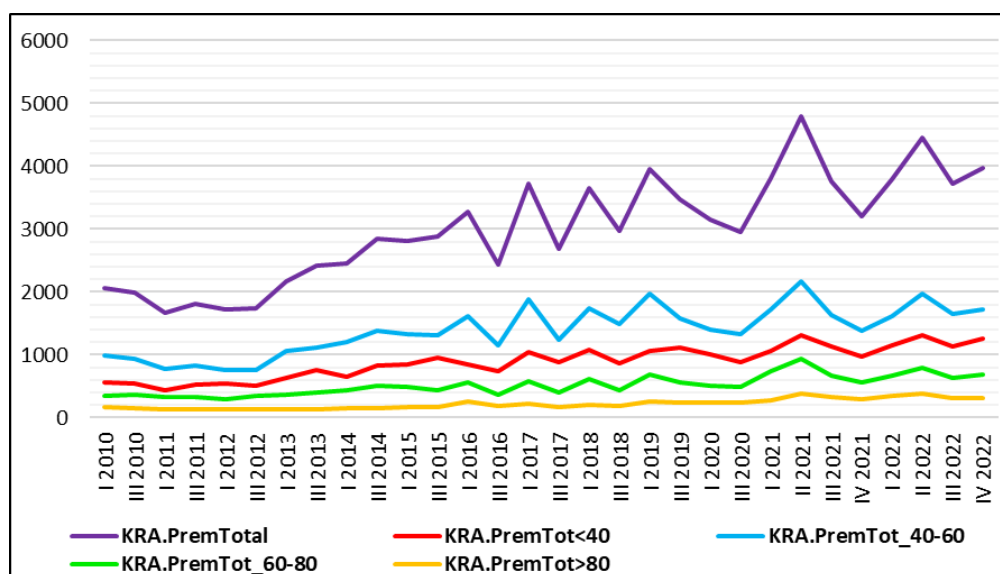
Konsekwencją wzrostu liczby mieszkańców Krakowa było zwiększenie zapotrzebowania na lokale mieszkalne, czemu towarzyszył wzrost podaży nowych mieszkań. Liczba oddanych do użytkowania lokali sukcesywnie rosła, osiągając w 2019 roku poziom przekraczający 13 tys. sztuk (Rys. 35).



Rys. 35. Liczba lokali mieszkalnych oddanych do użytkowania ogółem [szt.].

Źródło: Opracowanie własne na podstawie danych GUS, Bank Danych Lokalnych (BDL), <https://bdl.stat.gov.pl/bdl/dane/teryt/kategoria/197> (dostęp: 04.10.2024)

Wzrost zarówno popytu, jak i podaży na rynku mieszkaniowym przełożył się na zwiększenie liczby transakcji sprzedaży lokali (Rys. 36).

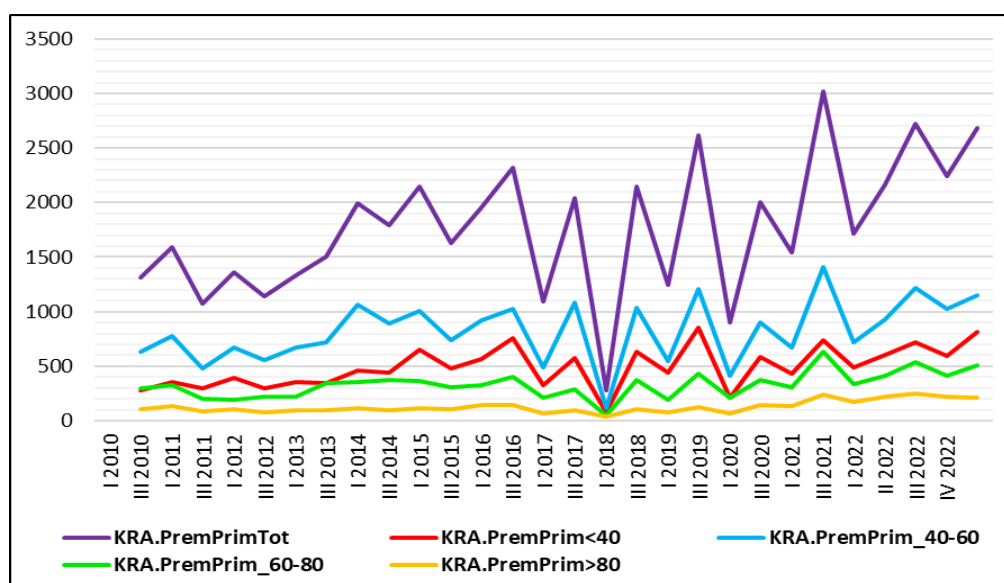


Rys. 36. Liczba lokali mieszkalnych sprzedanych w Krakowie z podziałem na segmenty według wielkości [szt.].

Źródło: Opracowanie własne na podstawie danych GUS, Bank Danych Lokalnych (BDL), <https://bdl.stat.gov.pl/bdl/dane/teryt/kategoria/197> (dostęp: 05.10.2024)

Obserwowane wartości charakteryzowały się wyraźną zmiennością sezonową, a dynamika sprzedaży była zróżnicowana pomiędzy poszczególnymi segmentami metrażowymi. Największy udział w rynku niezmiennie przypadał mieszkaniom o powierzchni 40–60 m², których sprzedaż rosła szczególnie intensywnie po 2016 roku, osiągając okresowo poziomy przekraczające 2000 lokali kwartalnie. Istotny, choć mniejszy udział miały także mieszkania poniżej 40 m², charakteryzujące się stabilnym wzrostem popytu, co można wiązać z ich atrakcyjnością inwestycyjną. Segmenty większych lokali, zwłaszcza o powierzchni powyżej 80 m², utrzymywały się na relatywnie niskich poziomach sprzedaży i wykazywały większą wrażliwość na wahania koniunktury, co przejawiało się m.in. wyraźnym spadkiem aktywności w okresie pandemii.

Na rynku pierwotnym, w latach 2010–2022 liczba sprzedanych mieszkań wykazywała wyraźną tendencję wzrostową z istotnymi wahaniami sezonowymi (Rys. 37). Dominującą pozycję zajmowały lokale o pow. 40-60 m², których sprzedaż systematycznie rosła - od około 600–800 lokali kwartalnie w latach 2010-2013 do poziomu blisko 1500 lokali w III kwartale 2021 roku.



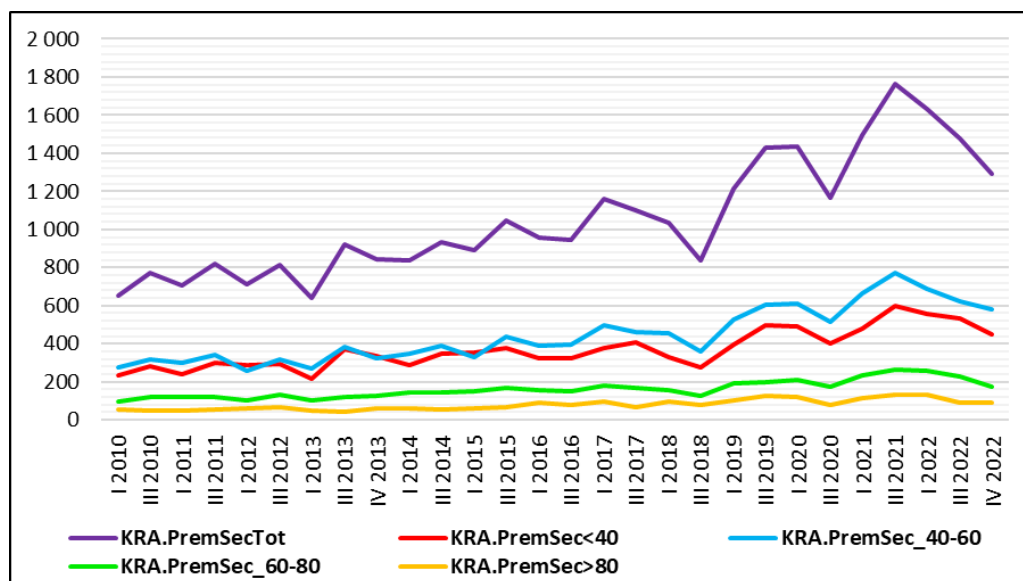
Rys. 37. Liczba lokali mieszkalnych sprzedanych w Krakowie na rynku pierwotnym z podziałem na segmenty według wielkości [szt.].

Źródło: Opracowanie własne na podstawie danych GUS, Bank Danych Lokalnych (BDL), <https://bdl.stat.gov.pl/bdl/dane/teryt/kategoria/197> (dostęp: 05.10.2024)

Mieszkania najmniejsze, tj. o pow. poniżej 40 m² charakteryzowały się stopniowym wzrostem aktywności sprzedażowej, co potwierdza ich rosnącą atrakcyjność inwestycyjną, natomiast większe lokale (60-80 m²) utrzymywały umiarkowany, lecz stabilny poziom transakcji. Najmniejszy udział w rynku miały lokale największe o metrażu powyżej 80 m².

Charakterystyczny, gwałtowny spadek sprzedaży we wszystkich segmentach na przełomie 2017 i 2018 roku był związany z zakończeniem programu dopłat „Mieszkanie dla Młodych”. W kolejnych latach rynek pierwotny szybko odbudował dynamikę, osiągając w III kwartale 2021 roku najwyższe w analizowanym okresie poziomy sprzedaży, tj. ok. 3000 lokali kwartalnie. Ogólna struktura sprzedaży pozostawała względnie stabilna, co wskazuje na trwałość preferencji nabywców oraz dominującą rolę segmentu średnich metraży na rynku deweloperskim w Krakowie.

Na rynku wtórnym, liczba sprzedanych mieszkań wykazywała umiarkowaną, lecz stabilną tendencję wzrostową, przy jednoczesnej zauważalnej zmienności kwartalnej (Rys. 38).



Rys. 38. Liczba lokali mieszkalnych sprzedanych w Krakowie na rynku wtórnym z podziałem na segmenty według wielkości [szt.].

Źródło: Opracowanie własne na podstawie danych GUS, Bank Danych Lokalnych (BDL), <https://bdl.stat.gov.pl/bdl/dane/teryt/kategoria/197> (dostęp: 05.10.2024)

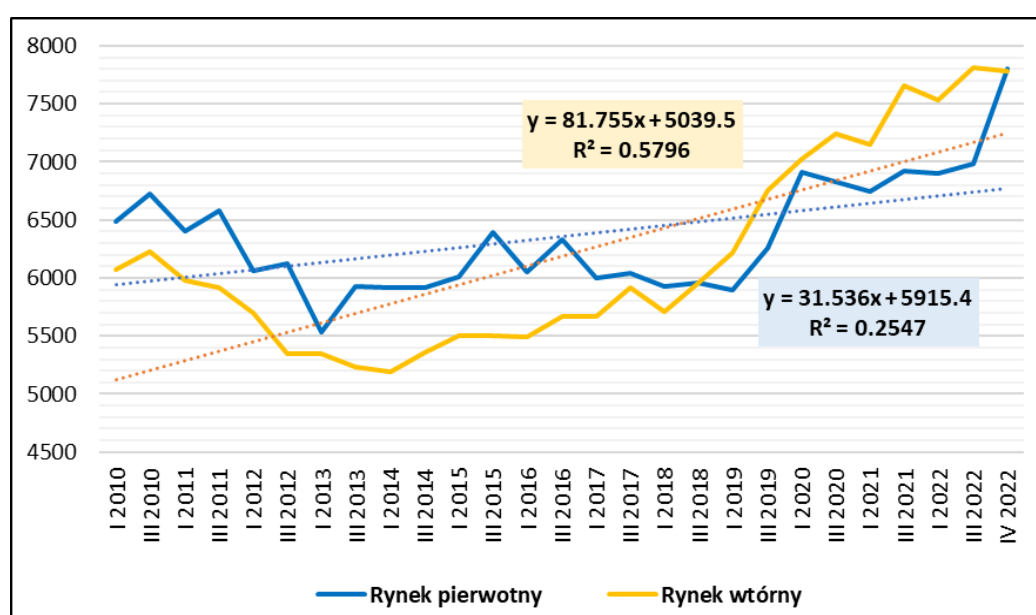
W początkowych latach analizowanego okresu (2010-2013) łączna liczba sprzedaży oscylowała w granicach 600-900 transakcji kwartalnie. Od 2014 roku rozpoczął się stopniowy wzrost, stabilizujący rynek na poziomie 900-1100 transakcji w latach 2015-2018. Wyraźne przyspieszenie sprzedaży odnotowano w latach 2019-2021, kiedy liczba sprzedanych mieszkań kwartalnie osiągnęła poziom ok. 1800 lokali kwartalnie pod koniec 2021 roku. W 2022 roku zaobserwowano osłabienie dynamiki sprzedaży na rynku wtórnym, która utrzymywała się na poziomie ok. 1300 transakcji.

W przekroju segmentów metrażowych, do 2016 roku najwyższą liczbę transakcji odnotowano w przypadku mieszkań najmniejszych (o pow. do 40 m²) oraz średnich (o pow. 40-60 m²). Od 2016 roku do końca analizowanego okresu dominującą pozycję zajmowały

mieszkania średniej wielkości. Lokale o metrażu 60-80 m² utrzymywały umiarkowany, lecz stabilny poziom sprzedaży. Najmniejszy udział w strukturze transakcji, analogicznie jak na rynku pierwotnym, przypadła mieszkaniom największym, tj. o pow. powyżej 80 m².

Podsumowując, rynek pierwotny cechował się wyższą zmiennością i okresową kumulacją sprzedaży w okresach finalizacji inwestycji deweloperskich, podczas gdy rynek wtórny był bardziej płynny i stabilny, przy jednoczesnym utrzymaniu zbliżonych preferencji nabywców w zakresie wielkości mieszkań.

Wpływ czynników podażowych i popytowych znajduje odzwierciedlenie w poziomie cen lokali mieszkalnych oraz dynamice ich zmian na rynku pierwotnym i wtórnym (Rys. 39).



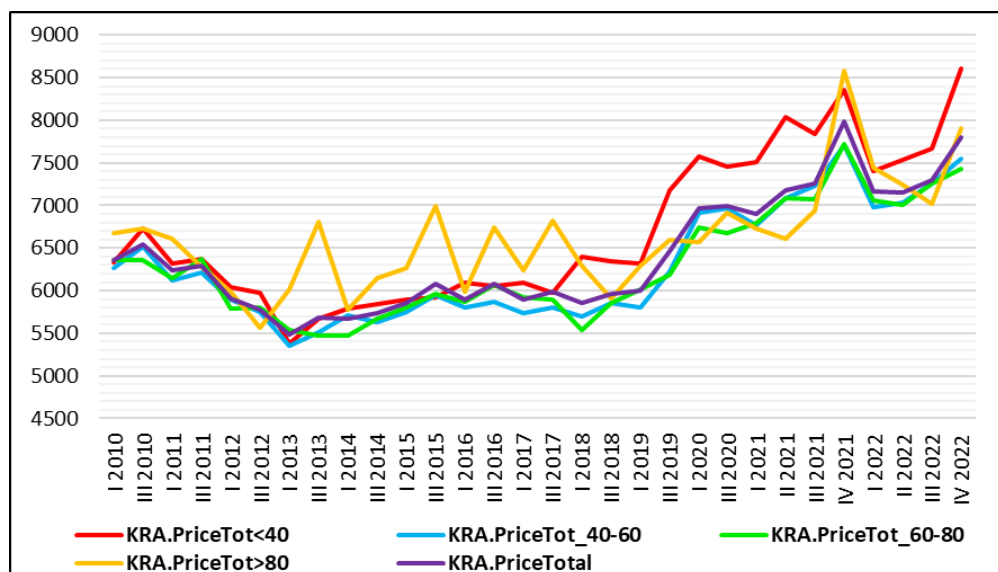
Rys. 39. Średnia cena 1m² lokali mieszkalnych sprzedanych w ramach transakcji rynkowych na rynku wtórnym i pierwotnym ogółem [PLN].

Źródło: Opracowanie własne na podstawie danych GUS, Bank Danych Lokalnych (BDL), <https://bdl.stat.gov.pl/bdl/dane/teryt/kategoria/197> (dostęp: 05.10.2024)

W latach 2010–2022 średnie ceny 1 m² mieszkań w Krakowie wykazywały wyraźną tendencję wzrostową, przy czym tempo i regularność tych zmian różniły się pomiędzy analizowanymi segmentami rynku. Rynek wtórny cechował się silniejszym i bardziej systematycznym wzrostem cen, co potwierdza wyższe nachylenie linii trendu oraz relatywnie wysokie dopasowanie modelu liniowego ($R^2 \approx 0,58$). Oznacza to, że obserwowane zmiany cen w dużej mierze odzwierciedlały długookresowy trend wzrostowy, a wahania krótkookresowe nie zaburzały jego kierunku. Rynek pierwotny również wykazał wzrost cen, jednak tempo zmian było bardziej umiarkowane, a ich przebieg mniej regularny. Niższe nachylenie linii trendu oraz umiarkowana wartość współczynnika determinacji ($R^2 \approx 0,25$) wskazują, że ceny na rynku

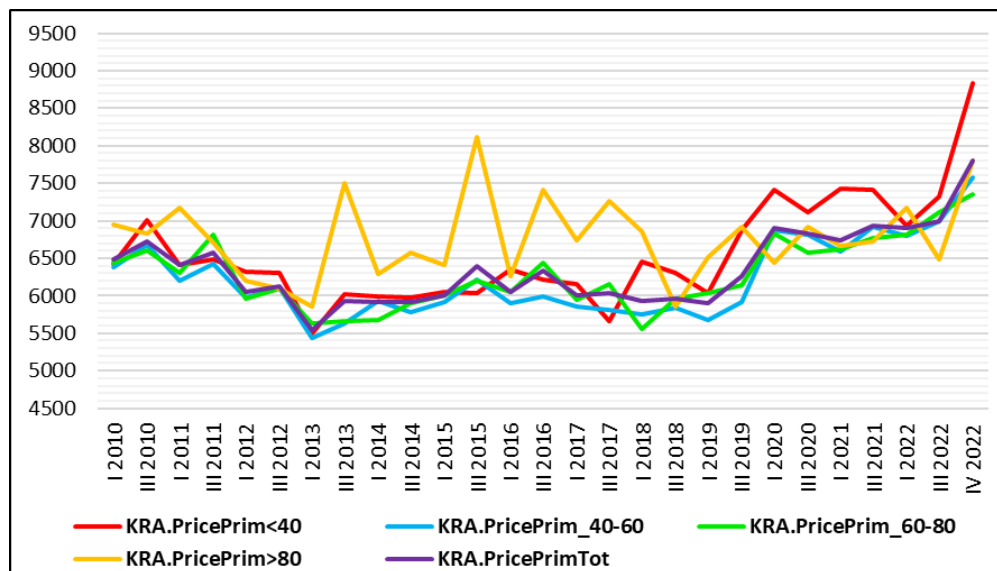
pierwotnym pozostawały bardziej wrażliwe na fluktuacje krótkookresowe oraz zmiany struktury sprzedawanych lokali. W latach 2010-2018 ceny 1 m² lokali mieszkalnych na rynku pierwotnym utrzymywały się na wyższym poziomie niż na rynku wtórnym. Po 2018 roku relacja ta uległa odwróceniu, natomiast w IV kwartale 2022 roku średnie ceny w obu segmentach zrównały się, osiągając wartość przekraczającą 7700 PLN/m².

Dynamikę zmian średnich cen 1m² lokali mieszkalnych w latach 2010-2022 przedstawiono poniżej (Rys. 40).



40–60 m² oraz 60–80 m² charakteryzowały się łagodniejszym wzrostem cen, utrzymując poziomy zbliżone do średniej rynkowej.

Przebieg zmienności cen 1 m² lokali mieszkalnych na rynku pierwotnym w poszczególnych segmentach metrażowych wykazywał znaczne podobieństwo (Rys. 41).



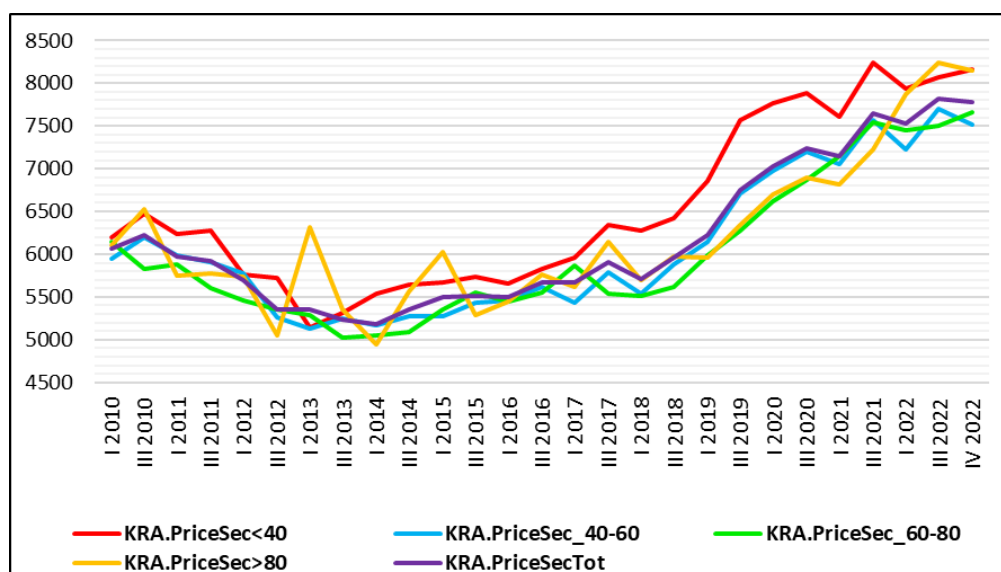
Rys. 41. Średnia cena 1m² lokali mieszkalnych sprzedanych w ramach transakcji rynkowych na rynku pierwotnym z podziałem na segmenty według wielkości [PLN].

Źródło: Opracowanie własne na podstawie danych GUS, Bank Danych Lokalnych (BDL), <https://bdl.stat.gov.pl/bdl/dane/teryt/kategoria/197> (dostęp: 12.10.2024)

Tendencje te pozostawały spójne z obserwacjami na całym rynku mieszkaniowym, co wiązało się z niemal dwukrotnie większym wolumenem transakcji na rynku pierwotnym, który tym samym w znacznym stopniu determinował ogólny poziom cen. Do końca 2012 roku odnotowano fazę spadkową, natomiast w latach 2013-2018 obserwowano stabilny wzrost, okresowo przeplatany fazami stabilizacji. Wyjątek stanowił segment mieszkań o pow. powyżej 80 m², który cechował się licznymi, silnymi, lecz krótkookresowymi wahaniami poziomu cen.

Od około 2019 roku we wszystkich segmentach metrażowych obserwowano systematyczny wzrost cen, przy czym szczególnie wysokie tempo zmian odnotowano w grupie najmniejszych lokali (o pow. poniżej 40 m²), gdzie ceny przekroczyły poziom 8800 PLN/m². Doprowadziło to do wyraźnego oddzielenia się tego segmentu od pozostałych kategorii. Segmenty 40-60 m² oraz 60-80 m² charakteryzowały się bardziej stabilnym przebiegiem i relatywnie zbliżonym poziomem cen, odzwierciedlając umiarkowany, lecz trwały trend wzrostowy. Rynek pierwotny jako całość osiągnął w 2022 roku poziom ok. 7800 zł/m², potwierdzając utrwalenie długookresowej tendencji wzrostowej.

W analizowanym okresie średnie ceny 1 m² lokali mieszkalnych na rynku wtórnym wykazywały również tendencję wzrostową, przy zróżnicowanym tempie zmian pomiędzy segmentami metrażowymi (Rys. 42).



Rys. 42. Średnia cena 1m² lokali mieszkalnych sprzedanych w ramach transakcji rynkowych na rynku wtórnym z podziałem na segmenty według wielkości [PLN].

Źródło: Opracowanie własne na podstawie danych GUS, Bank Danych Lokalnych (BDL), <https://bdl.stat.gov.pl/bdl/dane/teryt/kategoria/197> (dostęp: 12.10.2024)

W latach 2010-2013 ceny we wszystkich kategoriach odnotowały spadki - średnio z poziomu ok. 6000-6500 PLN/m² do ok. 5000 PLN/m². Po 2014 roku rozpoczął się stopniowy wzrost cen, który wyraźnie przyspieszył po 2018 roku, osiągając na koniec badanego okresu historycznie najwyższe poziomy, przekraczające 7500 PLN/m² średnio dla całego rynku.

Mieszkania najmniejsze (o pow. poniżej 40 m²) cechowały się systematycznie wyższymi cenami 1 m² powierzchni, co stanowi typowe zjawisko dla rynków dużych miast (m.in. Gdańska), gdzie niewielkie lokale są szczególnie atrakcyjne dla inwestorów. Segmenty 40-60 m² oraz 60-80 m² utrzymywały ceny zbliżone do średniej rynkowej, wykazując stabilny, choć dynamiczny wzrost po 2019 roku. Największe mieszkania (o pow. powyżej 80 m²) charakteryzowały się większą zmiennością cenową na początku analizowanego okresu, jednak po 2017 roku ich ceny również weszły w trwałą fazę szybkiego wzrostu.

Podsumowując, w latach 2010-2022 zarówno na rynku wtórnym, jak i pierwotnym w Krakowie obserwowano zbliżony ogólny kierunek zmian cen 1 m² mieszkań, tj. początkową fazę spadku trwającą do około 2013 roku, a następnie stopniowy wzrost, który po 2018 roku wyraźnie przyspieszył. Rynki różniły się jednak skalą i dynamiką zmian. Ceny na rynku pierwotnym przez większość analizowanego okresu utrzymywały się na poziomie nieco wyższym niż na rynku wtórnym. Jednocześnie rynek wtórny charakteryzował się większą stabilnością

przebiegu cen, podczas gdy na rynku pierwotnym obserwowano silniejsze wahania krótkookresowe, szczególnie w segmencie największych lokali (o pow. powyżej 80 m²). W końcowych latach badanego okresu ceny na obu rynkach stopniowo zbliżyły się do siebie, przy czym na rynku pierwotnym odnotowano wyższe tempo wzrostu, zwłaszcza w segmencie najmniejszych lokali.

3.4.3. Aglomeracja warszawska

Warszawa, największe miasto w Polsce oraz stolica kraju i województwa mazowieckiego, liczy 1 794 166 mieszkańców. Stanowi kluczowy ośrodek naukowy, kulturalny, polityczny i gospodarczy kraju.

Województwo mazowieckie położone jest w strefie klimatu umiarkowanego. Ze względu na centralne położenie w Europie, klimat regionu kształtowany jest zarówno przez czynniki morskie, jak i kontynentalne. Warunki klimatyczne odgrywają istotną rolę w kształtowaniu mechanizmów dyspersji zanieczyszczeń powietrza. Rozprzestrzenianie się zanieczyszczeń w dolnych warstwach atmosfery uzależnione jest od czynników meteorologicznych, w tym prędkości i kierunku wiatru, opadów, temperatury powietrza oraz pionowej struktury dynamicznej warstwy granicznej atmosfery. Średnia prędkość wiatru w województwie mazowieckim jest zbliżona do średniej krajowej i wynosi od 2,8 m/s do 3,5 m/s. W 2021 roku średnia roczna temperatura powietrza na obszarze większości województwa mazowieckiego kształtowała się w przedziale od 8°C do 9°C, natomiast roczna suma opadów wynosiła od 500 mm do 700 mm, wykazując znaczną zmienność przestrzenną w ujęciu miesięcznym.

Województwo mazowieckie charakteryzuje się silnie zróżnicowaną strukturą przemysłową. Największa koncentracja działalności przemysłowej występuje w obszarach miejskich, zwłaszcza w aglomeracji warszawskiej i jej otoczeniu, a także w miastach takich jak Płock, Radom, Ostrołęka, Siedlce i Ciechanów. Do kluczowych sektorów należą: energetyka, przemysł chemiczny, spożywczy, maszynowy oraz tekstylny, przy czym szczególne znaczenie w skali kraju odgrywa przemysł petrochemiczny zlokalizowany w Płocku. Region pełni strategiczną rolę w krajowym systemie infrastrukturalnym, stanowiąc centralny węzeł transportu drogowego, kolejowego i lotniczego, a także komunikacji miejskiej i sieci energetycznych. Z uwagi na powyższe uwarunkowania, Warszawa charakteryzuje się umiarkowanym poziomem zanieczyszczenia powietrza w porównaniu z innymi dużymi aglomeracjami w Polsce.

Analiza struktury emisji zanieczyszczeń powietrza w województwie mazowieckim ujawnia zróżnicowane źródła ich pochodzenia, uzależnione od rodzaju emitowanej substancji (Tabela 5).

Tabela 5. Udział poszczególnych źródeł emisji zanieczyszczeń powietrza w województwie mazowieckim.

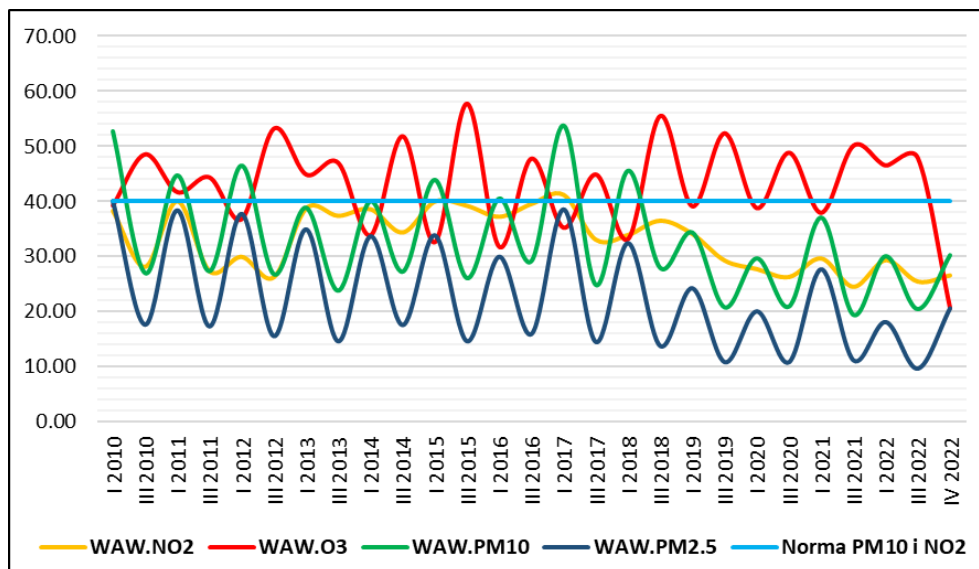
Rodzaj zanieczyszczenia	Emisja powierzchniowa	Emisja liniowa	Emisja punktowa	Inne źródła
Benzo(a)piren	93%	-	7%	-
PM _{2,5}	80%	7%	4%	9%
PM ₁₀	61%	7%	6%	23%
SO _x	45%	-	55%	-
NO _x	9%	46%	27%	18%

Źródło: Opracowanie własne na podstawie: GIOŚ, *Stan środowiska w województwie mazowieckim*, Raport 2020, Warszawa 2020, s. 14-17.

W przypadku benzo(a)pirenu dominującym źródłem emisji jest emisja powierzchniowa, stanowiąca aż 93% całkowitej emisji tego związku, co jednoznacznie wskazuje na dominujący wpływ sektora komunalno-bytowego. Udział emisji punktowej jest marginalny i wynosi 7%. Podobna struktura występuje w odniesieniu do pyłów zawieszonych PM_{2,5}, dla których emisja powierzchniowa odpowiada za 80% całkowitej emisji. Pozostałe źródła, tj. emisja liniowa (7%), punktowa (4%) oraz inne (9%) mają znacznie mniejsze znaczenie. W przypadku pyłu PM₁₀ dominująca pozostaje emisja powierzchniowa (61%), przy wysokim udziale emisji z innych źródeł (23%), obejmujących rolnictwo, hodowle, hałdy, wyrobiska oraz grunty i lasy. Udział emisji liniowej i punktowej jest zbliżony wynoszący odpowiednio 7% i 6%. Wyniki te potwierdzają, że tzw. „niska emisja” stanowi kluczowy czynnik determinujący zanieczyszczenie pyłowe w regionie. Dla tlenków siarki (SO_x) głównym źródłem emisji jest emisja punktowa, odpowiadająca za 55% całkowitej emisji. Struktura ta odzwierciedla znaczącą rolę dużych zakładów przemysłowych i energetycznych w kształtowaniu poziomu tego zanieczyszczenia. Emisja powierzchniowa stanowi 45%, natomiast emisja liniowa oraz emisje z innych źródeł nie występują. W przypadku tlenków azotu (NO_x) dominującą rolę odgrywa emisja liniowa (46%), będąca efektem intensywnego ruchu drogowego w obszarze metropolitalnym Warszawy oraz wzdłuż głównych arterii komunikacyjnych regionu. Znaczący udział ma także emisja punktowa (27%), natomiast emisja powierzchniowa i inne źródła stanowią odpowiednio 9% i 18%.

Podsumowując, struktura emisji zanieczyszczeń w województwie mazowieckim odzwierciedla układ źródeł typowy dla regionów silnie zurbanizowanych, czyli dominację emisji powierzchniowej, charakterystycznej dla sektora komunalno-bytowego oraz emisji liniowej, związanej z transportem drogowym. Emisja punktowa pozostaje natomiast kluczowym źródłem zanieczyszczeń o pochodzeniu przemysłowym, w szczególności tlenków siarki i tlenków azotu.

Zmienność uzyskanych stężeń zanieczyszczeń (Rys. 43) wskazuje na wyraźną sezonowość w cyklach rocznych, szczególnie w przypadku ozonu oraz pyłu zawieszonego PM_{2,5}, w mniejszym stopniu natomiast dla pyłu zawieszonego PM₁₀, zwłaszcza po roku 2018. Zmiany stężeń dwutlenku azotu nie wykazują jednoznacznych wzorców sezonowych.

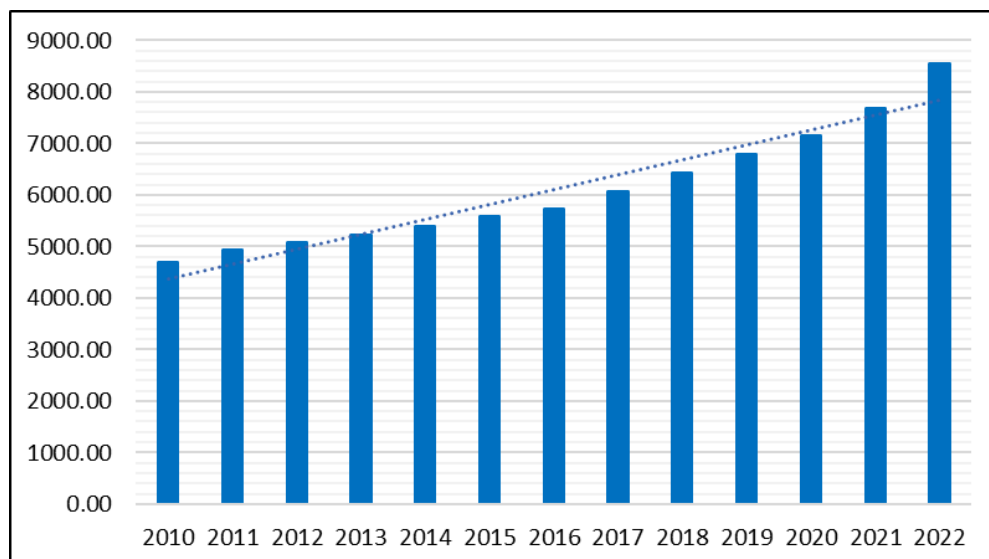


Rys. 43. Stężenie zanieczyszczeń powietrza: dwutlenku azotu, ozonu oraz pyłów zawieszonych PM₁₀ i PM_{2.5} w Warszawie w latach 2010–2022.

Źródło: Opracowanie własne na podstawie danych GIOŚ, Bank Danych Pomiarowych, <https://powietrze.gios.gov.pl/pjp/archives> (dostęp: 15.10.2024)

Warszawa jako stolica kraju liczącego blisko 37 milionów mieszkańców oraz największy ośrodek biznesowy, transportowy i akademicki, odnotowuje stały wzrost popytu na nieruchomości zarówno na rynku sprzedaży, jak i wynajmu. W analizowanym okresie, ceny nieruchomości mieszkaniowych w Warszawie konsekwentnie utrzymywały się na najwyższym poziomie w kraju, co jest zjawiskiem typowym dla stolicy państwa (Rys. 19). Jednocześnie wykazywały one wysoką dynamikę wzrostu, pomimo przejściowych wahań rynkowych spowodowanych pandemią COVID-19. Interpretacja zmian cen nieruchomości oraz aktywności transakcyjnej na warszawskim rynku mieszkaniowym wymaga uwzględnienia specyfiki lokalnych uwarunkowań społeczno-ekonomicznych. W badanym okresie, Warszawa charakteryzowała się korzystną sytuacją gospodarczą, sprzyjającą dynamicznemu rozwojowi miasta oraz wzmocnieniu jego funkcji społeczno-ekonomicznych.

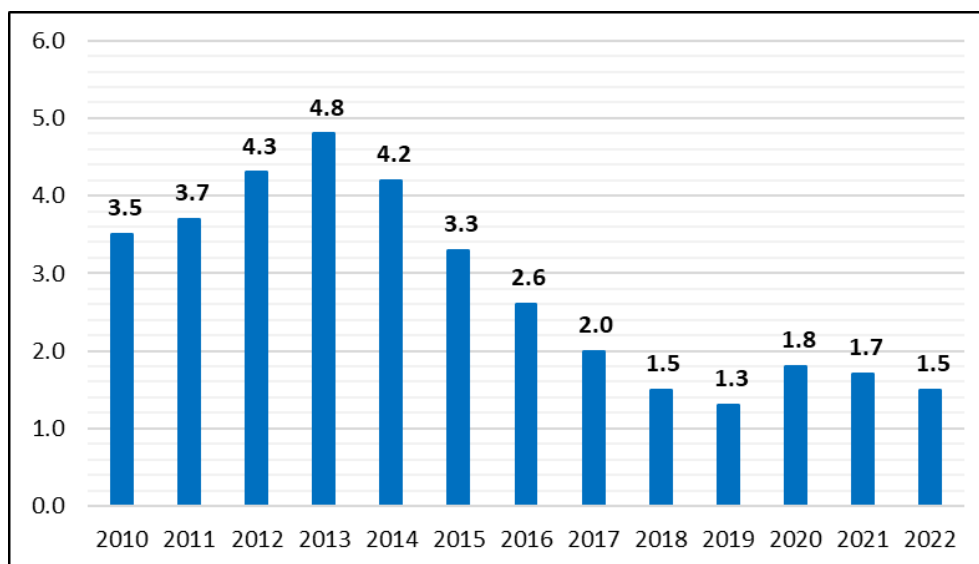
Średnie miesięczne wynagrodzenie w latach 2010–2022 wykazywało wyraźną i stabilną tendencję wzrostową, co odzwierciedlało systematyczną poprawę sytuacji dochodowej mieszkańców stolicy (Rys. 44).



Rys. 44. Przeciętne miesięczne wynagrodzenie brutto w Warszawie [PLN].

Źródło: Opracowanie własne na podstawie danych GUS, Bank Danych Lokalnych (BDL), <https://bdl.stat.gov.pl/bdl/dane/teryt/kategoria/242> (28.10.2024)

Jednocześnie stopa bezrobocia w Warszawie w badanym okresie przejawiała korzystne zmiany strukturalne. Po osiągnięciu najwyższej wartości, tj. 4,8% w 2013 roku nastąpił systematyczny spadek, prowadzący do minimum odnotowanego w 2019 r. wynoszącego 1,3%. Wzrost bezrobocia obserwowany w latach 2020–2021 miał charakter przejściowy i w 2022 roku ponownie uległ obniżeniu (Rys. 45).

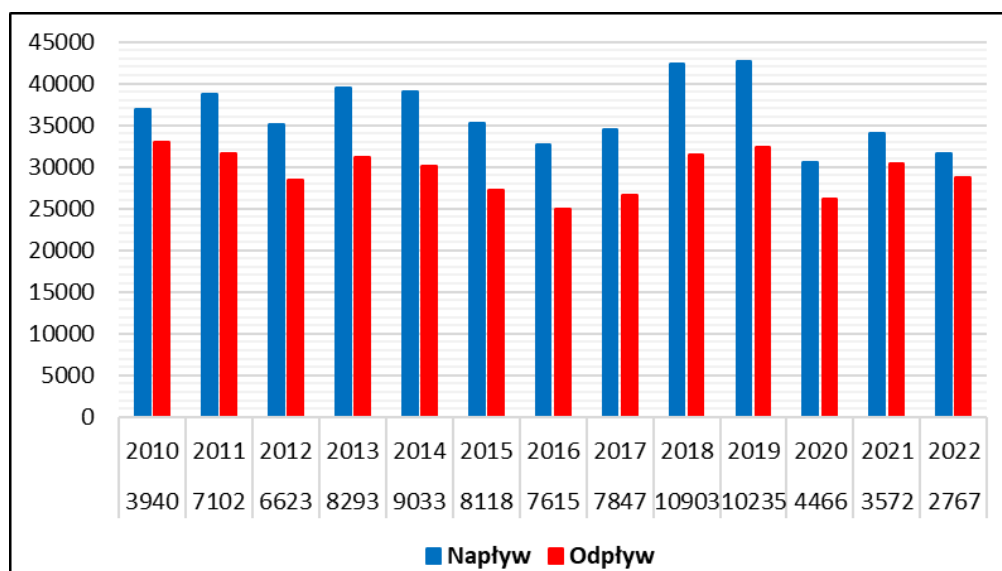


Rys. 45. Stopa bezrobocia rejestrowanego w Warszawie [%].

Źródło: Opracowanie własne na podstawie danych GUS, Bank Danych Lokalnych (BDL), <https://bdl.stat.gov.pl/bdl/dane/teryt/kategoria/242> (dostęp: 28.10.2024)

Zjawiskom tym towarzyszyło utrzymywanie się niskich stóp procentowych (Tabela 2), co przyczyniło się do intensywnego wzrostu popytu na nieruchomości mieszkaniowe.

Ponadto, w całym badanym okresie w Warszawie utrzymywało się dodatnie saldo migracji, rozumiane jako zwiększający się napływ ludności osiedlającej się na pobyt stały w wyniku zarówno migracji wewnętrznej, jak i imigracji (Rys. 46).



Rys. 46. Migracje wewnątrz i zagraniczne na pobyt stały [liczba osób].

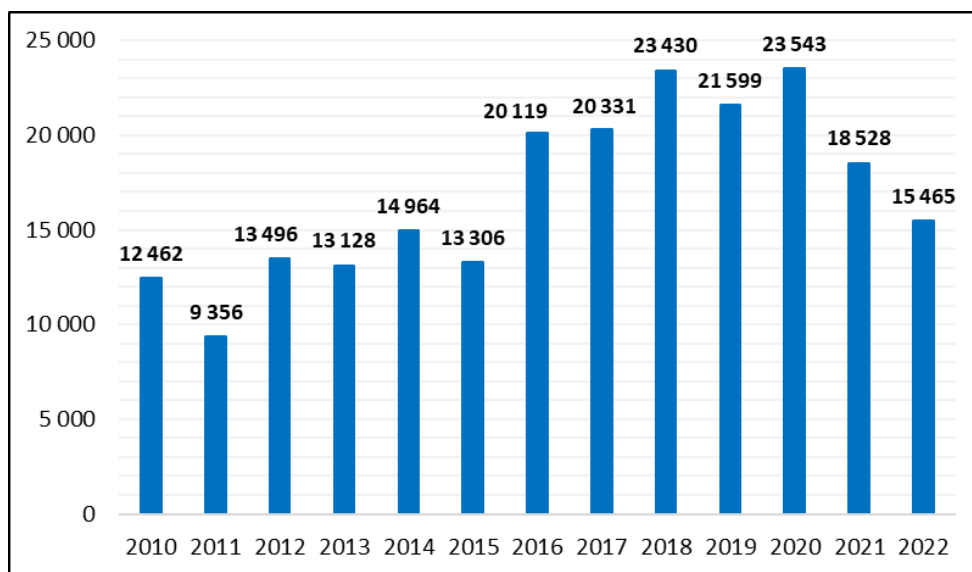
Źródło: Opracowanie własne na podstawie danych GUS, Bank Danych Lokalnych (BDL), <https://bdl.stat.gov.pl/bdl/dane/teryt/kategoria/242> (dostęp: 28.10.2024)

Do 2019 roku zjawisko to było szczególnie nasilone, co potwierdza wysoką atrakcyjność miasta jako ośrodka zamieszkania. W latach 2020-2022 zarówno napływ, jak i odpływ uległy wyraźnemu osłabieniu, co można wiązać z ograniczeniami mobilności oraz zmianą zachowań migracyjnych w okresie pandemii, przy jednoczesnym utrzymaniu dodatniego salda migracyjnego. Stanowiło to istotny czynnik determinujący wzrost zainteresowania lokalami mieszkalnymi.

W latach 2010–2022 rosnący popyt na nieruchomości znajdował odzwierciedlenie w rosnącej liczbie oddanych do użytkowania mieszkań, która zwiększyła się od ok. 12,5 tys. lokali w 2010 roku do 23,5 tys. w 2020 roku (Rys. 47).

Dynamika ta wynikała z procesu odbudowy aktywności inwestycyjnej po wcześniejszym globalnym spowolnieniu gospodarczym oraz z korzystnych uwarunkowań makroekonomicznych w Polsce. Po 2020 r. odnotowano spadek liczby ukończonych mieszkań (do 15,5 tys. w 2022 r.), co wiązało się z zakłóceniami podażowymi oraz niepewnością wywołaną pandemią

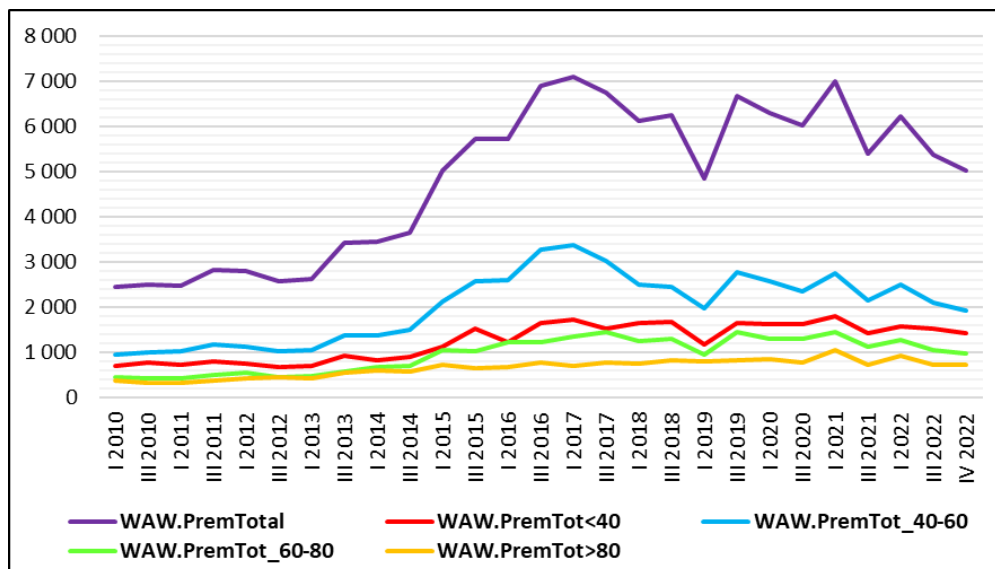
COVID-19, a także z wygaszaniem efektów inwestycji uruchomionych we wcześniejszym okresie.



Rys. 47. Liczba lokali mieszkalnych oddanych do użytkowania ogółem [szt.].

Źródło: Opracowanie własne na podstawie danych GUS, Bank Danych Lokalnych (BDL), <https://bdl.stat.gov.pl/bdl/dane/teryt/kategoria/242> (dostęp: 28.10.2024)

Uwarunkowania popytowe i podażowe na warszawskim rynku nieruchomości mieszkaniowych w badanym okresie sprzyjały wzrostowi sprzedaży lokali (Rys. 48).



Rys. 48. Liczba lokali mieszkalnych sprzedanych w Warszawie z podziałem na segmenty według wielkości [szt.].

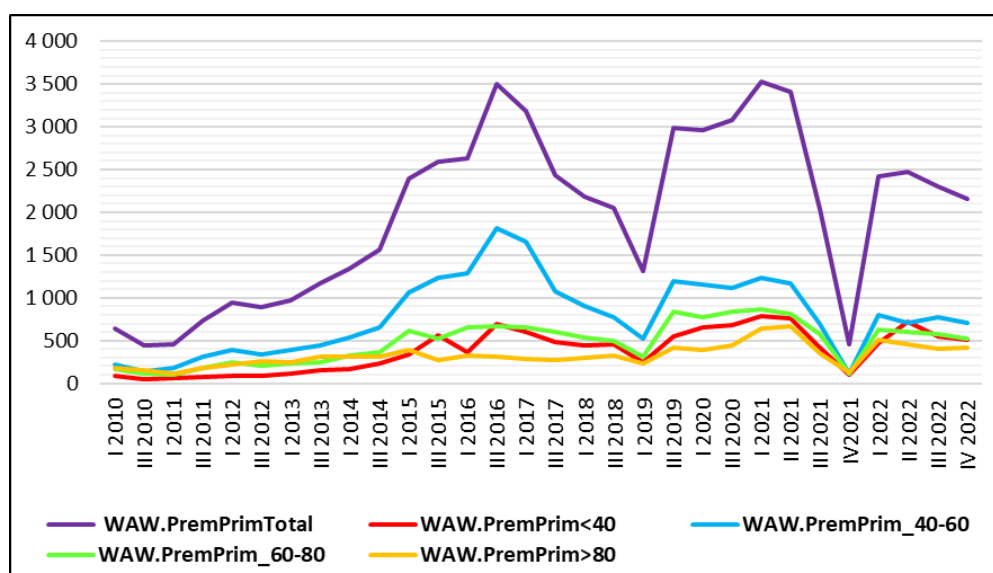
Źródło: Opracowanie własne na podstawie danych GUS, Bank Danych Lokalnych (BDL), <https://bdl.stat.gov.pl/bdl/dane/teryt/kategoria/242> (dostęp: 28.10.2024)

Analiza zmienności liczby transakcji na rynku mieszkaniowym w latach 2010-2022 wskazuje na istotne zróżnicowanie wolumenu oraz dynamiki zmian pomiędzy segmentami

metrażowymi. We wszystkich grupach powierzchniowych obserwowano trend wzrostowy do początku 2017 roku, po którym nastąpiła faza umiarkowanych wahań, a od 2021 roku - stopniowy spadek liczby transakcji. W początkowych latach badanego okresu łączna liczba sprzedanych lokali mieszkalnych wykazywała umiarkowaną tendencję wzrostową, zwiększając się z poziomu około 2,5 tys. sztuk kwartalnie w 2010 roku do około 3 tys. sztuk w 2013 roku. Następnie odnotowano okres intensywnego wzrostu wolumenów sprzedaży, zakończony w I kwartale 2017 roku na poziomie ok. 7 tys. sztuk. W kolejnych latach liczba sprzedanych lokali podlegała wahaniom, wykazując jednocześnie tendencję spadkową, która na koniec badanego okresu doprowadziła do poziomu ok. 5 tys. sztuk kwartalnie.

Analiza struktury sprzedaży w podziale na segmenty metrażowe wskazuje, że największą skalę transakcji odnotowano w segmencie mieszkań o pow. 40-60 m², obejmującym ok. 40% wszystkich transakcji. Przebieg zmian w tym segmencie charakteryzował się wyraźnym wzrostem do 2017 roku, a w kolejnych latach - umiarkowaną zmiennością przy poziomie sprzedaży istotnie przewyższającym pozostałe segmenty. Kategorie mieszkań o pow. do 40 m² oraz 60-80 m² cechowały się umiarkowaną zmiennością i stabilnym poziomem sprzedaży. Segment lokali największych wykazywał najniższy wolumen transakcji oraz niewielką dynamikę, odzwierciedlając ograniczoną podaż tego typu nieruchomości.

Liczba sprzedanych lokali mieszkalnych na rynku pierwotnym w latach 2010-2022 charakteryzowała się znaczną zmiennością, odzwierciedlając cykliczność działalności deweloperskiej (Rys. 49).



Rys. 49. Liczba lokali mieszkalnych sprzedanych w Warszawie na rynku pierwotnym z podziałem na segmenty według wielkości [szt.].

Źródło: Opracowanie własne na podstawie danych GUS, Bank Danych Lokalnych (BDL), <https://bdl.stat.gov.pl/bdl/dane/teryt/kategoria/242> (dostęp: 28.10.2024)

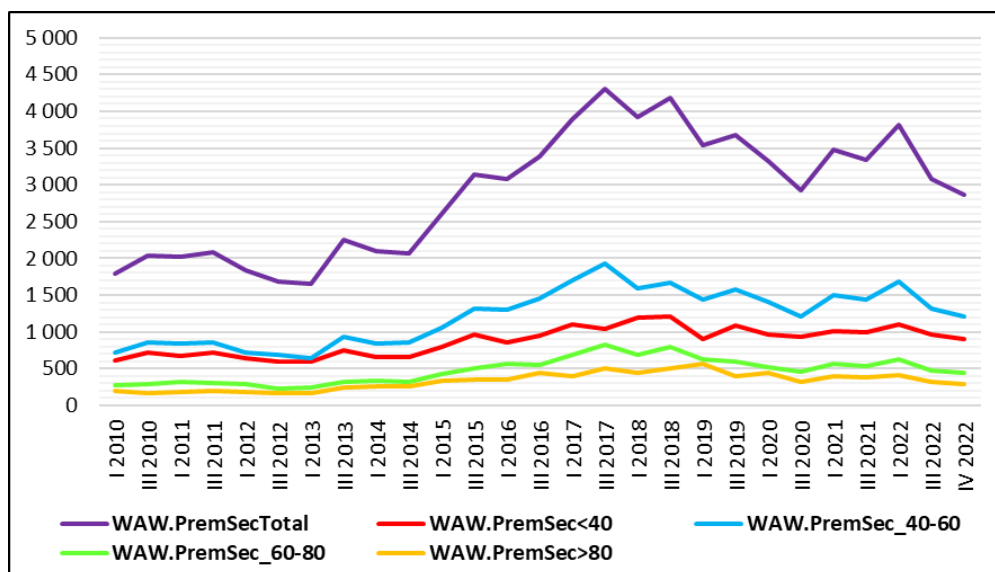
Zmiany te wynikały także z ograniczeń kredytowych i budżetowych nabywców oraz rotacji popytu między rynkiem pierwotnym a wtórnym.

Wolumen sprzedaży na tym rynku wykazywał wyraźną dynamikę wzrostową z poziomu ok. 500 sztuk kwartalnie w 2010 roku do około 3,5 tys. lokali w 2016 roku. Następnie odnotowano okresy silnych wahań oraz wyraźne spadki wolumenu w poszczególnych kwartałach - szczególnie w I kwartale 2019 roku oraz IV kwartale 2021 roku. W obu przypadkach spadki te były związane z czynnikami o charakterze makro- i mikroekonomicznym. W 2019 roku na ograniczenie sprzedaży wpływały m.in. rosnące ceny mieszkań, ogólne spowolnienie koniunktury na rynku pierwotnym oraz zmiana preferencji nabywców w kierunku rynku wtórnego. Z kolei w 2021 roku kluczową rolę odegrały konsekwencje pandemii COVID-19, w tym zaburzenia po stronie podaży (opóźnienia inwestycyjne, wzrost cen materiałów). W 2022 roku na warszawskim rynku pierwotnym zaobserwowano względną stabilizację wolumenu sprzedaży mieszkań, który utrzymywał się na poziomie ok. 2-2,5 tys. lokali kwartalnie.

Analiza struktury sprzedaży według metrażu wskazuje, że z wyjątkiem segmentu mieszkań o powierzchni 40-60 m², który cechował się wyraźnie wyższym wolumenem transakcji w całym badanym okresie - pozostałe grupy metrażowe nie wykazywały istotnych różnic w poziomie sprzedaży. Segmenty mieszkań o powierzchni do 40 m², 60-80 m² oraz powyżej 80 m² charakteryzowały się podobnym profilem zmian, obejmującym m.in. gwałtowne załamanie sprzedaży w latach 2019 oraz 2021, po których następowała stopniowa odbudowa wolumenu transakcji. Najniższy poziom sprzedaży na rynku pierwotnym, analogicznie jak w przypadku całego rynku, odnotowano w segmencie lokali największych (o pow. powyżej 80 m²).

Odmienną charakterystyką cechował się rynek wtórny (Rys. 50). Liczba transakcji mieszkaniowych w latach 2010 - 2022 wykazywała tu mniejszą zmienność niż na rynku pierwotnym, co odzwierciedla bardziej rozproszoną strukturę podaży oraz większą równowagę między popytem a liczbą dostępnych ofert. W analizowanym okresie obserwowano systematyczny wzrost wolumenu sprzedaży mieszkań - od poziomu około 1,7 tys. lokali kwartalnie na początku 2010 roku do osiągnięcia lokalnego maksimum rzędu 4,3 tys. lokali pod koniec 2017 roku. W kolejnych latach nastąpiła faza stabilizacji oraz stopniowego osłabienia aktywności sprzedażowej, prowadząca do poziomu ok. 3 tys. mieszkań kwartalnie w 2022 roku. W przeciwieństwie do rynku pierwotnego, przebieg zmian miał bardziej płynny charakter, a amplituda wahań była mniejsza, co potwierdza stabilniejsze funkcjonowanie wtórnego rynku mieszkaniowego. Najliczniejszą grupę transakcji stanowiły mieszkania o powierzchni 40-60 m², które

dominowały w strukturze sprzedaży w całym analizowanym okresie. Istotny udział odnotowano również w segmencie lokali o powierzchni do 40 m².



Rys. 50. Liczba lokali mieszkalnych sprzedanych w Warszawie na rynku wtórnym z podziałem na segmenty według wielkości [szt.].

Źródło: Opracowanie własne na podstawie danych GUS, Bank Danych Lokalnych (BDL), <https://bdl.stat.gov.pl/bdl/dane/teryt/kategoria/242> (dostęp: 28.10.2024)

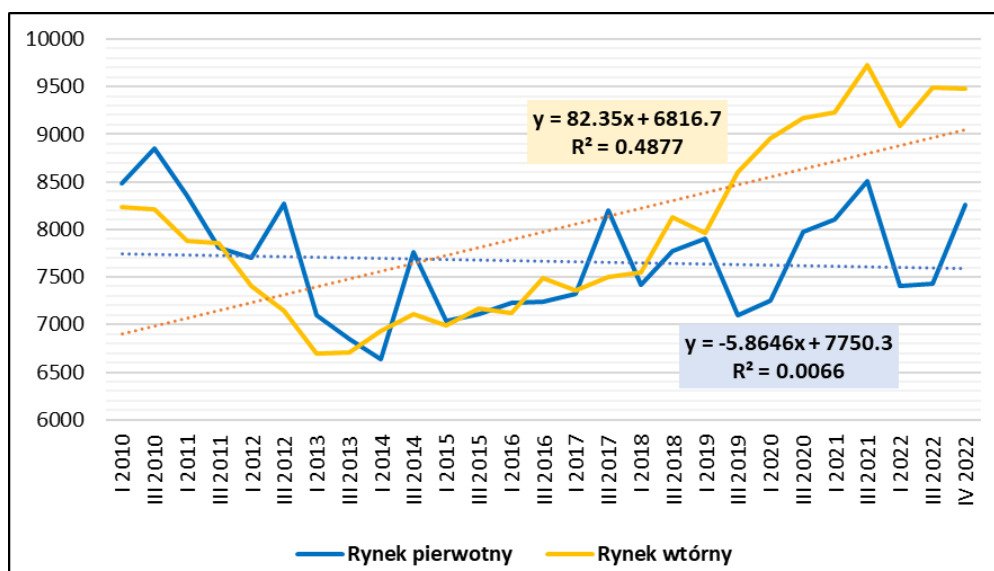
Większość kategorii metrażowych charakteryzowała się wzrostem liczby transakcji do 2017 roku, po czym obserwowano względną stabilizację z umiarkowanymi wahaniami. Segment mieszkań największych (o pow. powyżej 80 m²) odznaczał się najniższym udziałem w wolumenie sprzedaży i wykazywał ograniczoną dynamikę, co odzwierciedla zarówno mniejszą podaż dużych lokali, jak i ich ograniczoną dostępność cenową.

Oddziaływanie mechanizmów popytowych i podażowych widoczne jest w poziomie cen lokali mieszkalnych oraz charakterze ich zmienności na rynku pierwotnym i wtórnym. W latach 2010-2022 średnie ceny 1 m² lokali mieszkalnych w Warszawie wykazywały odmienne kierunki i dynamikę zmian (Rys. 51).

Rynek wtórny charakteryzował się wyraźnym wzrostem cen, czego potwierdzeniem jest dodatnie nachylenie linii trendu oraz umiarkowana wartość współczynnika determinacji ($R^2 = 0,4877$). Od około 2016 roku tempo wzrostu cen na tym rynku wyraźnie przyspieszyło, a w 2021 roku ceny osiągnęły najwyższe wartości w badanym okresie.

Odmienne przebieg cen zaobserwowano na rynku pierwotnym, gdzie przeciętne ceny 1 m² wykazywały znacznie większą zmienność krótkookresową i nie układały się w spójny trend wzrostowy. Ujemne nachylenie linii trendu oraz niska wartość współczynnika determinacji ($R^2 = 0,0066$) wskazują, że ceny na rynku pierwotnym nie podlegały jednoznacznemu

trendowi liniowemu. Zmienność ta była w większym stopniu determinowana czynnikami krótkookresowymi, takimi jak cykliczne zmiany podaży nowych projektów czy wprowadzanie na rynek pojedynczych inwestycji o ponadprzeciętnie wysokich cenach jednostkowych. Do końca 2017 roku ceny 1 m² lokali mieszkalnych na rynku pierwotnym były w większości okresów wyższe niż na rynku wtórnym, natomiast od 2018 roku wyższy poziom cen zaczęto obserwować na rynku wtórnym i tendencja ta utrzymała się do końca badanego okresu.

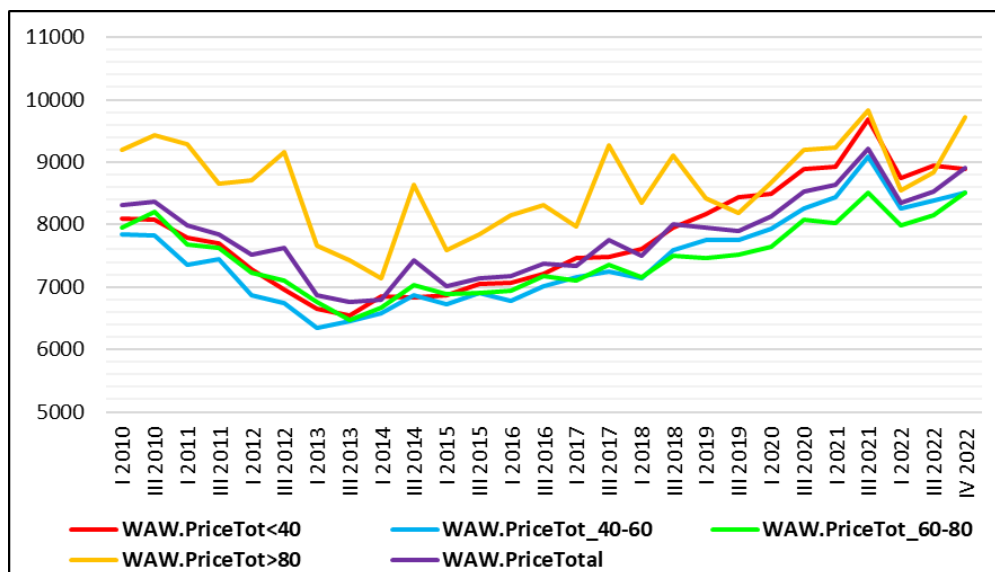


Rys. 51. Średnia cena 1m² lokali mieszkalnych sprzedanych w ramach transakcji rynkowych na rynku wtórnym i pierwotnym ogółem [PLN].

Źródło: Opracowanie własne na podstawie danych GUS, Bank Danych Lokalnych (BDL), <https://bdl.stat.gov.pl/bdl/dane/teryt/kategoria/242> (dostęp: 07.11.2024)

Analiza wykresu potwierdza istnienie dwóch odmiennych trajektorii cenowych: stabilnego, liniowego wzrostu cen na rynku wtórnym oraz nieregularnych wahań cen na rynku pierwotnym. Zjawisko to odzwierciedla strukturalne różnice między oboma segmentami rynku – większą stabilność popytu i podaży na rynku wtórnym oraz większą podatność rynku pierwotnego na zmiany w strukturze oferty deweloperskiej.

W latach 2010–2022 średnia cena 1 m² lokali mieszkalnych, obejmująca zarówno rynek pierwotny, jak i wtórny w Warszawie, wykazywała trend wzrostowy, choć dynamika zmian oraz poziom cen różniły się pomiędzy segmentami metrażowymi (Rys. 52). We wszystkich grupach powierzchniowych obserwowano początkowo spadek cen, trwający do około 2013 roku, po którym nastąpił okres stabilizacji oraz stopniowego odbudowywania wartości. Od 2016 roku proces ten przekształcił się w trwałą fazę wzrostową, która nasiliła się szczególnie po 2019 roku, a w 2021 roku ceny 1 m² na warszawskim rynku mieszkaniowym osiągnęły najwyższe dotąd notowane poziomy.

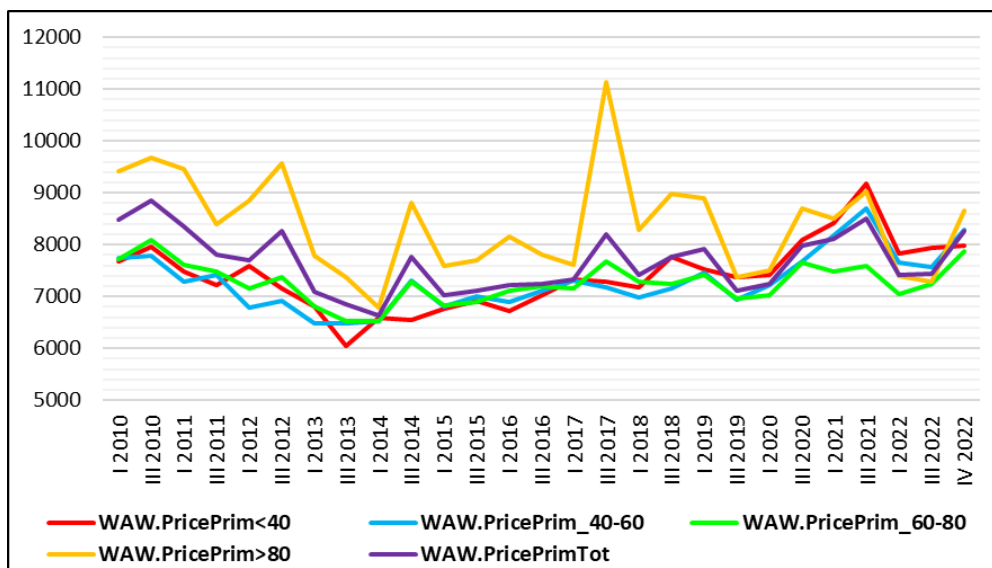


Rys. 52. Średnia cena 1m² lokali mieszkalnych sprzedanych w ramach transakcji rynkowych z podziałem na segmenty według wielkości [PLN].

Źródło: Opracowanie własne na podstawie danych GUS, Bank Danych Lokalnych (BDL), <https://bdl.stat.gov.pl/bdl/dane/teryt/kategoria/242> (dostęp: 07.11.2024)

Wśród segmentów metrażowych wyraźnie wyróżniała się kategoria mieszkań największych (o pow. powyżej 80 m²), charakteryzująca się najwyższym poziomem cen oraz największą zmiennością krótkookresową, odzwierciedlającą ograniczoną podaż i nieregularny wolumen sprzedaży lokali w tej kategorii. W segmentach mieszkań średniej wielkości (o pow. 40-60 m² oraz 60-80 m²) ceny 1 m² cechowały się relatywnie stabilnym przebiegiem oraz zbliżonym poziomem. Natomiast w segmencie lokali najmniejszych (o pow. do 40 m²) ceny pozostawały zazwyczaj poniżej średniej rynkowej, jednak w późniejszych latach badanego okresu, szczególnie od 2019 roku, odnotowano wyraźne przyspieszenie ich wzrostu. Wiązać to można ze wzmożonym popytem inwestycyjnym na lokale najmniejsze.

Analiza przebiegu zmienności cen 1 m² mieszkań na rynku pierwotnym w latach 2010-2022 wskazuje na długookresową tendencję wzrostową, przy jednoczesnym występowaniu okresowych wahań (Rys. 53). Początkowy okres, obejmujący lata 2010-2013, cechował się stopniowym spadkiem cen we wszystkich segmentach metrażowych, po którym nastąpiła stabilizacja oraz powrót do tendencji wzrostowej od 2014 roku. Wzrost ten nasilił się szczególnie od 2016 roku, prowadząc do utrzymania tendencji zwyżkowych na stołecznym rynku pierwotnym, z niewielką korektą w 2022 roku.



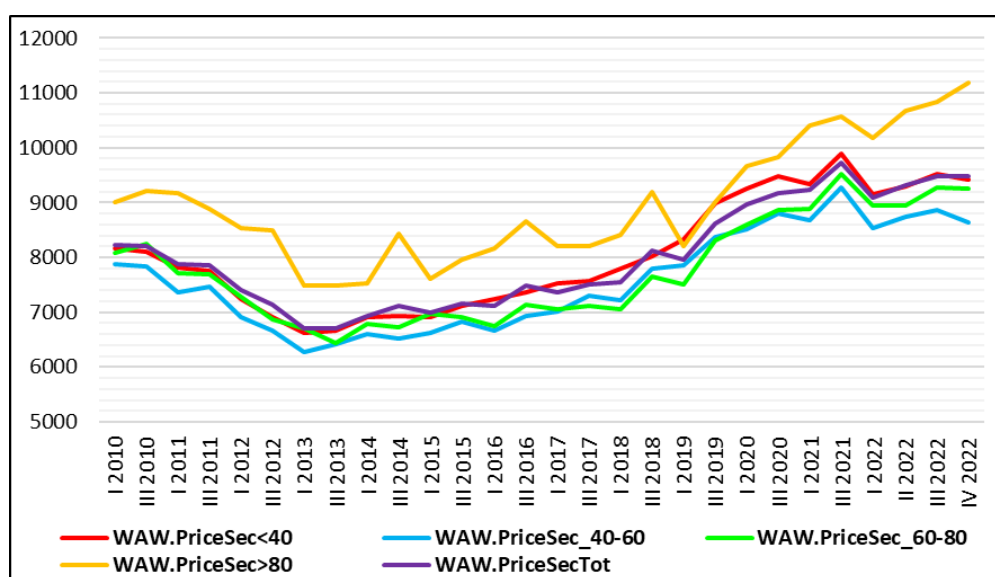
Rys. 53. Średnia cena 1m² lokali mieszkalnych sprzedanych w ramach transakcji rynkowych na rynku pierwotnym z podziałem na segmenty według wielkości [PLN].

Źródło: Opracowanie własne na podstawie danych GUS, Bank Danych Lokalnych (BDL), <https://bdl.stat.gov.pl/bdl/dane/teryt/kategoria/242> (dostęp: 07.11.2024)

Największą zmiennością i najwyższym poziomem cen odznaczał się segment mieszkań o pow. powyżej 80 m², w którym obserwowano silne, krótkookresowe wahania cen, związane z nieregularnym wolumenem sprzedaży oraz pojawianiem się wysokobudżetowych transakcji w prestiżowych inwestycjach. Skutkowało to wyraźnymi pikami cenowymi, zwłaszcza w latach 2012–2018. Kategorie mieszkań o pow. 40–60 m² oraz 60–80 m² charakteryzowały się bardziej spójnymi i stabilnymi przebiegami cen, odzwierciedlając typowy dla rynku pierwotnego dominujący udział mieszkań średniej wielkości w strukturze podaży. Z kolei w segmencie lokali najmniejszych (o pow. do 40 m²) ceny pozostawały przez większość okresu poniżej średniej rynkowej jednak od 2020 roku odnotowano wyraźne przyspieszenie ich wzrostu, związane m.in. ze zwiększonym popytem inwestycyjnym. W konsekwencji w latach 2021–2022 nastąpiło częściowe zmniejszenie zróżnicowania cenowego między wszystkimi segmentami metrażowymi na rynku pierwotnym.

Odmienny przebieg zmian cen obserwowano na rynku wtórnym. W latach 2010–2022 ceny transakcyjne 1 m² mieszkań wykazywały konsekwentny trend wzrostowy, przy czym zmiany te przebiegały stosunkowo równomiernie we wszystkich segmentach metrażowych, z wyjątkiem kategorii największych lokali (Rys. 54). Do około 2013 roku ceny podlegały umiarkowanej korekcie spadkowej, po której nastąpił okres stabilizacji oraz stopniowej aprecjacji. Od 2016 roku widoczna była faza wzrostowa, dodatkowo wzmocniona po 2019 roku. W 2021 roku ceny 1 m² w większości segmentów (poza lokalami największymi) osiągnęły lokalne maksima, natomiast rok 2022 charakteryzował się stabilizacją po wcześniejszych

niewielkich spadkach. Segment największych mieszkań (o pow. powyżej 80 m²) cechował się najwyższym poziomem cen w całym analizowanym okresie oraz wyraźną zmiennością krótkookresową. Wahania te wynikały, podobnie jak na rynku pierwotnym, z ograniczonej podaży dużych lokali na rynku wtórnym oraz nieregularnego wolumenu sprzedaży. Pomimo większej zmienności, segment ten utrzymywał trwałą tendencję wzrostową, a po 2020 roku, dynamika cen w tej grupie uległa wyraźnemu przyspieszeniu. Pozostałe kategorie powierzchniowe (do 40 m², 40-60 m² oraz 60-80 m²) wykazywały bardziej zbieżne ścieżki zmian cen, odzwierciedlając stabilniejszą strukturę popytu i podaży na warszawskim rynku wtórnym.



Rys. 54. Średnia cena 1m² lokali mieszkalnych sprzedanych w ramach transakcji rynkowych na rynku wtórnym z podziałem na segmenty według wielkości [PLN].

Źródło: Opracowanie własne na podstawie danych GUS, Bank Danych Lokalnych (BDL), <https://bdl.stat.gov.pl/bdl/dane/teryt/kategoria/242> (dostęp: 07.11.2024)

Podsumowując, w latach 2010-2022 ceny 1 m² mieszkań na rynku pierwotnym i wtórnym w Warszawie podlegały zbliżonym tendencjom długookresowym, przy jednoczesnych różnicach w tempie zmian. Oba rynki cechował wyraźny trend wzrostowy, przy czym silniejszą dynamikę zaobserwowano na rynku wtórnym, zwłaszcza po 2018 roku. Segment mieszkań o powierzchni powyżej 80 m² pozostawał najdroższy i najbardziej zmienny, natomiast lokale średniej wielkości (o pow. 40-60 m² oraz 60-80 m²) tworzyły rdzeń cenowy o stabilnym przebiegu. W segmencie najmniejszych mieszkań (o pow. do 40 m²) po 2019 roku ceny na rynku wtórnym zaczęły wyraźnie przewyższać ceny na rynku pierwotnym, co można wiązać ze wzrostem popytu inwestycyjnego. W rezultacie w latach 2020-2022 poziomy cen na obu rynkach uległy wyraźnej konwergencji.

ROZDZIAŁ 4. WPŁYW POZIOMU ZANIECZYSZCZEŃ POWIETRZA NA CENY NIERUCHOMOŚCI MIESZKANIOWYCH W POLSCE – BADANIA WŁASNE

4.1. Koncepcja i ogólna charakterystyka przyjętej metodologii

W przeprowadzonym badaniu zastosowano szerokie spektrum metod i modeli statystycznych, których celem była realizacja wyznaczonych etapów analizy prowadzących do identyfikacji oraz oceny relacji pomiędzy poziomem zanieczyszczeń powietrza a funkcjonowaniem rynku nieruchomości mieszkaniowych. Metodologia badań została zaprojektowana jako spójny, sekwencyjny proces analityczny, umożliwiający stopniowe przechodzenie od wstępnej oceny i weryfikacji danych do estymacji oraz interpretacji modeli empirycznych.

Kluczowe etapy procesu badawczego obejmowały:

- wstępną weryfikację i ocenę jakości danych pochodzących z różnych repozytoriów,
- identyfikację i estymację postaci modeli czynnikowych i przyczynowo-skutkowych,
- weryfikację poprawności zidentyfikowanych modeli,
- ocenę ich dopasowania do danych empirycznych oraz ocenę praktycznej przydatności.

Proces budowy modeli czynnikowych i przyczynowo-skutkowych obejmował następujące etapy:

- dobór danych źródłowych oraz wstępną analizę statystyczną,
- ocenę jakości danych pomiarowych z wykorzystaniem estymatorów odpornych,
- wybór postaci modeli oraz metod analizy empirycznej,
- ocenę jakości zidentyfikowanych modeli.

Każdy z etapów stanowił odrębną część procesu badawczego, a wyniki uzyskane na danym poziomie analizy stanowiły podstawę do realizacji kolejnych kroków metodologicznych.

W badaniach rynku nieruchomości mieszkaniowych jednym z najczęściej stosowanych podejść empirycznych pozostają modele regresji hedonicznej, w których cena nieruchomości opisywana jest jako funkcja jej cech obejmujących między innymi właściwości samego lokalu,

jego położenie oraz uwarunkowania środowiskowe¹⁸⁶. Podejście to znajduje szerokie zastosowanie w analizach wpływu jakości środowiska na poziom cen nieruchomości¹⁸⁷. Pomimo jego ugruntowanej pozycji w literaturze, modele hedoniczne nie zostały bezpośrednio wykorzystane w niniejszym badaniu. Podstawowym ograniczeniem był charakter dostępnych danych empirycznych. Modele hedoniczne wymagają bowiem informacji na poziomie pojedynczych nieruchomości, obejmujących szczegółowe cechy obiektów, umożliwiające dekompozycję ceny na składowe odpowiadające poszczególnym atrybutom.

W przeprowadzonym badaniu wykorzystano dane zagregowane, obejmujące średnie kwartalne ceny oraz liczbę transakcji w zdefiniowanych segmentach rynku. Taka struktura danych nie pozwala na jednoznaczną identyfikację wpływu indywidualnych cech nieruchomości, stanowiących podstawę klasycznej specyfikacji modeli hedonicznych.

Dodatkowo, celem pracy była analiza relacji pomiędzy zmiennymi środowiskowymi a syntetycznymi charakterystykami rynku nieruchomości, a nie estymacja funkcji cen pojedynczych obiektów. W konsekwencji, bardziej adekwatnym aparatem badawczym okazały się modele wielowymiarowe operujące na zmiennych zagregowanych.

Modele hedoniczne w warstwie matematycznej opierają się na liniowych modelach regresji MNK. W pracy zostały wykorzystane zarówno te modele, jak i ich nieliniowe rozwinięcie - modele rodziny GLM/GRM.

4.2. Dane badawcze i ich wstępna charakterystyka

Etapem wstępnym analiz ilościowych jest poprawne rozpoznanie skal pomiarowych zmiennych wykorzystanych w modelowaniu, gdyż determinuje to dobór właściwej postaci modeli, a w konsekwencji – poprawność uzyskanych wyników i wniosków.

W pracy wykorzystano dwa różne repozytoria danych: dane wtórne w przypadku rynku nieruchomości oraz dane pierwotne w odniesieniu do wyników pomiarów stężeń zanieczyszczeń powietrza.

Badania przestrzenne prowadzone są najczęściej na podstawie informacji wtórnych, charakteryzujących się określonym stopniem agregacji. Rzadziej wykorzystywane są materiały

¹⁸⁶ E. Tomczyk, M. Widłak, Konstrukcja i własności hedonicznego indeksu cen mieszkań dla Warszawy, *Bank i Kredyt* 41(1), 2010, s. 99-128; R. Trojanek, *Wykorzystanie metody regresji hedonicznej do budowy indeksu cen mieszkań*, Zeszyty Naukowe Uniwersytetu Ekonomicznego w Poznaniu nr 215, 2011, s. 148-162.

¹⁸⁷ M. Ligus, P. Paternek, Measuring structural, location and environmental effects: A hedonic analysis of housing market in Wrocław, Poland, *Procedia- Social and Behavioral Sciences* 220 (2016), s. 251-260.

źródłowe obejmujące wyniki bezpośrednich pomiarów, które stanowią podstawę konstruowania informacji wtórnych.

4.2.1. Źródła danych źródłowych i zakres badania

W badaniu wykorzystano dane pochodzące z dwóch niezależnych repozytoriów:

- 1) Dane wtórne o rynku nieruchomości pochodzą z repozytorium Głównego Urzędu Statystycznego (GUS) i dotyczą rynku nieruchomości mieszkaniowych w trzech wybranych miastach na prawach powiatu - Gdańsku (GDA), Krakowie (KRA) i Warszawie (WAW). Obejmują liczbę sprzedanych lokali mieszkalnych oraz średnie kwartalne ceny 1m² lokali mieszkalnych, z podziałem na rynek pierwotny i wtórny oraz cztery segmenty metrażowe. Podział rynku wynika z segmentacji GUS i obejmuje:
 - ceny 1 m² lokali mieszkalnych o powierzchni do 40 m² [PLN],
 - ceny 1 m² lokali mieszkalnych o powierzchni od 40 do 60 m² [PLN],
 - ceny 1 m² lokali mieszkalnych o powierzchni od 60 do 80 m² [PLN],
 - ceny 1 m² lokali mieszkalnych o powierzchni powyżej 80 m² [PLN],
 - liczbę lokali mieszkalnych o powierzchni do 40m² sprzedanych w ramach transakcji rynkowych,
 - liczbę lokali mieszkalnych o powierzchni od 40 do 60m² sprzedanych w ramach transakcji rynkowych,
 - liczbę lokali mieszkalnych o powierzchni od 60 do 80m² sprzedanych w ramach transakcji rynkowych,
 - liczbę lokali mieszkalnych o powierzchni powyżej 80m² sprzedanych w ramach transakcji rynkowych.

Wszystkie zmienne rynku nieruchomości są zmiennymi w skali ilorazowej z interwałem kwartalnym. Ceny transakcyjne 1 m² zostały urealnione z wykorzystaniem ogólnego wskaźnika CPI, co pozwoliło na eliminację wpływu inflacji i zapewnienie porównywalności międzyokresowej poziomów cen rzeczywistych.

W nazwach zmiennych zastosowano następujące skróty:

- oznaczenie miast: GDA – Gdańsk; KRA – Kraków; WAW- Warszawa,
- rodzaj rynku: Prim – rynek pierwotny; Sec – rynek wtórny,
- zmienne: Prem – liczba sprzedanych lokali mieszkalnych;
Price1m – cena transakcyjna 1 m² lokali mieszkalnych,
- segmenty metrażowe: <40 m², 40–60 m², 60–80 m² oraz >80 m².

Przykładowo, zmienna KRA.Price1mSec60_80real oznacza urealnioną cenę 1 m² lokali mieszkalnych o powierzchni 60-80 m² na rynku wtórnym w Krakowie.

2) Dane pierwotne - środowiskowe stanowią wyniki jednogodzinnych pomiarów wybranych, kluczowych w badaniu, stężeń zanieczyszczeń powietrza rejestrowanych przez stacje referencyjne Wojewódzkich Inspektoratów Ochrony Środowiska (WIOŚ) w badanych lokalizacjach przestrzennych. Pomiary prowadzono w interwałach jednogodzinnych, które - po szczegółowej analizie jakości uśredniono do wartości kwartalnych. Uwzględniono wyniki pomiarów trzech głównych stężeń zanieczyszczeń:

- NO₂ (dwutlenek azotu jako zanieczyszczenie komunikacyjne),
- PM₁₀ (pył zawieszony o średnicy odpowiednio 10 µm),
- PM_{2,5} (pył zawieszony o średnicy odpowiednio 2,5 µm).

Zmienne środowiskowe są wyrażone w skali ilorazowej, natomiast zmienne reprezentujące okresy pomiarowe - w skali nominalnej. W nazwach zmiennych środowiskowych zastosowano skróty oznaczeń miast analogicznie jak przy danych rynku nieruchomości. Przykładowo, zmienna GDA.NO2 oznacza średnie kwartalne stężenie dwutlenku azotu w Gdańsku. Tabelaryczny opis wszystkich zmiennych znajduje się na końcu rozprawy.

4.2.2. Pomiar i skale pomiarowe zmiennych

Przez pomiar rozumie się proces przyporządkowania cechom obiektów symboli liczbowych, umożliwiając ich ilościowy opis. Warunkiem poprawności pomiaru jest jego jednoznaczność, rozumiana jako uzyskiwanie tego samego wyniku w różnych warunkach obserwacji (np. przez różne osoby).

W literaturze przedmiotu wyróżnia się następujące sposoby pomiaru:

- dychotomię: podział obiektów na dwie klasy w zależności od posiadania lub nieposiadania określonej cechy, np. podział ludzi według płci,
- numerowanie: przypisanie obiektom numerów będących synonimem ich nazw, np. podział gospodarki narodowej na działy lub gałęzie,
- porządkowanie: numerowanie według stopnia nasilenia danej cechy, np. stopnie wojskowe, układ pierwiastków Mendelejewa, bonitacja gleb,
- pomiar właściwy: określenie liczbowej miary natężenia danej cechy w obiekcie za pomocą odpowiednich jednostek miar, np. cena towaru, temperatura w °C lub długość,

- zliczanie: ustalanie liczebności zbioru obiektów charakteryzujących się określoną cechą lub poziomem jej natężenia, w wyniku czego otrzymuje się rozkłady cechy.

Wyróżnionym sposobom pomiaru odpowiadają cztery podstawowe skale pomiarowe: nominalna, porządkowa, interwałowa (przedziałowa) oraz ilorazowa.

W rozprawie zdecydowana większość zmiennych wyrażona jest w skalach mocnych - interwałowej i ilorazowej - zarówno dla danych wtórnych, jak i pierwotnych. Umożliwia to zastosowanie wybranych modeli. Skalę nominalną reprezentują zmienne kategoryzujące okresy pomiarowe (dni, miesiące, kwartały). Przyjęty podział zmiennych przedstawia wraz z przypisaniem podstawowych miar statystycznych położenia i korelacji, determinujących dobór właściwych metod analizy (Tabela 6).

Tabela 6. Skale pomiarowe zmiennych.

Skale	Dopuszczalne operacje i relacje	Miary statystyczne				Rodzaje zmiennych	
		położenia	zmienności	korelacji	testy istotności	ciągłe	skokowe
Nominalna (kategorie)	relacje równości, symetryczności oraz przechodniości ($A=B, A \neq B, A=B \rightarrow B=A, A=B \wedge B=C \rightarrow A=C$)	modalna	entropia	współczynnik asocjacji	Chi - kwadrat	-	pleć, stan cywilny, miejsce zamieszkania
Porządkowa (rangi)	oraz relacje większości, mniejszości ($A > B, A \geq B, A < B, A \leq B$)	mediana	percentyle	współczynnik korelacji rangowej	testy serii, znaków (nieparametryczne)	jasność, siła głosu, zadowolenie, kwalifikacje	modele samochodu, stopnie woj-skowe
Interwałowa [Przedziałowa] (umowny punkt zerowy)	oraz relacja równości różnic $B=A+(x_A - x_B)$	średnia arytmetyczna	odchylenie standardowe, odchylenie średnie	współczynnik korelacji liniowej (całkowitej) Pearsona	test/test F (parametryczne)	ciężar właściwy, stopnie Celsjusza, wynik finansowy	serie numeryczne
Ilorazowa [Stosunkowa] (absolutny punkt zerowy)	oraz relacja równości ilorazów $B=A(x_A / x_B)$	Średnia geometryczna, średnia harmoniczna	współczynnik zmienności	jak wyżej	jak wyżej	waga, wiek, wysokość, stopnie Kelwina, wartość produkcji, czas snu,	liczba dzieci, dni, samochodów; liczba hospitalizacji

Źródło: Opracowanie własne na podstawie A. Stanisław, *Przystępny kurs statystyki*, t.1, StatSoft, Kraków 2006, s.23-30 oraz 71-90.

4.2.3. Wstępna analiza statystyczna i analiza współzależności

Wstępna analiza statystyczna objęła ocenę podstawowych własności rozkładów jednowymiarowych, w szczególności miar położenia, wariancji, asymetrii oraz kurtozy. Ponadto, przeprowadzono wstępną analizę współzależności pomiędzy zmiennymi z wykorzystaniem współczynnika korelacji całkowitej Pearsona oraz estymację prostych modeli regresji metodą najmniejszych kwadratów (MNK). Celem tej części analizy było rozpoznanie podstawowych prawidłowości w obrębie danych oraz identyfikacja najsilniejszych współzależności pomiędzy zmiennymi kwartalnymi – zarówno w obrębie rynku nieruchomości, jak i zanieczyszczeń powietrza. Jednorodny charakter skal pomiarowych analizowanych zmiennych (skala ilorazowa) umożliwił zastosowanie miar statystycznych właściwych dla tej skali pomiarowej.

Korelacja $r(xy)$ oznacza współzależność, czyli wzajemne oddziaływanie lub współwystępowanie dwóch zjawisk lub cech tej samej zbiorowości. Korelacja określa zarówno kierunek, jak i siłę związku pomiędzy nimi. Dla zmiennych wyrażonych w skali ilorazowej i interwałowej podstawową miarą współzależności jest współczynnik korelacji całkowitej Pearsona. Jest on ilorazem miary łącznego zróżnicowania obu cech (kowariancji) oraz iloczynu odchyłeń standardowych każdej z cech. Współczynnik korelacji Pearsona określa się wzorem:

$$r(xy) = \frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})(y_i - \bar{y})}{n \cdot s(x) \cdot s(y)} = \frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})(y_i - \bar{y})}{\sqrt{[\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2][\sum_{i=1}^n (y_i - \bar{y})^2]}}, \quad (4.1)$$

gdzie:

x_i – zaobserwowane wartości cechy X,

y_i – zaobserwowane wartości cechy Y,

$i = 1 \dots n$,

$x = x_i$ – zaobserwowane wartości cechy X,

Średnia arytmetyczna $\bar{x}$ i $\bar{y}$ oraz odchylenia standardowe $S(x)$ i $S(y)$.

Alternatywna forma zapisu współczynnika Pearsona ma postać

$$r(xy) = \frac{n \cdot \sum_i x_i y_i - \sum_i x_i \sum_i y_i}{\sqrt{\left[n \cdot \sum_i x_i^2 - (\sum_i x_i)^2 \right] \cdot \left[n \cdot \sum_i y_i^2 - (\sum_i y_i)^2 \right]}} \quad (4.2)$$

Regresja liniowa opisuje zależność pomiędzy zmiennymi niezależnymi a zmienną zależną, umożliwiając określenie kierunku oraz intensywności analizowanej zależności. W analizowanym badaniu jako zmienne niezależne (X) przyjęto wyniki pomiarów stężeń zanieczyszczeń powietrza, natomiast jako zmienne zależne (Y) – zmienne opisujące rynek nieruchomości mieszkaniowych. Podstawowy model wpływu zmiennej niezależnej x_i na y_i ma postać:

$$\hat{y}_i = f(x_i) = a(y) + b(y) \cdot x_i + e_i \quad (4.3)$$

gdzie:

$a(y)$ – stała modelu (wyraz wolny),
 $b(y)$ – współczynnik regresji,
 $\hat{y}_i$ – wartości teoretyczne zmiennej zależnej,
 e_i – składnik losowy.

W modelu regresji liniowej przyrost zmiennej niezależnej o jednostkę powoduje zmianę (wzrost lub spadek - w zależności od znaku) wartości zmiennej zależnej średnio o wartość odpowiadającą parametrowi $b(y)$, przy założeniu braku wpływu pozostałych zmiennych w modelach wielowymiarowych. Współczynnik $a(y)$ jest stałą modelu i wskazuje zazwyczaj na poziom zmiennej zależnej, przy poziomie zmiennej niezależnej równym 0.

Wszystkie modele regresji prostej poddano ocenie dopasowania do danych empirycznych z wykorzystaniem standardowych miar jakości modelu obejmujących m.in. odchylenie standardowe składnika resztowego (średni błąd szacunku), współczynnik determinacji oraz współczynnik indeterminacji. Podstawową miarą jakości modelu jest wariancja resztowa [MSE – Mean Square Error], określająca stopień rozproszenia wartości empirycznych wokół wartości teoretycznych wyznaczonych przez model. Wariancji resztowa wyrażona jest wzorem:

$$Se^2(Y) = \frac{\sum_i (y_i - \hat{y}_i)^2}{n - k} \quad (4.4)$$

gdzie:

y_i - zaobserwowane wartości zmiennej zależnej,
 $\hat{y}_i = f(x)$ - wartości oszacowane na podstawie odpowiedniej funkcji regresji,
 k - liczba parametrów funkcji, w przypadku funkcji liniowej $k = 2$.

Pierwiastek kwadratowy z wariancji resztowej stanowi odchylenie standardowe składnika resztowego [RSME- Root Mean Square Error]. Parametr ten informuje, o przeciętnej skali odchylenia wartości zaobserwowanych od wartości oszacowanych za pomocą funkcji regresji, stąd określany jest jako średni błąd szacunku:

$$Se(Y) = \sqrt{Se^2(Y)} \quad (4.5)$$

Wyrażenie:

$$1 = \frac{\sum_i (\hat{y}_i - \bar{y})^2}{\sum_i (y_i - \bar{y})^2} + \frac{\sum_i (y_i - \hat{y}_i)^2}{\sum_i (y_i - \bar{y})^2} = R^2 + \phi^2 \quad (4.6)$$

wskazuje, że zmienność całkowita zjawiska może zostać rozłożona na część wyjaśnioną przez model (R^2) oraz część niewyjaśnioną (ϕ^2). Współczynnik determinacji R^2 określa, jaka część wariancji zmiennej zależnej jest wyjaśniana przez funkcję regresji.

Współczynnik indeterminacji ϕ^2 informuje natomiast, jaka część wariancji zmiennej zależnej nie jest wyjaśniana przez model i może być przypisana działaniu czynników losowych. Każdy z tych współczynników może przyjmować wartości z przedziału $< 0;1 >$. Im wartość R^2 jest bliższa jedności, tym model regresji lepiej opisuje zmienność analizowanej zmiennej zależnej. Współczynnik determinacji przyjęto jako podstawową miarę oceny jakości modelu, z uwagi na prostą interpretację, porównywalność wyników oraz możliwość jego stosowania w odniesieniu do modeli o różnej postaci. Inne miary oceny, takie jak np. kryterium AICC, nie posiadają jednocześnie wszystkich tych własności.

4.2.3.1 Korelacje cząstkowe i wielorakie

Podstawową koncepcją towarzyszącą procesowi identyfikacji modeli i analiz wielowymiarowych zastosowanych w pracy jest wykorzystanie współczynników korelacji cząstkowych i wielorakich. W badaniu znalazły one zastosowanie jako narzędzia pomocnicze we wstępnych etapach analizy, a następnie zostały zastąpione wynikami modelowania.

Idea ich konstrukcji wyjaśnia kluczowe trudności występujące w analizie układów wielowymiarowych i jako taka została poniżej syntetycznie przedstawiona.

Korelacja cząstkowa (częściowa) służy do oceny siły i kierunku współzależności pomiędzy dwiema zmiennymi przy założeniu kontrolowania wpływu pozostałych zmiennych. W odróżnieniu od korelacji prostej, uwzględnia ona efekt współoddziaływania innych czynników, dostarczając jednej łącznej miary „czystego” związku pomiędzy analizowanymi zmiennymi. Mechanizm kontrolowania wpływu zmiennych dodatkowych polega na korygowaniu wartości zmiennych zależnych i niezależnych, w taki sposób, aby uwzględnić oddziaływanie zmiennych kontrolowanych.

Oznaczmy analizowane zmienne przez: $X_1, X_2, \dots, X_p$

Współczynniki korelacji pomiędzy zmiennymi parami oznaczmy przez:

$$r_{ij}, \text{ gdzie } i, j = 1, \dots, p \quad (4.7)$$

Rzędem współczynnika korelacji cząstkowej nazywamy liczbę zmiennych kontrolowanych, przy których oceniany jest związek między dwiema zmiennymi. W zapisie symbolicznym współczynnik korelacji cząstkowej oznaczany jest w postaci:

$$r_{24 \cdot 135} \quad (4.8)$$

Zapis ten oznacza współczynnik korelacji cząstkowej między zmiennymi X_2 i X_4 przy zmiennych kontrolowanych X_1, X_3, X_5 .

Kolejność zmiennych przed kropką oraz po kropce jest bez znaczenia. Subskrypty przed kropką (2,4) określane są jako zmienne główne, natomiast po kropce (1,3,5) - jako zmienne

kontrolowane (następcze). Współczynnik korelacji parami jest współczynnikiem korelacji cząstkowej rzędu zero. Korelację między dwiema zmiennymi bez zmiennych kontrolowanych określa się mianem korelacji całkowitej.

Współczynnik korelacji danego rzędu obliczamy w oparciu o współczynniki rzędu niższego o jeden, przykładowo:

$$r_{12 \cdot 3} = \frac{r_{12} - r_{13}r_{23}}{\sqrt{(1-r_{13}^2)(1-r_{23}^2)}} \quad (4.9)$$

Współczynnik korelacji cząstkowej podobnie jak współczynnik korelacji całkowitej przyjmuje wartości z przedziału $[-1, 1]$.

Z właściwości powyższego wzoru wynikają istotne zależności interpretacyjne:

- jeżeli r_{12} równa się zero, to $r_{12 \cdot 3}$ będzie równe zero tylko wówczas, gdy współczynnik r_{13} lub r_{23} lub też oba są równe zero,
- jeżeli r_{12} równa się zero, a r_{13} ma ten sam znak co r_{23} , to korelacja cząstkowa $r_{12 \cdot 3}$ będzie ujemna,
- jeżeli r_{12} równa się zero, a r_{13} i r_{23} mają znaki przeciwne, to korelacja cząstkowa $r_{12 \cdot 3}$ będzie dodatnia,
- współczynnik $r_{12 \cdot 3}$ może mieć i często ma znak przeciwny niż r_{12} .

Korelację cząstkową pomiędzy zmiennymi X_1 i X_2 przy kontrolowanej zmiennej X_3 można interpretować jako korelację pomiędzy resztami regresji X_1 względem X_3 oraz X_2 względem X_3 . W ogólnej postaci wzór na współczynnik korelacji cząstkowej rzędu pierwszego ma postać:

$$r_{ij \cdot k} = \frac{r_{ij} - r_{ik}r_{jk}}{\sqrt{(1-r_{ik}^2)(1-r_{jk}^2)}} \quad (4.10)$$

dla $(i, j, k = 1, \dots, p; i \neq j \neq k)$

Chcąc obliczyć zbiór współczynników korelacji dla q pierwszych zmiennych analizowanych parami, przy jednoczesnej eliminacji wpływu $(p-q)$ pozostałych zmiennych macierz korelacji R należy podzielić na odpowiednie podmacierze:

$$Y_l = w_{1l}X_1 + w_{2l}X_2 + \dots + w_{pl}X_p = \sum_{j=1}^p w_{jl}X_j$$

Macierz współczynników korelacji cząstkowej na wówczas postać:

$$\Gamma_{ij \cdot (q+1) \dots p} \quad (4.11)$$

a zależność macierzowa wyrażona jest równaniem:

$$\mathbf{R}_{11 \cdot 2} = [r_{ij \cdot (q+1) \dots p}] = \mathbf{R}_{11} - \mathbf{R}_{12} \mathbf{R}_{22}^{-1} \mathbf{R}_{12}^T \quad (4.12)$$

W ogólnej postaci wzór iteracyjny na współczynnik korelacji cząstkowej rzędu p można zapisać jako:

$$r_{12 \cdot 34 \dots p} = \frac{r_{12 \cdot 34 \dots (p-1)} - r_{1p \cdot 34 \dots (p-1)} r_{2p \cdot 34 \dots (p-1)}}{\sqrt{(1 - r_{1p \cdot 34 \dots (p-1)}^2)(1 - r_{2p \cdot 34 \dots (p-1)}^2)}} \quad (4.13)$$

Natomiast współczynnik korelacji wielorakiej, może być wyrażony w postaci iteracyjnej, zgodnie z zależnością:

$$\mathbf{R}_{1(23 \dots p)} = \sqrt{\mathbf{R}_{1(23 \dots (p-1))}^2 + r_{1p \cdot 23 \dots (p-1)}^2 (1 - \mathbf{R}_{1(23 \dots (p-1))}^2)} \quad (4.14)$$

Innym uogólnieniem prostej zależności pomiędzy dwoma zmiennymi jest korelacja wieloraka (wielokrotna), opisująca relację pomiędzy jedną zmienną zależną a dwiema lub większą liczbą zmiennych niezależnych rozpatrywanych łącznie. W tym przypadku przedmiotem analizy jest jednoczesne oddziaływanie wielu czynników na badane zjawisko. Matematycznym punktem wyjścia dla korelacji wielorakiej, podobnie jak w przypadku korelacji cząstkowej, jest równanie regresji wielokrotnej, które można zapisać w postaci:

$$X_1 = a + b_{12 \cdot 3 \dots} X_2 + b_{13 \cdot 2 \dots} X_3 + \dots + b_{1p \cdot 2 \dots} X_p \quad (4.15)$$

gdzie:

X_1 - zmienna zależna,

$X_2, \dots, X_p$ - zmienne niezależne,

$b_{12 \cdot 3 \dots}, b_{13 \cdot 2 \dots}$ - współczynniki regresji cząstkowej.

Korelacja wieloraka nie stanowi sumy prostych korelacji pomiędzy zmienną zależną a poszczególnymi zmiennymi niezależnymi analizowanymi oddzielnie. Odzwierciedla ona łączny wpływ zespołu zmiennych objaśniających na zmienność zmiennej zależnej. Współczynnik korelacji wielorakiej oznaczany jest symbolem:

$$R_{1(23 \dots p)} \quad (4.16)$$

i stanowi miarę stopnia związku pomiędzy pojedynczą zmienną zależną X_1 a kombinacją zmiennych niezależnych $X_2, \dots, X_p$

W ogólnej postaci współczynnik korelacji wielorakiej jest pierwiastkiem kwadratowym z wyrażenia:

$$R_{1(23 \dots p)}^2 = 1 - \frac{S_{1(23 \dots p)}^2}{S_1^2} \quad (4.17)$$

gdzie: $S_{1(23...p)}^2$ jest wariancją resztową, natomiast S_1^2 oznacza wariancję zmiennej zależnej X_1 .

Przy wykorzystaniu wielkości stosowanych w analizie wariancji dla modelu regresji postaci:

$$Y = a + \sum_{i=1}^k b_i x_i \quad (4.18)$$

możliwe jest przedstawienie następujących zależności:

$$S_{1(23...p)}^2 = S_e^2 = \frac{SK_e}{(n - k - 1)} \text{ - wariancja resztowa,}$$

gdzie: SK_e – suma kwadratów reszt,

$$R_{1(23...p)}^2 = R^2 = \frac{SK_r}{SK_c} \text{ - współczynnik korelacji wielorakiej,}$$

gdzie: SK_r – suma kwadratów w regresji

SK_c – całkowita suma kwadratów,

przy czym przyjęto oznaczenia: $Y = X_l, (X_l, \dots, X_k) = (X_2, \dots, X_p)$ oraz $k = p - 1$

Wielkość $R_{1(23...p)}^2$ stanowi współczynnik determinacji, określający jaka część całkowitej zmienności zmiennej X_1 jest wyjaśniona przez zespół zmiennych niezależnych $X_2, \dots, X_p$. Wielkość $1 - R_{1(23...p)}^2$ interpretuje się jako współczynnik indeterminacji, wskazujący część zmienności niewyjaśnioną przez model.

Wyznaczenie współczynnika korelacji wielorakiej jest integralnym elementem analizy dopasowania modeli regresji. Interesujące jednak alternatywne sposoby jego obliczania, wykorzystujące współczynniki korelacji całkowitej oraz cząstkowej. Zależności ujawniające się w tym ujęciu dobrze odzwierciedlają strukturę wewnętrznych relacji pomiędzy zmiennymi oraz pozwalają lepiej uchwycić sens i interpretację współczynnika. W przypadku trzech zmiennych współczynnik korelacji wielorakiej można zapisać jako:

$$R_{1(23)}^2 = \frac{r_{12}^2 + r_{13}^2 - 2r_{12}r_{13}r_{23}}{1 - r_{23}^2} \quad (4.19)$$

co umożliwia jego wyrażenie za pomocą współczynników korelacji całkowitej. Alternatywnie, możliwe jest wykorzystanie współczynników korelacji cząstkowej:

$$1 - R_{1(23)}^2 = (1 - r_{12}^2)(1 - r_{13.2}^2) = (1 - r_{13}^2)(1 - r_{12.3}^2)$$

W ujęciu ogólnym, dla dowolnej liczby zmiennych, zależność ta przyjmuje postać:

$$1 - R_{1(23...p)}^2 = (1 - r_{12}^2)(1 - r_{13.2}^2)(1 - r_{14.23}^2) \dots (1 - r_{1p.23...(p-1)}^2) \quad (4.20)$$

Współczynnik korelacji wielorakiej można również zapisać w postaci, która w sposób bardziej precyzyjny wyjaśnia istotę zależności, w szczególności w kontekście wyjaśniania

zróznicowania zmiennej zależnej przez kolejne zmienne niezależne. Dla przypadku trzech zmiennych zależność ta przyjmuje postać:

$$R_{1(23)}^2 = r_{12}^2 + r_{13.2}^2 \cdot (1 - r_{12}^2) \quad (4.21)$$

$$\left(\begin{array}{c} \text{część} \\ \text{wyjaśniona} \\ \text{przez 2 i 3} \end{array} \right) = \left(\begin{array}{c} \text{część} \\ \text{wyjaśniona} \\ \text{przez 2} \end{array} \right) + \left(\begin{array}{c} \text{dodatkowa} \\ \text{część} \\ \text{wyjaśniona} \\ \text{przez 3} \end{array} \right) \cdot \left(\begin{array}{c} \text{część} \\ \text{niewyjaśniona} \\ \text{przez 2 i 3} \end{array} \right)$$

Związek pomiędzy współczynnikiem korelacji wielorakiej a współczynnikami korelacji cząstkowej można dodatkowo zilustrować zależnością:

$$r_{13.2}^2 = \frac{R_{1(23)}^2 - r_{12}^2}{1 - r_{12}^2} \quad (4.22)$$

która pokazuje, w jakim stopniu kolejna zmienna niezależna zwiększa poziom wyjaśnienia zmienności zmiennej zależnej.

4.3. Diagnostyka i ocena jakości danych pomiarowych

Do oceny jakości wybranych jednogodzinnych danych pomiarowych, przed ich uśrednieniem do interwałów kwartalnych, zastosowano metodę diagnostyki danych opartą na estymatorach odpornych¹⁸⁸. Celem tej metody była identyfikacja potencjalnych obserwacji odbiegających od wartości oczekiwanych w sensie natury analizowanego zjawiska, które mogły wskazywać na nieprawidłowości w pomiarach.

Istota procedury diagnostycznej opiera się na analizie charakteru obserwacji odstających, w szczególności ich klasyfikacji jako obserwacji wpływowych, oddalonych lub nietypowych. Zastosowane podejście umożliwia wykrycie sytuacji, w których wartości pomiarów są niezgodne z naturą zjawiska, pozwalając na odróżnienie naturalnego wpływu czynników egzogenicznych od obserwacji potencjalnie błędnych. Mechanizm identyfikacji obserwacji podejrzanych oparty jest przede wszystkim na ocenie wpływu usunięcia danej obserwacji na rdzeń zbioru danych.

Istotnym elementem diagnostyki była weryfikacja czy występowanie wartości odstających może być uzasadnione naturalnymi przyczynami, takimi jak zmienne warunki

¹⁸⁸ P. O. Czechowski, Nowe metody oraz modele oceny jakości danych pomiarowych w sieciach monitorujących zanieczyszczenia atmosfery, monografia Wydawnictwo Akademii Morskiej w Gdyni 2013, s. 87-97; P.O. Czechowski, A. Badyda, G. Majewski, *Data mining system for air quality monitoring networks*, Archives of Environmnetal Protection, 39(4), 2013, s. 123-144.

meteorologiczne, które w sposób rzeczywisty wpływają na koncentracje zanieczyszczeń powietrza. Pod względem matematycznym metoda obejmuje dwa zasadnicze etapy:

- etap jednowymiarowy, w którym analizowane są właściwości statystyczne poszczególnych ciągów pomiarowych,
- etap wielowymiarowy, w którym uwzględnia się dodatkowo wpływ czynników egzogenicznych meteorologicznych lub przestrzennych na uzyskane wyniki pomiarów.

W badaniu przeprowadzono analizę w ujęciu przestrzennym, umożliwiającą identyfikację potencjalnych nieprawidłowości. Przyjęto założenie, że obserwacje odstające mogą ujawnić błędy pomiarowe, które nie wynikają ani z naturalnych procesów atmosferycznych, ani z przestrzennych współzależności pomiędzy pomiarami.

Punktem odniesienia w procesie diagnostyki były modele matematyczne oparte na danych historycznych zarówno surowych, jak i poddanych transformacjom (np. linearyzacji dystrybuanty rozkładu). Jakość tych modeli, stopień ich dopasowania oraz stabilność parametrów decydowały o wiarygodności oceny jakości danych. Na podstawie reszt zidentyfikowanego modelu diagnostycznego wyznaczono miary oceny jakości dla poszczególnych etapów. Mimo, że stosowane miary były formalnie zbliżone, ich interpretacja różniła się w zależności od etapu. Każdy etap stanowił bowiem odrębne zagadnienie analityczne, z jasno określonym celem, sposobem przekształcania danych wejściowych oraz procedurą oceny jakości.

Identyfikację obserwacji odstających przeprowadzono z wykorzystaniem reszt, które wyznaczono względem modeli liniowych, nieliniowych oraz wielowymiarowych, dobranych odpowiednio do poszczególnych etapów analizy. Ich ogólną postać określa zależność:

$$e_i = y_i - \hat{y}_i \quad (4.23)$$

gdzie:

y_i - wartości empiryczne zmiennej endogenicznej poddawanej analizie jakości,

$\hat{y}_i$ - wartości teoretyczne wyniki pomiarów wynikające z postaci modelu wiążącego wyniki pomiarów zmiennej endogenicznej z czynnikami egzogenicznymi,

e_i - reszty surowe.

Oprócz poprawnej specyfikacji modeli, istotnym elementem procesu analitycznego jest właściwe przygotowanie danych wejściowych, obejmujące standaryzację, diagnostykę jakości oraz transformacje. Równie istotne jest zapewnienie spójnej i porównywalnej prezentacji wyników, umożliwiającej ich interpretację oraz dalsze analizy.

Kluczowymi elementami procesu są wielkości $\hat{y}_i$ - wartości teoretyczne wyznaczone dla każdego etapu analizy na podstawie przyjętego modelu. Stanowią one punkt odniesienia

zarówno dla oceny jakości dopasowania, jak i dla weryfikacji poprawności założeń modelowych.

Z punktu widzenia konstrukcji modeli, istotne było takie dobranie ich postaci, aby możliwie precyzyjnie odzwierciedlały rzeczywisty charakter analizowanego zjawiska i mogły stanowić punkt odniesienia w każdym kolejnym etapie analizy. Poprawność przyjętych modeli ma istotne znaczenie dla wiarygodności procedury diagnostycznej oraz jakości uzyskanych oszacowań parametrów.

Dobór postaci modeli oparto na analizie miar dopasowania do danych empirycznych, przy jednoczesnej weryfikacji spełnienia założeń stosowności. Uzupełnienie procedury stanowiły kryteria informacyjne, umożliwiające obiektywną ocenę i porównywalność wielu modeli – zarówno w obrębie analiz pojedynczych ciągów pomiarowych, jak i między różnymi zmiennymi opisującymi badane zjawisko.

Ze względu na dużą liczbę analizowanych modeli oraz parametrów, dla zapewnienia spójności i przejrzystości analiz, obliczenia cząstkowe oparto na czterech podstawowych miarach diagnostycznych:

- DFITS – wskaźnik wpływu poszczególnych obserwacji na dopasowanie modelu,
- h_i (leverage) – miara odległości obserwacji od środka układu danych,
- odległość Cooka – syntetyczna miara wpływu obserwacji na wyniki regresji,
- statystyka F – miara globalnego dopasowania modelu i istotności jego parametrów.

Uzupełnieniem były inne miary diagnostyczne, takie jak odległość Mahalanobisa czy COVRATIO, dostarczające dodatkowych informacji interpretacyjnych. Każda z czterech miar podstawowych w każdym etapie analizy ma inne znaczenie, opisane w tabeli poniżej (Tabela 7). Obrazowo rzecz ujmując, istotą zastosowanego mechanizmu było oszacowanie wpływu usunięcia pojedynczego pomiaru lub grupy pomiarów na pozostałą część zbioru danych. Syntetycznie, procedura diagnostyczna obejmowała sześć etapów głównych:

1. Ocena surowych pomiarów

Pierwszy etap miał na celu identyfikację obserwacji silnie odbiegających od poziomu średniego. Z uwagi na brak założeń dotyczących normalności rozkładu, etap ten zastępuje dotychczas nieprawidłowo stosowane w praktyce prawo trzech sigm. Danymi wejściowymi w tym etapie są rzeczywiste pomiary, które w zależności od potrzeb analitycznych mogą zostać poddane transformacjom bezstratnym (Tabela 7).

Tabela 7. Systematyka miar oceny jakości wraz z ich syntetyczną charakterystyką dziedziny: t-czasu; f-częstotliwości; s-przestrzeni.

Etap	Etapy analizy; dziedzina	Poziom odniesienia	Dfits/G rubbs*	hi/Ro-sner*	Odległość Cooka	Fi	Odległość Mahalanobis	Czas obliczeń	Znaczenie	Charakterystyka
1	Etap oceny danych surowych; t, f	Poziom średni	Obserwacja nietypowowa lub outlier	jaki wpływ ma zidentyfikowany pomiar na wszystkie pozostałe pomiary	jaki wpływ ma zidentyfikowany pomiar na wszystkie pozostałe pomiary	test istotności dla hi	-	Krótki	Analiza wstępna	Nieprawidłowości w seriach wyników pomiarowych w dziedzinie czasu i częstotliwości; skrajne pomiary, silne zmienności w seriach pomiarowych
2	Etap oceny rozkładów wyników pomiarów; f	Zidentyfikowana postać rozkładu zmiennej; zlinearyzowana dystrybucja	Obserwacja nietypowowa lub outlier	jaki wpływ ma zidentyfikowany pomiar na rozkład zmiennej	czy przyczyna identyfikacji leży po stronie rozkładu zmiennej	test istotności dla hi	czy przyczyna identyfikacji leży po stronie wartości empirycznych?	Krótki	Ocena łączna dużej liczby wyników pomiarów	Nieprawidłowości w dziedzinie częstotliwości, względem zidentyfikowanej postaci rozkładu; np. występowanie okresów pomiarów podobnych czy też silne odstępstwa całej serii od rozkładu będącego punktem odniesienia
3	Etap oceny przebiegu w czasie i widma; f, t	Nieliniowy model uwzględniający okresowość	Obserwacja nietypowowa lub outlier	jaki wpływ ma zidentyfikowany pomiar na model widmowy	jaki wpływ ma zidentyfikowany pomiar na wszystkie pozostałe pomiary	test istotności dla hi	czy przyczyna identyfikacji leży po stronie trendu lub drgań harmonicznych?	Długi	Identyfikacja właściwa lub potwierdzenie pomiarów, których nie można opisać matematycznie w ujęciu jednowymiarowym	Nieprawidłowości, których przyczyny nie można wyjaśnić za pomocą naturalnych zmian w czasie i rozkładzie łącznie; model harmoniczny jest w stanie opisać pełny sygnał wejściowy, przez co odstępstwa od tego punktu odniesienia mają duże znaczenie w identyfikacji nieprawidłowości
4	Etap oceny statystycznej rozkładów wyników	Rozkład normalny	Outlier statystyczny	outlier statystyczny				Umiarowany; zależny od	Odstępstwa od rozkładu	Jako uzupełnienie analiz eksploracyjnych; wymaga spełnienia założenia o

Etap	Etapy analizy; dziedina	Poziom odniesienia	Df fits/G rubbs*	hi/Ro-sner*	Odległość Cooka	Fi	Odległość Mahalanobis	Czas obliczeń	Znaczenie	Charakterystyka
	pomiarów; f							liczby iteracji		normalności rozkładu
5	Etapy oceny wielowymiarowej parami; t, f, s	Liniowa zależność pomiędzy dwoma zmiennymi	Obserwacja nietypowowa lub outlier	siła wpływu zidentyfikowanego pomiaru na model (na parę zmiennych)	czy przyczyna identyfikacji leży po stronie zmiennej niezależnej?	test istotności dla hi	czy przyczyna identyfikacji leży po stronie rozkładu zmiennej zależnej	Długi; w przypadku szczególnym zależny od liczby iteracji	Ocena cząstkowa, przed etapem końcowym wraz z identyfikacją przyczyn wystąpienia nieprawidłowości	Identyfikacja przyczyn powstawania nieprawidłowości
6	Wielowymiarowe Etapy oceny wielowymiarowego wpływu czynników egzogenicznych; t, f, s	Zależność określająca wpływ łączny wielu zmiennych niezależnych (meteorologia, stężenia) na wyniki pomiarów stężenia	Obserwacja nietypowowa lub outlier	siła wpływu zidentyfikowanego pomiaru na model (na wszystkie ujęte)	czy przyczyna identyfikacji leży po stronie zmiennych niezależnych?	test istotności dla hi	czy przyczyna identyfikacji leży po stronie rozkładu zmiennej zależnej	Długi; w przypadku szczególnym zależny od liczby iteracji	Ocena końcowa wraz z identyfikacją przyczyn wystąpienia nieprawidłowości	Identyfikacja przyczyn powstawania nieprawidłowości

Źródło: P.O. Czechowski, *Nowe metody oraz modele oceny jakości danych pomiarowych w sieciach monitorujących zanieczyszczenia atmosfery*, monografia Wydawnictwo Akademii Morskiej w Gdyni 2013, s. 50-51.

2. Ocena w ujęciu rozkładu

W drugim etapie analizowane są obserwacje odbiegające od zidentyfikowanej postaci funkcji gęstości rozkładu - oddalone zarówno na końcach, jak i względem przebiegu funkcji. Danymi wejściowymi jest zlinearyzowana dystrybuanta w postaci kwantyli empirycznych versus teoretycznych. Na tym etapie identyfikowany jest prosty model MNK stanowiący punkt odniesienia dla mierników błędnych pomiarów.

3. Ocena w ujęciu przebiegu w czasie

Celem trzeciego etapu jest wykrycie pomiarów, które mimo zgodności z wcześniejszymi etapami nie powinny wystąpić w określonym momencie czasu. Jest to jeden z trudniejszych etapów, gdyż identyfikacja postaci modelu stanowi kluczowe zadanie z punktu widzenia skuteczności procedury diagnostycznej. W analizie zastosowano model harmoniczny wykorzystujący dekompozycję Fouriera, tj. regresję harmoniczną z delimitacją trendu. Zastosowanie prostych modeli wykładniczych odrzucono z uwagi na ich niewystarczającą skuteczność, natomiast modeli typu ARIMA ze względu na nadmierną niejednoznaczność uzyskiwanych rozwiązań. Danymi wejściowymi są ciągi wyników pomiarów pozbawione braków w danych, z możliwością zastosowania odpowiednich transformacji.

4. Porównanie z klasycznymi metodami statystycznymi

Etap czwarty ma na celu zapewnienie porównywalności wyników z klasyczną metodologią identyfikacji obserwacji typu „outliers”, proponowaną m.in. przez EPA i EEA. W etapie tym zaimplementowano klasyczne testy obserwacji odstających w taki sposób, że w zadanej liczbie iteracji identyfikowane są wartości potencjalnie nieprawidłowe. Podejście to stanowi rozszerzenie procedury klasycznej, w której analizie poddawane są pojedyncze obserwacje.

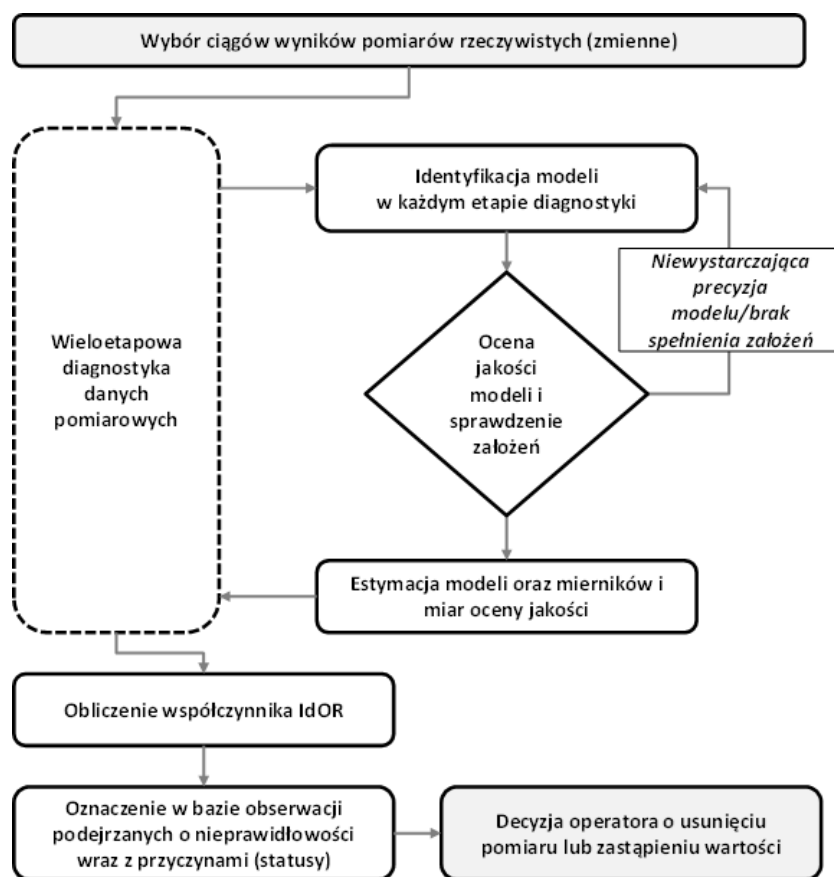
5. Ocena w ujęciu dwuwymiarowym

Piąty etap stanowi początek oceny jakości w ujęciu sensu stricto wielowymiarowym. Umożliwia on jednocześnie uwzględnienie dwóch zmiennych, zarówno w sensie regresyjnym (przyczynowo – skutkowym), jak i przestrzennym (np. dwóch pomiarów tego samego zanieczyszczenia pochodzących z różnych lokalizacji). Modele dwuwymiarowe (analizowane parami) pozwalają na ocenę charakteru relacji pomiędzy zmienną ocenianą (endogeniczną), a poszczególnymi zmiennymi objaśniającymi.

6. Ocena w ujęciu wielowymiarowym

Ostatni etap obejmuje model regresji wielowymiarowej, stanowiący punkt odniesienia dla oceny jakości danych w warunkach jednoczesnego oddziaływania wielu potencjalnych przyczyn. Podejście to umożliwia identyfikację wpływu wybranych czynników na zanieczyszczenie oraz na ocenę jakości tejże zmiennej w ujęciu przyczynowym.

Powyższe syntetyczne przedstawienie metodologii diagnostyki danych pomiarowych przedstawia ideę oraz przyjęte rozwiązania, co ilustruje (Rys. 55).



Rys. 55. Metodologia diagnostyki danych zastosowanych w pracy – ujęcie schematyczne

Źródło: *Ibidem*, s. 60.

Etapy procesu diagnostyki oraz obliczone miary stanowiły podstawę budowy syntetycznej miary ryzyka błędu wyniku pomiaru - IdOR (Identification Odds Ratio). Algorytm obliczania miary obejmował:

1. Obliczenie miar jakości w poszczególnych etapach diagnostyki.
2. Określenie wag dla:
 - miar oceny jakości w obrębie etapu,
 - etapów procesu diagnostyki.
3. Wyznaczenie wag cząstkowych dla pomiarów.
4. Obliczenie współczynnika ryzyka błędu.

System wag umożliwiał uwzględnienie znaczenia zarówno etapów diagnostyki, jak i poszczególnych miar w oszacowaniu ryzyka błędnego pomiaru (Tabela 8).

Tabela 8. System wagowy miary ryzyka błędu.

								W_i
Ozna- czenie etapu	Id Etapu	Opis	WiSk1 (DFITS)	WiSk2 (H)	WiSk3 (Cook)	WiSk4 (Fi)	suma	Suma kol.=1
UA	1	Dane	0.5	0.3	0.15	0.05	1	0.04
UB	2	Rozkł	0.5	0.3	0.15	0.05	1	0.08
UC	3	QAAH1	0.5	0.3	0.15	0.05	1	0.24
UD	4	Iter	0.5	0.5			1	0.16
MA	101	Parami	0.5	0.2	0.25	0.05	1	0.24
MB	102	Łącznie	0.5	0.2	0.25	0.05	1	0.24

Źródło: *Ibidem*, s. 138-139.

Wartość współczynnika ryzyka błędu, przedstawiona w postaci procentowej pozwalała na ocenę stopnia ryzyka, że dany pomiar może być obarczony błędem. Celem budowy syntetycznej miary było zapewnienie możliwie precyzyjnej identyfikacji obserwacji podejrzanych wraz z informacją o charakterze nieprawidłowości. W budowie miary uwzględniono postulat elastyczności jej dalszej rozbudowy, poprzez system wag oraz postulat prostoty interpretacji – poprzez wyrażenie ryzyka w procentach.

4.4. Wybór postaci modeli i metody analizy empirycznej

Złożoność analizowanego zjawiska, wynikająca z wielowymiarowego charakteru relacji pomiędzy jakością powietrza a rynkiem nieruchomości mieszkaniowych, uzasadniała zastosowanie komplementarnego zestawu metod statystycznych. W badaniu wykorzystano zarówno metody eksploracyjne, służące identyfikacji struktury współzależności pomiędzy zmiennymi, jak i modele statystyczne umożliwiające ilościowy opis analizowanych relacji.

Przyjęte podejście badawcze zakładało sekwencyjne przechodzenie od metod umożliwiających rozpoznanie struktury danych, poprzez techniki redukcji wymiaru, aż do modeli regresyjnych i wariancyjnych, pozwalających na formalną weryfikację zależności pomiędzy zmiennymi. Tak zdefiniowana procedura badawcza zapewnia spójność metodologiczną oraz porównywalność wyników uzyskanych z zastosowaniem różnych klas modeli. W konsekwencji w pracy wykorzystano następujące klasy metod i modeli statystycznych:

- analizę skupień (CA),
- analizę składowych głównych (PCA),
- model regresji wielorakiej estymowany metodą najmniejszych kwadratów (OLS/MNK),
- ogólny model liniowy (GLM/GRM),

- modele analizy wariancji (ANOVA/ANCOVA).

Tak zdefiniowana logika postępowania badawczego znajduje odzwierciedlenie w kolejności prezentowanych metod analitycznych.

4.4.1. Analiza skupień

Analiza skupień stanowi jedną z podstawowych metod statystycznej analizy wielowymiarowej, umożliwiającą grupowanie obiektów opisanych wieloma zmiennymi w sposób odzwierciedlający ich wewnętrzne podobieństwa oraz zróżnicowanie. Istotą analizy skupień jest identyfikacja jednorodnych podzbiorów (skupisk/klastrów/klasami) w obrębie niejednorodnego zbioru danych, a więc dekompozycja zbioru obserwacji na grupy, których elementy są do siebie możliwie najbardziej podobne, przy jednoczesnej maksymalizacji różnic między skupieniami.

Charakterystyczną cechą tej metody jest brak z góry ustalonych kryteriów klasyfikacji obiektów zarówno w odniesieniu do liczby skupień, jak i ich struktury. W odróżnieniu od metod klasyfikacji nadzorowanej, analiza skupień nie wymaga wcześniejszej wiedzy o istnieniu lub liczbie grup w zbiorze danych. Algorytmy analizy skupień mają charakter eksploracyjny – jeśli naturalna struktura grupowa istnieje, zostanie ujawniona w procesie grupowania. Z tego względu analiza skupień stanowi istotne narzędzie eksploracyjnej analizy danych (EDA), umożliwiające identyfikację naturalnych struktur, relacji oraz obserwacji odstających (outliers). Wyniki grupowania mogą stanowić podstawę do oceny struktury oraz wymiarowości badanego zjawiska, wspomagać proces klasyfikacji obiektów, a także ujawniać nieoczywiste zależności między analizowanymi zmiennymi.

Podstawą metod analizy skupień są miary odległości i podobieństwa między obiektami. Na ich podstawie konstruuje się macierz podobieństw lub macierz odległości, które stanowią punkt wyjścia do procedury grupowania. Macierz podobieństw jest symetryczną macierzą kwadratową o wymiarach $(n \times n)$, której elementy określają stopień podobieństwa parami obserwacji. W praktyce badawczej podobieństwo pomiędzy obiektami definiowane jest najczęściej się pośrednio, poprzez miary odległości wyznaczone dla każdej pary obserwacji. Odległości te można przedstawić w postaci macierzy odległości, stanowiącej szczególny przypadek macierzy podobieństw. W analizie skupień pojęcie odległości pełni funkcję miary niepodobieństwa pomiędzy obiektami – im większa odległość, tym mniejsze podobieństwo.

Aby dana funkcja mogła być uznana za metrykę, musi spełniać trzy podstawowe warunki:

- $d(i, j) \geq 0$ dla każdego i oraz j , ponadto $d(i, j) = 0 \Leftrightarrow i = j$
- $d(i, j) = d(j, i)$ dla każdego i oraz j
- $d(i, j) \leq d(i, k) + d(k, j)$ dla każdego i, j oraz k

Spośród licznych miar odległości, najczęściej stosowaną – oraz wykorzystaną w niniejszej pracy jest odległość euklidesowa, określona wzorem:

$$d_{ij} = \sqrt{\sum_{k=1}^m (x_{ik} - x_{jk})^2} \quad (4.24)$$

gdzie: d_{ij} - odległość między i -tą oraz j -tą obserwacją.

Odległość euklidesowa odzwierciedla geometryczną odległość między punktami w przestrzeni wielowymiarowej i stanowi podstawę wielu klasycznych metod grupowania.

Dla prawidłowego wyznaczenia mierników odległości taksonomicznej, niezbędne jest wcześniejsze przeprowadzenie normalizacji zmiennych. Proces ten ma ona na celu:

- doprowadzenie cech różnoimiennych do porównywalności,
- ujednolicenie charakteru zmiennych,
- stabilizację zmienności.

Wśród procedur normalizacyjnych szczególne znaczenie ma standaryzacja, polegająca na wyrażeniu odchylenia wartości zmiennej od jej średniej w jednostkach odchylenia standardowego:

$$z_{ij} = \frac{x_{ij} - \bar{x}_j}{s_j} \quad (4.25)$$

gdzie $i=1, \dots, n$; $j=1, \dots, p$

Zmienne standaryzowane są wielkościami niemianowanymi, których średnia arytmetyczna przyjmuje wartość zero, natomiast odchylenie standardowe jest równe jeden.

$$(\bar{z}_j = 0) \quad (4.26)$$

$$(s(z_j) = 1) \quad (4.27)$$

Standaryzacja uznawana jest za jedną z najbardziej wiarygodnych i uniwersalnych metod transformacji danych, a tym samym stanowi najczęściej stosowaną formę normalizacji w badaniach taksonomicznych oraz analizach wielowymiarowych. Procedura ta umożliwia porównywanie wartości różnoimiennych zmiennych ze względu na ich względne położenie w rozkładzie danej cechy.

Metody klasyfikacji obiektów wielocechowych opierają się na ocenie stopnia podobieństwa (similarity) lub różnicowania (dissimilarity) pomiędzy nimi w przestrzeni wielowymiarowej. Dwa obiekty uznaje się za identyczne, gdy odpowiadające im wektory wartości wszystkich cech są identyczne. W praktyce jednak identyczne obiekty nie występują – obserwujemy jedynie przybliżone pomiary ograniczonego zestawu ich właściwości. Z tego względu w analizie wielowymiarowej mówi się raczej o podobieństwie obiektów, rozumianym jako zbieżność wybranych ich cech. Stopień podobieństwa między obiektami może być na tyle wysoki, że uzasadnione staje się uznanie ich za jednorodny podzbiór lub za grupę o wspólnych cechach typologicznych. Należy przy tym podkreślić, że pojęcia podobieństwa i różnicowania mają charakter przeciwny, tzn. podobieństwo wyklucza różnicowanie i odwrotnie.

Ze względu na sposób konstrukcji mierników podobieństwa wyróżnia się:

- mierniki odległości lub różnicowania,
- współczynniki korelacji lub asocjacji,
- wskaźniki podobieństwa.

Parametry podobieństwa wykorzystywane w analizie skupień odnoszą się do oceny stopnia zbieżności pomiędzy obiektami wielocechowymi. W zależności od charakteru zmiennych stosuje się różne mierniki podobieństwa, przy czym w przypadku zmiennych ilościowych najczęściej wykorzystuje się mierniki odległości.

W analizach opartych na zmiennych ilościowych ciągłych, typowych dla badań ekonomicznych i środowiskowych, najbardziej adekwatnym sposobem oceny podobieństwa są mierniki odległości, definiowane jako funkcje wartości cech $X_1, \dots, X_p$. Umożliwiają one określenie dystansu między dowolną parą obiektów. Każdy analizowany obiekt może być interpretowany jako punkt w przestrzeni cech, której wymiary wyznaczone są przez wartości zmiennych diagnostycznych. W takim ujęciu odległość pomiędzy obiektami stanowi miarę ich wzajemnego różnicowania i definiowana jest za pomocą odpowiedniej metryki przestrzeni wielowymiarowej. Wyznaczone wartości odległości pomiędzy parami obiektów tworzą macierz odległości o wymiarach $n \times n$, która ma charakter symetryczny i kwadratowy. Na przekątnej macierzy znajdują się wartości zerowe, odpowiadające odległości obiektu od samego siebie. W przypadku operowania miarami podobieństwa, elementy przekątnej przyjmują wartości jedności.

Macierz odległości:

$$D = \{d_{rs}\} = \begin{bmatrix} 0 & d_{12} & \dots & d_{1n} \\ d_{21} & 0 & \dots & d_{2n} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ d_{n1} & d_{n2} & \dots & 0 \end{bmatrix} \quad (4.28)$$

W procesie klasyfikacji pojawia się również kwestia oceny znaczenia poszczególnych zmiennych w kształtowaniu badanego zjawiska. Standaryzacja i inne procedury normalizacyjne formalnie ujednolicają zmienne i nie zmieniają one ich merytorycznego znaczenia. W niniejszym badaniu przyjęto założenie równorzędności zmiennych, co oznacza zastosowanie jednakowych wag dla wszystkich cech diagnostycznych. Formalnie warunek normalizacji wag można zapisać jako:

$$\alpha = \{\alpha_1, \alpha_2, \dots, \alpha_p\} \alpha_j \geq 0 \sum_{j=1}^p \alpha_j = 1 \quad (4.29)$$

W pracy zastosowano miary odległości oraz metody hierarchiczne.

Metody hierarchiczne (ang. *hierarchical methods*) znajdują zastosowanie w sytuacjach, gdy celem badania jest identyfikacja struktury zależności między obiektami na różnych poziomach agregacji. Hierarchiczne metody aglomeracyjne należą do najpełniej rozwiniętych metodycznie oraz najczęściej stosowanych procedur grupowania, głównie ze względu na wysoką przejrzystość algorytmu oraz ich użyteczność interpretacyjną. Uzyskiwanie wyników w postaci ciągu kolejnych klasyfikacji umożliwia kontrolowanie procesu grupowania, natomiast możliwość graficznej prezentacji wyników w postaci dendrogramu (drzewa połączeń) pozwala na analizę sekwencji oraz poziomów łączenia klas i obiektów.

Istotą hierarchicznego grupowania aglomeracyjnego jest założenie, że początkowo każdy obiekt stanowi odrębną jednoelementową grupę. Na podstawie wartości miar odległości lub podobieństwa, zawartych w macierzy odległości, przeprowadzany jest sekwencyjny proces łączenia obiektów w grupy, zależnie od stopnia ich podobieństwa lub zróżnicowania. Pierwszym krokiem procedury aglomeracyjnej jest utworzenie grupy z dwóch najbardziej podobnych obiektów. W kolejnych etapach następuje dołączanie obiektów do już istniejących skupisk lub łączenie uprzednio utworzonych skupień w większe jednostki. Proces ten, obejmuje maksymalnie $(n - 1)$ kroków i prowadzi do utworzenia hierarchii klasyfikacji, przedstawianej graficznie w postaci dendrogramu (ang. *tree diagram*), który odzwierciedla sekwencję oraz poziomy łączenia obiektów i skupisk. Metody hierarchiczne nie zakładają z góry liczby grup, lecz umożliwiają jej ustalenie na podstawie analizy struktury dendrogramu. Kluczowym elementem procedury hierarchicznej jest dobór kryterium łączenia skupisk.

Do najczęściej wykorzystywanych technik hierarchicznego grupowania aglomeracyjnego zalicza się między innymi:

- metodę najbliższego sąsiedztwa (ang. *single linkage, nearest neighbour*),
- metodę pełnego wiązania (ang. *complete linkage, furthest neighbour*),
- metodę średniego połączenia (ang. *average linkage*),
- metodę centroidalną, czyli środka ciężkości (ang. *centroid method*),
- metodę Warda (ang. *Ward's method*),
- metodę mediany (ang. *median method*).

Każda z wymienionych metod opiera się na odmiennym sposobie definiowania odległości między skupiskami, co przekłada się na różną strukturę uzyskanych grup oraz odmienną interpretację wyników klasyfikacji.

W rozprawie wykorzystano metodę Warda, stanowiącą szczególny przypadek hierarchicznych metod aglomeracyjnych. Metoda ta zmierza do minimalizacji sumy kwadratów odchyleń w obrębie skupień, a proces aglomeracji polega na łączeniu pary skupień, dla których przyrost tej wielkości jest najmniejszy na danym etapie procedury. Tak sformułowane kryterium grupowania sprzyja tworzeniu skupień charakteryzujących się wysokim stopniem jednorodności oraz względnie zrównoważoną strukturą. Zaletą metody Warda jest jej tendencja do wyodrębniania struktur zwartych, co ułatwia interpretację wyników klasyfikacji. Należy jednak podkreślić, że ze względu na sekwencyjny i hierarchiczny charakter procedury - metoda ta nie gwarantuje uzyskania rozwiązania globalnie optymalnego, a jej wyniki mogą być wrażliwe na występowanie obserwacji ekstremalnych (outliers). Obecność takich obserwacji może prowadzić do zaburzenia proporcji odległości pomiędzy obiektami, wpływając na strukturę uzyskanych skupień co było jedną z przesłanek przeprowadzenia szczegółowej diagnostyki danych pomiarowych. Z tego względu w analizach empirycznych zaleca się ocenę stabilności klasyfikacji poprzez porównanie rezultatów uzyskanych przy zastosowaniu różnych metod aglomeracji lub miar odległości.

4.4.2. Analiza składowych głównych (PCA)

Analiza składowych głównych (ang. Principal Component Analysis, PCA) stanowi jedną z podstawowych metod analizy wielowymiarowej, opracowaną przez H. Hotellinga¹⁸⁹.

¹⁸⁹ H. Hotelling, *Analysis of a complex of statistical variables into principal components*, Journal of Educational Psychology, 24(6), 1933, s. 417-441.

Jej istota polega na ortogonalnej transformacji pierwotnego zbioru zmiennych obserwowanych do nowego układu zmiennych nieobserwowalnych tzw. składowych głównych, które stanowią liniowe kombinacje zmiennych wyjściowych. Matematyczny zapis składowych głównych:

$$Y_l = w_{1l}X_1 + w_{2l}X_2 + \dots + w_{pl}X_p = \sum_{j=1}^p w_{jl}X_j \quad (4.30)$$

$$l=1, \dots, j=p$$

gdzie:

Y_l – kolejne składowe główne, będące nieobserwowalnymi czynnikami powstałymi poprzez złożenia liniowe rzeczywistych zmiennych,

w_{jl} – wartości ładunków składowych pomiędzy j -tą zmienną rzeczywistą a l -tą składową główną,

$X_1, \dots, X_p$ – zmienne rzeczywiste (pomiaru rzeczywiste).

Celem PCA jest uproszczenie struktury współzależności pomiędzy zmiennymi poprzez redukcję wymiarowości przy zachowaniu możliwie największej części całkowitej zmienności. Pierwsza składowa wyjaśnia największą część wariancji, natomiast kolejne składowe odpowiednio mniejsze jej udziały. Składowe główne są wzajemnie ortogonalne, co oznacza, że pomiędzy nimi nie występują korelacje. W interpretacji geometrycznej odpowiada to sytuacji, w której wektory własne wyznaczające kierunki składowych są do siebie prostopadłe. Składowe główne mogą być interpretowane jako syntetyczne zmienne (metacechy), stanowiące skondensowanie informacji zawartej w zmiennych pierwotnych. Wariancja każdej składowej głównej jest równa odpowiadającej jej wartości własnej, a suma wariancji składowych odzwierciedla całkowitą zmienność zmiennych pierwotnych.

Punktem wyjścia analizy składowych głównych jest macierz kowariancji lub korelacji, zawierająca pełną informację o strukturze współzależności pomiędzy zmiennymi. Ze względu na potencjalne różnice w jednostkach miary oraz rzędy wielkości zmiennych, zaleca się stosowanie danych standaryzowanych, co prowadzi do równoważności macierzy kowariancji i korelacji.

O liczbie składowych pozostawionych do interpretacji decydują kryteria statystyczne. Najczęściej stosowane jest kryterium Kaisera (1960), zgodnie z którym zachowuje się te składowe, których wartości własne przekraczają jedności¹⁹⁰. Kryterium to ma charakter zachowawczy. Alternatywne podejścia zakładają pozostawienie takiej liczby składowych, która

¹⁹⁰ Internetowy Podręcznik Statystyki <http://www.statsoft.pl/textbook/stathome.html> (dostęp: 10.11.2025)

zapewnia wyjaśnienie istotnej części całkowitej wariancji zmiennych (np. 80%, 70%, 65%)¹⁹¹. Uzupełniając wykorzystuje się wykres osypiska (scree plot), zaproponowany przez Cattella (1966), umożliwiający graficzną identyfikację punktu załamania spadku wartości własnych¹⁹². Liczba składowych pozostawionych do interpretacji została określona na podstawie kryterium Kaisera oraz łącznego udziału w wariancji całkowitej. We wszystkich przypadkach spełnione zostało kryterium wartości własnych większych od jedności, a dwie pierwsze składowe wyjaśniały wysoką część zmienności analizowanych układów.

Istotnym elementem interpretacji wyników jest możliwość wyrażenia relacji pomiędzy zmiennymi pierwotnymi a składowymi głównymi w postaci współczynników korelacji:

$$r_{jI} = w_{jI} \sqrt{\lambda_I} \quad (4.31)$$

gdzie:

r_{jI} - współczynnik korelacji pomiędzy j-tą zmienną rzeczywistą I-tą składową główną,

w_{jI} - wartość ładunku składowej,

λ_I - wartość własna (wariancja I-tej składowej).

Poszczególne składowe są powiązane ze zmiennymi rzeczywistymi poprzez ładunki składowych, interpretowane jako system wag. Takie ujęcie umożliwia przekształcenie zbioru zmiennych rzeczywistych do nowego układu zmiennych syntetycznych.

Interpretacja wyników PCA opiera się na analizie wartości ładunków składowych oraz korelacji pomiędzy składowymi a zmiennymi pierwotnymi. Pierwsza składowa zazwyczaj reprezentuje dominujący wzorzec zmienności, natomiast kolejne składowe mogą odzwierciedlać bardziej szczegółowe aspekty analizowanego zjawiska.

4.4.3. Model regresji wielorakiej (MNK)

Model regresji wielorakiej stanowi podstawę ogólnego modelu liniowego. Jego głównym celem jest ilościowy opis zależności pomiędzy wieloma zmiennymi niezależnymi (objaśniającymi), określanymi jako predyktory, a zmienną zależną (objaśnianą, kryterialną). Termin regresja wieloraka został po raz pierwszy użyty przez K. Pearsona w 1908 roku.

W ujęciu ogólnym równanie regresji wielorakiej ma postać:

$$Y = b_0 + b_1 X_1 + b_2 X_2 + \dots + b_k X_k \quad (4.32)$$

gdzie:

Y – zmienna zależna (objaśniana),

¹⁹¹ A.D. Aczel, *Statystyka w zarządzaniu*, Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa 2005, s. 906-907.

¹⁹² Internetowy Podręcznik Statystyki, *op. cit.*

$X_1 \dots X_k$ – zmienne niezależne (objaśniające)- predyktory,

b_0 - wyraz wolny (stała),

$b_1 \dots b_k$ – współczynnik regresji,

k – liczba zmiennych objaśniających.

Współczynniki regresji ($b_1 \dots b_k$) reprezentują niezależny wkład każdej zmiennej niezależnej w przewidywanie wartości zmiennej zależnej. Innymi słowy zmienna X_1 jest skorelowana ze zmienną Y po uwzględnieniu wszystkich pozostałych zmiennych niezależnych. Taki rodzaj korelacji nosi nazwę korelacja cząstkowa. Po raz pierwszy tego terminu użył Yule w 1907 roku. Zasadniczym ograniczeniem metodologicznym modeli regresyjnych jest to, że umożliwiają one jedynie identyfikację współzależności między zmiennymi, lecz nie pozwalają na jednoznaczne potwierdzenie istnienia zależności przyczynowo - skutkowej będącej jej źródłem.

W celu zapewnienia wiarygodnych wyników analizy, model regresji wielorakiej powinien spełniać określone założenia statystyczne:

- liniowa zależność między zmiennymi niezależnymi a zmienną zależną,
- reszty (różnice między wartością obserwowaną a obliczoną z równania regresji) podlegają rozkładowi normalnemu,
- homoskedastyczność – wariancje reszt są stałe wzdłuż wartości przewidywanych przez model - rozrzut wartości reszt wokół linii regresji jest stały na wszystkich poziomach niezależnej zmiennej,
- brak istotnej współliniowości między zmiennymi niezależnymi - zbyt wysoka korelacja może utrudniać ocenę wpływu poszczególnych zmiennych i prowadzić do niestabilnych oszacowań współczynników regresji,
- brak obserwacji odstających (outliers).

Przy spełnieniu wymienionych założeń możliwa jest estymacja modelu regresji metodą najmniejszych kwadratów (MNK). Metoda najmniejszych kwadratów polega na znalezieniu takiej linii, która minimalizuje rozproszenie reszt regresji. Innymi słowy, jest to linia najlepiej dopasowana do punktów w dwuwymiarowej przestrzeni danych. Głównym celem MNK jest znalezienie takich wartości parametrów, które minimalizują różnicę między wartościami obserwowanymi a wartościami przewidywanymi przez model.

4.4.4. Ogólny model liniowy i modele GRM

Ogólny model liniowy (Generalized Linear Model) może być traktowany jako rozszerzenie modelu regresji wielorakiej. W odróżnieniu od klasycznego modelu regresji umożliwia analizę struktur wielowymiarowych, w których występuje więcej niż jedna zmienna zależna. W takim ujęciu wektor Y , obejmujący n obserwacji pojedynczej zmiennej zależnej, może zostać uogólniony do postaci macierzy Y , zawierającej n obserwacji dla m zmiennych zależnych. Analogicznie, wektor współczynników regresji b może zostać zastąpiony macierzą b , w której każdej zmiennej zależnej odpowiada oddzielny wektor współczynników regresji. Zamiana modelu regresji wielorakiej na model wielowymiarowy prowadzi zatem do ujęcia, w którym występuje więcej niż jedna zmienna zależna, a analizie podlegają jednocześnie zależności pomiędzy zespołem zmiennych objaśniających a wieloma zmiennymi objaśnianymi.

Ogólny model liniowy poszerza dodatkowo możliwości analityczne, umożliwiając stosowanie liniowych kombinacji lub transformacji wielu zmiennych zależnych. Rozszerzenie to posiada istotne znaczenie metodologiczne. W szczególności pozwala na zastosowanie testów wielowymiarowych w sytuacji, gdy zmienne zależne są wzajemnie skorelowane, co prowadzi do uzyskania bardziej wiarygodnych wyników niż w przypadku niezależnych analiz jednowymiarowych. Dodatkowo model ten umożliwia analizę układów z powtarzanymi pomiarami, tradycyjnie badanych metodą ANOVA. Zastosowanie ogólnego modelu liniowego pozwala w takich przypadkach na ocenę istotności liniowych kombinacji efektów czynników oraz efektów powtarzanych pomiarów.

Kolejną istotną cechą ogólnego modelu liniowego jest możliwość rozwiązywania równań normalnych również w sytuacji, gdy zmienne objaśniające (X) są liniowo zależne i nie istnieje odwrotność macierzy ($X'X$). Podsumowując, ogólny model liniowy umożliwia:

- analizę liniowych kombinacji wielu zmiennych zależnych,
- estymację modeli w przypadku redundantnych zmiennych objaśniających,
- stosowanie różnych sposobów kodowania predyktorów jakościowych.

Zakres tych możliwości wykracza poza klasyczną regresję wieloraką. Model regresji wielorakiej wykorzystywany jest przede wszystkim do analizy układów zawierających predyktory o charakterze ciągłym, wyrażone w silnych skalach pomiarowych. Natomiast ogólny model liniowy może być stosowany do analizy:

- dowolnego układu analizy wariancji (ANOVA) zawierającego predyktory jakościowe (skategoryzowane),

- dowolnego układu analizy kowariancji (ANCOVA) zawierającego predyktory jakościowe (skategoryzowane) oraz predyktory o charakterze ciągłym,
- dowolnego modelu analizy regresji zawierającego predyktory o charakterze ciągłym.

Efekty w przypadku predyktorów jakościowych mogą być kodowane w macierzy eksperymentu X , przy użyciu modelu przeparametryzowanego lub modelu z sigma-ograniczeniami. Kodowanie z sigma-ograniczeniami umożliwia reprezentację różnorodnych typów układów analitycznych, które następnie mogą być analizowane w ramach ogólnego modelu liniowego.

Modele GRM są rozwinięciem rodziny modeli GLM (ang. *Generalized Linear Model*). Uogólniony Model Regresji Liniowej (ang. *Generalized Linear Regression Model*) nie jest modelem sensu stricto, lecz ścieżką modelową ujmującą wiele klas modeli i metod estymacji takich jak: regresja prosta, regresja wieloraka, regresja czynnikowa, regresja wielomianowa, regresja powierzchni odpowiedzi, regresja powierzchni odpowiedzi dla mieszanin, jednoczynnikowa ANOVA, ANOVA efektów głównych, ANOVA dla układów czynnikowych, analiza kowariancji (ANCOVA), model jednakowych nachyleń.

Model GRM integruje różne podejścia modelowe, umożliwiając analizę złożonych relacji pomiędzy zmiennymi, przy jednoczesnym uwzględnieniu różnych skal pomiarowych zmiennych niezależnych. Reasumując, model GRM, należący do rodziny uogólnionych modeli liniowych, opisuje zależność pomiędzy zmienną objaśnianą a zespołem zmiennych objaśniających poprzez tzw. składnik systematyczny modelu, dany zależnością:

$$\eta = X^T \beta_\eta \quad (4.33)$$

gdzie:

X^T – transpozycja wektora zmiennych objaśniających X

Rozkład prawdopodobieństwa zmiennej objaśnianej jest określony przez tzw. składnik losowy modelu:

$$\eta = X^T \beta_\eta \quad (4.34)$$

Wartość oczekiwana μ składnika losowego zależy od składnika systematycznego w sposób określony przez tzw. funkcję wiążącą l :

$$\eta = l(\mu) \quad (4.35)$$

W zależności od wyboru funkcji wiążącej otrzymuje się różne postaci modeli. Nieznane parametry β są najczęściej estymowane z wykorzystaniem metod największej wiarygodności,

quasi-największej wiarygodności, lub metod bayesowskich. Modele rodziny GRM umożliwiają ocenę zarówno wpływu pojedynczych czynników, jak i interakcji pomiędzy czynnikami.

Uproszczona przykładowa postać modelu GRM dla modelowania i prognozowania stężeń zanieczyszczeń w wybranym punkcie przestrzennym ma postać:

$$\begin{aligned}
 c_{t+1}^W = & g(p_t^W c_t^W + p_{t-1}^W c_{t-1}^W + \dots + p_{t-r}^W c_{t-r}^W + p_t^{kW} k W_t^W + \dots + p_{t-m}^{kW} k W_{t-m}^W \\
 & + p_t^{vW} v W_t^W + \dots + p_{t-m}^{vW} v W_{t-m}^W + p_t^{teW} te W_t^W + \dots + p_{t-m}^{teW} te W_{t-m}^W \\
 & + p_t^{ciW} ci W_t^W + \dots + p_{t-m}^{ciW} ci W_{t-m}^W + p_t^{wiW} wi W_t^W + \dots + p_{t-m}^{wiW} wi W_{t-m}^W \\
 & + p_t^{prpW} prp W_t^W + \dots + p_{t-m}^{prpW} prp W_{t-m}^W + p_t^{prmW} prm W_t^W + \dots \\
 & + p_{t-m}^{prmW} prm W_{t-m}^W + p_t^{opW} op W_t^W + \dots + p_{t-m}^{opW} op W_{t-m}^W \\
 & + p_t^{WDay(i)} WDay(i)_t^W + \dots + p_{t-m}^{WDay(i)} WDay(i)_{t-m}^W + p_t^{W HH(ii)} W HH(ii)_t^W + \dots \\
 & + p_{t-m}^{W HH(ii)} W HH(ii)_{t-m}^W) + e_t^W + e_{t-1}^W + \dots + e_{t-r}^W
 \end{aligned} \quad (4.36)$$

gdzie:

c_{t+1}^W - prognozowane stężenie wskaźnika jakości powietrza na stacji W w czasie t+1 dla t=1 do 505 godzin licząc wstecz od momentu (data i godzina) sporządzania modelu i prognozy w przyszłość (t+1, t+2, ..., t+48)

$c_t^W, c_{t-1}^W, \dots, c_{t-r}^W$ - zmierzone stężenie wskaźnika jakości powietrza na stacji W w czasie t, t-1, ..., t-r, gdzie z kolei r jest długością szeregu historycznego wyznaczoną na etapie identyfikacji (r=505);

$p_t^W, p_{t-1}^W, \dots, p_{t-r}^W$ - estymowane parametry stężeń wskaźnika jakości powietrza na stacji W w czasie t, t-1, ..., t-r;

$WDay(i)_t^W, \dots, WDay(i)_{t-r}^W$ - zmienne identyfikujące cykl tygodniowy po i od 1 do 7 na stacji W w czasie t gdzie z kolei r jest długością szeregu historycznego wyznaczoną na etapie identyfikacji; każdy dzień tygodnia (od 1 do 7) jest reprezentowany przez 0-1 zmienną niezależną;

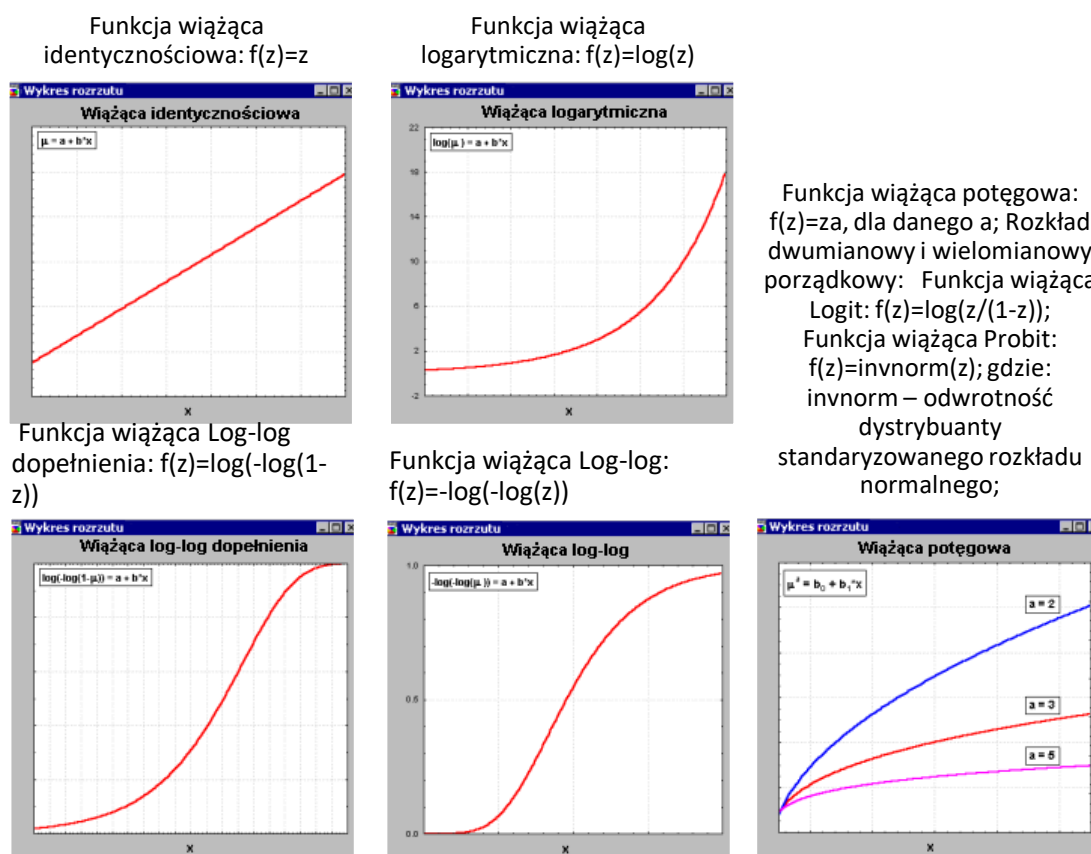
$HH(ii)_t^W, \dots, HH(ii)_{t-r}^W$ - zmienne identyfikujące cykl dobowy zmian (ruch uliczny i przemiany fotochemiczne) po ii od 0:00 do 23:00 na stacji W w czasie t gdzie z kolei r jest długością szeregu historycznego wyznaczoną na etapie identyfikacji;

k – kierunek wiatru, v-prędkość wiatru, te-temperatura, ci-ciśnienie, prp-prędkość pionowa, prm-promieniowanie, op-opad, wi-wilgotność;

e_t^W – reszty modeli na stacji W;

$g()$ – funkcja wiążąca modelu dobierana w zależności od rozkładu składnika losowego (normalny, gamma, Poissona).

W zależności od zakładanego rozkładu zmiennej Y (oznaczenie ct w uproszczonej postaci modelu GRM) oraz skali pomiarowej można użyć różnych funkcji wiążących: rozkład normalny, Gamma, normalny odwrotny i rozkład Poissona. Przykłady funkcji wiążących przedstawiono zbiorczo na poniższym rysunku (Rys. 56).



Rys. 56. Przykładowe funkcje wiążące Personna.

Źródło: Opracowanie własne.

4.4.5. Modele ANOVA i ANCOVA

Celem analizy wariancji (ANOVA) jest testowanie istotności różnic pomiędzy średnimi, zarówno w obrębie wyodrębnionych grup, jak i pomiędzy grupami w populacjach, z których pochodzą analizowane próby.

W ujęciu ogólnym, ANOVA stanowi technikę badania wyników obserwacji, które zależą od jednego lub kilku czynników działających równocześnie, przy czym w odróżnieniu od metod eksploracyjnych, czynniki te są znane i zdefiniowane. Model ANOVA umożliwia weryfikację, czy analizowane czynniki wywierają statystycznie istotny wpływ na zmienną zależną. Zmienna poddawana analizie musi być wyrażona w skali co najmniej interwałowej. W klasycznym teście jednoczynnikowej analizy wariancji bada się wpływ jednego czynnika na wyniki obserwowanej cechy.

Procedura testu analizy wariancji obejmuje następujące etapy:

1. Zakładając istnienie k populacji o rozkładzie normalnym $N(m_i, \sigma_i)$ lub o rozkładzie zbliżonym do normalnego, przyjmuje się założenie jednorodności wariancji, przy czym wariancje te nie muszą być znane. Jednorodność wariancji badana jest testami Levene'a oraz Browna Forsythe'a, który charakteryzuje się większą odpornością na nierówne liczebności grup.
2. Następnie, z każdej z tych populacji losowane są niezależne próby o liczebności n_i elementów. Wyniki obserwacji oznaczane są przez x_{ij} , gdzie:

$$i = 1, 2, \dots, k, \quad j = 1, 2, \dots, n_i$$

przy czym: $x_{ij} = m_i + \xi_{ij}$,

gdzie ξ_{ij} oznacza składnik losowy o rozkładzie $N(0, \sigma)$.

3. Na podstawie obserwacji weryfikowana jest hipoteza o równości średnich wszystkich badanych populacji:

$$H_0: m_1 = m_2 = \dots = m_k$$

wobec hipotezy alternatywnej:

$$H_1: m_1 \neq m_2 \neq \dots \neq m_k$$

4. Na podstawie wyników prób wyznaczane są średnie grupowe $\bar{x}_i$ i średnią ogólną $\bar{x}$ według poniższych wzorów:

$$\bar{x} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^k \sum_{j=1}^{n_i} x_{ij} \quad \text{gdzie } n = \sum_{i=1}^k n_i \quad (4.37)$$

$$\bar{x}_i = \frac{1}{n_i} \sum_{j=1}^{n_i} x_{ij} \quad \text{dla } i = 1, 2, \dots, k \quad (4.38)$$

5. Test ANOVA przebiega według schematu, ujętego w postaci tabeli analizy wariancji (Tabela 9):

Tabela 9. Schemat analizy wariancji ANOVA.

Źródło zmienności	Suma kwadratów	Stopnie swobody	Wariancja	Test F
Między populacjami (grupami)	$\sum_{i=1}^k (\bar{x}_i - \bar{x})^2 n_i$	$k - 1$	$\hat{S}_1^2$	$F = \frac{\hat{S}_1^2}{\hat{S}_2^2}$
Wewnątrz grup (składnik losowy)	$\sum_{i=1}^k \sum_{j=1}^{n_i} (x_{ij} - \bar{x}_i)^2$	$n - k$	$\hat{S}_2^2$	

gdzie:

$$\hat{S}_1^2 = \frac{\sum_{i=1}^k (\bar{x}_i - \bar{x})^2 n_i}{k - 1} \quad (4.39)$$

$$\hat{S}_2^2 = \frac{\sum_{i=1}^k \sum_{j=1}^{n_i} (x_{ij} - \bar{x}_i)^2}{n - k} \quad (4.40)$$

6. Wartość statystyki F porównywana jest z wartością krytyczną $F_{\alpha, k-1, n-k}$ rozkładu F-Snedecora dla ustalonego poziomu istotności α i dla odpowiedniej liczby stopni swobody $k-1$ i $n-k$. Jeżeli:

$F \geq F_{\alpha, k-1, n-k}$, - hipoteza H_0 zostaje odrzucona

$F < F_{\alpha, k-1, n-k}$, - brak podstaw do odrzucenia hipotezy H_0

Odrzucenie hipotezy zerowej wskazuje na statystycznie istotny wpływ czynnika na zmienną zależną. W przeciwnym przypadku wszystkie populacje można uznać za równoważne z punktu widzenia otrzymywanych wartości badanej cechy oraz tym samym brak oddziaływania czynnika na zmienną zależną.

W sytuacji, gdy nie jest spełniony warunek jednorodności wariancji nie stosuje się klasycznej postaci testu ANOVA. Alternatywą jest nieparametryczna analiza wariancji Kruskala - Wallisa (ANOVA KW), oparta na rangach. Statystyka testowa ma postać:

$$H = \frac{12}{n(n+1)} \sum_{i=1}^k \frac{T_i^2}{n_i} - 3(n+1) \quad (4.41)$$

gdzie:

n – liczebność całkowita = $\sum_{i=1}^k n_i$, n_i – liczebności w grupach,

T_i – suma rang w danej grupie,

k – liczba grup.

4.5. Ocena dopasowania modeli do danych empirycznych

W zapisie wzorów miar dopasowania modeli przyjęto oznaczenie ogólne procesu stochastycznego oraz jego szczególnego przypadku, jakim jest szereg czasowy: x_t zastępując symbole zmiennych endogenicznych (y_t lub w zapisie modelowym c_t) i egzogenicznych stosowane w zapisie modeli.

Ocena jakości modeli opiera się na analizie stopnia zgodności danych empirycznych z modelem, wyrażonej za pomocą dostępnych miar błędów dopasowania. Najczęściej

wykorzystywanym miernikiem oceny dopasowania modelu do danych empirycznych jest skorygowany współczynnik determinacji, postaci:

$$R^2 = 1 - \frac{n-1}{n-m-1} \left(1 - \frac{\sum_{t=1}^n (\hat{x}_t - \bar{x})^2}{\sum_{t=1}^n (x_t - \bar{x})^2} \right) \quad (4.42)$$

gdzie:

x_t – wartości zmiennej X w momencie lub okresie t ,

$\hat{x}_t$ – teoretyczna wartość zmiennej X w momencie lub okresie t ,

$\bar{x}$ – średnia wartość zmiennej X w szeregu czasowym o n obserwacjach,

n – liczba obserwacji,

m – liczba zmiennych objaśniających.

Współczynnik ten stanowi miarę stopnia w jakim model wyjaśnia zróżnicowanie wartości zmiennej zależnej, przy uwzględnieniu „czynnika karnego” preferującego w przypadku modeli wielowymiarowych – modele o mniejszej liczbie zmiennych niezależnych.

Uzupełniającą miarą jakości dopasowania jest pierwiastek błędu średniokwadratowego:

$$RMSE = \sqrt{MSE} = \sqrt{\frac{1}{n} \sum_{t=1}^n e_t^2} \quad (4.43)$$

gdzie:

$e_t = x_t - \hat{x}_t$ – reszty modelu.

Miernik RMSE określa przeciętną wielkość odchylen wartości empirycznych od wartości oszacowanych przez model.

Relatywną ocenę błędu umożliwia również współczynnik zmienności oparty na błędzie losowym i średnim poziomie zjawiska, postaci:

$$V(S_e) = \frac{RMSE}{\bar{x}} \cdot 100 \quad (4.44)$$

Miara ta informuje o skali błędu modelu w odniesieniu do średniego poziomu zmiennej.

Uzupełnieniem przedstawionych miar dopasowania, wykorzystanych w ocenie jakości modeli, są kryteria informacyjne, w szczególności kryterium AICC. Kryteria te zostały zastosowane w pracy w procesie diagnostyki danych, przede wszystkim na etapie wyboru postaci modeli w sytuacjach, gdy obliczenie współczynnika determinacji nie było możliwe. Stanowią one rozwinięcie kryterium FPE, zaproponowanego przez Akaike. Miary te można zapisać w postaci:

$$AIC(\beta) := -2\ln L_x \left(\beta, \frac{S_x(\beta)}{n} \right) + 2(p + q + 1) \quad (4.45)$$

$$AICC(\beta) := -2\ln L_x \left(\beta, \frac{S_x(\beta)}{n} \right) + \frac{2(p + q + 1)n}{(n - p - q - 2)} \quad (4.46)$$

Kryterium AICC różni się od AIC poprawką uwzględniającą obciążoność. Statystyki AIC i AICC oparte są na ilorazie funkcji największej wiarygodności. Idea konstrukcji kryteriów informacyjnych polega na porównaniu estymowanego modelu z modelem pełnym (idealnym), przy jednoczesnym uwzględnieniu złożoności modelu. Za najlepszy uznaje się model charakteryzujący się najniższą wartością kryterium.

Ostatecznie jako jedno z kluczowych kryteriów doboru modelu, przyjęto postać kryterium AICC zaproponowaną przez Makridakisa, stanowiącą rozwinięcie wcześniejszych zależności:

$$AICC = n(1 + \log(2\pi)) + n \cdot \ln \hat{\sigma}_k^2 + 2m \quad (4.47)$$

Dla modeli w dziedzinie czasu oraz w dziedzinie czasowo-częstotliwościowej, zastosowano kryterium AICC. Kryterium to spełnia dwie funkcje, z jednej strony działa jako czynnik karny dla modeli nadmiernie sparametryzowanych, z drugiej zaś umożliwia obiektywną ocenę i porównywalność modeli.

Należy podkreślić, że jako kryteria doboru modeli mogą być wykorzystywane również inne miary jakości, zarówno modelu jak i prognoz, przy czym wybór konkretnego miernika uzależniony jest od celu analizy. W takim przypadku konieczne jest uwzględnienie ograniczeń interpretacyjnych stosowanych miar. Mierniki konstruowane są bowiem w celu opisu określonych własności modelu, a koncentracja wyłącznie na jednym aspekcie dopasowania może prowadzić do błędnych wniosków. Przykładem jest miernik MAPE, który odnosi się jedynie do błędu wyznaczonego względem wartości rzeczywistych, nie dostarczając informacji o kierunku ani przyczynach odchyleń.

Statystyka AICC preferuje modele charakteryzujące się niewielkim błędem estymacji, relatywnie małą liczbą parametrów, których estymacja oparta jest na dużej próbie. W praktyce interpretacyjnej można przyjąć, że spośród dwóch rozważanych modeli lepszym jest model o niższej wartości kryterium AICC.

4.6. Schemat postępowania badawczego

Przyjęte postępowanie badawcze opierało się na sekwencyjnym zastosowaniu komplementarnych metod statystycznych, umożliwiających wieloaspektową analizę relacji pomiędzy jakością powietrza a rynkiem nieruchomości mieszkaniowych.

W pierwszym etapie wykorzystano analizę skupień, której celem była identyfikacja podobieństw pomiędzy wcześniej zdefiniowanymi segmentami metrażowymi lokali mieszkalnych oraz wyodrębnienie grup obserwacji o zbliżonych cechach. W analizie zastosowano

odległość euklidesową oraz metodę Warda, sprzyjającą tworzeniu jednorodnych skupień poprzez minimalizację zróżnicowania wewnątrzgrupowego. Analizy przeprowadzono odrębnie dla liczby transakcji oraz cen 1 m² lokali mieszkalnych, z uwzględnieniem rynku pierwotnego, wtórnego oraz danych zagregowanych, dla Gdańska, Warszawy i Krakowa.

W drugim etapie zastosowano analizę składowych głównych (PCA), ukierunkowaną na rozpoznanie struktury współzależności pomiędzy zmiennymi środowiskowymi a zmiennymi opisującymi rynek nieruchomości. Metoda ta umożliwiła redukcję wymiarowości zbioru zmiennych środowiskowych oraz identyfikację głównych komponentów zmienności. W szczególności pozwoliła ocenić, czy zmienne opisujące jakość powietrza tworzą jeden spójny wymiar środowiskowy, czy też ulegają dekompozycji na odrębne składowe. Analizę PCA przeprowadzono analogicznie dla liczby transakcji oraz cen 1 m² lokali mieszkalnych na rynku pierwotnym i wtórnym.

Końcowy etap obejmował modelowanie zależności pomiędzy poziomami zanieczyszczeń powietrza a zmiennymi rynku nieruchomości z wykorzystaniem modeli GRM lub MNK. Zastosowane podejście umożliwiło jednocześnie uwzględnienie efektów głównych oraz interakcji, jak również identyfikację potencjalnych nieliniowości relacji pomiędzy analizowanymi zmiennymi. Zastosowane podejście pozwoliło na ocenę, w jakim stopniu zidentyfikowane wcześniej zależności strukturalne przekładają się na mierzalne efekty rynkowe, przy jednoczesnym uwzględnieniu segmentacji metrażowej oraz uwarunkowań lokalnych. Modelowanie przeprowadzono odrębnie dla liczby transakcji oraz cen 1 m² lokali mieszkalnych, z rozróżnieniem typów rynku.

Po przeprowadzeniu analiz dokonano syntetycznej oceny porównawczej wyników uzyskanych z zastosowaniem poszczególnych metod, obejmującej wszystkie badane miasta. Umożliwiło to identyfikację zarówno wspólnych, jak i zróżnicowanych mechanizmów oddziaływania czynników środowiskowych na rynki nieruchomości mieszkaniowych.

ROZDZIAŁ 5. PREZENTACJA WYNIKÓW BADAŃ

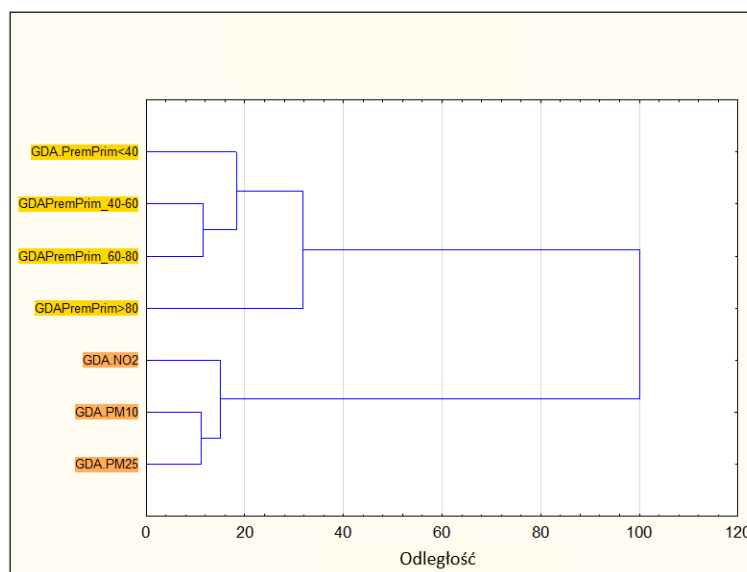
ANALIZA I INTERPRETACJA

5.1. Modele czynników zanieczyszczeń powietrza wpływających na liczbę sprzedaży i ceny lokali mieszkalnych w Gdańsku w latach 2010-2022.

5.1.1. Analiza skupień, PCA i GRM dla liczby sprzedanych lokali mieszkalnych na rynku pierwotnym i wtórnym

W pierwszym etapie badań wykonano trzy analizy, obejmujące ocenę podobieństwa pomiędzy liczbą sprzedanych mieszkań a stężeniami zanieczyszczeń powietrza na rynku pierwotnym, wtórnym i łącznie.

Dendrogram dla rynku pierwotnego przedstawia strukturę podobieństw pomiędzy liczbą sprzedanych lokali mieszkalnych w poszczególnych segmentach metrażowych a poziomami stężeń zanieczyszczeń powietrza (Rys. 57).



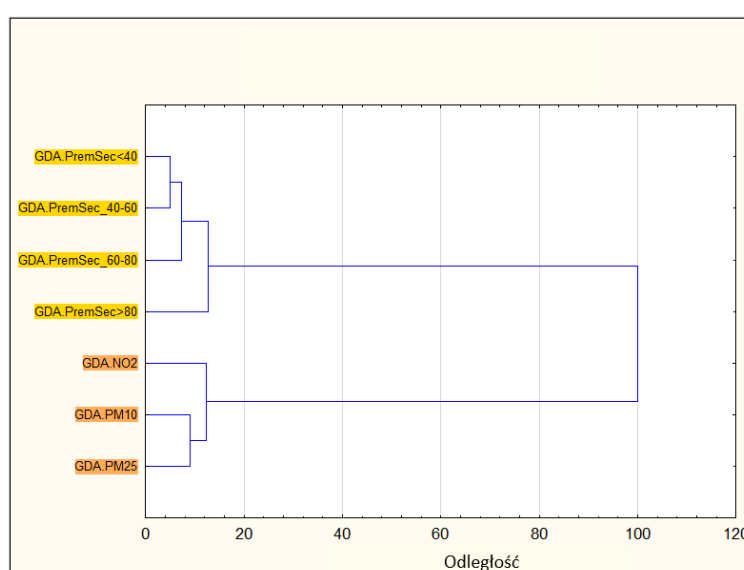
Rys. 57. Dendrogram dla liczby sprzedanych lokali mieszkalnych na rynku pierwotnym i stężeń zanieczyszczeń.

Źródło: Badania własne.

Wszystkie segmenty metrażowe rynku pierwotnego tworzą własną, stosunkowo jednorodną grupę, co oznacza, że dynamika sprzedaży była w nich wzajemnie podobna. Najbardziej podobne do siebie są segmenty mieszkań o pow. 40-60 m² i 60-80 m² (najniższy próg podobieństwa - ok. 12 jednostek, po ustandaryzowaniu wartości odległości do maksimum=100), kolejno do grupy został dołączony segment lokali najmniejszych (o pow. do 40 m²) oraz przy wyższej wartości miary odległości (ok. 19) segment mieszkań największych (o pow. powyżej 80 m²). Wskazuje to na odmienny charakter liczby transakcji, co może oznaczać wyższą

zmiennosc wolumenow sprzedazy duzych lokali, jak wynika z analizy wstepnej rozkladow danych rzeczywistych. Odrębne skupienie tworzą zmienne środowiskowe ($PM_{2,5}$, PM_{10} i NO_2). Stężenia pyłów PM_{10} i $PM_{2,5}$ łączą się przy niskiej odległości, co świadczy o ich podobieństwie pod względem m.in. źródeł emisji. Duży dystans dzielący obie grupy zmiennych wskazuje na brak bliskich podobieństw między poziomem stężeń zanieczyszczeń powietrza a liczbą sprzedanych mieszkań na rynku pierwotnym.

Dendrogram dla rynku wtórnego, analogicznie do pierwotnego, obrazuje podział na segmenty zmiennych związanych z liczbą sprzedanych lokali mieszkalnych oraz zmiennych środowiskowych (Rys. 58).

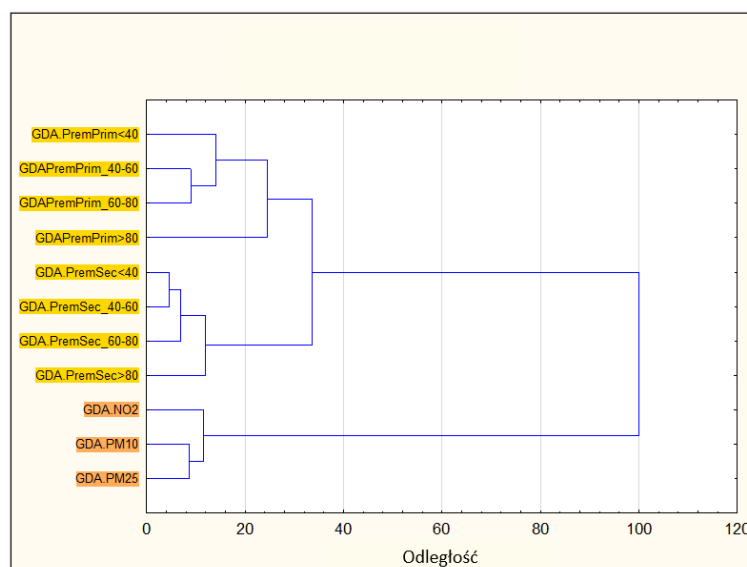


Rys. 58. Dendrogram dla liczby sprzedanych lokali mieszkalnych na rynku wtórnym i stężeń zanieczyszczeń.

Źródło: Badania własne.

Segmenty nieruchomościowe tworzą jednorodną grupę, łącząc się przy bliskich odległościach. Świadczy to o wysokiej spójności i podobnym przebiegu zmian liczby transakcji, niezależnie od wielkości sprzedawanych lokali, co potwierdza wnioski wstępne analizy rozkładów jednowymiarowych w dziedzinie czasu i częstotliwości. Najbardziej podobne do siebie są segmenty mieszkań o powierzchni do $40 m^2$ i $40-60 m^2$. Zmienne środowiskowe ($PM_{2,5}$, PM_{10} i NO_2) tworzą odrębne skupienie, w którym stężenia pyłów PM_{10} i $PM_{2,5}$ charakteryzują się najwyższym podobieństwem. Analogicznie do rynku pierwotnego, stosunkowo duża odległość dzieląca obie grupy zmiennych wskazuje na brak bliskich podobieństw między liczbą transakcji na rynku wtórnym a poziomem zanieczyszczeń powietrza.

Ostatnim etapem analizy skupień jest ujęcie obu rynków (pierwotnego i wtórnego) łącznie. Dendrogram sporządzony dla wszystkich trzech grup zmiennych wskazuje na wyraźne ich rozdzielenie (Rys. 59).



Rys. 59. Dendrogram dla liczby sprzedanych lokali mieszkalnych na rynku pierwotnym i wtórnym oraz stężeń zanieczyszczeń.

Źródło: Badania własne.

Segmenty rynku wtórnego łączą się ze sobą przy niższych odległościach niż rynku pierwotnego, tworząc tym samym bardziej zwarte i jednorodne skupienie. Świadczy to o większym podobieństwie przebiegów w czasie liczby transakcji w różnych kategoriach metrażowych na rynku wtórnym niż pierwotnym. Drugie skupienie tworzą segmenty rynku pierwotnego, które również wykazują wewnętrzną jednorodność. Najbardziej podobne są zmienne związane ze sprzedażą mieszkań o powierzchni do 40 m², 40-60 m² oraz 60-80 m². Segment mieszkań największych (o pow. powyżej 80 m²) dołącza do tej grupy przy wyższej wartości miary odległości, co odzwierciedla wyższą zmienność w tym segmencie, jednak wciąż zachowuje stosunkowo wysokie podobieństwo do pozostałych kategorii rynku pierwotnego. Trzecie wyodrębnione skupienie obejmuje zmienne środowiskowe (PM_{2,5}, PM₁₀ i NO₂). Analogicznie jak przy rynku wtórnym i pierwotnym, PM_{2,5} i PM₁₀ łączą się przy najniższej odległości, co wskazuje na ich podobieństwo. Kluczowym elementem struktury dendrogramu jest duża odległość dzieląca oba rynki nieruchomości i grupę zmiennych środowiskowych, co wskazuje na odrębny charakter poziomów zanieczyszczeń i liczby transakcji zarówno na rynku pierwotnym, jak i wtórnym. Oznacza to, że aktywność transakcyjna w obu segmentach rynku mieszkaniowego Gdańska kształtowała się w analizowanym okresie odmiennie od przebiegu zmian jakości powietrza, co jest zgodne z wynikami wcześniejszych dwóch etapów analizy.

Analiza głównych składowych przeprowadzona dla liczby transakcji na rynku pierwotnym w Gdańsku oraz poziomów zanieczyszczeń powietrza ujawniła wyraźną dwuwymiarową strukturę danych (Tabela 10).

**Tabela 10. Wyniki analizy PCA dla liczby sprzedanych lokali mieszkalnych na rynku pierwotnym w podziale na segmenty według wielkości;
PC (Principal Component) - składowa główna.**

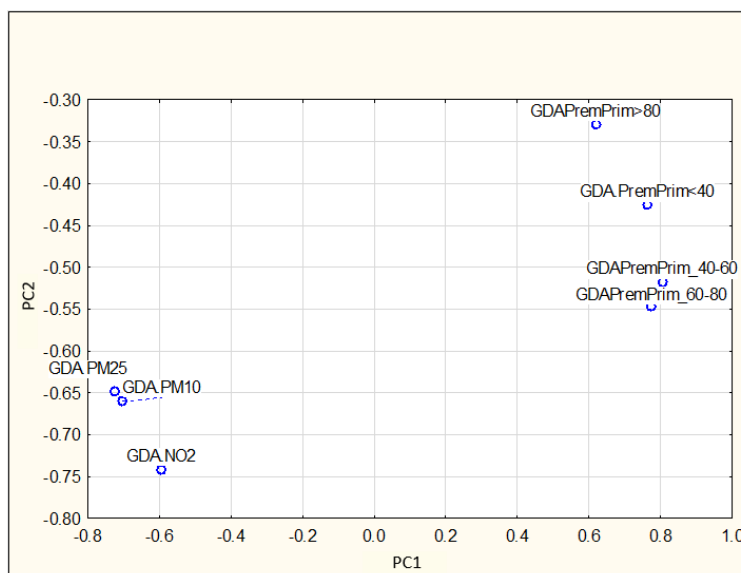
Zmienna	PC1	PC2
GDA.PremPrim<40	0,76	-0,43
GDA.PremPrim_40-60	0,81	-0,52
GDA.PremPrim_60-80	0,77	-0,55
GDA.PremPrim>80	0,62	-0,33
GDA.NO2	-0,59	-0,74
GDA.PM10	-0,70	-0,66
GDA.PM25	-0,72	-0,65
Wartość własna	3,59	2,26
Udział w wariancji całkowitej	0,51	0,32

Źródło: Badania własne.

Pierwsza składowa główna (PC1) jako indeks zjawiska, objaśnia 51% całkowitej zmienności układu zmiennych rzeczywistych i charakteryzuje się wysokimi dodatnimi ładunkami dla wszystkich segmentów rynku pierwotnego (0,62-0,81) oraz ujemnymi ładunkami dla zmiennych środowiskowych (od -0,59 do -0,72). Oznacza to, że PC1 odzwierciedla odwrotny kierunek zmian liczby transakcji oraz poziomów zanieczyszczeń powietrza. Wraz ze wzrostem poziomów stężeń PM_{2,5}, PM₁₀ i NO₂, liczby sprzedanych lokali mieszkalnych spadały we wszystkich segmentach. Wartości bezwzględne ładunków składowych (będące w istocie korelacją pomiędzy zmiennymi rzeczywistymi a składowymi) opisujących poziom zanieczyszczeń, są zbliżone do wartości dla zmiennych rynku nieruchomości (0,59-0,72). Wskazuje to na silne powiązanie tych zmiennych, dotyczy to zwłaszcza stężeń pyłów PM_{2,5} i PM₁₀, wykazujących najwyższe wartości ładunków. Druga składowa (PC2), wyjaśniająca kolejne 32% wariancji, reprezentuje przede wszystkim zmienne środowiskowe, które charakteryzują się wysokimi ładunkami ujemnymi (od -0,65 do -0,74). W PC2 wszystkie zmienne rynkowe przyjmują umiarkowane ujemne wartości ładunków (od -0,33 do -0,55), wskazując na słabsze bezpośrednie powiązanie zmiennych rynku nieruchomości z zanieczyszczeniami powietrza. Wskazuje również na możliwość nieliniowego charakteru relacji między stężeniami zanieczyszczeń powietrza a liczbą sprzedanych lokali oraz na wpływ silniejszych czynników na liczbę transakcji.

Łącznie dwie pierwsze składowe wyjaśniają 83% całkowitej wariancji, co świadczy o dobrym odwzorowaniu struktury przez model PCA.

Rozmieszczenie zmiennych na płaszczyźnie dwóch pierwszych składowych głównych (PC1 i PC2) pokazuje, że zmienne rynkowe i środowiskowe tworzą dwie kontrastowe grupy, co potwierdza wyniki otrzymane w analizie skupień (Rys. 60).



Rys. 60. Wyniki analizy PCA (bez rotacji) dla liczby sprzedanych lokali mieszkalnych na rynku pierwotnym w podziale na segmenty według wielkości.

Źródło: Badania własne.

Wszystkie segmenty liczby transakcji znajdują się po stronie wysokich, dodatnich wartości składowej pierwszej i niskich ujemnych wartości składowej drugiej. Oznacza to, że zmienne te reprezentują wspólny kierunek dynamiki zmian liczby transakcji na rynku pierwotnym. Zmienne środowiskowe ($PM_{2,5}$, PM_{10} i NO_2) są położone po stronie wysokich ujemnych wartości składowej pierwszej oraz drugiej. Wskazuje to na odwrotny kierunek ich zmian względem zmiennych rynkowych. Położenie wzdłuż PC2 sugeruje dodatkowe zróżnicowanie zmiennych środowiskowych – NO_2 od PM_{10} i $PM_{2,5}$, które są silnie ze sobą związane.

Wyniki analizy głównych składowych przeprowadzonej dla liczby transakcji sprzedaży na rynku wtórnym oraz poziomów zanieczyszczeń powietrza są analogiczne do tych, uzyskanych na rynku pierwotnym (Tabela 11). Pierwsza składowa główna (PC1) wyjaśnia 65% całkowitej wariancji układu zmiennych rzeczywistych, grupując zmienne rynkowe i środowiskowe w dwóch przeciwnych kierunkach. Wszystkie segmenty liczby transakcji przyjęły wysokie wartości ładunków dodatnich (0,87–0,90) w pierwszej składowej głównej, co świadczy o ich jednorodności. Zmienne środowiskowe ($PM_{2,5}$, PM_{10} i NO_2) charakteryzują się ujemnymi

wartościami ładunków (od -0,59 do -0,77), co wskazuje na odwrotny kierunek zmian względem zmiennych rynku nieruchomości.

**Tabela 11. Wyniki analizy PCA dla liczby sprzedanych lokali mieszkalnych na rynku wtórnym w podziale na segmenty według wielkości;
PC (Principal Component) - składowa główna.**

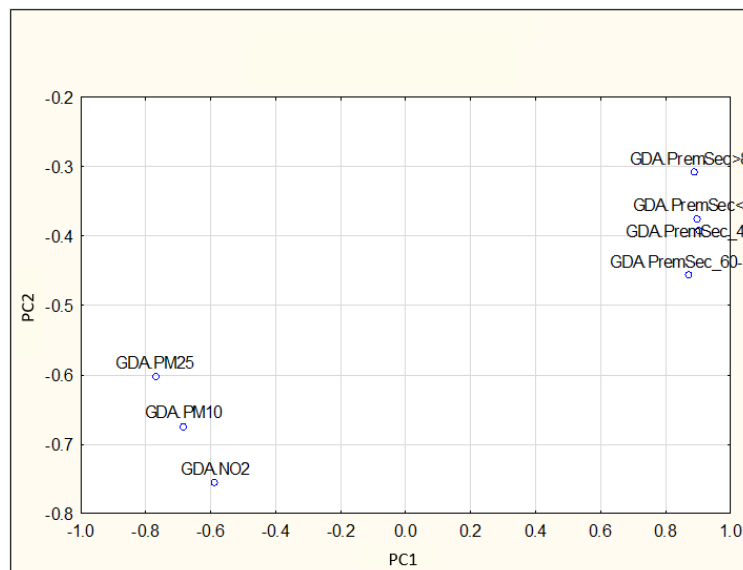
Zmienna	PC1	PC2
GDA.PremSec<40	0,90	-0,38
GDA.PremSec_40-60	0,90	-0,39
GDA.PremSec_60-80	0,87	-0,46
GDA.PremSec>80	0,89	-0,31
GDA.NO2	-0,59	-0,76
GDA.PM10	-0,68	-0,67
GDA.PM25	-0,77	-0,60
Wartość własna	4,58	1,99
Udział w wariancji całkowitej	0,65	0,28

Źródło: Badania własne.

Wartość bezwzględna ładunku dla poziomu stężeń pyłów $PM_{2,5}$ (-0,77) jest zbliżona do wartości ładunków przy liczbach transakcji poszczególnych segmentów rynku (+0,87 do +0,90), co wskazuje na silne pierwszoplanowe i kontrastowe powiązanie tych zmiennych. Druga składowa główna (PC2), wyjaśniająca kolejne 28% wariancji, związana jest przede wszystkim ze zmiennymi środowiskowymi, z których NO_2 osiąga najwyższy ujemny ładunek (-0,76). W niewielkim stopniu zaś różnicuje zmienne rynku nieruchomości, które przyjęły umiarkowane ładunki ujemne. Łączny udział PC1 i PC2 na poziomie 93% wskazuje, że dwie pierwsze składowe niemal w wysokim stopniu objaśniają wariancję wspólną.

Wynik PCA ujawnia oddalenie zmiennych rynkowych od zmiennych środowiskowych, co sugeruje odmienny charakter obu grup zmiennych (Rys. 61). Segmenty rynku wtórnego wykazują wysokie dodatnie ładunki w PC1, co oznacza ich silne powiązanie z tą składową oraz zbliżony kierunek współzmienności. Skupienie w jednej części wysokich dodatnich wartości PC1 i umiarkowanych ujemnych wartości PC2 wykresu odzwierciedla jednorodność dynamiki sprzedaży lokali niezależnie od segmentu wielkości. Zmienne środowiskowe ($PM_{2,5}$, PM_{10} i NO_2) charakteryzują się ujemnymi wartościami w PC1, co podobnie jak w przypadku rynku pierwotnego wskazuje na przeciwny kierunek współzależności z liczbą transakcji. Struktura taka wskazuje, że w obrębie każdej z wyróżnionych grup występują silne powiązania pomiędzy

zmiennymi, natomiast pomiędzy grupami występują wyraźne różnice. Obie grupy odzwierciedlają odrębne mechanizmy, co jest spójne z wnioskami uzyskanymi z analizy skupień.



Rys. 61. Wyniki analizy PCA (bez rotacji) dla liczby sprzedanych lokali mieszkalnych na rynku wtórnym w podziale na segmenty według wielkości.

Źródło: Badania własne.

W końcowym etapie analizy, zgodnie z przyjętym schematem postępowania badawczego, zidentyfikowano model GRM dla liczby transakcji na rynku pierwotnym a następnie wtórnym. Uzyskane wyniki dla liczby sprzedanych lokali na rynku pierwotnym wskazują, że wpływ zanieczyszczeń powietrza na liczbę sprzedanych mieszkań na rynku pierwotnym miał charakter niejednorodny i zależał od segmentu metrażowego oraz współwystępowania poszczególnych zanieczyszczeń (Tabela 12).

W segmencie lokali o pow. do 40 m² istotne statystycznie były wyłącznie interakcje pomiędzy zanieczyszczeniami (NO₂ i PM₁₀ oraz PM₁₀ i PM_{2,5}), co oznacza, że ich oddziaływanie na liczbę transakcji miało charakter łączny, a żaden z czynników nie działał samodzielnie. W segmencie mieszkań o pow. 40-60 m² oprócz interakcji ujawniły się również efekty główne zmiennych środowiskowych (PM₁₀ i PM_{2,5}). Wraz ze wzrostem stężenia PM₁₀ o 1 µg/m³ liczba transakcji w tym segmencie była niższa średnio o ok. 56. Dodatkowo odnotowano istotne ujemne efekty sezonowe PM_{2,5}, najsilniejsze spadki liczby transakcji występowały w drugim i trzecim kwartale roku (wraz ze wzrostem stężenia PM_{2,5} o 1 µg/m³ odpowiednio -51 oraz -88). W segmencie lokali o pow. 60-80 m² efekty środowiskowe nie ujawniły się statystycznie, co oznacza, że w badanym okresie jakość powietrza nie była czynnikiem różnicującym wolumen transakcji w tej części próby. W segmencie mieszkań największych (o pow. powyżej 80 m²) występowały istotne efekty interakcyjne pomiędzy PM₁₀ i PM_{2,5} oraz

ujemne efekty sezonowe PM_{2,5}. Ich najsilniejsze oddziaływanie odnotowano w kwartale II i III, w których wraz ze wzrostem stężenia PM_{2,5} o 1 µg/m³ liczba transakcji była niższa średnio o 7.

Tabela 12. Wyniki estymacji modelu GRM dla liczby sprzedanych lokali na rynku pierwotnym w podziale na segmenty według wielkości;

***Efektem w modelu są istotne czynniki lub istotne interakcje**

Zmienna zależna	Efekt*	Parametr modelu	R ²	Statystyka F	Parametr p	Model
GDA.PremPrim<40	GDA.NO2*GDA.PM10	1,25	0,22	6,76	0,00	GRM
	GDA.PM10*GDA.PM25	-1,11				
GDA.PremPrim_40-60	GDA.PM10*GDA.PM25	-2,05	0,37	5,46	0,00	GRM
	GDA.PM10	-56,29				
	GDA.PM25.I	-25,89				
	GDA.PM25.II	-51,39				
	GDA.PM25.III	-87,99				
	GDA.PM25.IV	-11,81				
GDA.PremPrim_60-80	brak					
GDA.PremPrim>80	GDA.PM10*GDA.PM25	-0,11	0,34	6,16	0,00	GRM
	GDA.PM25.I	-4,18				
	GDA.PM25.II	-7,37				
	GDA.PM25.III	-6,55				
	GDA.PM25.IV	-1,36				

Źródło: Badania własne.

Analiza wyników estymacji modelu GRM dla liczby transakcji na rynku pierwotnym w Gdańsku wskazuje, że w wybranych segmentach odnotowano istotne efekty ujemne PM₁₀ i PM_{2,5}, natomiast w większości ich oddziaływanie ujawniło się poprzez interakcje. Za główną przyczynę takiego stanu uznać należy relatywnie dobrą jakość powietrza w Gdańsku w badanym okresie, co ogranicza możliwość ujawnienia reakcji rynkowych na pojedyncze zanieczyszczenia. W warunkach niskiej ekspozycji środowiskowej zmienne te oddziałują na rynek w sposób łączny, co znajduje odzwierciedlenie w istotności interakcji. Konstrukcja modelu GRM umożliwia oszacowanie efektów łącznych, co oznacza, że brak efektu głównego nie wyklucza istnienia istotnego wpływu zmiennej ujawniającego się w określonych konfiguracjach innych czynników.

Analiza PCA wskazała na istnienie wspólnego wymiaru transakcyjno-środowiskowego, w którym segmenty transakcyjne przyjęły wysokie dodatnie ładunki w pierwszej składowej, natomiast zmienne środowiskowe ujemne, co oznacza, że wyższej aktywności transakcyjnej towarzyszyły niższe poziomy zanieczyszczeń powietrza. GRM potwierdził tę zależność kierunkowo, choć wpływ ten ujawniał się głównie w formie efektów łącznych, tj. interakcji, a nie jednowymiarowych. Zmienne środowiskowe nie oddziaływały bezpośrednio we

wszystkich segmentach, lecz ich efekty pojawiały się w określonych układach z innymi czynnikami (np. w określonych porach roku). Tym samym PCA ujawniła ogólny wzorzec transakcyjno-środowiskowy, natomiast GRM pokazał, że wpływ ten miał charakter zindywidualizowany, nieco odmienny dla każdego segmentu metrażowego.

Wyniki estymacji modelu GRM dla rynku wtórnego wskazują, że poziomy zanieczyszczeń powietrza oddziaływały na liczbę transakcji w sposób istotny statystycznie ($p \leq 0,05$) oraz bardziej jednorodny niż w przypadku rynku pierwotnego (Tabela 13).

**Tabela 13. Wyniki estymacji modelu GRM dla liczby sprzedanych lokali na rynku wtórnym w podziale na segmenty według wielkości;
*Efektem w modelu są istotne czynniki lub istotne interakcje**

Zmienna zależna	Efekt*	Parametr modelu	R ²	Statystyka F	Parametr p	Model
GDA.PremSec<40	GDA.NO2	-12.90	0,29	9,79	0,00	GRM/MNK
	GDA.PM25	-12.10				
GDA.PremSec_40-60	GDA.PM25	-10.47	0,20	12,64	0,00	MNK
GDA.PremSec_60-80	GDA.PM25	-4.29	0,15	8,78	0,00	MNK
GDA.PremSec>80	GDA.PM25	-2.13	0,26	17,88	0,00	MNK

Źródło: Badania własne.

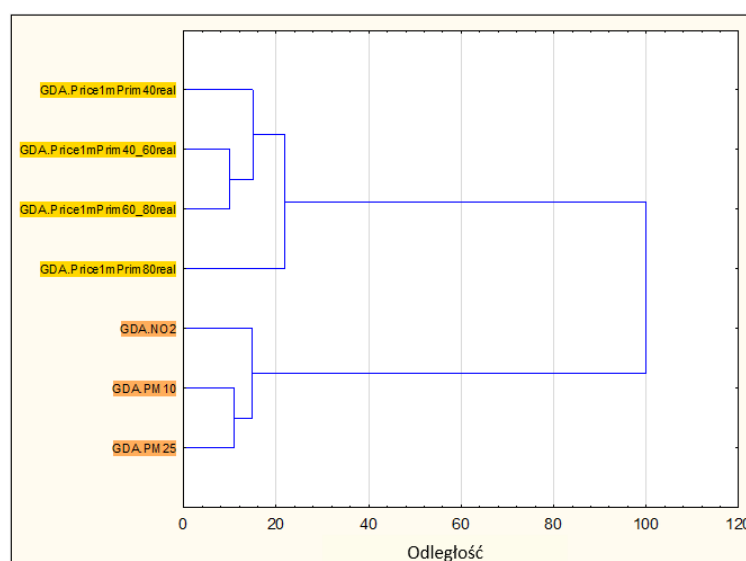
We wszystkich wyodrębnionych segmentach zaobserwowano istotne efekty główne pyłu PM_{2,5}, przy czym skala wpływu maleje wraz z przechodzeniem do segmentów o wyższym metrażu, co oznacza, że wzrost stężenia PM_{2,5} o 1 µg/m³ wiązał się ze spadkiem liczby transakcji, przy czym efekt był najsilniejszy w segmencie najmniejszych lokali (o pow. do 40 m², ok. -12), słabszy w segmencie mieszkań o powierzchni 40–60 m² (ok. -10), a następnie stopniowo malejący w większych mieszkaniach (ok. -4 w segmencie 60-80 m² oraz ok. -2 w segmencie lokali największych). Dodatkowo w kategorii lokali o pow. do 40 m² odnotowano istotny wpływ NO₂, co sugeruje większą wrażliwość tego segmentu na emisje komunikacyjne.

W przeciwieństwie do rynku pierwotnego, na rynku wtórnym nie zidentyfikowano istotnych interakcji, co oznacza, że czynniki środowiskowe oddziaływały na aktywność transakcyjną w sposób bezpośredni. Wynika to z faktu, że jakość powietrza stanowi cechę łatwo obserwowalną w procesie zakupu na rynku wtórnym i jest bezpośrednio uwzględniana w ocenie lokalizacji. W konsekwencji mechanizm oddziaływania środowiskowego na rynku wtórnym jest prostszy niż na rynku pierwotnym, gdzie decyzje zakupowe podejmowane są często przed oddaniem inwestycji, a negatywne cechy środowiskowe mogą być kompensowane np. przez standard techniczny budynku lub inne cechy. W rezultacie na rynku pierwotnym wpływ środowiska ujawniał się w sposób bardziej złożony i warunkowy, podczas gdy na rynku wtórnym - bezpośrednio.

Porównanie wyników analizy PCA oraz modelowania GRM dla rynku wtórnego wskazuje na spójność obu podejść. PCA ujawniła wymiar wspólnej zmienności, w którym wartości składowej głównej były dodatnie dla liczby transakcji we wszystkich segmentach oraz ujemne dla zmiennych środowiskowych, co oznacza, że wyższe poziomy zanieczyszczeń współwystępowały z niższą liczbą sprzedanych lokali. Wyniki GRM potwierdziły tę zależność w wymiarze oddziaływania, identyfikując istotne ujemne efekty główne pyłu $PM_{2,5}$ we wszystkich segmentach oraz dodatkowo NO_2 w segmencie mieszkań najmniejszych (o pow. do 40 m^2).

5.1.2. Analiza skupień, PCA i GRM dla cen 1 m^2 sprzedanych lokali mieszkalnych na rynku pierwotnym i wtórnym

W początkowym etapie badań wykonano trzy analizy, obejmujące ocenę podobieństwa między cenami transakcyjnymi 1 m^2 lokali mieszkalnych a stężeniami zanieczyszczeń powietrza na rynku pierwotnym, wtórnym i łącznie. Wyniki analizy skupień przeprowadzonej dla rynku pierwotnego (Rys. 62) ukazują podział na grupy zmiennych opisujących ceny 1 m^2 lokali mieszkalnych oraz poziomy zanieczyszczeń powietrza (NO_2 , PM_{10} , $PM_{2,5}$).



Rys. 62. Dendrogram dla cen transakcyjnych 1 m^2 lokali mieszkalnych na rynku pierwotnym i stężeń zanieczyszczeń.

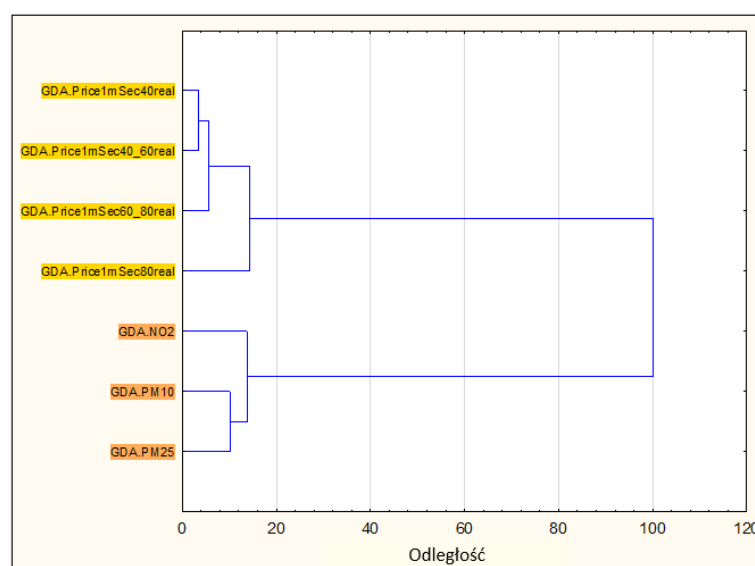
Źródło: Badania własne.

Wszystkie segmenty cenowe rynku pierwotnego tworzą stosunkowo jednorodne skupienie. Najbardziej podobne do siebie są kategorie lokali o pow. $40\text{--}60\text{ m}^2$ oraz $60\text{--}80\text{ m}^2$ (najniższy próg podobieństwa ok. 10 jednostek). Segment lokali najmniejszych (o pow. poniżej 40 m^2) dołącza do nich przy wyższej odległości (ok. 15), natomiast segment mieszkań największych (o pow. powyżej 80 m^2) jest najbardziej oddalony od pozostałych, choć nadal pozostaje w obrębie jednego skupienia cenowego.

Oznacza to, że ceny dużych lokali charakteryzowały się odmienną dynamiką, ale wciąż były zgodne z ogólnym trendem rynku pierwotnego, co potwierdza jednowymiarowy przebieg czasowy danych empirycznych (Rys. 29). Zmienne środowiskowe tworzą jednorodne skupienie, w którym najwyższe podobieństwo występuje między PM_{10} a $PM_{2,5}$, natomiast NO_2 dołącza do nich przy wyższej odległości, odzwierciedlając jego odmienny charakter. Stosunkowo duża odległość dzieląca grupę cenową i grupę stężeń zanieczyszczeń sugeruje, że przebieg zmian cen na rynku pierwotnym w Gdańsku był w niewielkim stopniu powiązany z kształtowaniem się poziomów zanieczyszczeń powietrza.

Analiza skupień przeprowadzona dla rynku wtórnego przyniosła wyniki analogiczne do zaobserwowanych na rynku pierwotnym (Rys. 63). Dendrogram pokazuje wyraźną strukturę dwóch odrębnych, wewnątrznie podobnych grup zmiennych, co świadczy o odmienności ich przebiegów w czasie.

Zmienność poziomów cen 1 m² mieszkań na rynku wtórnym w poszczególnych segmentach metrażu przebiegała w sposób podobny, na co wskazują niewielkie odległości łączenia w tej grupie. Najwyższe podobieństwo występuje między segmentami lokali o pow. poniżej 40 m² oraz 40-60 m² (najniższy próg podobieństwa ok. 4 jednostek), co sugeruje, że zmiany cen w tych częściach rynku przebiegały niemal synchronicznie. Segment 60-80 m² dołącza do nich przy wyższej wartości miary odległości (ok. 6), natomiast segment lokali największych (o pow. powyżej 80 m²), będący częściej niestandardowy i mniej płynny, zostaje włączony do skupienia w końcowej fazie agregacji (ok. 15 jednostek).

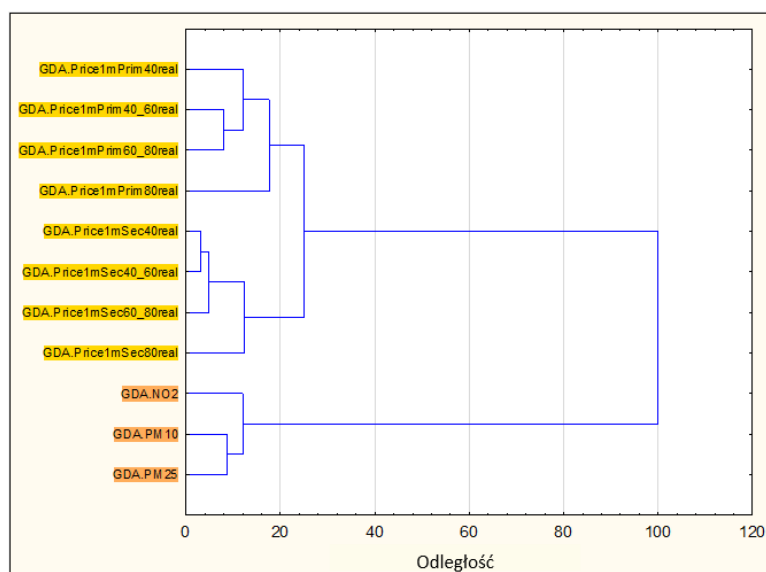


Rys. 63. Dendrogram dla cen transakcyjnych 1 m² lokali mieszkalnych na rynku wtórnym i stężeń zanieczyszczeń.

Źródło: Badania własne.

Drugie wyodrębnione skupienie tworzą zmienne opisujące poziom zanieczyszczeń powietrza, w którym PM_{10} i $PM_{2,5}$, analogicznie do rynku pierwotnego, wykazują najsilniejsze podobieństwo, natomiast NO_2 łączy się z nimi przy wyższej odległości. Znaczna odległość między obiema grupami zmiennych sugeruje, że poziomy zanieczyszczeń powietrza cechowały się relatywnie słabym powiązaniem z kształtowaniem się cen 1 m² na rynku wtórnym.

Ostatnią analizę skupień dotyczącą cen transakcyjnych 1 m² lokali mieszkalnych, przeprowadzono dla rynku pierwotnego i wtórnego łącznie oraz stężeń zanieczyszczeń powietrza (Rys. 64).



Rys. 64. Dendrogram dla cen transakcyjnych 1 m² lokali mieszkalnych na rynku pierwotnym i wtórnym oraz stężeń zanieczyszczeń.

Źródło: Badania własne.

Dendrogram ponownie potwierdza rozdzielenie zmiennych rynku nieruchomości oraz zmiennych środowiskowych, przy czym segmenty cenowe rynku pierwotnego i wtórnego tworzą wspólne nadrzędne skupienie. Wskazuje to na zbliżony kierunek oraz dynamikę zmian cen, niezależnie od analizowanej kategorii rynku. Segmenty rynku wtórnego łączą się ze sobą przy niskich odległościach, co wskazuje na ich wysokie podobieństwo, natomiast segmenty rynku pierwotnego, są wewnętrznie bardziej zróżnicowane, o czym świadczą wyższe odległości łączenia. Charakterystyczną właściwością obu rynków jest wyraźna odrębność segmentów największych mieszkań (o pow. powyżej 80 m²) względem pozostałych kategorii, co potwierdza specyficzny charakter obrotu lokalami o dużej powierzchni. Czynniki środowiskowe (NO_2 , PM_{10} , $PM_{2,5}$), analogicznie jak we wcześniejszych analizach, tworzą własne skupienie, w którym najwyższe podobieństwo występuje między PM_{10} i $PM_{2,5}$.

Znaczny dystans pomiędzy grupą cen a zanieczyszczeniami powietrza wskazuje, że poziomy emisji nie wykazywały istotnego powiązania z kształtowaniem się cen mieszkań w Gdańsku, a oba segmenty rynku kształtowały się pod wpływem szeregu czynników, wśród których jakość powietrza nie odgrywała dominującej roli.

Zgodnie z przyjętym schematem postępowania badawczego, w kolejnym etapie badań zbudowano dwa modele PCA (Principal Component Analysis) dla każdego z rynków osobno. Analiza głównych składowych dla cen transakcyjnych 1 m² na rynku pierwotnym oraz czynników jakości powietrza w Gdańsku ujawnia wyraźny podział struktury na dwa główne wymiary, co potwierdza wyniki analizy skupień (Tabela 14).

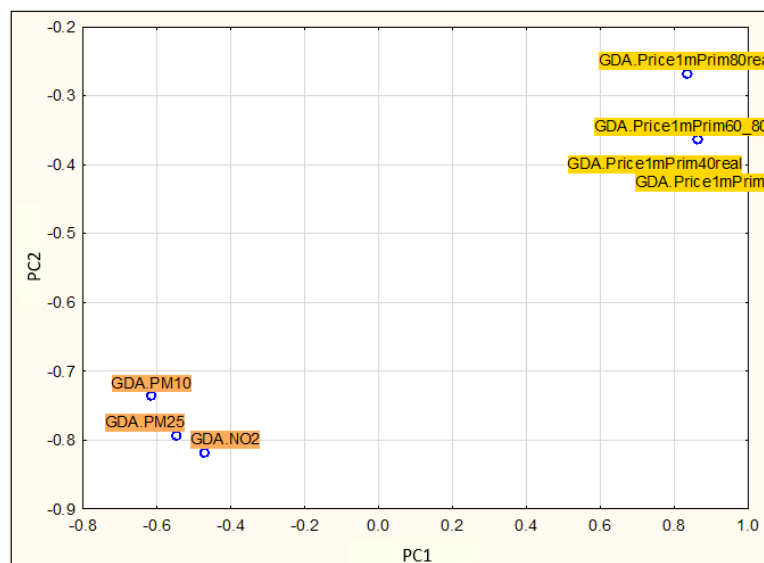
**Tabela 14. Wyniki analizy PCA dla cen transakcyjnych 1 m² lokali mieszkalnych na rynku pierwotnym w podziale na segmenty według wielkości.
PC (Principal Component) - składowa główna.**

Zmienna	PC1	PC2
GDA.Price1mPrim40real	0,83	-0,42
GDA.Price1mPrim40_60real	0,88	-0,43
GDA.Price1mPrim60_80real	0,86	-0,36
GDA.Price1mPrim80real	0,83	-0,27
GDA.NO2	-0,47	-0,82
GDA.PM10	-0,61	-0,74
GDA.PM25	-0,55	-0,79
Wartość własna	3,81	2,41
Udział w wariancji całkowitej	0,54	0,34

Źródło: Badania własne.

Pierwsza składowa główna (PC1) wyjaśniająca 54% wariancji całkowitej, cechuje się wysokimi dodatnimi ładunkami zmiennych cenowych (0,83-0,88). Świadczy to o podobieństwie przebiegu zmian pomiędzy poszczególnymi segmentami, sugerując, że ceny na rynku pierwotnym kształtowały się w zbliżonym kierunku, niezależnie od metrażu lokali. Jednocześnie, ujemne wartości ładunków dla zmiennych środowiskowych (od -0,47 do -0,61) wskazują, że ich przebieg był odwrotnie skorelowany z dynamiką cen. Druga składowa główna (PC2), obejmująca 34% wariancji, odzwierciedla wspólny czynnik jakości powietrza, o czym świadczą wysokie ujemne wartości ładunków dla PM_{2,5} (-0,79), PM₁₀ (-0,74) i NO₂ (-0,82). Dwie pierwsze składowe główne (PC1 i PC2) łącznie wyjaśniają 88% całkowitej wariancji, co wskazuje, że model PCA dobrze odzwierciedla najważniejsze zależności w analizowanym zbiorze danych.

Układ zmiennych w przestrzeni dwóch pierwszych składowych głównych wskazuje na wyraźne oddzielenie czynników nieruchomościowych od środowiskowych (Rys. 65).



Rys. 65. Wyniki analizy PCA (bez rotacji) dla cen transakcyjnych 1 m² lokali mieszkalnych na rynku pierwotnym w podziale na segmenty według wielkości.

Źródło: Badania własne.

Wszystkie segmenty cenowe znajdują się po stronie wysokich dodatnich wartości składowej pierwszej i niskich ujemnych wartości składowej drugiej. Bliskie położenie punktów odpowiadających poszczególnym segmentom metrażu wskazuje na stosunkowo jednorodny charakter dynamiki cen. Jednocześnie segment lokali o pow. powyżej 80 m² lokuje się wyżej wzdłuż osi PC2, co może wskazywać na kształtowanie się cen na innym poziomie, przy zachowaniu zbliżonego przebiegu zmian.

Zmienne środowiskowe (NO₂, PM₁₀, PM_{2,5}) znajdują się po stronie wysokich ujemnych wartości składowej pierwszej, odzwierciedlając kontrast pomiędzy cenami 1 m² mieszkań a poziomem zanieczyszczeń powietrza. Niskie, ujemne wartości PC2 dla wszystkich trzech zmiennych zanieczyszczeń potwierdzają spójność zmian jakości powietrza w czasie. Rozmieszczenie zmiennych na wykresie potwierdza, że ceny 1 m² lokali na rynku pierwotnym i poziomy zanieczyszczeń powietrza stanowią dwie odrębne grupy, które wykazują odmienny charakter zmienności w czasie.

Analogicznie do rynku pierwotnego, analiza głównych składowych dla cen transakcyjnych 1 m² na rynku wtórnym wskazuje na wyraźny podział zmiennych na dwie strukturalnie odmiennie grupy (Tabela 15). Pierwsza składowa (PC1) wyjaśnia 58% wariancji całkowitej, a zmienne rynku nieruchomości przyjmują w niej wysokie dodatnie ładunki (0,89-0,95), co świadczy o podobnej dynamice cen niezależnie od wielkości lokali.

**Tabela 15. Wyniki analizy PCA dla cen transakcyjnych 1 m² lokali mieszkalnych na rynku wtórnym w podziale na segmenty według wielkości.
PC (Principal Component) - składowa główna.**

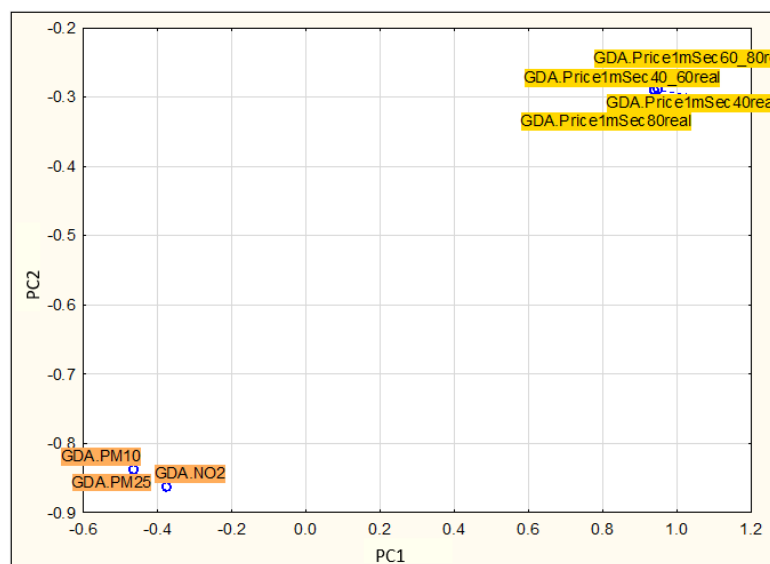
Zmienna	PC1	PC2
GDA.Price1mSec40real	0,94	-0,29
GDA.Price1mSec40_60real	0,95	-0,29
GDA.Price1mSec60_80real	0,95	-0,27
GDA.Price1mSec80real	0,89	-0,32
GDA.NO2	-0,38	-0,86
GDA.PM10	-0,46	-0,84
GDA.PM25	-0,44	-0,86
Wartość własna	4,04	2,52
Udział w wariancji całkowitej	0,58	0,36

Źródło: Badania własne.

Zmienne stężeń zanieczyszczeń przyjmują w PC1 wartości ujemne (od -0,38 do -0,46), wskazując na odwrotny kierunek zmienności względem cen. Druga składowa główna (PC2), wyjaśniająca kolejne 36% wariancji, reprezentuje przede wszystkim zmienne zanieczyszczeń powietrza, które przyjmują w niej wysokie ładunki ujemne (od -0,84 do -0,86). Świadczy to o ich dużej spójności wewnętrznej i wyraźnie różni ich zmienność od zmian cen 1 m² mieszkań. Łącznie PC1 i PC2 wyjaśniają 94% wariancji całkowitej, co oznacza, że model PCA w znacznym stopniu wiernie odzwierciedla relacje między cenami na rynku wtórnym a jakością powietrza.

Wykres dwóch pierwszych składowych głównych dla cen transakcyjnych 1 m² na rynku wtórnym i stężeń zanieczyszczeń przedstawia wyraźny podział między zmiennymi rynkowymi a środowiskowymi (Rys. 66). Zmienne opisujące ceny w poszczególnych segmentach rynku lokują się po stronie wysokich dodatnich wartości składowej pierwszej, co wskazuje na podobny charakter ich zmian. Bliskie położenie punktów na wykresie sugeruje, że dynamika sprzedaży na rynku wtórnym była w znacznym stopniu jednorodna, niezależnie od metrażu. Zmienne stężeń zanieczyszczeń (NO₂, PM₁₀, PM_{2,5}) przyjmują w PC1 wartości ujemne, wskazując na przeciwny kierunek ich zmian do kierunku zmian cen mieszkań. Wysokie wartości PC2 dla zmiennych środowiskowych (ok. -0,8) odzwierciedlają ich dużą wewnętrzną spójność.

Układ punktów na wykresie potwierdza istnienie dwóch dobrze wyodrębnionych grup zmiennych: rynkowej i środowiskowej, które cechuje odwrotny charakter zmienności i jednocześnie wysoka jednorodność wewnątrz każdej z grup.



Rys. 66. Wyniki analizy PCA (bez rotacji) dla cen transakcyjnych 1 m² lokali mieszkalnych na rynku wtórnym w podziale na segmenty według wielkości.

Źródło: Badania własne.

Zarówno w przypadku rynku pierwotnego jak i wtórnego, interpretacja modelu składowych głównych prowadzi do analogicznych wniosków z tymi płynącymi z analizy skupień.

Kończącym etapem oceny wpływu zanieczyszczeń powietrza na kształtowanie się cen 1 m² lokali mieszkalnych w Gdańsku było przeprowadzenie modelowania GRM dla zmiennych na rynku pierwotnym oraz wtórnym. Wyniki estymacji modelu GRM dla cen 1 m² lokali mieszkalnych wykazały, że w zdecydowanej większości segmentów metrażowych na rynku pierwotnym i wtórnym, jakość powietrza nie wpływała na poziom cen mieszkań (Tabela 16).

Tabela 16. Wyniki estymacji modelu GRM dla cen transakcyjnych 1 m² lokali mieszkalnych na rynku pierwotnym i wtórnym w podziale na segmenty według wielkości; *Efektem w modelu są istotne czynniki lub istotne interakcje

Zmienna zależna	Efekt*	Parametr modelu	R ²	Statystyka F	Parametr p	Model
GDA.Price1mPrim40real	brak					
GDA.Price1mPrim40_60real	brak					
GDA.Price1mPrim60_80real	brak					
GDA.Price1mPrim80real	GDA.PM10	-55.73	0.09	4.91	0.03	GRM
GDA.Price1mSec40real	brak					
GDA.Price1mSec40_60real	brak					
GDA.Price1mSec60_80real	brak					
GDA.Price1mSec80real	brak					

Źródło: Badania własne.

Istotny statystycznie efekt został zidentyfikowany na rynku pierwotnym w segmencie lokali o pow. powyżej 80 m², gdzie odnotowano ujemny wpływ PM₁₀. Wzrost stężenia PM₁₀ o 1 µg/m³ wiązał się ze spadkiem ceny 1 m² mieszkań w tej kategorii średnio o ok. 56 zł.

We wszystkich pozostałych segmentach nie stwierdzono istotnych efektów cenowych związanych z czynnikami zanieczyszczeń powietrza. Może to sugerować, że jakość środowiska jest nieznacznie ważniejsza dla nabywców lokali dużych lub o wysokiej wartości.

PCA dla cen 1 m² mieszkań na rynku pierwotnym i wtórnym w Gdańsku ujawniła wspólny wymiar cenowo-środowiskowy, w ramach którego pierwsza składowa główna osiągała dodatnie ładunki dla zmiennych cenowych i ujemne dla zmiennych środowiskowych, co oznacza, że wyższym poziomom cen towarzyszyły niższe poziomy zanieczyszczeń. Wyniki GRM nie potwierdziły jednak istotnego wpływu czynników środowiskowych na ceny 1 m² mieszkań, ponieważ we wszystkich segmentach metrażowych poza segmentem lokali o pow. powyżej 80 m² na rynku pierwotnym nie odnotowano istotnych efektów cenowych. Wskazuje to, że gdański rynek mieszkaniowy wykazuje współzmiennność środowiskowo-cenową na poziomie struktury danych, ale nie przenosi jej na mechanizm wyceny.

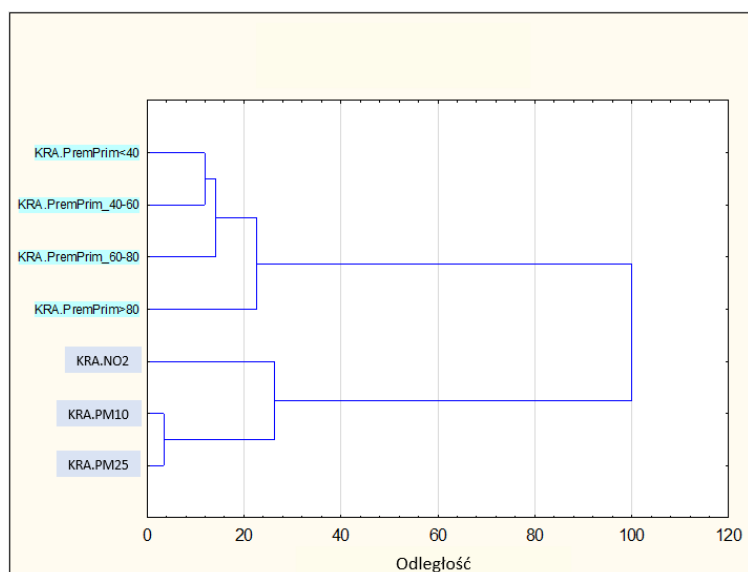
5.2. Modele czynników zanieczyszczeń powietrza wpływających na ceny i liczbę sprzedaży lokali mieszkalnych w Krakowie w latach 2010-2022

5.2.1. Analiza skupień, PCA i GRM dla liczby sprzedanych lokali mieszkalnych

W pierwszym etapie badań wykonano trzy analizy obejmujące ocenę podobieństwa między liczbą sprzedanych mieszkań a stężeniami zanieczyszczeń na rynku pierwotnym, wtórnym i łącznie.

Poniżej przedstawiono strukturę podobieństw między liczbą sprzedanych mieszkań na rynku pierwotnym z podziałem na segmenty metrażowe oraz stężeniami zanieczyszczeń (Rys. 67). Analiza skupień wskazuje na wyraźny podział obu grup zmiennych, które utworzyły własne, jednorodne skupienia. W grupie związanej z liczbą transakcji najbardziej podobne do siebie są segmenty mieszkań o powierzchni do 40 m² oraz 40-60 m² (odległość łączenia ok. 12 jednostek). Kolejno do segmentu zostają dołączone lokale o pow. 60-80 m² oraz przy najwyższej wartości miary odległości w tym skupieniu ok. 23 jednostek segment mieszkań największych (o pow. powyżej 80 m²), co odzwierciedla wyższą zmienność wolumenów sprzedaży dużych lokali. Drugie wyodrębnione skupienie tworzą zmienne opisujące zanieczyszczenia powietrza (PM_{2,5}, PM₁₀ i NO₂), przy czym PM_{2,5} i PM₁₀ wykazują najwyższe wzajemne podobieństwo (odległość łączenia ok. 4 jednostek). Istotny stopień rozdzielenia między obiema

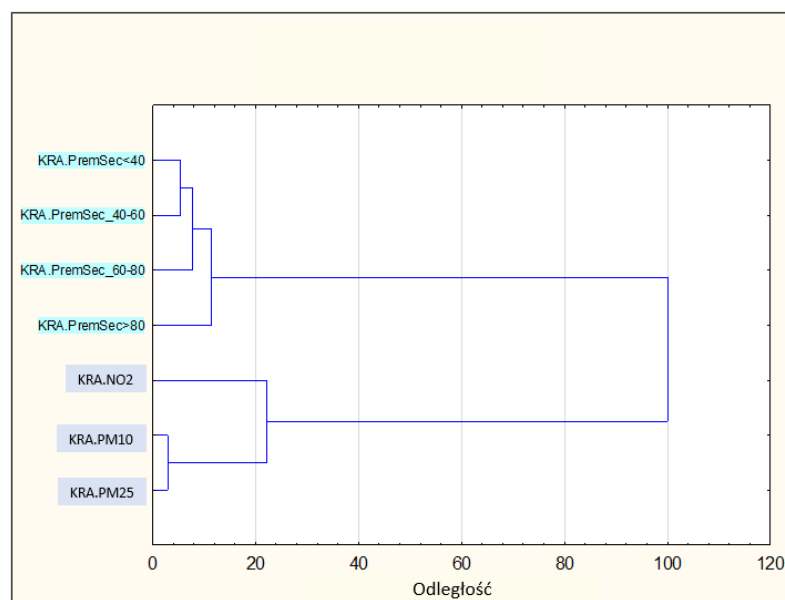
grupami zmiennych wskazuje na brak wyraźnych powiązań pomiędzy poziomami stężeń zanieczyszczeń powietrza a liczbą sprzedanych mieszkań na rynku pierwotnym.



Rys. 67. Dendrogram dla liczby sprzedanych lokali mieszkalnych na rynku pierwotnym i stężeń zanieczyszczeń w Krakowie.

Źródło: Badania własne.

Analiza skupień dotycząca liczby transakcji na rynku wtórnym oraz poziomów zanieczyszczeń powietrza, podobnie jak na rynku pierwotnym wskazuje na wyraźne rozdzielanie obu grup zmiennych (Rys. 68).



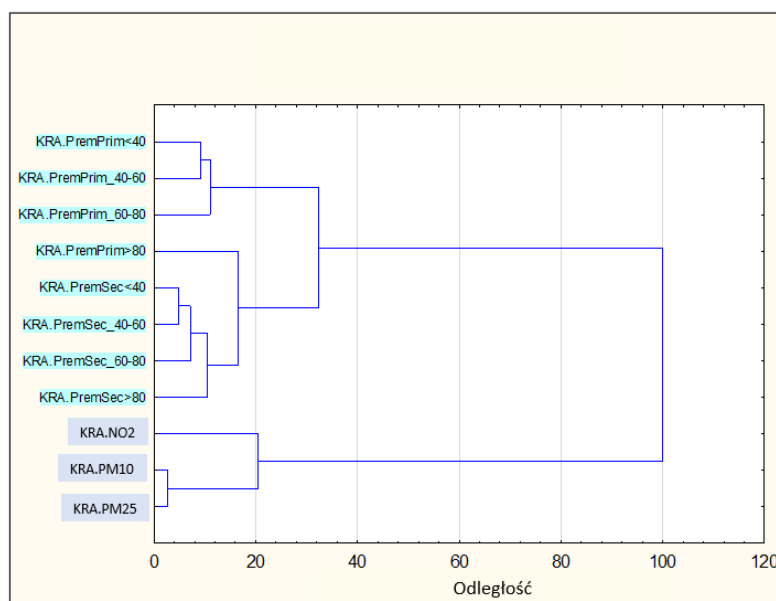
Rys. 68. Dendrogram dla liczby sprzedanych lokali mieszkalnych na rynku wtórnym i stężeń zanieczyszczeń w Krakowie.

Źródło: Badania własne.

Segmenty metrażowe rynku wtórnego tworzą własne, jednorodne skupienie, a najwyższe podobieństwo zaobserwowano dla segmentów o pow. poniżej 40 m² i 40-60 m² analogicznie jak w przypadku rynku pierwotnego (odległość łączenia ok. 5 jednostek). Segment mieszkań o pow. 60-80 m² zostaje przyłączony przy wyższej odległości, natomiast jako ostatni segment mieszkań największych (o pow. powyżej 80 m²), co sugeruje analogicznie do rynku pierwotnego wyższą zmienność wolumenów transakcji w tej kategorii. Zmienne środowiskowe (PM_{2,5}, PM₁₀ i NO₂) stanowią odrębne skupienie, a najbardziej podobne są stężenia PM₁₀ i PM_{2,5} (najniższy próg podobieństwa ok. 3 jednostek).

Wysoka wartość odległości, przy której dochodzi do połączenia skupień zmiennych cenowych i środowiskowych, sugeruje że zmienność liczby transakcji na rynku wtórnym była w ograniczonym stopniu związana ze zmianami poziomów zanieczyszczeń powietrza.

Trzeci etap analizy skupień przeprowadzono dla liczby transakcji na rynku pierwotnym i wtórnym łącznie oraz stężeń zanieczyszczeń powietrza (Rys. 69).



Rys. 69. Dendrogram dla liczby sprzedanych lokali mieszkalnych na rynku pierwotnym i wtórnym oraz stężeń zanieczyszczeń.

Źródło: Badania własne.

Wskazuje ona na wyraźną strukturę trzech odrębnych, wewnętrznie podobnych grup zmiennych, co jest zgodne z wynikami wcześniejszych dwóch etapów analizy. Pierwszą i najbardziej rozbudowaną grupę tworzą zmienne reprezentujące liczbę transakcji na rynku wtórnym, charakteryzujące się bardziej jednolitą strukturą niż odpowiadające im zmienne rynku pierwotnego. Najwyższe podobieństwo wykazują segmenty mieszkań o powierzchni do 40 m² i 40-60 m², następnie dołącza do nich segment 60-80 m² i kolejno, przy wyższej odległości segment mieszkań największych (o pow. powyżej 80 m²). Segment największych

mieszkań rynku pierwotnego (o pow. powyżej 80 m²) zostaje przyłączony do segmentu rynku wtórnego, co może wskazywać, że charakter obrotu w tej grupie jest bliższy rynkowi wtórnemu niż pozostałym segmentom rynku pierwotnego. Jednocześnie zaobserwowano, że dynamika sprzedaży największych lokali w nowych inwestycjach była porównywalna do obserwowanej w przypadku sprzedaży dużych lokali na rynku wtórnym, co może być związane z ograniczoną podażą oraz specyfiką transakcji o wysokiej wartości.

Drugą grupę stanowi liczba sprzedanych lokali na rynku pierwotnym. Najbardziej podobne do siebie są segmenty mieszkań o pow. do 40 m² i 40-60 m², do których dołącza segment mieszkań średniej wielkości (60-80 m²) tworząc jedno skupienie. Połączenia pomiędzy segmentami metrażowymi są obserwowane przy wyższych wartościach odległości niż na rynku wtórnym, co może wskazywać na bardziej zróżnicowany przebieg zmian liczby sprzedaży w zależności od wielkości lokali.

Trzecie skupienie tworzą zmienne środowiskowe (PM_{2,5}, PM₁₀ i NO₂), których charakter zmian był odległy od struktury transakcji mieszkaniowych. Najwyższe podobieństwo wykazują zmienne zanieczyszczeń PM₁₀ i PM_{2,5}.

Analizy skupień przeprowadzone dla liczby transakcji na rynku pierwotnym i wtórnym w Krakowie nie ujawniły jednoznacznych zależności między zmiennymi rynku nieruchomości a poziomami zanieczyszczeń powietrza, wskazując na wyraźne rozdzielenie obu grup zmiennych.

Kolejnym etapem postępowania badawczego było skonstruowanie dwóch odrębnych modeli PCA (Principal Component Analysis), osobno dla rynku pierwotnego oraz rynku wtórnego.

Wyniki analizy głównych składowych dla rynku pierwotnego (Tabela 17) wskazują, że pierwsza składowa, będąca indeksem zjawiska (PC1), wyjaśniająca 58% całkowitej wariancji układu zmiennych rzeczywistych jest silnie dodatnio powiązana ze wszystkimi segmentami liczby transakcji na rynku pierwotnym (0,77-0,88). Jednocześnie składowa ta przyjmuje ujemne wartości ładunków dla zmiennych środowiskowych (NO₂, PM₁₀, PM_{2,5}), co oznacza, że kierunek zmian wolumenu transakcji był odwrotny do kierunku zmian poziomów zanieczyszczeń powietrza. Wartości bezwzględne ładunków składowych opisujących poziom zanieczyszczeń (od -0,57 do -0,74) są zbliżone do wartości zmiennych związanych z rynkiem nieruchomości. Wskazuje to na istotne powiązanie tych zmiennych, zwłaszcza stężeń NO₂, które odznacza się najwyższą wartością ładunku (-0,74).

**Tabela 17. Wyniki analizy PCA dla liczby sprzedanych lokali mieszkalnych na rynku pierwotnym w podziale na segmenty według wielkości.
PC (Principal Component) - składowa główna.**

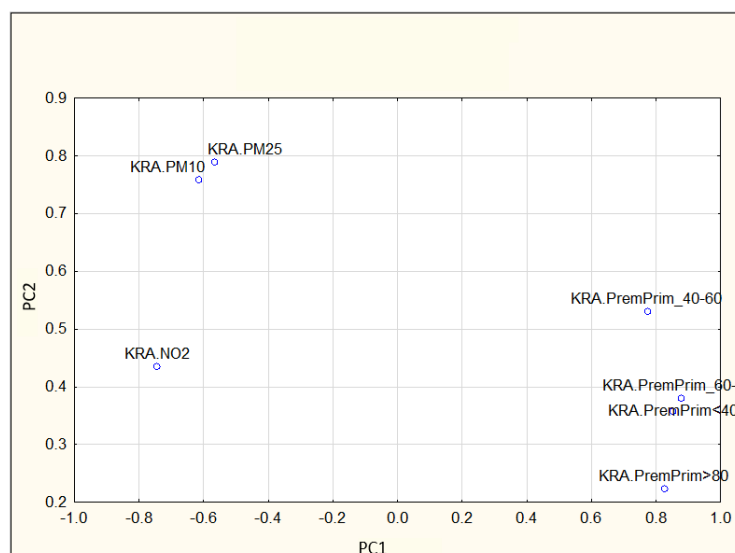
Zmienna	PC1	PC2
KRA.PremPrim<40	0,85	0,36
KRA.PremPrim_40-60	0,77	0,53
KRA.PremPrim_60-80	0,88	0,38
KRA.PremPrim>80	0,83	0,22
KRA.NO2	-0,74	0,43
KRA.PM10	-0,61	0,76
KRA.PM25	-0,57	0,79
Wartość własna	4,03	1,99
Udział w wariancji całkowitej	0,58	0,28

Źródło: Badania własne.

Druga składowa główna (PC2), wyjaśniająca kolejne 28% wariancji, opisuje przede wszystkim zróżnicowanie zmiennych środowiskowych, zwłaszcza PM₁₀ i PM_{2,5}, które przyjmują najwyższe dodatnie ładunki (0,76 i 0,79). Łącznie dwie pierwsze składowe wyjaśniają 86% całkowitej zmienności, co wskazuje na dobre odwzorowanie struktury przez model PCA. Interpretacja modelu składowych głównych prowadzi do rezultatów analogicznych do uzyskanych w analizie skupień, przy czym umożliwia ona bardziej szczegółową charakterystykę relacji pomiędzy zmiennymi, wskazując na ich kierunek oraz względną siłę. Analiza PCA ujawnia odwrotny kierunek zmienności: wraz ze wzrostem poziomu zanieczyszczeń, liczba sprzedanych lokali wykazywała tendencję spadkową i odwrotnie.

Rozmieszczenie zmiennych w przestrzeni dwóch pierwszych składowych głównych wskazuje na podział między zmiennymi związanymi z rynkiem nieruchomości a środowiskowymi (Rys. 70).

Wszystkie segmenty liczby transakcji sprzedaży lokują się po stronie wysokich dodatnich wartości składowej pierwszej, natomiast zmienne jakości powietrza przyjmują w niej wartości ujemne. Taki układ wskazuje, że zmienność liczby transakcji na rynku pierwotnym przebiegała w odwrotnym kierunku do zmian poziomów zanieczyszczeń powietrza. Położenie segmentów metrażowych wzdłuż osi PC1 jest zbliżone, co wskazuje na jednorodny charakter zmian liczby sprzedaży we wszystkich kategoriach powierzchni. Zróżnicowanie ujawnia się natomiast wzdłuż drugiej składowej, gdzie segment 40-60 m² przyjmuje relatywnie wyższe wartości PC2, co może wskazywać na odmienną intensywność zmian sprzedaży w tej grupie.



Rys. 70. Wyniki analizy PCA (bez rotacji) dla liczby sprzedanych lokali mieszkalnych na rynku pierwotnym w podziale na segmenty według wielkości.

Źródło: Badania własne.

Zmienne stężeń zanieczyszczeń PM₁₀ i PM_{2,5} usytuowane są blisko siebie i charakteryzują się wysokimi dodatnimi wartościami PC2, co wskazuje na zbliżony charakter ich zmian w czasie. NO₂ znajduje się nieco niżej na osi PC2, co świadczy o częściowo odmiennej jego specyfice w porównaniu z pyłami zawieszonymi.

Wyniki analizy składowych głównych dla liczby transakcji na rynku wtórnym w Krakowie pokazują, że pierwsza składowa główna (PC1) wyjaśnia aż 71% całkowitej wariancji układu (Tabela 18).

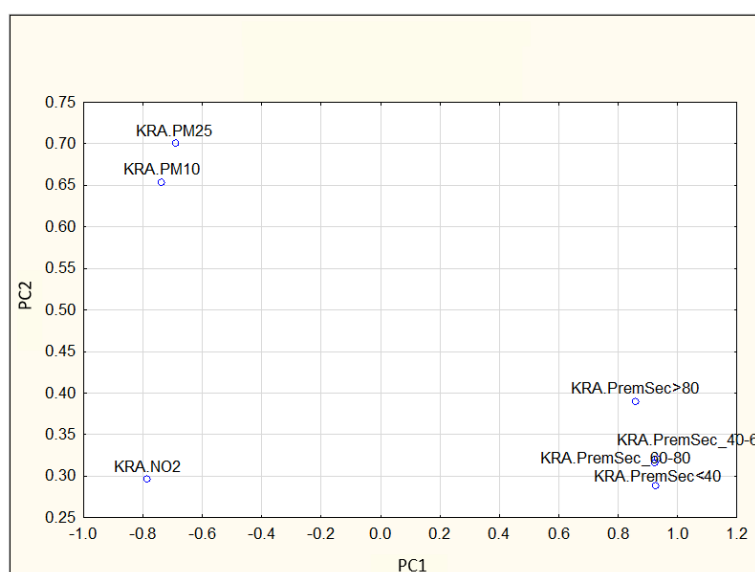
**Tabela 18. Wyniki analizy PCA dla liczby sprzedanych lokali mieszkalnych na rynku wtórnym w podziale na segmenty według wielkości;
PC (Principal Component) - składowa główna.**

Zmienna	PC1	PC2
KRA.PremSec<40	0,93	0,29
KRA.PremSec_40-60	0,93	0,32
KRA.PremSec_60-80	0,92	0,32
KRA.PremSec>80	0,86	0,39
KRA.NO2	-0,78	0,30
KRA.PM10	-0,74	0,65
KRA.PM25	-0,69	0,70
Wartość własna	4,95	1,44
Udział w wariancji całkowitej	0,71	0,21

Źródło: Badania własne.

Składowa PC1 wykazuje wyraźne dodatnie powiązanie ze wszystkimi segmentami rynku nieruchomości (0,86-0,93), co świadczy o spójnym przebiegu zmian liczby transakcji w poszczególnych kategoriach metrażowych. Analogicznie do rynku pierwotnego, pierwsza składowa przyjmuje wysokie ładunki ujemne dla zmiennych środowiskowych (NO₂, PM₁₀, PM_{2,5}), odzwierciedlając kontrast pomiędzy liczbą transakcji a poziomami zanieczyszczeń powietrza. Wartości bezwzględne ładunków składowych zmiennych zanieczyszczeń, zwłaszcza NO₂ oraz PM₁₀ (od -0,74 do -0,78), są zbliżone do wartości dla zmiennych rynku nieruchomości, co świadczy o istotnym powiązaniu tych zmiennych. Druga składowa główna (PC2), wyjaśniająca 21% zmienności całkowitej, różnicuje głównie zmienne środowiskowe, w szczególności PM_{2,5} (0,70) i PM₁₀ (0,65), które są silnie wzajemnie powiązane i wykazują odmienny charakter niż zmienne nieruchomościowe. Pierwsze dwie składowe łącznie wyjaśniają 92% wariancji całkowitej, co oznacza, że PCA w wysokim stopniu odwzorowuje relacje między zmiennymi.

Układ zmiennych w przestrzeni dwóch pierwszych składowych głównych przedstawiony na wykresie poniżej potwierdza wyraźne rozdzielenie zmiennych rynku nieruchomości i środowiskowych, co jest analogiczne do wyników otrzymanych w analizie skupień (Rys. 71).



Rys. 71. Wyniki analizy PCA (bez rotacji) dla liczby sprzedanych lokali mieszkalnych na rynku wtórnym w podziale na segmenty według wielkości.

Źródło: Badania własne.

Zmienne opisujące liczbę transakcji w poszczególnych segmentach rynku wtórnego lokują się po stronie wysokich wartości dodatnich składowej pierwszej, co wskazuje na ich silne powiązanie z tą składową i zbliżony kierunek zmienności. Zwarte położenie punktów zaś, sugeruje znaczną jednorodność dynamiki sprzedaży niezależnie od metrażu.

Zmienne środowiskowe (NO₂, PM₁₀, PM_{2,5}) znajdują się po stronie wysokich ujemnych wartości pierwszej składowej, wskazując podobnie jak w przypadku rynku pierwotnego, na odwrotną zależność względem liczby transakcji. Zmienne stężeń zanieczyszczeń PM₁₀ i PM_{2,5} położone są blisko siebie, co może odzwierciedlać podobieństwo ich przebiegu w czasie, natomiast odmienne usytuowanie NO₂ sugeruje inny charakter jego zmienności.

Zgodnie z przyjętym schematem postępowania badawczego, w kolejnym kroku przeprowadzono modelownie GRM dla liczby sprzedanych lokali mieszkalnych na rynku pierwotnym oraz wtórnym. Uzyskane wyniki dla rynku pierwotnego w Krakowie wskazują, że jakość powietrza oddziałuje na aktywność transakcyjną w wybranych segmentach rynku, przy czym istotne efekty zaobserwowano przede wszystkim dla poziomów dwutlenku azotu (NO₂) (Tabela 19).

Tabela 19. Wyniki estymacji modelu GRM dla liczby sprzedanych lokali na rynku pierwotnym w podziale na segmenty według wielkości;

***Efektem w modelu są istotne czynniki lub istotne interakcje**

Zmienna zależna	Efekt*	Parametr modelu	R2	Statystyka F	Parametr p	Model
KRA.PremPrim<40	KRA.NO2	-11,54	0,18	3,52	0,00	MNK
KRA.PremPrim 40-60	brak					
KRA.PremPrim 60-80	KRA.NO2	-10,74	0,43	8,98	0,00	GRM
	I	-6,30		2,19		
	II	-14,40		16,41		
	III	-9,60		17,51		
	IV	-12,90		3,84		
KRA.PremPrim>80	KRA.NO2	-8,12	0,55	19,19	0,00	GRM
	KRA.PM10	-3,23				
	KRA.NO2* KRA.PM25	0,11				
KRA.PremPrim>80	brak					

Źródło: Badania własne.

W segmencie lokali o pow. poniżej 40 m² wzrost stężenia NO₂ o 1 µg/m³ wiązał się ze spadkiem liczby transakcji średnio o około 12. W kategorii mieszkań o pow. 60-80 m² odnotowano również istotny ujemny wpływ NO₂, przejawiający się spadkiem liczby transakcji o około 11 na 1 µg/m³, przy czym efekt ten był zróżnicowany w ujęciu kwartalnym i najsilniejszy w II i III kwartałach. W segmencie mieszkań największych (o pow. powyżej 80 m²) zaobserwowano jednoczesny wpływ dwóch zmiennych środowiskowych (NO₂ oraz PM₁₀) o ujemnym kierunku, przy czym wzrost stężenia NO₂ o 1 µg/m³ wiązał się ze spadkiem liczby transakcji średnio o ok. 8, a wzrost PM₁₀ o ok. 3. Dodatkowo, w tym segmencie stwierdzono istotną statystycznie interakcję pomiędzy NO₂ i PM_{2,5}, co oznacza, że ich wpływ na aktywność transakcyjną miał charakter łączny, a oddziaływanie pojedynczych zanieczyszczeń nie powinno być

interpretowany w pełni niezależnie. W segmencie lokali o pow. 40-60 m² nie stwierdzono istotnych zależności, co oznacza brak potwierdzonego wpływu czynników środowiskowych na liczbę transakcji w tym fragmencie rynku.

Wyniki modelowania GRM potwierdzają zależność ujawnioną w analizie PCA, zgodnie z którą aktywność transakcyjna na rynku pierwotnym w Krakowie była powiązana z warunkami środowiskowymi. Analiza PCA wskazała na istnienie wspólnego wymiaru transakcyjno-środowiskowego, w którym pierwsza składowa przyjmowała dodatnie ładunki dla liczby transakcji w segmentach metrażowych oraz ujemne ładunki dla zmiennych środowiskowych, co ujawnia odwrotną współzależność między aktywnością transakcyjną a poziomami zanieczyszczeń powietrza. GRM potwierdził tę zależność kierunkowo, identyfikując istotne efekty główne NO₂ w większości segmentów metrażowych oraz w przypadku segmentu lokali o pow. 60-80 m², dodatkowe zróżnicowanie efektu w ujęciu kwartalnym. Ponadto w segmencie lokali największych odnotowano istotność PM₁₀ oraz interakcję pomiędzy NO₂ i PM_{2,5}. PCA zidentyfikowała ogólną strukturę współwystępowania zmiennych transakcyjnych i środowiskowych, natomiast GRM wykazał, że przełożenie tej struktury na aktywność rynkową było zróżnicowane pomiędzy segmentami metrażowymi i przyjmowało postać zarówno efektów głównych, interakcji jak i uzupełniających efektów w ujęciu kwartalnym.

Wyniki estymacji modelu GRM dla rynku wtórnego w Krakowie wskazują, że zmienne środowiskowe oddziaływały na liczbę transakcji w sposób istotny statystycznie we wszystkich badanych segmentach, przy czym dominującym czynnikiem był NO₂, a w kategoriach mieszkań o większym metrażu również PM₁₀ (Tabela 20).

Tabela 20. Wyniki estymacji modelu GRM dla liczby sprzedanych lokali na rynku wtórnym w podziale na segmenty według wielkości;
*Efektem w modelu są istotne czynniki lub istotne interakcje

Zmienna zależna	Efekt*	Parametr modelu	R ²	Statystyka F	Parametr p	Model
KRA.PremSec<40	KRA.NO2	-12,89	0,55	14,28	0,00	GRM
	I	-10,80				
	II	-14,60				
	III	-13,05				
	IV	-11,94				
KRA.PremSec 40-60	KRA.NO2	-8,91	0,65	13,69	0,00	GRM
	KRA.PM10	-15,76				
	NO2.I	-14,41				
	NO2.II	-20,56				
	NO2.III	-17,19				
	NO2.IV	-19,88				
	KRA.PM10*KRA.PM25	0,13				
KRA.PremSec 60-80	KRA.NO2	-4,71	0,35	27,32	0,00	GRM

KRA.PremSec>80	KRA.PM10	-3,47	0,49	8,97	0,00	GRM
	KRA.PM10*KRA.PM25					
	PM10.I	-1,22				
	PM10.II	-3,45				
	PM10.III	-3,20				
	PM10.IV	-0,39				

Źródło: Badania własne.

W segmencie lokali najmniejszych (o pow. poniżej 40 m²) odnotowano istotny ujemny wpływ NO₂, gdzie wzrost jego stężenia o 1 µg/m³ wiązał się ze spadkiem liczby transakcji średnio o około 13. Efekt ten był nieznacznie zróżnicowany kwartalnie, osiągając najwyższą wartość w II kwartałach (spadek o ok. 15 transakcji). W kategorii mieszkań o pow. 40-60 m² zaobserwowano istotne ujemne efekty NO₂ oraz PM₁₀, przy czym wzrost stężenia NO₂ o 1 µg/m³ był skorelowany ze spadkiem liczby transakcji o około 9, natomiast wzrost PM₁₀ - o około 16. Zmienność efektów NO₂ wykazywała zróżnicowanie w ujęciu kwartalnym, co może wskazywać na różnice poziomów zanieczyszczeń w poszczególnych kwartałach roku oraz na zmienną wrażliwość popytową na jakość powietrza w ciągu roku. Dodatkowo w tym segmencie wystąpiła istotna interakcja pomiędzy PM₁₀ i PM_{2,5}, co oznacza, że oddziaływanie pyłów na aktywność transakcyjną miało charakter łączny, a pojedyncze zanieczyszczenia nie mogą być interpretowane w pełni niezależnie. W segmencie lokali o pow. 60–80 m² odnotowano istotny ujemny efekt NO₂ o skali około 5 transakcji na 1 µg/m³. W kategorii lokali największych zaś (o pow.>80 m²) zidentyfikowano istotny efekt PM₁₀, przy czym wzrost jego poziomu o 1 µg/m³ wiązał się ze spadkiem liczby transakcji o około 3-4, z dodatkowym zróżnicowaniem kwartalnym, najsilniejszym w II i III kwartałach.

Wyniki modelowania GRM ujawniły, że siła oddziaływania zmiennych środowiskowych na liczbę transakcji malała wraz ze wzrostem metrażu mieszkań. Może to wynikać z różnic w charakterze popytu, większej substytucyjności lokalizacyjnej mieszkań najmniejszych, możliwości kompensacji czynników środowiskowych przez inne atrybuty nieruchomości (np. standard, kondygnacja, ekspozycja, układ funkcjonalny, wyposażenie), co obniża wrażliwość na jakość powietrza w segmencie mieszkań większych.

W porównaniu z rynkiem pierwotnym, w badanym okresie wpływ jakości powietrza na rynek wtórny w Krakowie był wyraźniejszy i bardziej bezpośredni – aktywność rynkowa w poszczególnych segmentach reagowała podobnie na wzrost zanieczyszczeń. Na rynku pierwotnym wpływ ten okazał się bardziej złożony i ujawniał się tylko w części segmentów oraz w postaci interakcji pomiędzy zanieczyszczeniami i zróżnicowania efektów w ujęciu

kwartalnym. Otrzymane rezultaty sugerują występowanie odmiennych kryteriów oceny jakości otoczenia i lokalizacji na rynku pierwotnym i wtórnym.

Porównanie wyników PCA i GRM dla rynku wtórnego w Krakowie wskazuje na wysoką zbieżność obu podejść. PCA ujawniła wyraźny wspólny wymiar, w którym pierwsza składowa główna przyjmowała dodatnie ładunki dla segmentów metrażowych oraz ujemne ładunki dla zmiennych środowiskowych, co oznacza, że wyższe poziomy zanieczyszczeń współwystępowały z niższą aktywnością transakcyjną.

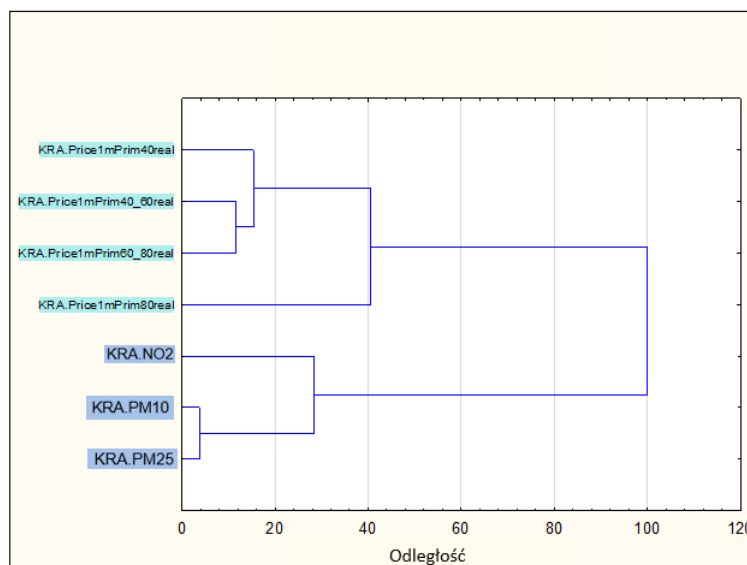
Wyniki GRM potwierdziły tę zależność w wymiarze oddziaływania, identyfikując istotne efekty główne NO_2 oraz PM_{10} we wszystkich segmentach rynku, uzupełnione o zróżnicowanie w ujęciu kwartalnym oraz istotne interakcje, co wskazuje na spójną kierunkowo i zróżnicowaną pod względem intensywności odpowiedź rynku. Mechanizm ten może wynikać ze specyfiki zabudowy mieszkaniowej na rynku wtórnym w Krakowie, która częściej występuje w zwartej strukturze i wzdłuż ciągów komunikacyjnych, co zwiększa ekspozycję na emisje transportowe oraz ułatwia ocenę ich uciążliwości. Na rynku wtórnym otoczenie podlega ocenie bezpośrednio w momencie nabycia, dzięki temu jakość powietrza może być w większym stopniu uwzględniana w kryteriach wyboru lokalizacji. Odmiennie niż na rynku pierwotnym, gdzie część zakupów realizowana jest „na planie”, a standard techniczny oraz inne atrybuty budynku mogą częściowo kompensować negatywne cechy środowiskowe. Dodatkowo w Krakowie prowadzona jest intensywna polityka antysmogowa, która zwiększa świadomość środowiskową uczestników rynku i wzmacnia rolę jakości powietrza w procesie wyboru mieszkania.

5.2.2. Analiza skupień, PCA i GRM dla cen transakcyjnych 1 m² lokali mieszkalnych

W etapie pierwszym zestawiono ceny transakcyjne 1 m² mieszkań ze stężeniami zanieczyszczeń powietrza, analizując osobno rynek pierwotny, wtórny oraz dane łączne.

Wyniki analizy skupień dla cen transakcyjnych 1 m² mieszkań na rynku pierwotnym i poziomów stężeń zanieczyszczeń, pokazują wyraźny podział na dwie grupy zmiennych, z których każda tworzy własne, jednorodne skupienie (Rys. 72). Przebieg zmienności cen w poszczególnych kategoriach metrażowych charakteryzował się zbliżonym profilem. Przy najniższej wartości odległości (ok. 12 jednostek) łączą się segmenty cen lokali o pow. 40-60 m² oraz 60-80 m², co wskazuje na najwyższy stopień ich wzajemnego podobieństwa. Następnie dołącza do nich segment cen mieszkań najmniejszych (o pow. poniżej 40 m²). Kategoria cen lokali największych (o pow. powyżej 80 m²) zostaje przyłączona przy najwyższej

wartości odległości, co wskazuje, że przebieg zmian cen w tym segmencie był najmniej podobny do pozostałych.



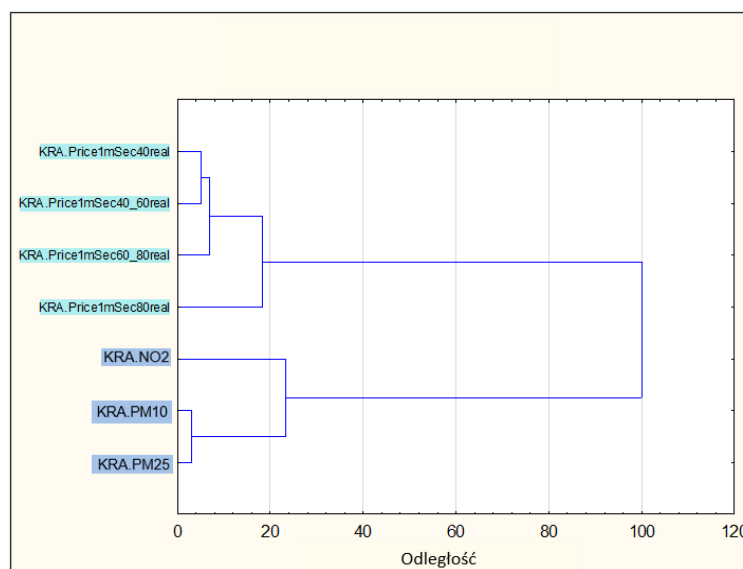
Rys. 72. Dendrogram dla cen transakcyjnych 1 m² lokali mieszkalnych na rynku pierwotnym i stężeń zanieczyszczeń.

Źródło: Badania własne.

Stanowi to potwierdzenie wniosków wstępnych analizy rozkładów jednowymiarowych w dziedzinie czasu i częstotliwości (Rys. 41). Zmienne opisujące jakość powietrza (NO₂, PM₁₀, PM_{2,5}) tworzą oddzielną grupę, odseparowaną od zmiennych cenowych relatywnie wysoką odległością. Najbardziej podobne do siebie są zmienne zanieczyszczeń PM₁₀ i PM_{2,5}, co jest zgodne z ich zbliżonym źródłem emisji i charakterem zmian w czasie. NO₂ dołącza do tej grupy w wyższym etapie agregacji, odzwierciedlając odmienny przebieg jego zmienności. Wysoka wartość odległości pomiędzy skupieniami cen a zanieczyszczeń powietrza może wskazywać, że zmienność cen transakcyjnych 1 m² lokali była w niewielkim stopniu powiązana ze zmianami poziomów emisji.

Dendrogram sporządzony dla rynku wtórnego również ukazuje wyraźne rozdzielanie między zmiennymi opisującymi cenę 1 m² mieszkań a zmiennymi środowiskowymi, co wskazuje na dalekie podobieństwo w przebiegu ich zmian (Rys. 73). Segmenty cenowe rynku wtórnego tworzą jednorodną grupę, łącząc się ze sobą przy niskich odległościach, co świadczy o wysokiej spójności dynamiki cen niezależnie od metrażu. Najbardziej podobne do siebie są segmenty cen mieszkań o pow. poniżej 40 m² i 40-60 m² (odległość łączenia ok. 6 jednostek), zaś segment 60-80 m² dołącza przy niewiele większej odległości - ok. 8 jednostek. Segment cen lokali największych (o pow. powyżej 80 m²) charakteryzuje się odmiennym od pozostałych segmentów zestawem parametrów, stąd jest najmniej do nich podobny i dołącza

do skupienia nieruchomości przy najwyższej odległości (ok. 19 jednostek), co znajduje odzwierciedlenie w analizie przebiegu zmienności danych empirycznych (Rys. 42).



Rys. 73. Dendrogram dla cen transakcyjnych 1 m² lokali mieszkalnych na rynku wtórnym i stężeń zanieczyszczeń.

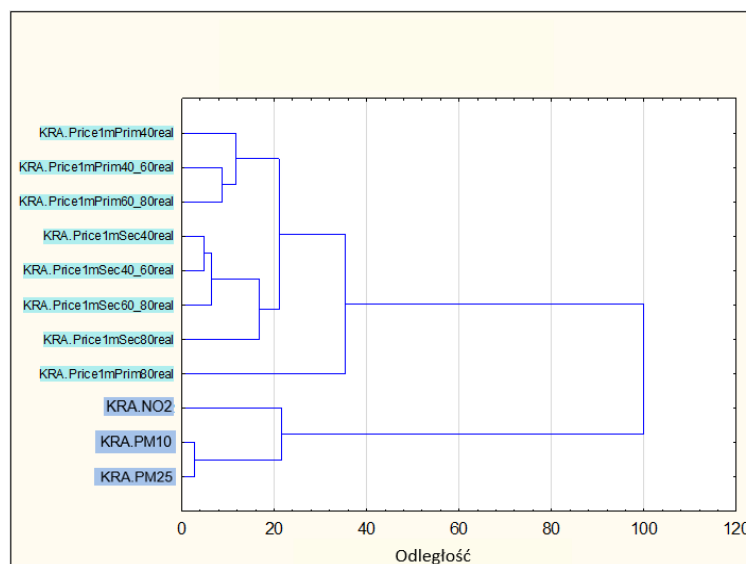
Źródło: Badania własne.

Zmienne stężeń zanieczyszczeń (NO₂, PM₁₀, PM_{2,5}) tworzą odrębne skupienie, oddalone od segmentów cenowych. Najbardziej podobne do siebie są zmienne stężeń pyłów PM₁₀ i PM_{2,5}, natomiast NO₂ dołącza do tej grupy na dalszym etapie agregacji, co sugeruje częściowo odmienną dynamikę jego zmian. Podobnie jak na rynku pierwotnym, oba skupiska zmiennych łączą się ze sobą przy stosunkowo wysokiej odległości, co sugeruje, że zmienność cen transakcyjnych 1 m² lokali była tylko w ograniczonym stopniu powiązana z poziomami zanieczyszczeń powietrza.

Ostatni etap analizy skupień obejmuje ceny transakcyjne 1 m² na rynku pierwotnym i wtórnym oraz stężenia zanieczyszczeń powietrza (Rys. 74).

Zmienne środowiskowe (NO₂, PM₁₀, PM_{2,5}) tworzą własne, jednorodne skupienie, przy czym najwyższe podobieństwo obserwuje się między stężeniami pyłów PM₁₀ a PM_{2,5}. Przy większej odległości dołącza do nich NO₂, co świadczy o odmiennym charakterze jego zmienności. Segmenty cenowe 1 m² lokali zarówno z rynku pierwotnego, jak i wtórnego tworzą jedno rozbudowane skupisko zmiennych nieruchomościowych, wyraźnie oddzielone od grup reprezentujących poziomy zanieczyszczeń powietrza. W jego obrębie wyróżniono dwie podgrupy odpowiadające rynkowi pierwotnemu i wtórnemu. Świadczy to o podobieństwie obu segmentów, które tworzą wspólną strukturę cenową, lecz jednocześnie o ich wewnętrznym zróżnicowaniu pozwalającym na wyodrębnienie podgrup. Wyjątek stanowi segment cen lokali o pow.

powyżej 80 m² na rynku pierwotnym, który łączy się bezpośrednio z głównym skupieniem rynku nieruchomości, a nie z podgrupą właściwą dla rynku pierwotnego. Wskazuje to na odmienną dynamikę kształtowania się cen w przypadku lokali o największych powierzchniach oraz na większe podobieństwo tego segmentu do struktury całego rynku niż do specyfiki rynku pierwotnego.



Rys. 74. Dendrogram dla cen transakcyjnych 1 m² lokali mieszkalnych na rynku pierwotnym i wtórnym oraz stężeń zanieczyszczeń.

Źródło: Badania własne.

Istotny stopień rozdzielenia pomiędzy grupą zmiennych rynkowych a środowiskowych może sugerować, że zmiany poziomu zanieczyszczeń powietrza były słabo powiązane z kształtowaniem się cen transakcyjnych mieszkań na obu rynkach.

W dalszej części analizy, zgodnie z założeniami badawczymi, skonstruowano dwa niezależne modele PCA, osobno dla rynku pierwotnego i rynku wtórnego.

Wyniki analizy składowych głównych dla cen transakcyjnych 1 m² lokali mieszkalnych na rynku pierwotnym i stężeń zanieczyszczeń wskazują, że pierwsza składowa główna (PC1), wyjaśniająca 53% całkowitej wariancji układu, jest silnie dodatnio powiązana z większością zmiennych rynku nieruchomości (Tabela 21).

**Tabela 21. Wyniki analizy PCA dla cen transakcyjnych 1 m² lokali mieszkalnych na rynku pierwotnym w podziale na segmenty według wielkości;
PC (Principal Component) - składowa główna.**

Zmienna	PC1	PC2
KRA.Price1mPrim40real	0,84	0,37
KRA.Price1mPrim40_60real	0,84	0,47
KRA.Price1mPrim60_80real	0,83	0,47

KRA.Price1mPrim80real	0,36	0,36
KRA.NO2	-0,77	0,35
KRA.PM10	-0,68	0,70
KRA.PM25	-0,65	0,72
Wartość własna	3,72	1,84
Udział w wariancji całkowitej	0,53	0,26

Źródło: Badania własne.

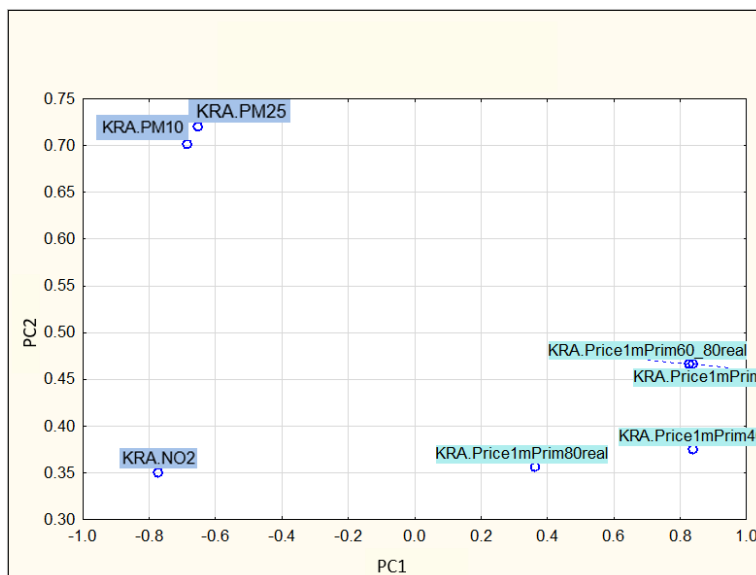
Trzy segmenty cenowe charakteryzują się wysokimi dodatnimi ładunkami (0,83–0,84). Segment cen mieszkań największych (o pow. powyżej 80 m²) cechuje się wyraźnie niższą dodatnią wartością ładunku (0,36), sugerując odmienny przebieg cen w tej grupie, co jest spójne z wynikami analizy skupień oraz danymi empirycznymi (Rys. 41). Zmienne środowiskowe przyjmują ujemne wartości ładunków w PC1 (od -0,65 do -0,77) wskazując, że ich zmienność jest odwrotnie skorelowana z trendami cenowymi na rynku pierwotnym. Wzrost stężeń zanieczyszczeń (szczególnie NO₂ ze względu na wysoką wartość w PC1) wiąże się z tendencją do spadku cen mieszkań. Wartości bezwzględne ładunków składowych, opisujących poziom zanieczyszczeń są zbliżone do wartości dla zmiennych rynku nieruchomości, co może sugerować powiązanie tych zmiennych, dotyczy to zwłaszcza NO₂ (-0,77) przyjmującego najwyższą wartość ładunku.

Druga składowa główna (PC2), wyjaśniająca kolejne 26% wariancji układu, w największym stopniu oddziela zmienne środowiskowe od pozostałych. Wysokie dodatnie ładunki dla PM₁₀ (0,70) i PM_{2,5} (0,72) wskazują na znaczny stopień podobieństwa ich dynamiki w czasie, natomiast NO₂ (0,35) różnicuje się względem pozostałych zanieczyszczeń, co sugeruje odmienny przebieg jego zmian. Łącznie PC1 i PC2 wyjaśniają 79% całkowitej wariancji, co świadczy o dobrym odwzorowaniu struktury przez model.

Graficzna prezentacja wyników PCA obrazuje podział zmiennych na dwie odrębne grupy - rynkową i środowiskową (Rys. 75).

Segmenty cen lokali o pow. do 40 m², 40-60 m² i 60-80 m² lokują się po stronie wysokich dodatnich wartości pierwszej składowej, co wskazuje na zbliżony charakter ich zmian. Natomiast segment cen lokali o pow. powyżej 80 m² znajduje się przy niższych dodatnich wartościach składowej PC1, co odróżnia go od pozostałych grup metrażowych i może sugerować, że ceny mieszkań największych charakteryzowały się odmiennym profilem zmian, odzwierciedlając specyfikę tego segmentu rynku. Zmienne środowiskowe zaś (NO₂, PM₁₀, PM_{2,5}) są

położone po stronie wysokich ujemnych wartości pierwszej składowej, co wskazuje na ich odwrotną zmienność względem cen na rynku pierwotnym.



Rys. 75. Wyniki analizy PCA (bez rotacji) dla cen transakcyjnych 1 m² lokali mieszkalnych na rynku pierwotnym w podziale na segmenty według wielkości.

Źródło: Badania własne.

Wysokie wartości ładunków w PC2 dla PM₁₀ i PM_{2,5} świadczą o ich zbliżonym przebiegu w czasie, a bliskie położenie punktów odzwierciedla tę zależność, odróżniając je od NO₂, który znajduje się niżej na osi PC2 i wykazuje odmienną dynamikę.

Wyniki PCA dla cen 1 m² lokali na rynku wtórnym wskazują, że pierwsza składowa główna wyjaśnia 66% zmienności układu i charakteryzuje się wysokimi, zbliżonymi ładunkami dodatnimi dla zmiennych cenowych (0,79-0,93) (Tabela 22).

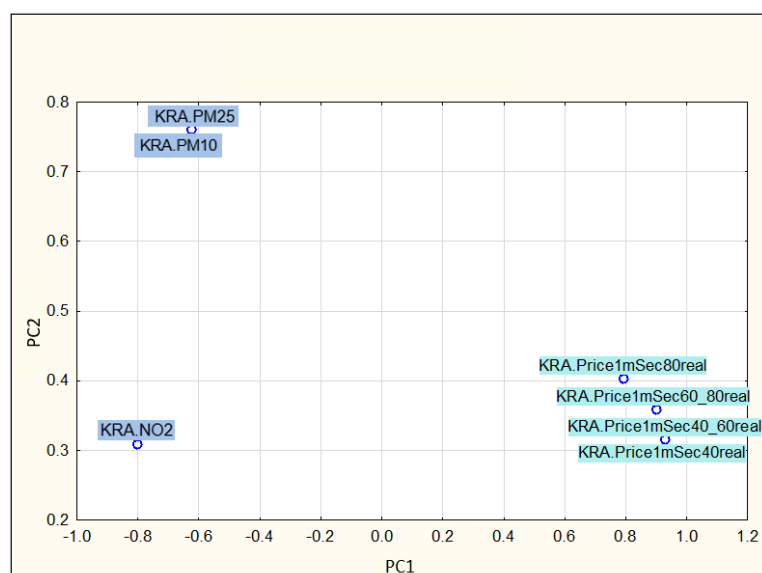
**Tabela 22. Wyniki analizy PCA dla cen transakcyjnych 1 m² lokali mieszkalnych na rynku wtórnym w podziale na segmenty według wielkości;
PC (Principal Component) - składowa główna.**

Zmienna	PC1	PC2
KRA.Price1mSec40real	0,93	0,29
KRA.Price1mSec40_60real	0,93	0,32
KRA.Price1mSec60_80real	0,90	0,36
KRA.Price1mSec80real	0,79	0,40
KRA.NO2	-0,80	0,31
KRA.PM10	-0,67	0,73
KRA.PM25	-0,62	0,76
Wartość własna	4,64	1,68
Udział w wariancji całkowitej	0,66	0,24

Źródło: Badania własne.

Świadczy to o ich zbliżonym charakterze zmian oraz podobnym przebiegu w czasie. Najniższą wartość, odbiegającą nieco od pozostałych przyjmuje segment cen lokali największych tj. o pow. powyżej 80 m² (0,79), odzwierciedlając odmiennność jego dynamiki, co potwierdza rezultaty otrzymane w analizie skupień. Ładunki dla zmiennych zanieczyszczeń powietrza, podobnie jak w przypadku rynku pierwotnego przyjmują wartości ujemne (od -0,62 do -0,80), wskazując na ich odwrotną zależność względem segmentu cenowego. Jednocześnie, wartość bezwzględna ładunku zmiennej opisującej stężenie NO₂ (-0,80) jest zbliżona do wartości dla zmiennych rynku nieruchomości, sugerując istotny związek między tymi zmiennymi. Pierwsza składowa główna odzwierciedla kontrast pomiędzy dynamiką cen transakcyjnych mieszkań na rynku pierwotnym w poszczególnych segmentach metrażowych a poziomami zanieczyszczeń powietrza. Wyższej liczbie sprzedanych lokali odpowiadają niższe wartości zmiennych środowiskowych i odwrotnie. Druga składowa główna (PC2), wyjaśniająca 24% wariancji, przyjmuje strukturę zbliżoną do obserwowanej dla rynku pierwotnego. Jest kształtowana głównie przez zmienne środowiskowe a PM₁₀ i PM_{2,5} przyjmują w niej wysokie dodatnie wartości ładunków (0,73 i 0,76) wskazując na wzajemnie podobieństwo ich dynamiki. Jednocześnie NO₂ charakteryzuje się umiarkowaną wartością dodatnią (0,31), co potwierdza jego odmienny charakter zmian. Łącznie PC1 i PC2 wyjaśniają 90% całkowitej wariancji, co świadczy o wysokim stopniu odwzorowania struktury przez model PCA.

Wykres PCA ukazuje wyraźny podział zmiennych na dwie odrębne grupy zmiennych: cenową i środowiskową, analogicznie do rynku pierwotnego (Rys. 76).



Rys. 76. Wyniki analizy PCA (bez rotacji) dla cen transakcyjnych 1 m² lokali mieszkalnych na rynku wtórnym w podziale na segmenty według wielkości.

Źródło: Badania własne.

Segmenty cenowe rynku wtórnego lokalizują się przy wysokich dodatnich wartościach PC1, a ich niewielkie różnice w położeniu, sugerują minimalne odchylenia w przebiegu zmian cen w poszczególnych segmentach. Zmienne zanieczyszczeń powietrza (NO₂, PM₁₀ i PM_{2,5}) znajdują się po przeciwnej stronie osi PC1, przyjmując wartości ujemne. Wysokie położenie PM₁₀ i PM_{2,5} wzdłuż osi PC2 wskazuje na zbliżony charakter ich zmienności oraz zdecydowany udział w strukturze drugiej składowej.

Wyniki estymacji modelu GRM dla cen 1 m² mieszkań na rynku pierwotnym w Krakowie wskazują, że jakość powietrza oddziaływała na poziom cen w większości segmentów metrażowych, a dominującą zmienną środowiskową był NO₂ (Tabela 23).

Tabela 23. Wyniki estymacji modelu GRM dla cen transakcyjnych 1 m² lokali mieszkalnych na rynku pierwotnym w podziale na segmenty według wielkości;
*Efektem w modelu są istotne czynniki lub istotne interakcje

Zmienna zależna	Efekt*	Parametr modelu	R ²	Statystyka F	Parametr p	Model
KRA.Price1mPrim40real	KRA.NO2	-56,62	0,26	17,43	0,00	MNK
KRA.Price1mPrim40_60real	KRA.NO2	-37,21	0,21	13,05	0,00	MNK
KRA.Price1mPrim60_80real	KRA.NO2	-32,55	0,18	11,18	0,00	MNK
KRA.Price1mPrim80real	brak					

Źródło: Badania własne.

Istotne ujemne efekty NO₂ odnotowano w trzech segmentach - dla lokali o pow. do 40 m², 40-60 m² oraz 60-80 m², natomiast w segmencie lokali o pow. powyżej 80 m² nie zidentyfikowano efektów środowiskowych. W kategorii lokali najmniejszych (o pow. do 40 m²) wzrost poziomu NO₂ o 1 µg/m³ wiązał się ze spadkiem ceny 1 m² średnio o około 57 zł. W segmentach mieszkań o pow. 40-60 m² oraz 60-80 m² spadki te wynosiły odpowiednio około 37 zł/m² oraz 33 zł/m² na 1 µg/m³. Mechanizm ten oznacza, że w badanym okresie wyższe stężenia zanieczyszczeń powietrza współwystępowały z niższymi cenami mieszkań, a siła tej zależności malała wraz z przechodzeniem do segmentów o większym metrażu. Brak istotności zanieczyszczeń powietrza w segmencie lokali największych wskazuje, że były kompensowane przez inne atrybuty nieruchomości, takie jak lokalizacja, standard wykończenia, marka dewelopera czy dostęp do usług.

Porównanie wyników analizy PCA oraz modelowania GRM dla cen 1 m² na rynku pierwotnym w Krakowie wskazuje na zbieżność obu metod w zakresie kierunku relacji pomiędzy jakością powietrza a poziomem cen. PCA ujawniła wspólny wymiar, w którym pierwsza składowa główna przyjęła dodatnie ładunki dla segmentów cenowych oraz ujemne dla zmiennych środowiskowych, co wskazuje, że wyższe ceny współwystępowały z niższymi poziomami zanieczyszczeń. GRM potwierdził tę zależność w wymiarze oddziaływania, identyfikując

istotne ujemne efekty NO₂ w trzech segmentach cenowych, przy czym siła efektu malała wraz z przechodzeniem do segmentów lokali o większej powierzchni. Druga składowa odzwierciedlała natomiast odrębny wymiar związany głównie z pyłami zawieszonymi (PM₁₀ i PM_{2,5}), wyrażony wysokimi wartościami ich ładunków. Z kolei wyniki modelowania GRM ujawniły oddziaływanie czynników środowiskowych na ceny mieszkań, ograniczone do NO₂.

Oznacza to, że choć wszystkie analizowane zanieczyszczenia współwystępowały w strukturze danych, jedynie NO₂ wykazał istotny związek z cenami 1 m² lokali. W segmencie lokali o pow. powyżej 80 m² pierwsza główna składowa osiągnęła niższe wartości ładunków niż w pozostałych segmentach, co sugeruje słabszy związek cen mieszkań dużych z wymiarem środowiskowym wyodrębnionym przez PCA. Wynik ten pozostaje zgodny z rezultatami GRM, w których nie wystąpiły istotne efekty środowiskowe dla tego segmentu.

Wyniki modelu GRM dla cen 1 m² mieszkań na rynku wtórnym w Krakowie wskazują na silną i jednolitą w segmentach powierzchniowych zależność pomiędzy jakością powietrza a poziomem cen, przy czym dominującą zmienną środowiskową jest NO₂ (Tabela 24).

Tabela 24. Wyniki estymacji modelu GRM dla cen transakcyjnych 1 m² lokali mieszkalnych na rynku wtórnym w podziale na segmenty według wielkości;
*Efektem w modelu są istotne czynniki lub istotne interakcje

Zmienna zależna	Efekt*	Parametr modelu	R ²	Statystyka F	Parametr p	Model
KRA.Price1mSec40real	KRA.NO2	-94,92	0,37	29,88	0,00	MNK
KRA.Price1mSec40_60real	KRA.NO2	-77,84	0,38	30,15	0,00	MNK
KRA.Price1mSec60_80real	KRA.NO2	-77,71	0,34	25,67	0,00	MNK
KRA.Price1mSec80real	KRA.NO2	-64,58	0,24	16,10	0,00	MNK

Źródło: Badania własne.

W czterech analizowanych segmentach odnotowano istotne ujemne parametry NO₂, co oznacza, że wyższe stężenia tego zanieczyszczenia współwystępowały z niższymi cenami mieszkań. W segmencie lokali najmniejszych (o pow. do 40 m²) wzrost stężenia NO₂ o 1 µg/m³ wiązał się ze spadkiem ceny 1 m² średnio o około 95 zł, w segmentach mieszkań o pow. 40-60 m² oraz 60-80 m² o około 78 zł/m², natomiast w kategorii lokali największych o około 65 zł/m². Siła efektu malała wraz ze wzrostem metrażu mieszkań, co wskazuje, że w segmencie premium wpływ środowiskowy był w największym stopniu kompensowany przez inne atrybuty nieruchomości takie jak lokalizacja, standard czy dostęp do usług.

Wyniki modeli GRM dla cen 1 m² mieszkań w Krakowie wskazują na istotne różnice w oddziaływaniu zanieczyszczeń powietrza między rynkiem pierwotnym a wtórnym. Na rynku pierwotnym efekty środowiskowe ujawniły się w trzech segmentach metrażowych,

a w segmencie mieszkań największych nie wystąpiły. Na rynku wtórnym natomiast, oddziaływanie to występowało we wszystkich kategoriach powierzchniowych. W obu analizach dominującą zmienną środowiskową był NO_2 , przy czym siła efektów była większa na rynku wtórnym (od -65 do -95 zł/m² na 1 µg/m³ NO_2) niż na pierwotnym (od -33 do -57 zł/m²). Różnice te sugerują, że rynek wtórny wykazuje większą wrażliwość na jakość powietrza, co może być związane z łatwiejszą oceną rzeczywistych warunków otoczenia oraz ograniczoną możliwością kompensacji czynników środowiskowych. Na rynku pierwotnym część efektów może być równoważona przez atrybuty nieruchomości (standard, wiek, efektywność energetyczna, oferta deweloperska) oraz oczekiwania dotyczące przyszłych zmian w najbliższym sąsiedztwie.

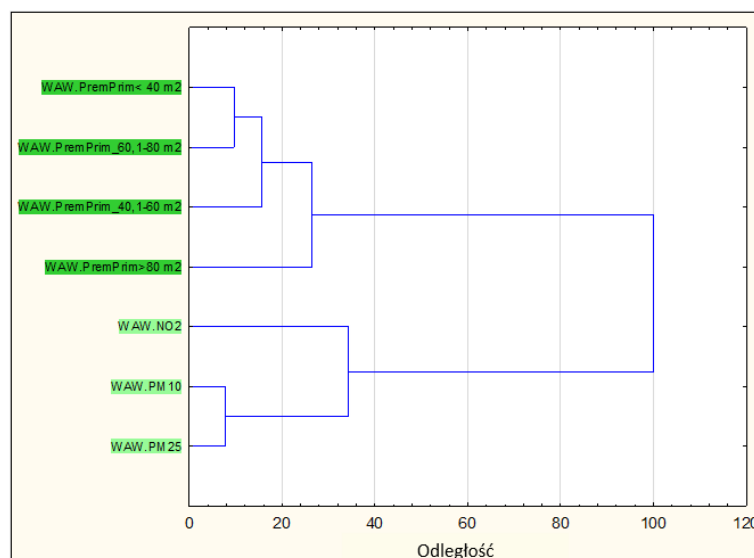
Analiza PCA wykazała istnienie wspólnego wymiaru cenowo-środowiskowego, w którym pierwsza główna składowa przyjmowała dodatnie ładunki dla wszystkich segmentów metrażowych oraz ujemne dla zmiennych środowiskowych (NO_2 , PM_{10} , $\text{PM}_{2,5}$). Wskazuje to na odwrotny układ zależności pomiędzy poziomem cen mieszkań a zanieczyszczeniami powietrza w badanej próbie. Druga składowa odzwierciedlała odrębny wymiar związany przede wszystkim z pyłami zawieszonymi (PM_{10} i $\text{PM}_{2,5}$), które uzyskały na niej wysokie wartości ładunków. Wyniki GRM są zgodne z tą obserwacją, identyfikując istotne efekty środowiskowe we wszystkich segmentach metrażowych, przy czym oddziaływanie cenowe było powiązane wyłącznie z NO_2 . Zestawienie obu metod pokazuje, że PCA uchwyciła wspólną zmienność wszystkich zanieczyszczeń w strukturze danych, natomiast model GRM pokazał, że istotne efekty cenowe dotyczyły wyłącznie NO_2 , a tym samym, że współwystępowanie zanieczyszczeń nie musi prowadzić do równorzędnych efektów cenowych na rynku.

5.3. Modele czynników zanieczyszczeń powietrza wpływających na ceny i liczbę sprzedaży lokali mieszkalnych w Warszawie w latach 2010-2022

5.3.1. Analiza skupień, PCA i GRM dla liczby sprzedanych lokali mieszkalnych na rynku pierwotnym i wtórnym

W pierwszym etapie wykonano trzy analizy obejmujące ocenę podobieństwa między liczbą sprzedanych mieszkań a stężeniami zanieczyszczeń na rynku pierwotnym, wtórnym i łącznie.

Poniższy dendrogram przedstawia układ podobieństw między segmentami liczby sprzedaży mieszkań na rynku pierwotnym a poziomami stężeń zanieczyszczeń powietrza (PM_{10} , $\text{PM}_{2,5}$ i NO_2) (Rys. 77).



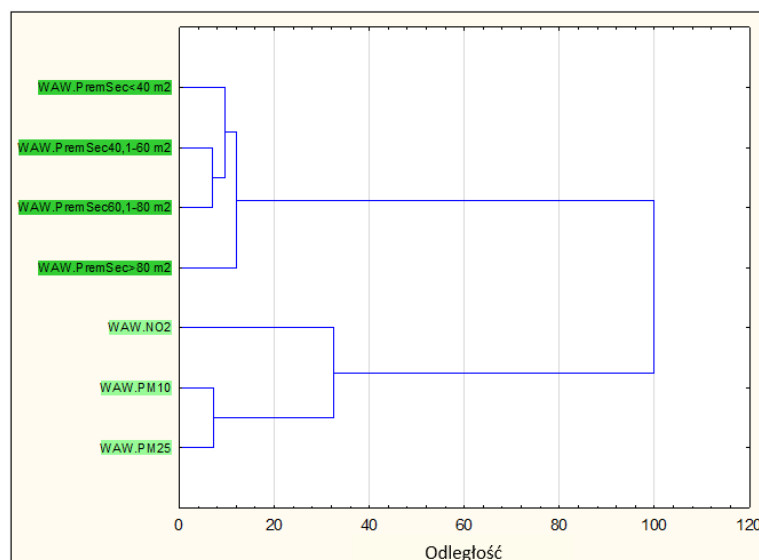
Rys. 77. Dendrogram dla liczby sprzedanych lokali na rynku pierwotnym i stężeń zanieczyszczeń.

Źródło: Badania własne.

Wszystkie segmenty metrażowe rynku pierwotnego tworzą odrębną, względnie jednorodną grupę, co może wskazywać na zbliżony charakter zmian sprzedaży w tych kategoriach. Najbardziej podobne do siebie są segmenty mieszkań o pow. do 40 m² oraz 60-80 m² (odległość łączenia ok.10 jednostek). Przy wyższych wartościach miary odległości, dołączają do grupy kolejno segmenty: lokali średniej wielkości (o pow. 40-60 m²) i lokali największych (o pow. powyżej 80 m²). Może to wskazywać na odmienny charakter kształtowania się liczby transakcji lokali o większej powierzchni, tym samym większą zmienność wolumenów ich sprzedaży, co jest zgodne z wynikami analizy wstępnej rozkładów danych empirycznych (Rys. 49).

Drugie skupienie obejmuje zmienne związane z zanieczyszczeniami powietrza (PM₁₀, PM_{2,5} oraz NO₂), przy czym PM₁₀ i PM_{2,5} są do siebie najbardziej podobne, a NO₂ dołącza do tej grupy przy istotnie wyższej wartości odległości, wskazując na odmienny profil zmienności. Wysoka wartość odległości pomiędzy skupieniami liczby transakcji a czynnikami jakości powietrza może wskazywać, że zmienność wolumenów sprzedaży na rynku pierwotnym była w niewielkim stopniu powiązana ze zmianami poziomów zanieczyszczeń.

Na rynku wtórnym, podobnie jak na pierwotnym zmienne związane z liczbą transakcji tworzą własne skupienie, odrębne od zmiennych zanieczyszczeń powietrza, wskazując na stosunkowo niewielkie podobieństwo między dynamiką sprzedaży na rynku wtórnym a parametrami jakości powietrza (Rys. 78).



Rys. 78. Dendrogram dla liczby sprzedanych lokali na rynku wtórnym i stężeń zanieczyszczeń w Warszawie.

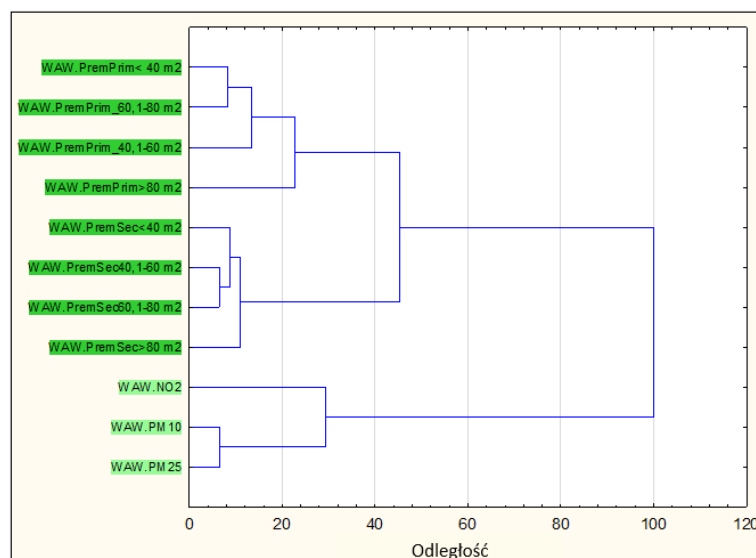
Źródło: Badania własne.

Segmenty nieruchomościowe łączą się w zwarte skupienie przy niskich odległościach, co świadczy o podobnym przebiegu zmian liczby transakcji, niezależnie od wielkości lokali. Potwierdza to wnioski płynące ze wstępnej analizy rozkładów jednowymiarowych w dziedzinie czasu i częstotliwości (Rys. 50). Najbardziej podobne do siebie są segmenty liczby sprzedanych lokali o pow. 40-60 m² oraz 60-80 m² (najniższy próg podobieństwa ok. 8 jednostek). Następnie, do skupienia zostaje dołączony segment lokali najmniejszych (o pow. poniżej 40 m²), a przy wyższej wartości odległości - segment lokali największych (o pow. powyżej 80 m²).

Zmienne środowiskowe tworzą osobną grupę i analogicznie jak w przypadku rynku pierwotnego, najwyższy stopień podobieństwa wykazują PM₁₀ i PM_{2,5}, a NO₂ zostaje przyłączone na wyższym etapie agregacji.

Analiza skupień przeprowadzona dla liczby sprzedanych mieszkań łącznie na rynku pierwotnym i wtórnym oraz stężeń zanieczyszczeń, wskazuje na trzy odrębne, podobne wewnętrznie skupiska (Rys. 79). Segmenty rynku wtórnego zostają połączone przy niższych wartościach odległości niż na rynku pierwotnym. Świadczy to o wyższym stopniu podobieństwa przebiegów w czasie liczby transakcji na rynku wtórnym niż na pierwotnym, niezależnie od wielkości lokali. Na obu rynkach, segment mieszkań największych (o pow. powyżej 80 m²) wykazuje najniższy stopień podobieństwa względem pozostałych kategorii metrażowych w obrębie danego rynku. Czynniki środowiskowe, analogicznie jak we wcześniejszych analizach, tworzą własne skupienie, z najbardziej podobną parą: PM₁₀ i PM_{2,5}. Wysoka wartość odległości między skupieniami zmiennych rynkowymi i środowiskowych wskazuje na odmienny sposób

kształtowania się poziomów zanieczyszczeń i liczby transakcji na obu rynkach. Oznacza to, że dynamika wolumenów sprzedaży mieszkań w Warszawie przebiegała inaczej niż zmienność jakości powietrza, co jest spójne z wynikami wcześniejszych etapów analizy.



Rys. 79. Dendrogram dla liczby sprzedanych lokali na rynku pierwotnym i wtórnym oraz stężeń zanieczyszczeń w Warszawie.

Źródło: Badania własne.

Zgodnie z przyjętym schematem badawczym w kolejnym etapie przygotowano dwa oddzielne modele PCA, obejmujące rynek pierwotny oraz wtórny.

Wyniki analizy PCA dla liczby sprzedanych lokali mieszkalnych na rynku pierwotnym w podziale na segmenty metrażowe i czynników zanieczyszczeń powietrza wskazują na wyraźną dwuwymiarową strukturę danych (Tabela 25).

**Tabela 25. Wyniki analizy PCA dla liczby sprzedanych lokali mieszkalnych na rynku pierwotnym w podziale na segmenty według wielkości;
PC (Principal Component) - składowa główna.**

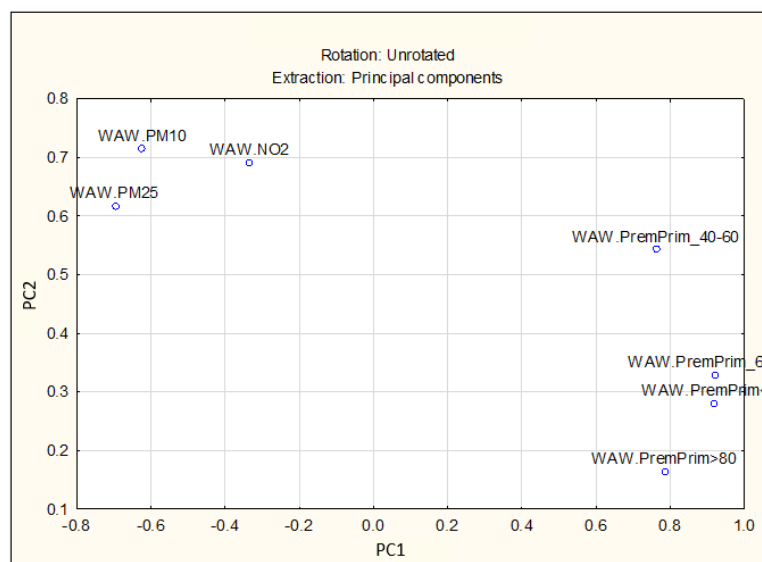
Zmienna	PC1	PC2
WAW.PremPrim<40	0,92	0,28
WAW.PremPrim_40-60	0,76	0,54
WAW.PremPrim_60-80	0,92	0,33
WAW.PremPrim>80	0,79	0,16
WAW.NO2	-0,33	0,69
WAW.PM10	-0,62	0,71
WAW.PM25	-0,69	0,62
Wartość własna	3,88	1,87
Udział w wariancji całkowitej	0,55	0,27

Źródło: Badania własne.

Pierwsza składowa główna (PC1) wyjaśniająca 55% wariancji pierwotnej całego układu zmiennych rzeczywistych, charakteryzuje się wysokimi dodatnimi ładunkami dla wszystkich zmiennych związanych z rynkiem nieruchomości (0,76-0,92) oraz jednocześnie ujemnymi ładunkami dla zmiennych środowiskowych (od -0,33 do -0,69). Oznacza to, że pierwsza składowa główna reprezentuje kontrast między intensywnością sprzedaży mieszkań na rynku pierwotnym w poszczególnych segmentach metrażu a poziomami zanieczyszczeń powietrza - im wyższa liczba sprzedanych lokali, tym niższe wartości zmiennych środowiskowych i odwrotnie. Wartość bezwzględna ładunku dla poziomu stężenia pyłu $PM_{2,5}$ (-0,69) jest zbliżona do wartości zmiennych rynku nieruchomości. Świadczy to o silnym powiązaniu tych zmiennych.

Druga składowa główna wyjaśnia kolejne 27% wariancji i odzwierciedla przede wszystkim zmienne dotyczące zanieczyszczeń powietrza, na co wskazują wysokie dodatnie ładunki dla NO_2 (0,69), PM_{10} (0,71) oraz $PM_{2,5}$ (0,62). Podobne, wysokie udziały NO_2 i PM_{10} w PC2 mogą wskazywać na zbliżone źródła pochodzenia tych zanieczyszczeń, bądź też współwystępowanie kilku źródeł zanieczyszczeń łącznie na badanym obszarze. Łącznie PC1 i PC2 opisują 82% całkowitej wariancji, co wskazuje na dobre odwzorowanie struktury przed model.

Wyraźny podział między zmiennymi rynkowymi a środowiskowymi uwidacznia się również na wykresie PCA prezentującym wyniki analizy liczby sprzedanych mieszkań na rynku pierwotnym (Rys. 80).



Rys. 80. Wyniki analizy PCA (bez rotacji) dla liczby sprzedanych lokali mieszkalnych na rynku pierwotnym w podziale na segmenty według wielkości.

Źródło: Badania własne

Segmenty zmiennych opisujących liczbę sprzedanych mieszkań na rynku pierwotnym lokują się blisko siebie po stronie wysokich dodatnich wartości składowej pierwszej, co wskazuje na zbliżony kierunek ich zmian w czasie. Zmienne środowiskowe (PM_{10} , $PM_{2,5}$ i NO_2) natomiast znajdują się po stronie wysokich ujemnych wartości ładunków pierwszej składowej, odzwierciedlając odwrotną zmienność liczby transakcji i poziomów stężeń zanieczyszczeń powietrza. Druga składowa główna objaśnia przede wszystkim zmienne środowiskowe, które uzyskują wysokie wartości dodatnie PC2. Ich bliskie usytuowanie na wykresie wskazuje na podobny profil zmienności. Segmenty rynku nieruchomości przyjmują w drugiej składowej umiarkowane wartości dodatnie, przy czym segment 40-60 m² osiąga relatywnie wyższe wartości PC2 niż pozostałe, co może sugerować odmienną intensywność zmian sprzedaży w tej kategorii. Cały układ zmiennych na wykresie PCA ukazuje istnienie relacji pomiędzy zmiennymi w obrębie każdej z grup, przy jednoczesnych wyraźnych różnicach pomiędzy zmiennymi rynkowymi a środowiskowymi, co jest zgodne z wnioskami uzyskanymi w analizie skupień.

Analiza składowych głównych przeprowadzona dla zmiennych opisujących liczbę sprzedanych nieruchomości na rynku wtórnym oraz czynników jakości powietrza, wskazuje na wyraźny podział struktury na dwa główne wymiary (Tabela 26).

**Tabela 26. Wyniki analizy PCA dla liczby sprzedanych lokali mieszkalnych na rynku wtórnym w podziale na segmenty według wielkości;
PC (Principal Component) - składowa główna.**

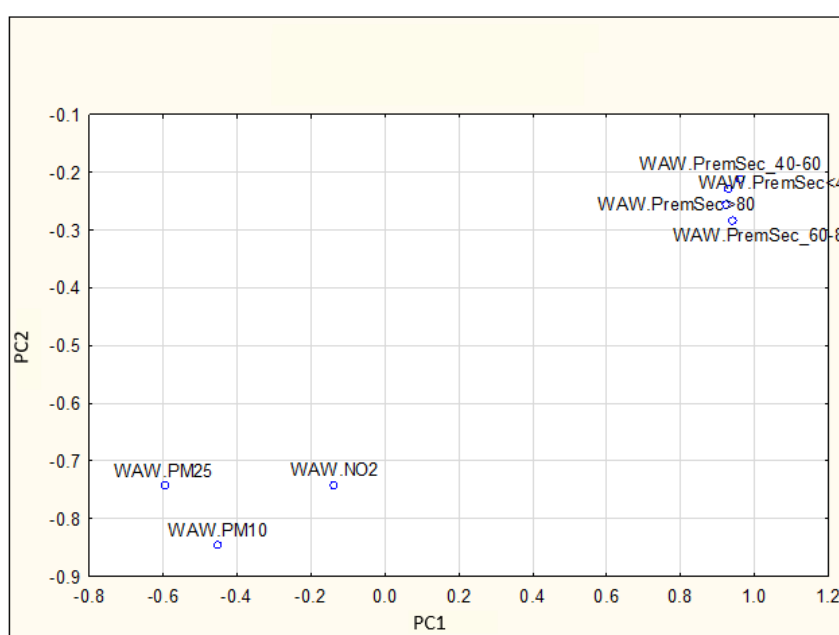
Zmienna	PC1	PC2
WAW.PremSec<40	0,93	-0,23
WAW.PremSec 40-60	0,96	-0,21
WAW.PremSec 60-80	0,94	-0,29
WAW.PremSec>80	0,92	-0,26
WAW.NO2	-0,14	-0,74
WAW.PM10	-0,45	-0,85
WAW.PM25	-0,59	-0,74
Wartość własna	4,10	2,06
Udział w wariancji całkowitej	0,59	0,29

Źródło: Badania własne.

Pierwsza składowa główna (PC1), będąca indeksem zjawiska, odpowiada za wyjaśnienie 59% całkowitej wariancji i cechuje się wysokimi dodatnimi ładunkami zmiennych z grupy rynku nieruchomości (0,92-0,96) oraz umiarkowanymi ujemnymi wartościami ładunków dla PM_{10} i $PM_{2,5}$ (od -0,45 do -0,59). NO_2 ma w niej niski udział (-0,14). Wskazuje to na kontrast pomiędzy skalą sprzedaży mieszkań na rynku wtórnym a poziomem zanieczyszczeń powietrza – im większa liczba transakcji w danym segmencie metrażu, tym niższe wartości stężeń zanieczyszczeń PM_{10} , $PM_{2,5}$ oraz NO_2 , i odwrotnie.

Druga składowa (PC2), wyjaśniająca 29% wariancji, odzwierciedla przede wszystkim zmienne środowiskowe, na co wskazują wysokie ujemne ładunki dla PM_{10} (-0,85), $PM_{2,5}$ (-0,74) oraz NO_2 (-0,74). Zmienne rynku nieruchomości przyjmują w drugiej składowej stosunkowo niskie ujemne wartości (od -0,21 do -0,29), co może sugerować ich umiarkowane, wtórne bądź nieliniowe powiązanie z tym wymiarem. Łącznie obie składowe opisują 88% całkowitej wariancji, co świadczy o trafnym ujęciu głównych wymiarów zmienności w modelu PCA.

Analogicznie jak w przypadku rynku pierwotnego, wykres PCA dla liczby transakcji na rynku wtórnym ukazuje wyraźne rozdzielanie zmiennych rynkowych od środowiskowych (Rys. 81).



Rys. 81. Wyniki analizy PCA (bez rotacji) dla liczby sprzedanych lokali mieszkalnych na rynku wtórnym w podziale na segmenty według wielkości.

Źródło: Badania własne.

Wszystkie segmenty powierzchniowe rynku wtórnego lokalizują się po stronie wysokich dodatnich wartości składowej pierwszej, co sugeruje ich zbliżoną dynamikę oraz wysoki stopień współzmienności pomiędzy poszczególnymi kategoriami wielkości lokali. Zmienne zanieczyszczeń powietrza (NO_2 , PM_{10} , $PM_{2,5}$) przyjmują wartości ujemne wzdłuż osi PC1 i są wyraźnie oddzielone od zmiennych rynkowych, co świadczy o odmiennym charakterze ich zmienności. Położenie PM_{10} i $PM_{2,5}$ w bliskim sąsiedztwie sugeruje podobny przebieg ich zmian, natomiast NO_2 wykazuje nieco inny profil, co odzwierciedla jego wyższe wartości w PC2. Układ zmiennych na wykresie potwierdza istnienie dwóch odrębnych grup procesów tj. rynkowych i środowiskowych - kształtowanych przez różne zestawy uwarunkowań.

Wyniki estymacji modelu GRM wskazują, że jakość powietrza oddziaływała na liczbę transakcji na rynku pierwotnym w Warszawie w sposób istotny statystycznie we wszystkich badanych segmentach lokali, przy czym dominującą zmienną środowiskową był pył zawieszony PM_{2,5} (Tabela 27).

Tabela 27. Wyniki estymacji modelu GRM dla liczby sprzedanych lokali na rynku pierwotnym w podziale na segmenty według wielkości;

***Efektem w modelu są istotne czynniki lub istotne interakcje**

Zmienna zależna	Efekt*	Parametr modelu	R ²	Statystyka F	Parametr p	Model
WAW.PremPrim<40	WAW.PM25	-56,26	0,56	11,77	0,00	GRM
	WAW.NO2*WAW.PM10	0,45				
	WAW.PM25.I	-18,59				
	WAW.PM25.II	-68,58				
	WAW.PM25.III	-54,14				
	WAW.PM25.IV	-17,10				
WAW.PremPrim_40-60	WAW.PM25	-75,33	0,49	8,84	0,00	GRM
	WAW.PM10*WAW.PM25	0,74				
	WAW.PM25.I	-10,48				
	WAW.PM25.II	-69,02				
	WAW.PM25.III	-58,66				
	WAW.PM25.IV	-4,38				
WAW.PremPrim_60-80	WAW.PM25	-75,33	0,49	8,84	0,00	GRM
	WAW.PM10*WAW.PM25	0,74				
	WAW.PM25.I	-20,01				
	WAW.PM25.II	-58,99				
	WAW.PM25.III	-63,87				
	WAW.PM25.IV	-10,83				
WAW.PremPrim>80	WAW.PM25	-14,82	0,33	5,93	0,00	GRM
	WAW.PM25.I	-12,08				
	WAW.PM25.II	-28,91				
	WAW.PM25.III	-25,72				
	WAW.PM25.IV	-2,20				

Źródło: Badania własne.

W każdym segmencie odnotowano ujemny efekt główny PM_{2,5}, co oznacza, że wzrost jego stężenia o 1 µg/m³ wiązał się ze spadkiem liczby transakcji średnio o około 56 w segmencie lokali o pow. do 40 m², 75 w kategoriach mieszkań o pow. 40-60 m² i 60-80 m² oraz 15 w segmencie mieszkań największych (o pow. powyżej 80 m²). We wszystkich segmentach zidentyfikowano dodatkowo istotną zmienność w ujęciu kwartalnym, przy czym najwyższe wartości parametrów wystąpiły w II i III kwartałach tj. w sezonach ciepłych. W trzech segmentach odnotowano istotne statystycznie interakcje (pomiędzy NO₂ i PM₁₀ oraz PM₁₀ i PM_{2,5}),

co wskazuje, że wpływ poszczególnych zanieczyszczeń nie jest samodzielny, lecz kształtowany przez ich współwystępowanie. W segmencie lokali o pow. powyżej 80 m² dominował wyłącznie efekt główny PM_{2,5}, bez obecności interakcji oraz przy relatywnie niewielkim zróżnicowaniu kwartalnym. Może to wskazywać na słabszą wrażliwość popytu w tym segmencie na czynniki środowiskowe lub na działanie efektów kompensacyjnych związanych ze standardem i lokalizacją nieruchomości.

Porównanie wyników analizy PCA oraz modelowania GRM dla rynku pierwotnego w Warszawie wskazuje na zgodność obu metod co do kierunku relacji pomiędzy jakością powietrza a aktywnością transakcyjną. Liczba transakcji wzrasta przy spadku stężeń zanieczyszczeń. Analiza PCA ujawniła wspólny wymiar, w którym segmenty transakcyjne przyjęły wysokie dodatnie ładunki w pierwszej składowej, natomiast zmienne środowiskowe ujemne, co oznacza, że wyższe poziomy zanieczyszczeń współwystępowały z niższą liczbą transakcji. GRM potwierdził tę zależność w wymiarze oddziaływania, identyfikując istotne ujemne efekty główne pyłu PM_{2,5} we wszystkich segmentach, interakcje pomiędzy NO₂ i PM₁₀ oraz PM₁₀ i PM_{2,5} oraz zróżnicowanie w ujęciu kwartalnym.

Wyniki estymacji modelu GRM dla liczby sprzedanych lokali na rynku wtórnym w Warszawie wskazują, że jakość powietrza oddziaływała na liczbę transakcji na tym rynku w sposób statystycznie istotny we wszystkich badanych segmentach, przy czym dominującą rolę pełniły pyły PM_{2,5} i PM₁₀ oraz w kategorii mieszkań największych, NO₂ (Tabela 28).

Tabela 28. Wyniki estymacji modelu GRM dla liczby sprzedanych lokali na rynku wtórnym w podziale na segmenty według wielkości;

***Efektem w modelu są istotne czynniki lub istotne interakcje**

Zmienna zależna	Efekt*	Parametr modelu	R ²	Statystyka F	Parametr p	Model
WAW.PremSec<40	WAW.PM25	-58,00	0,48	8,50	0,00	GRM
	WAW.PM10	41,43				
	WAW.PM25.I	-15,61				
	WAW.PM25.II	-37,22				
	WAW.PM25.III	-42,02				
	WAW.PM25.IV	-5,14				
WAW.PremSec_40-60	WAW.PM10	77,34	0,53	10,26	0,00	GRM
	WAW.PM25	-112,40				
	WAW.PM25.I	-15,42				
	WAW.PM25.II	-74,84				
	WAW.PM25.III	-68,57				
	WAW.PM25.IV	-5,17				
WAW.PremSec_60-80	WAW.PM10	40,77	0,53	10,58	0,00	GRM
	WAW.PM25	-54,66				
	WAW.PM25.I	-12,23				
	WAW.PM25.II	-32,49				
	WAW.PM25.III	-27,13				

	WAW.PM25.IV	-7,34				
WAW.PremSec>80	WAW.NO2	6,00	0,55	9,09	0,00	GRM
	WAW.PM10	21,37				
	WAW.PM25	-35,27				
	WAW.PM25.I	-12,28				
	WAW.PM25.II	-22,37				
	WAW.PM25.III	-17,25				
	WAW.PM25.IV	-2,72				

Źródło: Badania własne.

We wszystkich czterech segmentach metrażowych odnotowano istotne ujemne efekty $PM_{2,5}$. Wzrost jego stężenia o $1 \mu g/m^3$ wiązał się ze spadkiem liczby transakcji średnio o ok. 58 w segmencie lokali o pow. do $40 m^2$, ok. 112 w segmencie $40-60 m^2$, ok. 55 w grupie $60-80 m^2$ oraz ok. 35 w kategorii mieszkań największych (o pow. powyżej $80 m^2$). We wszystkich segmentach wystąpiło dodatkowo kwartalne zróżnicowanie efektów $PM_{2,5}$, z najwyższą siłą parametrów w II i III kwartałach. W analizowanych grupach lokali zidentyfikowano dodatnie efekty PM_{10} . Wzrost jego stężenia o $1 \mu g/m^3$ był związany ze wzrostem liczby transakcji średnio o ok. 41 w segmencie lokali o pow. do $40 m^2$, ok. 77 w przedziale $40-60 m^2$, ok. 41 w kategorii $60-80 m^2$ i ok. 21 w segmencie lokali o pow. powyżej $80 m^2$. Dodatkowo, w kategorii mieszkań największych odnotowano dodatni efekt NO_2 na poziomie 6 transakcji na $1 \mu g/m^3$.

Ujemny wpływ $PM_{2,5}$ może odzwierciedlać postrzegane ryzyko zdrowotne na rynku wtórnym, natomiast dodatnie efekty PM_{10} i NO_2 wskazują, że ich poziomy współwystępują w Warszawie z obszarami o wysokiej atrakcyjności. Oznacza to, że korzyści wynikające z lokalizacji czy cech funkcjonalnych mieszkań kompensują część kosztów środowiskowych, co prowadzi do dodatniego przełożenia na aktywność transakcyjną.

Analiza PCA dla rynku wtórnego w Warszawie ujawniła obecność wspólnego wymiaru środowiskowego, w którym pierwsza składowa przyjmowała dodatnie wartości dla wszystkich klas metrażowych mieszkań oraz ujemne dla zanieczyszczeń powietrza (NO_2 , PM_{10} , $PM_{2,5}$), co wskazuje na odwrotny układ zależności pomiędzy aktywnością transakcyjną a ekspozycją środowiskową. Rezultaty modelowania GRM nie potwierdził tej zależności w sposób spójny: jedynie wzrost stężenia $PM_{2,5}$ przełożył się na ujemny efekt transakcyjny, podczas gdy PM_{10} i NO_2 wiązały się z dodatnimi efektami. Wskazuje to, że choć wszystkie trzy zanieczyszczenia współtworzą wspólny wymiar środowiskowy w strukturze danych, to ich oddziaływanie na rynek nie jest jednorodne. $PM_{2,5}$ wykazuje ujemne oddziaływanie, co może wiązać się z postrzeganiem ryzyka zdrowotnego, natomiast PM_{10} i NO_2 są powiązane w Warszawie z obszarami o większej dostępności i intensywniej, zwartej zabudowie, charakterystycznej dla

rynku wtórnego. W rezultacie wspólny wymiar środowiskowy uchwycony przez PCA nie przekłada się automatycznie na spadek aktywności rynkowej, ponieważ część frakcji pełni równoległe funkcję wskaźników atrakcyjności lokalizacyjnej.

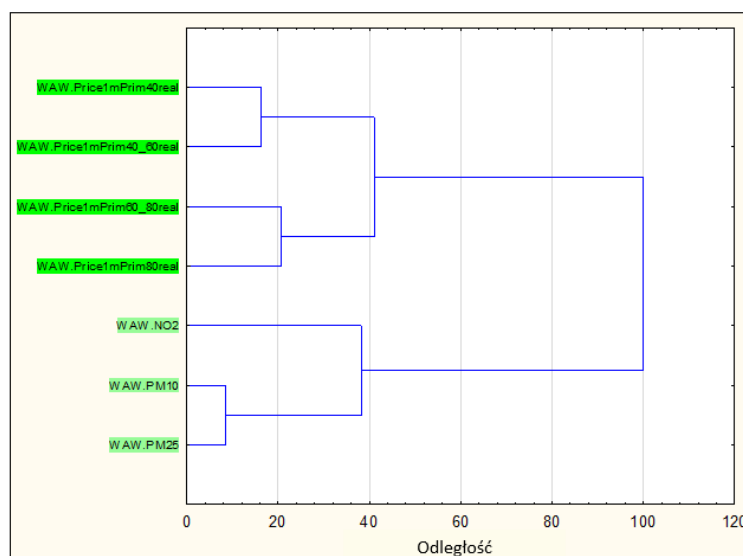
Wyniki estymacji modeli GRM dla rynku pierwotnego oraz wtórnego w Warszawie wskazują na wyraźne różnice w sposobie, w jaki jakość powietrza oddziałuje na aktywność transakcyjną w obu segmentach rynku. Na rynku pierwotnym dominującą rolę pełnił pył $PM_{2,5}$, którego istotne ujemne efekty główne odnotowano we wszystkich segmentach, jednocześnie odnotowano interakcje pomiędzy NO_2 i PM_{10} oraz PM_{10} i $PM_{2,5}$ a siła oddziaływania $PM_{2,5}$ wykazywała zróżnicowanie w ujęciu kwartalnym. W przypadku rynku wtórnego istotne ujemne efekty $PM_{2,5}$ wystąpiły również we wszystkich segmentach, jednak z większą siłą i przy jednoczesnym występowaniu dodatnich efektów PM_{10} i NO_2 . Sugeruje to, że w Warszawie frakcje związane z ryzykiem zdrowotnym ($PM_{2,5}$) są dyskontowane przez rynek, podczas gdy zanieczyszczenia transportowe (PM_{10} , NO_2) mogą wskazywać na obszary dobrze skomunikowane i atrakcyjne pod względem położenia. Zróżnicowanie to odzwierciedla także odmienną logikę działania obu rynków: na rynku pierwotnym czynniki środowiskowe mogą być kompensowane przez cechy inwestycji (np. standard techniczny, etap realizacji, oferta deweloperska), natomiast na rynku wtórnym jakość powietrza jest elementem bezpośrednio obserwowalnym i trudniejszym do zrekompensowania innymi atrybutami nieruchomości.

5.3.2. Analiza skupień, PCA i GRM dla cen transakcyjnych 1 m² lokali mieszkalnych

W pierwszym etapie badania wykonano trzy odrębne analizy porównujące ceny transakcyjne 1 m² mieszkań ze stężeniami zanieczyszczeń powietrza: dla rynku pierwotnego, rynku wtórnego oraz dla obu łącznie.

Dendrogram dla cen 1 m² lokali mieszkalnych na rynku pierwotnym w Warszawie ukazuje wyraźne rozdzielenie zmiennych rynkowych i środowiskowych (Rys. 82). Najwyższe podobieństwo występuje pomiędzy cenami w segmentach do 40 m² oraz 40-60 m², które łączą się ze sobą przy najniższej odległości (ok. 16 jednostek). Drugą parę najbardziej zbliżonych segmentów tworzą ceny mieszkań o pow. 60-80 m² i powyżej 80 m². Obie pary tworzą następnie jedno odrębne skupienie, odzwierciedlając wewnętrzną strukturę cenową rynku pierwotnego z wyraźnym podziałem na segmenty cen mieszkań mniejszych i większych. Z kolei zmienne zanieczyszczeń powietrza (NO_2 , PM_{10} i $PM_{2,5}$) wyodrębniają osobną grupę, wyraźnie oddaloną od segmentów cenowych. Najbardziej podobne są PM_{10} i $PM_{2,5}$, natomiast NO_2 dołącza do nich przy wyższej wartości odległości, wskazując na nieco inny przebieg czasowy.

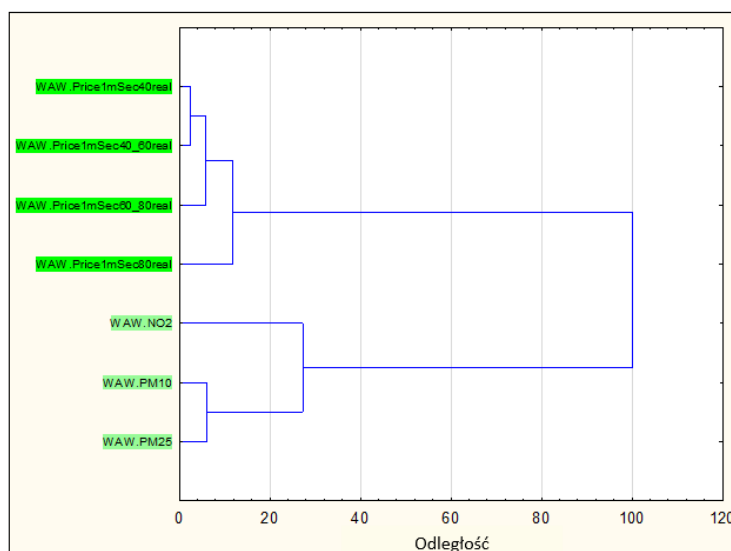
Duża separacja obu grup zmiennych wskazuje na niewielkie podobieństwo pomiędzy dynamiką cen a zmianami poziomów zanieczyszczeń powietrza.



Rys. 82. Dendrogram cen transakcyjnych 1 m² lokali mieszkalnych na rynku pierwotnym i stężeń zanieczyszczeń w Warszawie.

Źródło: Badania własne.

Dendrogram przedstawiający strukturę podobieństw cen 1 m² na rynku wtórnym, analogicznie jak w przypadku rynku pierwotnego, wskazuje jednoznaczne zróżnicowanie między zmiennymi rynkowymi i środowiskowymi (Rys. 83).



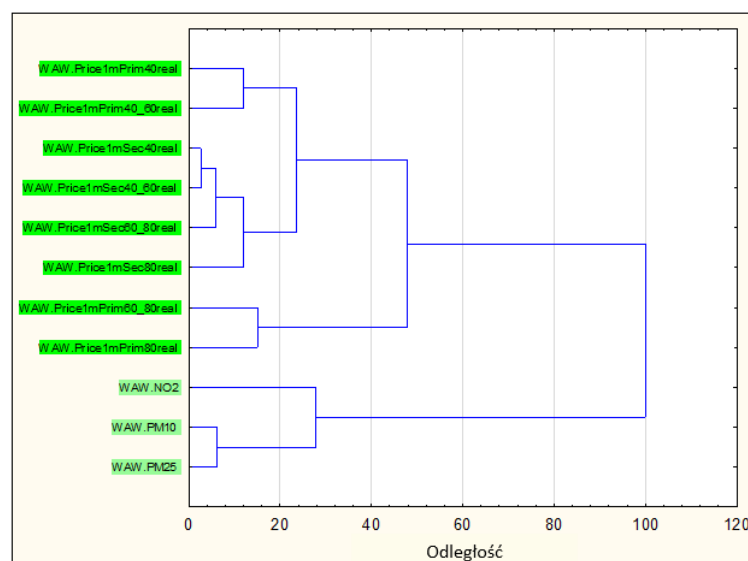
Rys. 83. Dendrogram cen transakcyjnych 1 m² lokali mieszkalnych na rynku wtórnym i stężeń zanieczyszczeń w Warszawie.

Źródło: Badania własne.

W obrębie cen mieszkań pierwsze połączenie dotyczy segmentów o pow. poniżej 40 m² oraz 40-60 m² (najniższy próg podobieństwa ok. 2 jednostki), co świadczy o najwyższym stopniu podobieństwa dynamiki cen w tych dwóch kategoriach metrażowych. Następnie do tej grupy dołącza segment 60-80 m², a przy wyższej wartości odległości segment największych mieszkań (o pow. powyżej 80 m²), który charakteryzował się najbardziej odmiennym przebiegiem zmian cen w stosunku do pozostałych kategorii. Zróżnicowanie to znajduje potwierdzenie w empirycznych danych dotyczących przebiegu zmienności cen 1 m² lokali na rynku wtórnym w Warszawie (Rys. 54). Zmienne środowiskowe (NO₂, PM₁₀ i PM_{2,5}) tworzą osobne, spójne skupienie: w pierwszej kolejności łączą się PM₁₀ i PM_{2,5}, natomiast NO₂ dołącza do nich na wyższym etapie agregacji, co sugeruje częściowo odmienny charakter jego zmienności.

Skupienie cenowe łączy się ze skupieniem jakości powietrza przy wysokiej wartości odległości, co wskazuje, że zmienne środowiskowe i rynkowe wykazywały niewielkie podobieństwo przebiegów czasowych w analizowanym okresie.

Wyniki trzeciej analizy skupień, przeprowadzonej dla cen transakcyjnych 1 m² na obu segmentach rynku łącznie oraz stężeń zanieczyszczeń powietrza, wskazują na wyraźne oddzielenie zmiennych rynku nieruchomości od środowiskowych (Rys. 84).



Rys. 84. Dendrogram dla cen transakcyjnych 1 m² lokali mieszkalnych na rynku pierwotnym i wtórnym oraz stężeń zanieczyszczeń.

Źródło: Badania własne.

Zmienne cenowe tworzą jedno rozbudowane skupienie, a w jego obrębie trzy wyodrębnione podgrupy, odzwierciedlając wewnętrzną strukturę rynku lokali mieszkalnych w Warszawie. Pierwszą podgrupę formują segmenty cen rynku wtórnego obejmujące mieszkania o pow. do 40 m² oraz 40-60 m², które łączą się przy najniższej wartości odległości,

co wskazuje na ich wysokie podobieństwo. Następnie dołącza do nich segment 60-80 m² i kolejno segment cen mieszkań o pow. powyżej 80 m², tworząc spójną sekwencję w podgrupie rynku wtórnego uporządkowaną zgodnie z rosnącą powierzchnią lokali. Drugą podgrupę stanowią segmenty cen rynku pierwotnego obejmujące lokale o pow. do 40 m² oraz 40-60 m². Po połączeniu obu podgrup, przy wyższej wartości odległości dołącza do nich podgrupa z rynku pierwotnego obejmująca ceny lokali o pow. 60-80 m² oraz powyżej 80 m². Sugeruje to, że przebieg zmian cen mieszkań o największych powierzchniach na rynku pierwotnym wykazywał większe podobieństwo do tendencji obserwowanych na całym rynku niż do pozostałych segmentów tego rynku. Zmienne środowiskowe (NO₂, PM₁₀ i PM_{2,5}) tworzą własne skupienie, w którym PM₁₀ i PM_{2,5} łączą się jako pierwsze, natomiast NO₂ dołącza przy większej odległości, co różnicuje go od pozostałych zmiennych. Układ dendrogramu sugeruje ograniczone podobieństwo między zmiennymi rynkowymi i środowiskowymi, których zmienność była kształtowana przez odmienne uwarunkowania.

Zgodnie z przyjętą procedurą badawczą, w kolejnym etapie opracowano dwa odrębne modele PCA (Principal Component Analysis), obejmujące każdy z rynków z osobna.

Wyniki analizy składowych głównych przeprowadzonej dla cen 1 m² lokali mieszkalnych na rynku pierwotnym i stężeń zanieczyszczeń powietrza ujawniają wyraźny kontrast pomiędzy zmiennymi cenowymi a środowiskowymi (Tabela 29).

**Tabela 29. Wyniki analizy PCA cen transakcyjnych 1 m² lokali mieszkalnych na rynku pierwotnym w podziale na segmenty według wielkości;
PC (Principal Component) - składowa główna.**

Zmienna	PC1	PC2
WAW.Price1mPrim40real	0,84	0,14
WAW.Price1mPrim40_60real	0,90	0,18
WAW.Price1mPrim60_80real	0,72	0,54
WAW.Price1mPrim80real	0,55	0,59
WAW.NO2	-0,78	0,26
WAW.PM10	-0,50	0,82
WAW.PM25	-0,47	0,81
Wartość własna	3,41	2,10
Udział w wariancji całkowitej	0,49	0,30

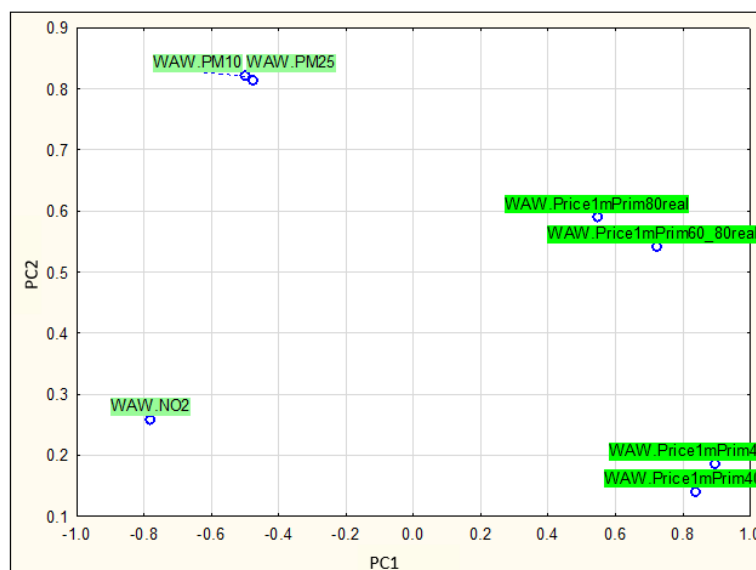
Źródło: Badania własne.

Pierwsza składowa główna (PC1), wyjaśniająca 49% wariancji, charakteryzuje się wysokimi dodatnimi ładunkami dla większości segmentów cenowych, z wartościami trzech kategorii metrażowych w przedziale 0,72-0,84. Segment cen mieszkań największych

(o pow. powyżej 80 m²) cechuje się niższą dodatnią wartością ładunku (0,55), sugerując odmienny przebieg cen w tej grupie. Zmienne środowiskowe (NO₂, PM₁₀ i PM_{2,5}) przyjmują ujemne wartości ładunków w PC1 (najwyższy NO₂: -0,78), odzwierciedlając odwrotny związek obu grup zmiennych. Sugeruje to, że wzrost cen mieszkań na rynku pierwotnym współwystępował ze spadkiem poziomu zanieczyszczeń i odwrotnie. Druga składowa główna (PC2), obejmująca 30% zmienności, odzwierciedla przede wszystkim wspólną zmienność parametrów środowiskowych szczególnie PM₁₀ i PM_{2,5}, które cechują się wysokimi dodatnimi wartościami ładunków.

Dwie pierwsze składowe wyjaśniają łącznie 79% wariancji, pozwalając na dobre odwzorowanie struktury oraz rozdzielenie zmiennych rynku nieruchomości od zmiennych środowiskowych.

Wykres PCA przedstawiający rozmieszczenie zmiennych w przestrzeni dwóch pierwszych składowych głównych potwierdza wyraźny podział między zmiennymi rynku nieruchomości a parametrami jakości powietrza (Rys. 85).



Rys. 85. Wyniki analizy PCA (bez rotacji) dla cen transakcyjnych 1 m² lokali mieszkalnych na rynku pierwotnym w podziale na segmenty według wielkości.

Źródło: Badania własne.

Zmienne cenowe usytuowane są po stronie wysokich dodatnich wartości, natomiast zmienne środowiskowe po stronie ujemnych wartości składowej pierwszej, co odzwierciedla odwrotną zmienność cen i poziomów zanieczyszczeń. Na osi PC2 najwyższe wartości przyjmują zmienne zanieczyszczeń PM₁₀ i PM_{2,5}, co wskazuje na ich zbliżony przebieg zmian. Niższa pozycja NO₂ sugeruje częściowo odmienną dynamikę tego parametru. Zmienne cenowe na osi PC2 grupują się w dwóch blokach. Lokale o mniejszych powierzchniach

(do 40 m² i 40-60 m²) umiejscowione są blisko siebie przy niskich wartościach PC2, co potwierdza wysokie podobieństwo ich dynamiki cen, natomiast segmenty lokali większych (60-80 m² i powyżej 80 m²) zajmują wyższe pozycje na osi PC2, wskazując na nieco odmienny charakter zmian cen w tych kategoriach. Taki układ zmiennych cenowych znajduje potwierdzenie w danych empirycznych (Rys. 53).

Wyniki analizy składowych głównych, obejmującej ceny transakcyjne 1 m² lokali mieszkalnych na rynku wtórnym oraz poziomy stężen zanieczyszczeń powietrza, wskazują analogicznie do rynku pierwotnego, na wyraźny podział między zmiennymi rynku nieruchomości a parametrami jakości powietrza (Tabela 30).

**Tabela 30. Wyniki analizy PCA cen transakcyjnych 1 m² lokali mieszkalnych na rynku wtórnym w podziale na segmenty według wielkości;
PC (Principal Component) - składowa główna.**

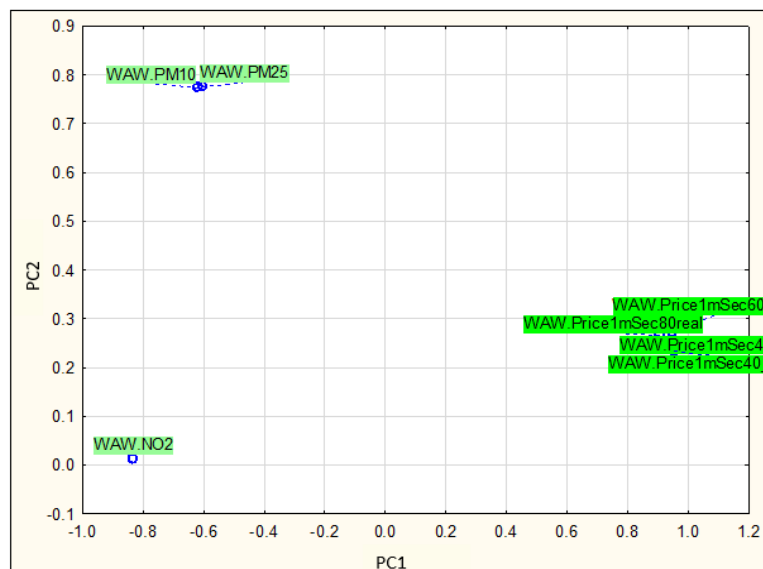
Zmienna	PC1	PC2
WAW.Price1mSec40real	0,95	0,25
WAW.Price1mSec40_60real	0,95	0,23
WAW.Price1mSec60_80real	0,95	0,27
WAW.Price1mSec80real	0,90	0,27
WAW.NO2	-0,83	0,01
WAW.PM10	-0,62	0,77
WAW.PM25	-0,60	0,78
Wartość własna	4,97	1,46
Udział w wariancji całkowitej	0,71	0,21

Źródło: Badania własne.

Pierwsza składowa główna (PC1), wyjaśniająca 71% całkowitej wariancji, charakteryzuje się wysokimi dodatnimi ładunkami dla wszystkich segmentów cenowych (0,90-0,95) oraz wyraźnie ujemnymi ładunkami dla zmiennych środowiskowych (od -0,60 do -0,83), odzwierciedlając odwrotną zmienność cen mieszkań i poziomów stężeń zanieczyszczeń. Wartość bezwzględna ładunku dla poziomu stężenia NO₂ (-0,83) jest zbliżona do wartości ładunków zmiennych cenowych (0,90-0,95), co wskazuje na ich pierwszoplanowe oraz kontrastowe powiązanie w obrębie pierwszej składowej. Wszystkie segmenty rynku wtórnego są silnie skorelowane z PC1, co świadczy o jednorodnej dynamice cen na całym rynku wtórnym, niezależnie od powierzchni lokali. Druga składowa główna (PC2), obejmująca kolejne 21% wariancji, różnicuje przede wszystkim zmienne środowiskowe. PM₁₀ i PM_{2,5} przyjmują wysokie dodatnie ładunki (0,77-0,78) w PC2, co wskazuje na zbieżny charakter ich zmian, natomiast NO₂ uzyskuje wartość bliską zeru, sugerując odmienny przebieg dynamiki w stosunku

do pyłów zawieszonych. Łącznie dwie pierwsze składowe wyjaśniają 92% całkowitej zmienności, co świadczy o wysokiej jakości odwzorowania struktury zależności przez model.

Wykres PCA potwierdza wnioski wynikające z analizy wartości ładunków, ukazując wyraźny podział pomiędzy zmiennymi cenowymi a parametrami jakości powietrza (Rys. 86).



Rys. 86. Wyniki analizy PCA (bez rotacji) dla cen transakcyjnych 1 m² lokali mieszkalnych na rynku wtórnym w podziale na segmenty według wielkości.

Źródło: Badania własne.

Segmenty cen mieszkań grupują się po stronie wysokich dodatnich wartości składowej pierwszej. Oznacza to, że składowa (PC1) odzwierciedla wspólny przebieg zmian cen we wszystkich segmentach rynku, wskazując na wysoki stopień ich podobieństwa i spójną dynamikę w czasie. Zmienne środowiskowe (PM₁₀, PM_{2,5} i NO₂) lokują się po stronie wysokich ujemnych wartości składowej pierwszej, co potwierdza odwrotną zależność cen lokali mieszkalnych i poziomów zanieczyszczeń powietrza. PM₁₀ i PM_{2,5} przyjmują wysokie dodatnie wartości PC2, wskazując na podobną dynamikę zmian, natomiast NO₂, z wartością PC2 bliską zeru, charakteryzuje się odmiennym przebiegiem zmienności. Wyniki analizy PCA dla rynku wtórnego potwierdzają wnioski płynące z analizy skupień i znajdują odzwierciedlenie w danych empirycznych.

Wyniki modelu GRM dla cen 1 m² mieszkań na rynku pierwotnym w Warszawie wskazują, że czynniki środowiskowe wykazywały istotne oddziaływanie na poziom cen w trzech segmentach metrażowych, przy czym dominującą zmienną był NO₂ (Tabela 31).

Tabela 31. Wyniki estymacji modelu GRM dla cen transakcyjnych 1 m² lokali mieszkalnych na rynku pierwotnym w podziale na segmenty według wielkości;
***Efektem w modelu są istotne czynniki lub istotne interakcje**

Zmienna zależna	Efekt*	Parametr modelu	R ²	Statystyka F	Parametr p	Model
WAW.Price1mPrim40real	WAW.NO2	-82,60	0,36	28,74	0,00	GRM
WAW.Price1mPrim40-60real	WAW.NO2	-62,22	0,36	28,64	0,00	GRM
WAW.Price1mPrim60-80real	WAW.NO2	-64,72	0,22	6,93	0,00	GRM
	WAW.NO2*WAW.PM10	0,50				
WAW.Price1mPrim80real	brak					

Źródło: Badania własne.

Wzrost stężenia NO₂ o 1 µg/m³ wiązał się ze spadkiem ceny 1 m² mieszkania średnio o około 83 zł w przypadku lokali do 40 m², o około 62 zł dla mieszkań o pow. 40-60 m² oraz o około 65 zł dla mieszkań o pow. 60-80 m². Ponadto w segmencie lokali o pow. 60-80 m² stwierdzono istotną interakcję pomiędzy NO₂ i PM₁₀, co wskazuje na łączny efekt emisji komunikacyjnych i pyłowych na ceny 1 m² lokali. W kategorii lokali największych (o pow. powyżej 80 m²) nie zidentyfikowano efektów środowiskowych, co może wskazywać na kompensację jakości powietrza przez inne atrybuty nieruchomości w tym segmencie. Reasumując, ceny 1 m² mieszkań na rynku pierwotnym w Warszawie odzwierciedlają jakość powietrza. Największą wrażliwość cenową wykazują lokale małe i średniej wielkości, natomiast segment mieszkań największych pozostaje relatywnie niewrażliwy na czynniki środowiskowe.

Porównanie wyników PCA i GRM dla cen 1 m² mieszkań na rynku pierwotnym w Warszawie wskazuje na spójność obu podejść w zakresie kierunku relacji cenowo-środowiskowej. Analiza PCA wskazała na wspólny wymiar, w ramach którego zmienne cenowe uzyskały wysokie dodatnie ładunki w pierwszej składowej, podczas gdy zmienne środowiskowe osiągnęły ładunki ujemne. Oznacza to, że wyższe ceny współwystępowały z niższymi poziomami zanieczyszczeń. GRM potwierdził tę zależność w wymiarze oddziaływania, identyfikując istotny wpływ NO₂ w trzech segmentach. Segment lokali największych wykazał natomiast niższą wartość ładunku na PC1 oraz brak ujawnienia efektu w modelu GRM, co wskazuje na mniejszą wrażliwość cenową na jakość powietrza w tej kategorii mieszkań. PCA dodatkowo wyróżniła wymiar pyłowy jako drugi komponent, natomiast w modelu GRM zmienne pyłowe nie okazały się istotne dla kształtowania cen, co sugeruje strukturalne zróżnicowanie czynników zanieczyszczeń w procesie wyceny nieruchomości.

Wyniki estymacji modelu GRM dla cen 1 m² lokali mieszkalnych na rynku wtórnym w Warszawie wskazują na wyraźny związek czynników środowiskowych z poziomem cen

mieszkań, przy czym we wszystkich analizowanych segmentach metrażowych istotną zmienną był NO₂, którego wpływ był ujemny (Tabela 32).

Tabela 32. Wyniki estymacji modelu GRM dla cen transakcyjnych 1 m² lokali mieszkalnych na rynku wtórnym w podziale na segmenty według wielkości;

***Efektem w modelu są istotne czynniki lub istotne interakcje**

Zmienna zależna	Efekt*	Parametr modelu	R ²	Statystyka F	Parametr p	Model
WAW.Price1mSec40real	WAW.NO2	-142,53	0,53	56,07	0,00	GRM
WAW.Price1mSec40_60real	WAW.NO2	-126,99	0,55	60,78	0,00	GRM
WAW.Price1mSec60_80real	WAW.NO2	-133,70	0,55	60,58	0,00	GRM
WAW.Price1mSec80real	WAW.NO2	-138,65	0,47	43,77	0,00	GRM

Źródło: Badania własne.

W segmencie mieszkań najmniejszych (o pow. do 40 m²) wzrost stężenia NO₂ o 1 µg/m³ wiązał się ze spadkiem ceny 1 m² średnio o ok. 143 zł. W kategoriach lokali o powierzchni 40-60 m² oraz 60-80 m² spadki te wynosiły odpowiednio ok. 127 zł/m² oraz 134 zł/m², natomiast w segmencie mieszkań największych o ok. 139 zł/m².

W przeciwieństwie do rynku pierwotnego w Warszawie, gdzie siła efektu malała wraz ze wzrostem powierzchni mieszkania, na rynku wtórnym nie zaobserwowano wyraźnego osłabienia efektu środowiskowego w segmencie mieszkań największych. Wskazuje to, że w badanym okresie na rynku wtórnym, czynniki środowiskowe pozostawały istotnie powiązane z poziomem cen mieszkań niezależnie od poziomu cenowego nieruchomości, co może wynikać z relatywnie jednorodnego charakteru ich oddziaływania w różnych częściach tego rynku.

Porównanie wyników PCA i GRM dla cen mieszkań na rynku wtórnym w Warszawie wskazuje na wysoką zbieżność obu podejść. PCA ujawniła silny ujemny komponent cenowo-środowiskowy, w którym wszystkie segmenty metrażowe przyjmowały wartości dodatnie w pierwszej składowej głównej, natomiast stężenia NO₂ ujemne, co oznacza, że wyższe ceny współwystępowały z niższymi poziomami zanieczyszczeń. Model GRM potwierdził tę zależność w wymiarze oddziaływania, wskazując na istotny wpływ NO₂ na poziom cen mieszkań, natomiast nie zidentyfikował zanieczyszczeń pyłowych jako czynników istotnie oddziałujących na ceny. Sugeruje to, że wtórny rynek mieszkaniowy w Warszawie reaguje przede wszystkim na czynnik komunikacyjny zanieczyszczeń.

Porównanie wyników obu modeli GRM dla cen 1 m² mieszkań w Warszawie wskazuje, że oddziaływanie zanieczyszczeń powietrza było silniejsze i bardziej jednorodne na rynku wtórnym niż na rynku pierwotnym. Na rynku pierwotnym istotne efekty środowiskowe wystąpiły w trzech segmentach, podczas gdy kategoria mieszkań największych nie reagowała cenowo na zmiany stężenia NO₂. Na rynku wtórnym, ujemne efekty NO₂ ujawniły się

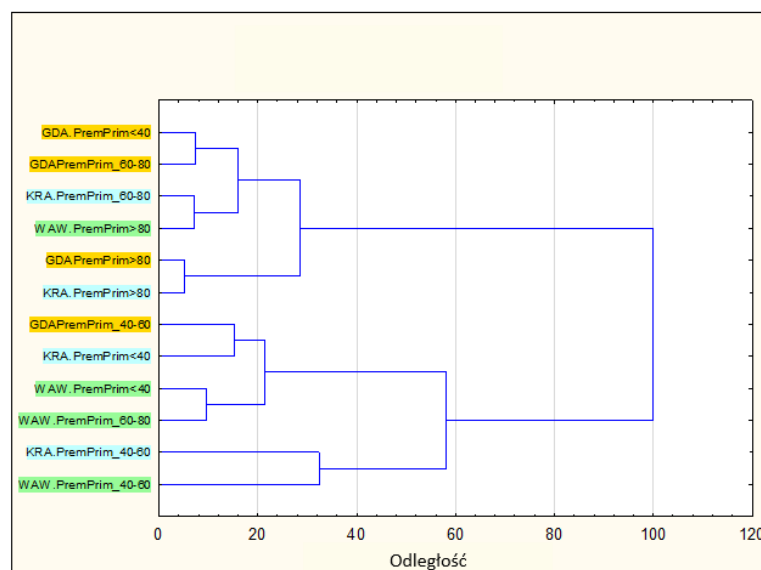
we wszystkich segmentach, w tym również w segmencie premium. Siła efektów na rynku wtórnym była wyraźnie większa i utrzymywała się na poziomie około 127 do 143 zł/m² na 1 µg/m³, podczas gdy na rynku pierwotnym wynosiła około 62 do 83 zł/m². Różnice te wskazują, że relacja pomiędzy jakością powietrza a poziomem cen na rynku wtórnym w Warszawie ma charakter bardziej jednolity i bezpośredni, podczas gdy na rynku pierwotnym zależność to jest słabsza i bardziej zróżnicowana. Na rynku pierwotnym czynniki środowiskowe mogą być częściowo kompensowane przez standard techniczny, efektywność energetyczną, percepcję „nowości” produktu lub przez decyzje dokonywane na etapie projektowym, co ogranicza ujawnianie się efektów środowiskowych w segmencie premium. Na rynku wtórnym natomiast pełna obserwowalność otoczenia oraz mniejsza możliwość kompensacji atrybutów lokalizacyjnych sprzyjają wyraźniejszemu odzwierciedlaniu wpływu jakości powietrza w cenach mieszkań.

5.4. Analiza porównawcza wpływu zanieczyszczeń powietrza na liczbę i ceny transakcyjne 1 m² sprzedanych lokali mieszkalnych w Gdańsku, Krakowie i Warszawie w latach 2010-2022

5.4.1. Analiza wpływu zanieczyszczeń powietrza na liczbę transakcji na rynku pierwotnym i wtórnym w badanych aglomeracjach

Dendrogram przedstawiający hierarchiczne grupowanie liczby sprzedanych lokali mieszkalnych na rynku pierwotnym w trzech miastach ujawnia złożoną strukturę powiązań pomiędzy segmentami powierzchni w różnych lokalizacjach (Rys. 87). Przy najniższej wartości miary odległości łączą się segmenty obejmujące mieszkania o pow. powyżej 80 m² w Krakowie i Gdańsku (najniższy próg podobieństwa ok. 5 jednostek), co wskazuje na wysoki stopień podobieństwa dynamiki sprzedaży największych lokali w tych dwóch miastach. W kolejnym kroku grupują się: segment lokali o pow. powyżej 80 m² w Warszawie i 60-80 m² w Krakowie. Następnie do tej grupy zostają przyłączone segmenty mieszkań o pow. 60-80 m² oraz poniżej 40 m² w Gdańsku, co sugeruje, że obie te pary lokali wykazywały podobny charakter zmian wolumenów sprzedaży, przy czym sprzedaż najmniejszych i średniej wielkości mieszkań w Gdańsku przebiegała bardziej podobnie do rynku krakowskiego i warszawskiego niż do segmentów największych mieszkań w tym mieście. W kolejnych etapach grupowania łączą się segmenty lokali o pow. do 40 m² i 60-80 m² w Warszawie z parą segmentów mieszkań o pow. do 40 m² w Krakowie i 40-60 m² w Gdańsku. Do tak utworzonego skupienia, przy najwyższej

wartości odległości dołącza kolejna para segmenty mieszkań o pow. 40-60 m² w Krakowie i Warszawie.



Rys. 87. Dendrogram dla liczby sprzedanych lokali mieszkalnych na rynku pierwotnym w badanych aglomeracjach.

Źródło: Badania własne.

Analiza skupień pokazuje, że segmenty rynku wtórnego nie grupują się w pierwszej kolejności według przynależności miejskiej, lecz zgodnie z kategoriami metrażowymi, tworząc skupienia obejmujące jednocześnie zmienne z Gdańska, Krakowa i Warszawy. Taka struktura wskazuje, że dynamika sprzedaży mieszkań w tych samych przedziałach powierzchni była bardziej zbliżona pomiędzy miastami niż w obrębie pojedynczych rynków lokalnych. Układ ten sugeruje, że procesy kształtujące liczbę transakcji na rynku pierwotnym w poszczególnych segmentach wielkości mają w znacznej mierze charakter ponadlokalny i odzwierciedlają wspólne uwarunkowania rynkowe m.in. poziom dochodów, preferencje nabywców czy czynniki makroekonomiczne.

Analiza głównych składowych przeprowadzona dla liczby sprzedanych lokali na rynku pierwotnym w Gdańsku, Krakowie i Warszawie wskazuje na istnienie wspólnej struktury zmian pomiędzy wszystkimi segmentami metrażowymi oraz pomiędzy badanymi miastami (Tabela 33). Pierwsza składowa główna (PC1), wyjaśniająca 55% całkowitej wariancji układu, charakteryzuje się wysokimi ujemnymi ładunkami dla większości zmiennych (od -0,88 do -0,66), co oznacza, że PC1 ujmuję zbliżony przebieg zmian liczby transakcji na rynkach trzech miast. Wysoka zgodność znaków wartości ładunków świadczy o tym, że zmiany wolumenu sprzedaży kształtowały się w podobny sposób w badanych aglomeracjach, niezależnie od kategorii metrażowej mieszkań. Wyjątek stanowi zmienna opisująca

liczbę sprzedanych lokali o pow. powyżej 80 m² w Gdańsku, dla której wartość ładunku wynosi -0,41.

Tabela 33. Wyniki analizy PCA dla liczby sprzedanych lokali mieszkalnych na rynku pierwotnym w badanych aglomeracjach; PC (Principal Component) - składowa główna.

Zmienna	PC1	PC2
GDA.PremPrim<40	-0,74	0,45
GDA.PremPrim_40-60	-0,77	0,56
GDA.PremPrim_60-80	-0,67	0,60
GDA.PremPrim>80	-0,41	0,52
KRA.PremPrim<40	-0,84	-0,32
KRA.PremPrim_40-60	-0,72	-0,53
KRA.PremPrim_60-80	-0,74	-0,55
KRA.PremPrim>80	-0,66	-0,50
WAW.PremPrim<40	-0,88	0,07
WAW.PremPrim_40-60	-0,73	0,07
WAW.PremPrim_60-80	-0,87	0,04
WAW.PremPrim>80	-0,78	-0,18
Wartość własna	6,64	2,11
Udział w wariancji całkowitej	0,55	0,18

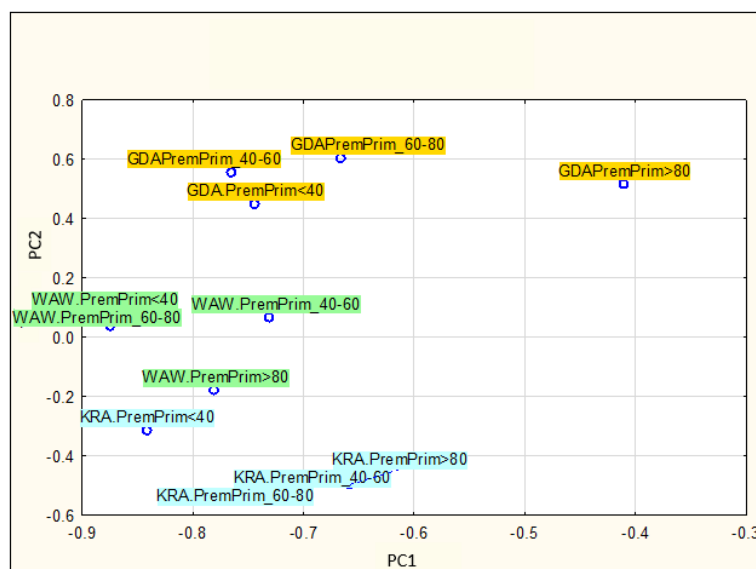
Źródło: Badania własne.

Oznacza to, że zmiany liczby transakcji największych lokali w tym mieście w mniejszym stopniu odpowiadały dominującemu kierunkowi zmienności identyfikowanemu przez składową PC1, co może wskazywać na bardziej specyficzny sposób kształtowania się sprzedaży w tym segmencie. Wartości ładunków segmentów lokali o pow. do 40 m² i 60-80 m² w Warszawie (-0,88 oraz -0,87) wskazują, że są one najsilniej powiązane z pierwszą składową (PC1), co sugeruje, że liczba sprzedaży w tych kategoriach w najwyższym stopniu oddawała ogólny trend sprzedaży. Druga składowa główna (PC2), odpowiadająca za kolejne 18% wariancji, różnicuje przede wszystkim miasta, a w mniejszym stopniu – segmenty metrażowe. Zmiennie dla Gdańska przyjmują wartości dodatnie PC2, przy czym największe zróżnicowanie wewnętrzne obserwuje się w segmentach 60-80 m² (0,60) i 40-60 m² (0,56). Oznacza to, że dynamika sprzedaży w Gdańsku przebiegała inaczej niż w pozostałych miastach, zwłaszcza w segmentach mieszkań większych. Z kolei zmiennie dla Krakowa przyjmują wartości ujemne PC2, najniższe dla segmentów 40-60 m² (-0,53) i 60-80 m² (-0,55), co świadczy o odrębnym profilu zmian sprzedaży w Krakowie, bardziej odmiennym od lokali w Gdańsku niż w Warszawie. Segmenty warszawskie przyjmują natomiast wartości bliskie zeru w składowej drugiej,

co oznacza, że ich dynamika ulokowana jest pośrednio między rynkiem krakowskim i gdańskim. W konsekwencji rynek warszawski nie wykazuje wyraźnie wyodrębnionego charakteru zmian na tle pozostałych miast.

Łącznie dwie pierwsze składowe obejmują 73% całkowitej wariancji, co pozwala uznać dwuwymiarowe ujęcie danych za adekwatne do analizy głównych zależności, przy jednoczesnym zachowaniu części niewyjaśnionej zmienności przez model. Ogólny obraz wskazuje, że składowa PC1 integruje zmienność rynku mieszkaniowego we wszystkich lokalizacjach, natomiast składowa PC2 rozdziela rynki pod względem lokalnej specyfiki dynamiki sprzedaży, szczególnie pomiędzy Gdańskiem a Krakowem. Segmentacja według metrażu również odgrywa rolę, lecz w mniejszym zakresie, głównie w ramach poszczególnych miast.

Wykres PCA wskazuje, że pierwsza składowa główna (PC1), porządkuje segmenty liczby sprzedaży na rynku pierwotnym wzdłuż jednego, dominującego wymiaru zmienności (Rys. 88).



Rys. 88. Wyniki analizy PCA (bez rotacji) dla liczby sprzedanych lokali mieszkalnych na rynku pierwotnym w badanych aglomeracjach.

Źródło: Badania własne.

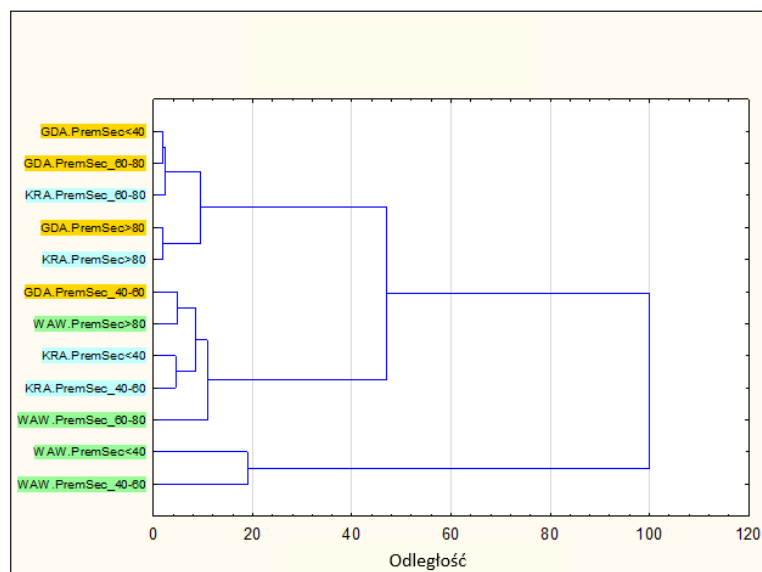
Wszystkie zmienne przyjmują wartości ujemne na osi PC1, co oznacza, że składowa ta odzwierciedla wspólny kierunek zmian liczby transakcji we wszystkich miastach i kategoriach metrażowych. Jednocześnie widoczne jest zróżnicowanie natężenia tego związku: segmenty warszawskie oraz krakowskie lokują się po stronie wysokich ujemnych wartości PC1, podczas gdy segmenty gdańskie, zwłaszcza mieszkania o pow. powyżej 80 m², po stronie niższych ujemnych wartości tej składowej.

Wskazuje to, że choć ogólny trend sprzedaży był wspólny, to jego intensywności różniły się pomiędzy rynkami lokalnymi, a rynek pierwotny w Gdańsku, szczególnie w segmencie największych lokali, w niższym stopniu wpisywał się w dominujący wymiar zmienności uchwycony przez PC1. Druga składowa (PC2) wyodrębnia rynki lokalne, opisując zmienność niezależną od głównego wymiaru zmian sprzedaży opisanego przez składową PC1. Segmenty gdańskie lokują się po stronie wysokich dodatnich wartości PC2, co wskazuje, że w najwyższym stopniu odzwierciedlają zmienność specyficzną dla tego rynku. Segmenty warszawskie zaś, koncentrują się w pobliżu zera, co sugeruje pośredni charakter ich zachowania względem pozostałych rynków, natomiast segmenty krakowskie przyjmują wartości ujemne PC2, wskazując na odmienny charakter zmian sprzedaży w tym mieście.

Wyniki analizy PCA są zgodne z rezultatami otrzymanymi w analizie skupień. Pierwsza składowa główna grupuje wszystkie segmenty metrażowe trzech miast po stronie ujemnej, co potwierdza ich zbliżony ogólny kierunek zmian analogicznie do dendrogramu, w którym zmienne rynkowe tworzyły jedno nadrzędne skupienie. PCA ujawnia dodatkowe zróżnicowanie między segmentami, natomiast analiza skupień hierarchicznie obrazuje stopień ich podobieństwa. Uzyskane wyniki sugerują, że popyt na rynku pierwotnym był w większym stopniu segmentowany według wielkości mieszkań niż według lokalizacji miejskiej. Oznacza to, że preferencje nabywców oraz mechanizmy wpływające na kształtowanie się liczby transakcji miały w znacznej mierze charakter ponadlokalny i były zbliżone w badanych miastach. Jednocześnie różnice ujawnione wzdłuż drugiej składowej głównej wskazują, że czynniki lokalne, takie jak struktura podaży czy tempo realizacji inwestycji, wpływały na sposób reagowania poszczególnych segmentów metrażowych na zmieniające się warunki rynkowe.

Dendrogram przedstawiający strukturę podobieństw liczby transakcji na rynku wtórnym Gdańska, Krakowa i Warszawy z podziałem na kategorie wielkości wskazuje, że jest ona kształtowana zarówno przez czynniki metrażowe, jak i lokalne (Rys. 89). W pierwszym etapie agregacji (przy najniższej wartości miary odległości ok. 2 jednostek) łączą się segmenty mieszkań o pow. poniżej 40 m² oraz 60-80 m² w Gdańsku, tworząc zwarte początkowe skupienie, co wskazuje na ich zbliżony przebieg zmian liczby transakcji. Do tej pary zostaje dołączony segment 60-80 m² w Krakowie, a w kolejnym kroku segmenty lokali o pow. powyżej 80 m² w Gdańsku i Krakowie. Prowadzi do uformowania skupiska obejmującego przede wszystkim mieszkania średniej wielkości i największe w obu miastach. Równolegle powstaje drugie skupienie, w którym jako pierwsze grupują się segmenty mieszkań o pow. poniżej 40 m² oraz 40-60 m² w Krakowie, a następnie dołączają do nich segmenty: 40-60 m² w Gdańsku oraz powyżej 80 m² w Warszawie. Sugeruje to podobny charakter zmian liczby transakcji w tych kategoriach

metrażowych mimo odmiennej lokalizacji. W dalszej kolejności, do skupienia zostaje przyłączony segment mieszkań o pow. 60-80 m² w Warszawie. Na wyższym etapie agregacji oba wyodrębnione skupienia łączą się ze sobą, co wskazuje, że podobieństwa w obrębie kategorii metrażowych są istotnie wyższe niż podobieństwa wynikające z lokalizacji miejskiej. Do tak wykształconej struktury, na najwyższym poziomie hierarchii zostaje dołączona para segmentów lokali o pow. poniżej 40 m² i 40-60 m² w Warszawie, co wskazuje na ich najbardziej specyficzny charakter zmian liczby transakcji w porównaniu z innymi segmentami.



Rys. 89. Dendrogram dla liczby sprzedanych lokali mieszkalnych na rynku wtórnym w badanych aglomeracjach.

Źródło: Badania własne.

Analiza skupień liczby transakcji na rynku wtórnym wskazuje, że struktura podobieństw kształtowana jest zarówno przez czynniki lokalne, jak i metrażowe, przy czym ich znaczenie różni się między miastami. W Gdańsku i Krakowie widoczne są silne powiązania pomiędzy segmentami mieszkań o średnim i największym metrażu, co może odzwierciedlać zbliżoną strukturę popytu w tych miastach. Z kolei w Warszawie wyraźniej zaznacza się odrębność lokali najmniejszych i średniej wielkości, które dołączają do pozostałych segmentów przy najwyższym etapie agregacji, co sugeruje specyficzne uwarunkowania popytowe tego rynku. Jednocześnie na dalszych poziomach hierarchii ujawnia się grupowanie segmentów o zbliżonych przedziałach powierzchni z różnych miast, co wskazuje na istnienie ponadlokalnych podobieństw w dynamice liczby transakcji.

Analiza PCA przeprowadzona dla liczby transakcji na rynku wtórnym w Gdańsku, Krakowie i Warszawie wskazuje, że pierwsza składowa główna (PC1), wyjaśniająca 75%

całkowitej wariancji, odzwierciedla wspólny charakter zmienności liczby sprzedaży mieszkań w badanych aglomeracjach (Tabela 34).

Tabela 34. Wyniki analizy PCA dla liczby sprzedanych lokali mieszkalnych na rynku wtórnym w badanych aglomeracjach; PC (Principal Component) - składowa główna.

Zmienna	PC1	PC2
GDA.PremSec<40	-0,93	0,07
GDA.PremSec_40-60	-0,92	0,09
GDA.PremSec_60-80	-0,92	0,03
GDA.PremSec>80	-0,85	-0,08
KRA.PremSec<40	-0,82	0,47
KRA.PremSec_40-60	-0,86	0,45
KRA.PremSec_60-80	-0,86	0,42
KRA.PremSec>80	-0,86	0,35
WAW.PremSec<40	-0,82	-0,42
WAW.PremSec_40-60	-0,88	-0,41
WAW.PremSec_60-80	-0,82	-0,54
WAW.PremSec>80	-0,83	-0,49
Wartość własna	8,99	1,62
Udział w wariancji całkowitej	0,75	0,13

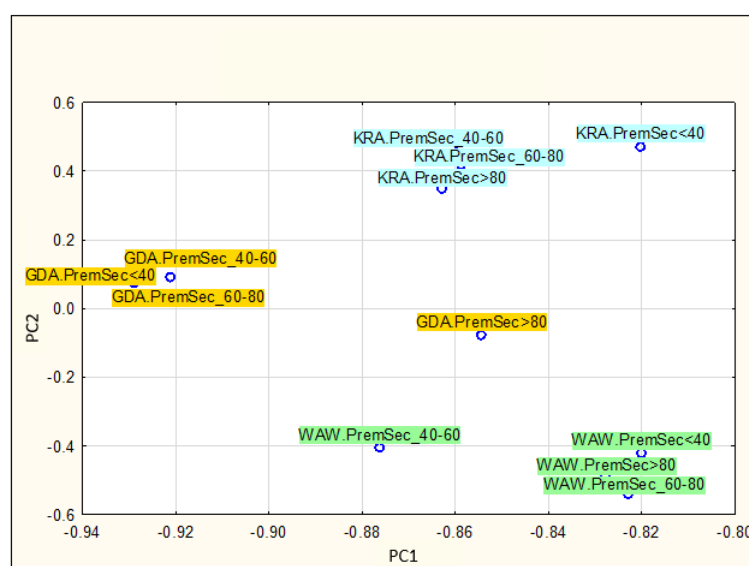
Źródło: Badania własne.

Wszystkie zmienne przyjmują w niej wysokie, zbliżone ujemne wartości ładunków (od -0,82 do -0,93) sugerując, że aktywność transakcyjna kształtowała się przede wszystkim pod wpływem czynników makroekonomicznych o charakterze ponadlokalnym, oddziałujących na cały rynek mieszkaniowy. Najbardziej zbliżone wartości zaobserwowano wśród segmentów gdańskich (od -0,85 do -0,93), co wskazuje na wysoką spójność dynamiki sprzedaży na tym rynku, niezależnie od kategorii metrażowej mieszkań. Druga składowa główna (PC2), obejmująca 13% wariancji, pełni funkcję wymiaru różnicującego przede wszystkim miasta. Segmenty lokali w Krakowie przyjmują w niej wartości dodatnie (0,35-0,47), co wskazuje na specyfikę dynamiki liczby transakcji w tym mieście, niezależną od ogólnego kierunku zmian uchwyczonego przez PC1. Segment mieszkań największych (o pow. powyżej 80 m²) przyjmuje niższą wartość PC2 (0,35) w porównaniu z pozostałymi kategoriami, co sugeruje, że zmiany liczby transakcji w tej grupie w mniejszym stopniu odzwierciedlały zmienność różnicującą lokalny rynek, identyfikowaną przez drugą składową główną. Segmenty warszawskie charakteryzują się ujemnymi wartościami ładunków w PC2 (-0,41 do -0,54), co świadczy o odmiennym profilu zmian sprzedaży w Warszawie względem pozostałych rynków. Segmenty gdańskie

przyjmują w drugiej składowej wartości bliskie zero, tym samym rynek ten nie wyróżnia się jednoznacznie pod względem charakteru zmian na tle pozostałych miast.

Taka struktura wskazuje, że wtórny rynek mieszkaniowy w Krakowie i Warszawie cechował się odmienną wrażliwością na czynniki lokalne, natomiast w Gdańsku charakteryzował się relatywnie stabilnym i jednorodnym profilem zmian. Łącznie obie składowe obejmują 88% całkowitej wariancji, co świadczy o dobrym odwzorowaniu struktury przez model PCA.

Układ zmiennych w przestrzeni dwóch pierwszych składowych głównych wskazuje, że pierwsza składowa (PC1) stanowi dominujący wymiar zmienności liczby transakcji na rynku wtórnym (Rys. 90).



Rys. 90. Wyniki analizy PCA (bez rotacji) dla liczby sprzedanych lokali mieszkalnych na rynku wtórnym w badanych aglomeracjach.

Źródło: Badania własne.

Wszystkie segmenty, niezależnie od miasta i kategorii metrażowej, lokują się po stronie ujemnych wartości PC1, co świadczy o zbliżonym charakterze dynamiki sprzedaży w badanych aglomeracjach. Zróżnicowane położenie segmentów wzdłuż osi PC1 odzwierciedla siłę ich powiązania z tym wymiarem. Segmenty gdańskie znajdujące się po stronie wysokich ujemnych wartości PC1, wykazują silniejsze powiązanie z dominującym wymiarem zmienności niż segmenty krakowskie i warszawskie, które lokują się po stronie niższych ujemnych wartości tej składowej. Od opisanego związku obserwowanego dla większości segmentów odbiegają segmenty lokali o pow. powyżej 80 m² w Gdańsku oraz 40-60 m² w Warszawie, co wskazuje na bardziej specyficzny przebieg zmian w tych kategoriach. Druga składowa główna (PC2) różnicuje przede wszystkim rynki lokalne, ujmując zmienność niewyjaśnioną przez pierwszą składową (PC1). Segmenty krakowskie znajdują się po stronie wysokich dodatnich wartości

PC2, co sugeruje odrębne uwarunkowania kształtowania się liczby transakcji w tym mieście na tle pozostałych rynków. Segmenty gdańskie lokują się w pobliżu zera na osi PC2, wskazując na neutralny charakter zmian sprzedaży, w mniejszym stopniu powiązany z czynnikiem różnicującym rynki lokalne. Segmenty warszawskie zaś plasują się po stronie ujemnych wartości PC2, co wskazuje na odmienny przebieg zmian liczby transakcji względem ogólnego obrazu opisanego przez PC1.

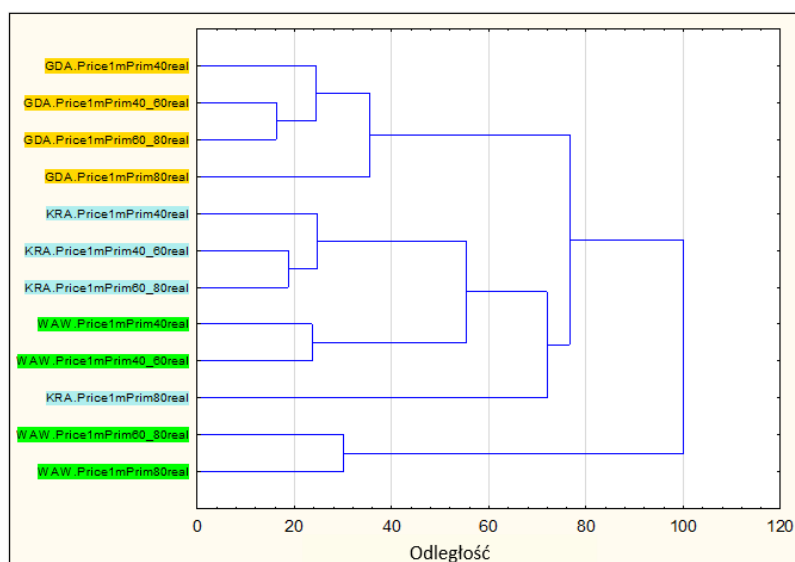
Wyniki analizy PCA są spójne z rezultatami analizy skupień i wzajemnie się uzupełniają. Analiza skupień wskazuje, że na niższych etapach agregacji istotne są powiązania w obrębie miast, natomiast na wyższych poziomach coraz wyraźniej ujawnia się grupowanie segmentów według metrażu. Podobne wnioski płyną z analizy PCA, gdzie pierwsza składowa główna odzwierciedla wspólny, ponadlokalny komponent zmian liczby transakcji, a druga różnicuje rynki lokalne. Obie metody badawcze wskazują, że dynamika sprzedaży na rynku wtórnym była kształtowana zarówno przez czynniki wspólne dla wszystkich rynków (np. makroekonomiczne), jak i uwarunkowania lokalne, których znaczenie różniło się między miastami. Rynek gdański w większym stopniu odzwierciedla wspólny przebieg zmian, natomiast rynki krakowski i warszawski charakteryzują się silniejszym oddziaływaniem uwarunkowań lokalnych na kształtowanie się aktywności transakcyjnej.

5.4.2. Analiza wpływu zanieczyszczeń powietrza na ceny 1 m² lokali mieszkalnych na rynku pierwotnym i wtórnym w badanych aglomeracjach

Dendrogram przedstawiający strukturę podobieństw cen transakcyjnych 1 m² lokali mieszkalnych na rynku pierwotnym w Gdańsku, Krakowie i Warszawie ukazuje podział na skupienia w obrębie poszczególnych miast i zbliżonych kategorii metrażowych (Rys. 91).

Przy najniższej wartości miary odległości (ok. 16 jednostek) łączą się segmenty cen lokali o pow. 40-60 m² i 60-80 m², co wskazuje na zbliżony przebieg zmienności cen 1 m² w tych dwóch kategoriach. Do tego skupienia zostają dołączone segmenty cen mieszkań: o pow. do 40 m², a w kolejnym kroku - powyżej 80 m², tworząc zwartą grupę, obejmującą wszystkie kategorie metrażowe rynku pierwotnego w Gdańsku. Wskazuje to, że powierzchnia lokali w niskim stopniu różnicuje poziom cen 1 m², a poszczególne segmenty wykazują podobne zależności cenowe oraz reakcje na czynniki rynkowe. Równolegle powstaje skupienie obejmujące segmenty krakowskie, w którym w pierwszej kolejności, przy wartości miary odległości ok. 18 jednostek, łączą się segmenty cen mieszkań o pow. 40-60 m² oraz 60-80 m², a następnie dołącza do nich segment lokali najmniejszych (o pow. poniżej 40 m²). Do tak utworzonego skupienia, na wyższym etapie agregacji zostaje przyłączona para segmentów lokali

o pow. poniżej 40 m² i 40-60 m² w Warszawie. Świadczy to o wysokim stopniu podobieństwa w kształtowaniu się cen 1 m² w tych segmentach pomiędzy rynkiem warszawskim i krakowskim. Jednocześnie, dołączenie na wyższym poziomie hierarchii, wskazuje na zachowanie pewnej odrębności lokalnej rynku stołecznego. Segment cen mieszkań największych (o pow. powyżej 80 m²) w Krakowie zostaje przyłączony na najwyższym poziomie agregacji w tym skupieniu, co wskazuje, że ceny 1 m² w tej kategorii wykazywały relatywnie niższe podobieństwo do pozostałych segmentów krakowskich. Warszawskie segmenty cen lokali o pow. 60-80 m² i powyżej 80 m² dołączają do pozostałych skupień na końcowym etapie hierarchii, co świadczy o odmiennym przebiegu zmian cen 1 m² w segmencie dużych mieszkań w Warszawie. Może to być związane z wysoką wartością transakcji oraz większą heterogenicznością tego segmentu rynku.



Rys. 91. Dendrogram dla cen transakcyjnych 1 m² lokali mieszkalnych na rynku pierwotnym w badanych aglomeracjach.

Źródło: Badania własne.

Analiza dendrogramu wskazuje, że ceny 1 m² mieszkań na rynku pierwotnym były w znacznym stopniu determinowane przez czynniki lokalne, co znajduje odzwierciedlenie w wyraźnym grupowaniu segmentów metrażowych w obrębie poszczególnych miast. Rynek gdański charakteryzuje się wysokim stopniem podobieństwa dynamiki zmian cen, co może wynikać z między innymi ze stabilnego popytu, ograniczającego znaczenie metrażu jako czynnika różnicującego ceny. Rynek krakowski wykazuje umiarkowane zróżnicowanie, przy czym odrębność przebiegu zmian cen ujawnia się w segmencie mieszkań największych, co można wiązać z węższą grupą nabywców, większą wrażliwością cen na czynniki dochodowe a także ograniczoną podażą dużych lokali w atrakcyjnych lokalizacjach. Najwyższy stopień

heterogeniczności obserwowany jest w Warszawie, gdzie segmenty dużych lokali łączą się z pozostałymi skupieniami na najwyższym poziomie hierarchii, co odzwierciedla silne zróżnicowanie popytu oraz presję cenową charakterystyczną dla największego rynku mieszkaniowego w kraju.

Analiza składowych głównych przeprowadzona dla cen transakcyjnych 1 m² lokali mieszkalnych na rynku pierwotnym w Gdańsku, Krakowie oraz Warszawie wskazuje, że pierwsza składowa (PC1) wyjaśnia 56% całkowitej wariancji i stanowi dominujący wymiar zmienności cen transakcyjnych 1 m² (Tabela 35).

**Tabela 35. Wyniki analizy PCA dla cen transakcyjnych 1 m² lokali mieszkalnych na rynku pierwotnym w badanych aglomeracjach;
PC (Principal Component) - składowa główna.**

Zmienne	PC1	PC2
GDA.Price1mPrim40real	-0,87	-0,30
GDA.Price1mPrim40_60real	-0,88	-0,27
GDA.Price1mPrim60_80real	-0,82	-0,24
GDA.Price1mPrim80real	-0,76	-0,19
KRA.Price1mPrim40real	-0,88	-0,08
KRA.Price1mPrim40_60real	-0,88	-0,04
KRA.Price1mPrim60_80real	-0,85	-0,14
KRA.Price1mPrim80real	-0,23	-0,42
WAW.Price1mPrim40real	-0,79	0,33
WAW.Price1mPrim40_60real	-0,85	0,39
WAW.Price1mPrim60_80real	-0,47	0,80
WAW.Price1mPrim80real	-0,24	0,85
Wartość własna	6,75	2,07
Udział w wariancji całkowitej	0,56	0,17

Źródło: Badania własne.

W obrębie pierwszej składowej wszystkie zmienne charakteryzują się ujemnymi ładunkami, przy czym dla większości segmentów, szczególnie w Gdańsku i Krakowie, ich wartości są relatywnie wysokie (od -0,76 do -0,88). Wskazuje to, że PC1 ujmuje wspólny przebieg zmian cen transakcyjnych na rynku pierwotnym, niezależnie od miasta oraz kategorii metrażowej lokali. Relatywnie niższe wartości ładunków PC1 zaobserwowane dla cen w segmentach lokali o pow. powyżej 80 m² w Krakowie oraz 60-80 m² i powyżej 80 m² w Warszawie wskazują, że ceny 1 m² w tych segmentach w mniejszym stopniu wpisywały się w ogólny wymiar zmienności uchwycony przez PC1. Może to sugerować odmienny charakter

kształtowania się cen lokali o większej powierzchni i wyższej wartości. Druga składowa główna (PC2), wyjaśniająca 17% wariancji, różnicuje zarówno miasta jak i segmenty metrażowe. Segmenty cen w Gdańsku i w większości w Krakowie przyjmują niskie wartości ujemne PC2 (od -0,04 do -0,30), co sugeruje zbliżony przebieg zmienności cen 1 m² w tych miastach. Segmenty cenowe rynku warszawskiego cechują się dodatnimi wartościami ładunków w składowej PC2, których poziom wzrasta wraz z metrażem lokali, przyjmując najwyższe wartości w segmentach mieszkań o powierzchni 60-80 m² oraz powyżej 80 m². Świadczy to o wysokim stopniu zróżnicowania cen dużych lokali w Warszawie.

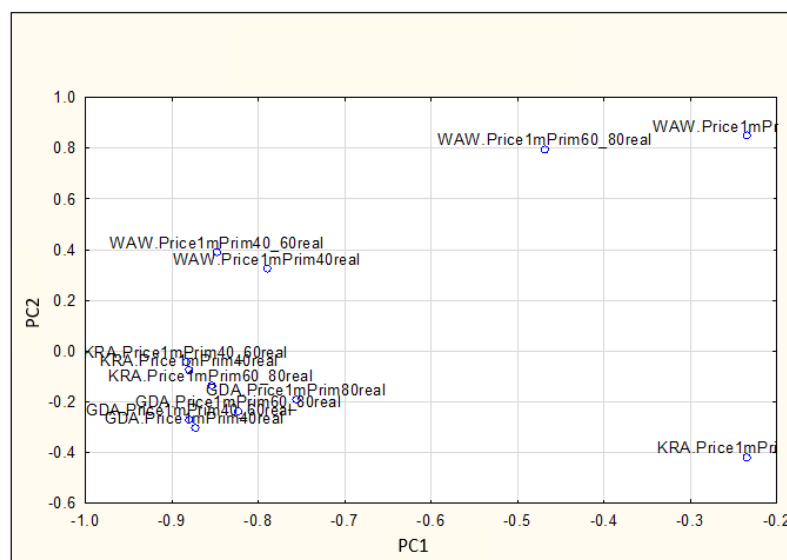
Analiza wskazuje, że te same segmenty cenowe lokali (o powierzchni powyżej 80 m² w Krakowie oraz 60-80 m² i powyżej 80 m² w Warszawie) wykazują słabsze powiązanie z obiema pierwszymi składowymi głównymi. Sugeruje to istnienie bardziej złożonych, potencjalnie nieliniowych zależności, które nie są w pełni uchwycone przez liniowy charakter analizy PCA.

Łącznie obie składowe obejmują 73% całkowitej wariancji, co pozwala uznać dwuwymiarowe ujęcie danych za adekwatne do analizy głównych zależności. Wyniki analizy PCA wskazują, że ceny transakcyjne 1 m² na rynku pierwotnym w badanych miastach wykazywały wspólny kierunek zmian. Jednocześnie lokalne uwarunkowania, szczególnie widoczne w Warszawie, w istotny sposób wpływały na poziom oraz zróżnicowanie cen w zależności od metrażu, zwłaszcza w segmentach większych mieszkań.

Wykres PCA dla cen transakcyjnych 1 m² na rynku pierwotnym wskazuje na wyraźną strukturę zróżnicowania zarówno według miast, jak i segmentów metrażowych (Rys. 92).

Wzdłuż osi pierwszej składowej głównej (PC1) wszystkie segmenty lokują się po stronie ujemnych wartości, co potwierdza istnienie wspólnego wymiaru zmian cen obejmującego cały rynek pierwotny. Najwyższymi wartościami ujemnymi PC1 i najbliższym położeniem charakteryzują się segmenty gdańskie i krakowskie oraz warszawskie (dla lokali o pow. poniżej 40 m² i 40-60 m²), co świadczy o wysokim stopniu korelacji dynamiki zmian cen 1 m² w tych kategoriach. Segmenty cen lokali o pow. 60-80 m² i powyżej 80 m² w Warszawie oraz powyżej 80 m² w Krakowie, przyjmują niższe wartości ujemne na osi PC1, co wskazuje, że ceny w tych segmentach w mniejszym stopniu wpisywały się w ogólny przebieg zmian cen uchwycony przez pierwszą składową. Druga składowa główna (PC2) ujawnia zróżnicowanie przestrzenne, wskazując na odmienności pomiędzy rynkami poszczególnych miast. Segmenty cen 1 m² lokali w Warszawie przyjmują dodatnie i relatywnie wysokie wartości PC2, rosnące wraz z ich metrażem, co jest widoczne zwłaszcza w przypadku mieszkań o pow. 60-80 m² oraz powyżej 80 m². Oznacza to, że ceny 1 m² dużych lokali w Warszawie miały odmienny charakter

kształtowania się w porównaniu z pozostałymi miastami. Z kolei segmenty gdańskie oraz większość krakowskich koncentrują się w pobliżu zera lub po stronie niskich ujemnych wartości PC2, wskazuje na relatywnie niewielkie zróżnicowanie lokalne tych rynków oraz ich większe podobieństwo w sposobie kształtowania się cen.



Rys. 92. Wyniki analizy PCA (bez rotacji) dla cen transakcyjnych 1 m² lokali na rynku pierwotnym w badanych aglomeracjach.

Źródło: Badania własne.

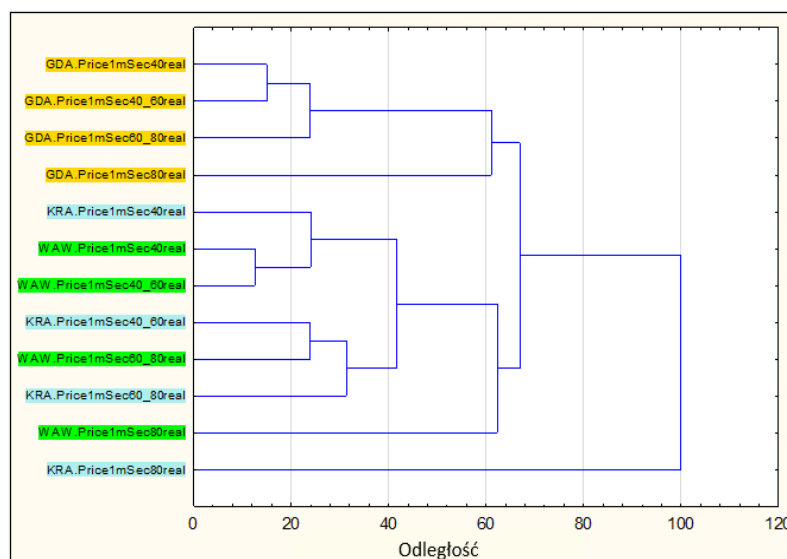
Wykres PCA wskazuje, że choć ceny 1 m² mieszkań na rynku pierwotnym w badanych aglomeracjach kształtowały się pod wpływem wspólnych czynników ogólnorynkowych, to lokalne uwarunkowania odgrywały szczególnie istotną rolę w segmencie większych mieszkań w Warszawie, gdzie wyższa heterogeniczność popytu oraz znaczenie transakcji o wysokiej wartości mogły prowadzić do odmiennej dynamiki cenowej.

Wyniki analizy skupień oraz analizy składowych głównych dla cen 1 m² na rynku pierwotnym świadczą o spójności oraz komplementarnym charakterze obu metod. Analiza skupień ujawnia hierarchiczną strukturę podobieństw cenowych, w której w początkowych etapach agregacji dominują powiązania w obrębie miast oraz pomiędzy segmentami o zbliżonym metrażu. Wysoki stopień podobieństwa charakteryzuje segmenty gdańskie oraz krakowskie, natomiast segment dużych mieszkań w Warszawie pozostaje odseparowany i dołącza do pozostałych skupień na wysokim etapie agregacji.

Analogiczny obraz wyłania się z analizy PCA. Pierwsza składowa główna ujmuje wspólny wymiar zmian cen 1 m² na rynku pierwotnym, obejmując większość segmentów niezależnie od miasta i metrażu, co wskazuje na istotny wpływ ogólnej koniunktury rynkowej. Jednocześnie słabsze powiązanie dużych lokali w Krakowie oraz segmentów 60-80 m²

i powyżej 80 m² w Warszawie z PC1 potwierdza ich specyficzny sposób kształtowania się cen. Druga składowa główna różnicuje rynki lokalne, szczególnie akcentując odmienność warszawskiego segmentu większych mieszkań, co koresponduje z ich późnym przyłączaniem się w dendrogramie.

Analiza dendrogramu sporządzonego dla cen transakcyjnych 1 m² lokali mieszkalnych na rynku wtórnym w Gdańsku, Krakowie i Warszawie wskazuje na zróżnicowanie struktury podobieństw pomiędzy badanymi rynkami (Rys. 93).



Rys. 93. Dendrogram dla cen transakcyjnych 1 m² lokali mieszkalnych na rynku wtórnym w badanych aglomeracjach.

Źródło: Badania własne.

W pierwszym etapie agregacji łączą się segmenty rynku gdańskiego, początkowo w obrębie zbliżonych kategorii metrażowych (poniżej 40 m² i 40-60 m²). Następnie kolejno do skupienia dołączają segmenty cen lokali o pow. 60-80 m² powyżej 80 m², co prowadzi do uformowania zwartego skupienia na wczesnym etapie agregacji. Świadczy to o wysokim stopniu podobieństwa dynamiki zmian cen 1 m² pomiędzy segmentami i względnie jednorodny charakter rynku wtórnego w Gdańsku, co potwierdza wnioski wstępne analizy rozkładów jednowymiarowych w dziedzinie czasu i częstotliwości.

Równolegle kształtuje się skupienie obejmujące segmenty cen lokali o mniejszych i średnich metrażach w Krakowie i Warszawie. Układ dendrogramu wskazuje, że rynki Warszawy i Krakowa nie tworzą odrębnych skupień, lecz są agregowane naprzemiennie, co świadczy o zbliżonej strukturze cenowej tych rynków w poszczególnych kategoriach powierzchniowych. W pierwszej kolejności łączą się segmenty cen mieszkań o pow. do 40 m² i 40-60 m² w Warszawie, a następnie dołącza do nich segment cen lokali o pow. do 40 m²

w Krakowie. W kolejnym kroku grupują się segmenty cen mieszkań o pow. 40-60 m² oraz 60-80 m² w obu miastach i zostaje do nich przyłączony segment cen lokali o pow. 60-80 m² w Krakowie, co sugeruje zbliżony sposób kształtowania się cen 1 m² w tych kategoriach, niezależnie od lokalizacji miejskiej. Oba skupienia łączą się i na wyższym etapie agregacji zostaje do nich dołączony segment największych mieszkań w Warszawie (o pow. powyżej 80 m²), a następnie największych lokali w Krakowie, które dołączają jako ostatnie spośród wszystkich analizowanych zmiennych. Ich późne włączenie do struktury dendrogramu wskazuje, że ceny 1 m² w segmencie dużych mieszkań na rynku wtórnym charakteryzowały się najniższym stopniem podobieństwa do pozostałych kategorii, zarówno pod względem metrażu, jak i miasta.

Interpretacja wyników analizy składowych głównych przeprowadzonej dla cen transakcyjnych 1 m² lokali mieszkalnych na rynku wtórnym w Gdańsku, Krakowie oraz Warszawie wskazuje na silną dominację pierwszej składowej głównej (PC1), która wyjaśnia aż 92% całkowitej zmienności danych (Tabela 36).

**Tabela 36. Wyniki analizy PCA dla cen transakcyjnych 1 m² lokali mieszkalnych na rynku wtórnym w badanych aglomeracjach;
PC (Principal Component) - składowa główna.**

Zmienna	PC1	PC2
GDA.Price1mSec40real	-0,97	0,14
GDA.Price1mSec40_60real	-0,98	0,13
GDA.Price1mSec60_80real	-0,98	0,09
GDA.Price1mSec80real	-0,93	0,08
KRA.Price1mSec40real	-0,98	0,08
KRA.Price1mSec40_60real	-0,98	-0,01
KRA.Price1mSec60_80real	-0,97	-0,02
KRA.Price1mSec80real	-0,83	-0,53
WAW.Price1mSec40real	-0,99	0,07
WAW.Price1mSec40_60real	-0,99	0,08
WAW.Price1mSec60_80real	-0,98	-0,05
WAW.Price1mSec80real	-0,93	-0,15
Wartość własna	11,04	0,37
Udział w wariancji całkowitej	0,92	0,03

Źródło: Badania własne.

Oznacza to, że składowa PC1 reprezentuje wspólny, ogólnorynkowy czynnik kształtujący ceny transakcyjne 1 m² na rynku wtórnym, niezależnie od miasta i segmentu metrażowego. Potwierdzają to wysokie, zbliżone wartości ładunków dla wszystkich zmiennych (od -0,83

do -0,99), wskazując na wspólny przebieg zmian cen we wszystkich analizowanych grupach. Stosunkowo niższa ujemna wartość ładunku dla segmentu największych mieszkań w Krakowie (-0,83) wskazuje, że ceny 1 m² w tej grupie były słabiej powiązane z głównym czynnikiem zmienności, co może świadczyć o ich większej odrębności oraz o specyfice procesu kształtowania cen, charakterystycznej dla lokali o dużym metrażu.

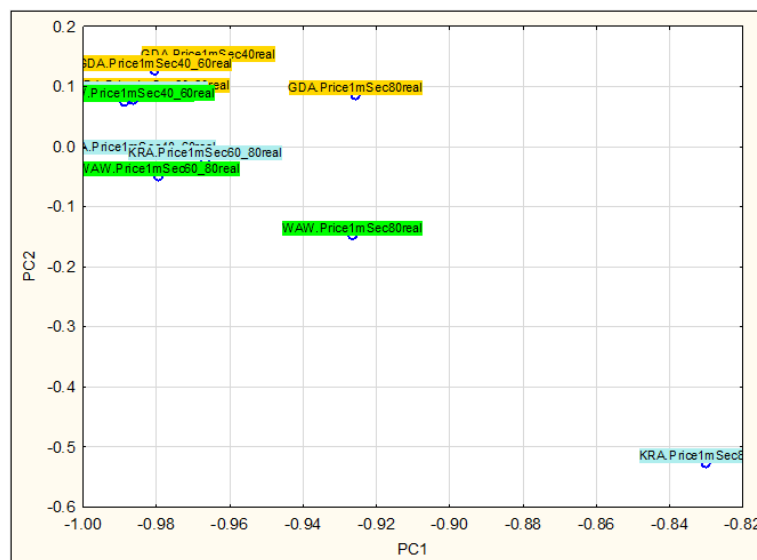
Druga składowa główna (PC2) ma drugorzędne znaczenie interpretacyjne, gdyż wyjaśnia tylko 3% wariancji całkowitej układu i przyjmuje niskie i zróżnicowane znakowo wartości ładunków. Zmienna PC2 ujawnia ograniczone zróżnicowanie strukturalne pomiędzy miastami i segmentami metrażowymi. Wszystkie segmenty cen lokali w Gdańsku, a także segmenty mieszkań o powierzchni do 40 m² w Krakowie oraz do 40 m² i 40-60 m² w Warszawie, charakteryzują się niskimi dodatnimi wartościami w PC2. Wskazuje to na zbliżony charakter zmian cen w tych segmentach. Segmenty cen mieszkań o pow. 40-60 m², 60-80 m² i powyżej 80 m² w Krakowie oraz 60-80 m² i powyżej 80 m² w Warszawie przyjmują wartości ujemne w drugiej składowej, co sugeruje odmienną specyfikę zmian cen w tych kategoriach.

Obie składowe główne odpowiadają łącznie za około 95% całkowitej wariancji, co wskazuje, że redukcja danych do dwóch wymiarów pozwala w dużej mierze uchwycić zasadniczą strukturę zmienności cen 1 m² na rynku wtórnym w analizowanych miastach.

Wyniki analizy PCA wskazują na wysoki stopień jednorodności cen 1 m² na rynku wtórnym w analizowanych miastach i segmentach metrażowych. Zmiany cen w głównej mierze wynikają z oddziaływania czynników o charakterze ogólnym, natomiast zróżnicowanie lokalne oraz metrażowe odgrywa rolę drugoplanową i ma ograniczony wpływ na poziom całkowitej wariancji. Wyjątek stanowią segmenty największych mieszkań w Krakowie i Warszawie, które wykazują odmienny charakter dynamiki zmian cen, co odzwierciedla zróżnicowanie strukturalne tego fragmentu rynku.

Układ zmiennych w przestrzeni dwóch pierwszych składowych głównych wskazuje, że składowa pierwsza (PC1) stanowi dominujący wymiar zmienności cen 1 m² lokali mieszkalnych na rynku wtórnym w badanych aglomeracjach (Rys. 94). Wszystkie segmenty, niezależnie od miasta i kategorii metrażowej, znajdują się po stronie wysokich ujemnych wartości PC1, co świadczy o zbliżonym charakterze dynamiki sprzedaży w badanych aglomeracjach. Oznacza to, że ceny 1 m² w badanych miastach wykazywały wysoką zbieżność reakcji na ogólne uwarunkowania rynkowe. Różnicowanie następuje przede wszystkim wzdłuż osi PC2, która ujawnia lokalne i strukturalne odmienności. Segmenty gdańskie oraz większość segmentów warszawskich i krakowskich skupiają się w pobliżu zera lub przy niewielkich dodatnich wartościach PC2, co wskazuje na relatywnie podobny charakter kształtowania się

cen w tych grupach. Tę obserwację można wiązać m.in. z utrzymującym się wysokim poziomem popytu oraz większą płynnością rynku. Wyjątkiem jest segment największych mieszkań w Krakowie, który lokuje się przy niższych wartościach ujemnych na osi PC2, co sugeruje jego odrębność względem pozostałych segmentów i słabsze powiązanie z dominującym układem cenowym.



Rys. 94. Wyniki analizy PCA (bez rotacji) dla cen transakcyjnych 1 m² lokali na rynku wtórnym w badanych aglomeracjach.

Źródło: Badania własne.

Wykres PCA wskazuje, że ogólny kierunek zmian cen 1 m² lokali na rynku wtórnym jest wspólny dla wszystkich miast, w dużej mierze determinowany przez czynniki makroekonomiczne. Na tym tle wyróżniają się segmenty największych mieszkań w Krakowie i Warszawie, które cechuje odmienny charakter cenowy, podkreślając heterogeniczność tego rynku.

Wyniki analizy skupień oraz analizy składowych głównych dla cen transakcyjnych 1 m² na rynku wtórnym są w wysokim stopniu zgodne. Analiza skupień ujawnia strukturę podobieństw, w której większość segmentów, niezależnie od miasta i metrażu, łączy się przy relatywnie niskich odległościach, co wskazuje na wysoki stopień podobieństwa dynamiki zmian cen na rynku wtórnym. Jedynie segment największych lokali w Krakowie dołącza do pozostałych skupień na wyższym etapie agregacji, co sugeruje specyfikę tego segmentu.

Analogiczne wnioski płyną z analizy PCA. Pierwsza składowa główna obejmuje niemal całą zmienność cen 1 m² (92%), a wysokie i zbliżone wartości ładunków dla wszystkich segmentów potwierdzają istnienie wspólnego wymiaru zmian cen. Marginalne znaczenie drugiej składowej głównej wskazuje, że zróżnicowanie lokalne i metrażowe odgrywało niewielką rolę w kształtowaniu cen, co koresponduje z wynikami analizy skupień.

5.4.3. Porównawcza analiza przekrojowa wpływu zanieczyszczeń powietrza na rynki nieruchomości mieszkaniowych w badanych aglomeracjach na podstawie modelowania GRM

Wyniki modelowania GRM wskazują na zróżnicowanie mechanizmów oddziaływania jakości powietrza na rynki mieszkaniowe w badanych aglomeracjach, zarówno w wymiarze cenowym, jak i transakcyjnym (Tabela 37).

Tabela 37. Wpływ zanieczyszczeń powietrza na rynek mieszkaniowy w badanych aglomeracjach na podstawie modelowania GRM.

Miasto	Rynek	Zakres analizy	Dominujące zanieczyszczenia	Kierunek efektu	Charakter oddziaływania
Gdańsk	Pierwotny	Transakcje	PM _{2,5} , PM ₁₀ (w interakcjach)	ujemny	poprzez interakcje, jednokierunkowe zróżnicowanie kwartalne
	Wtórny		PM _{2,5} , NO ₂	ujemny	jednokierunkowe, bezpośrednie
	Pierwotny	Ceny	PM ₁₀	ujemny	Jednokierunkowe, bezpośrednie, zidentyfikowane w jednym segmencie
	Wtórny		brak	brak	brak istotnych efektów cenowych
Kraków	Pierwotny	Transakcje	NO ₂	ujemny	bezpośrednie, jednokierunkowe zróżnicowanie kwartalne
	Wtórny		NO ₂ , PM ₁₀	ujemny	bezpośrednie oraz poprzez interakcje, jednokierunkowe, malejące wraz ze wzrostem metrażu,
	Pierwotny	Ceny	NO ₂	ujemny	bezpośrednie, jednokierunkowe, zidentyfikowane w wybranych segmentach
	Wtórny		NO ₂	ujemny	bezpośrednie, jednokierunkowe, zidentyfikowane we wszystkich segmentach
Warszawa	Pierwotny	Transakcje	PM _{2,5}	ujemny	bezpośrednie oraz poprzez interakcje, jednokierunkowe, zróżnicowanie kwartalne
	Wtórny		PM _{2,5} (-), PM ₁₀ (+), NO ₂ (+)	asymetryczny	bezpośrednie, zróżnicowanie kwartalne, asymetryczne kierunkowo

	Pierwotny	Ceny	NO ₂	ujemny	bezpośredni oraz poprzez interakcje, jednokierunkowe, zidentyfikowane w wybranych segmentach
	Wtórny		NO ₂	ujemny	bezpośrednie, jednokierunkowe, zidentyfikowane we wszystkich segmentach

Źródło: Opracowanie własne na podstawie wyników badań.

W Gdańsku wpływ czynników środowiskowych ujawnił się przede wszystkim w liczbie transakcji. Na rynku pierwotnym oddziaływanie miało charakter złożony i przejawiało się obecnością interakcji pomiędzy zanieczyszczeniami, natomiast na rynku wtórnym było bardziej jednorodne, a dominującym czynnikiem jakości powietrza był PM_{2,5}. Jednocześnie w Gdańsku, z wyjątkiem segmentu lokali o pow. powyżej 80 m² na rynku pierwotnym, nie stwierdzono istotnego wpływu badanych czynników środowiskowych na ceny 1 m² lokali mieszkalnych, co sugeruje relatywnie dobrą jakość powietrza oraz ograniczone znaczenie zanieczyszczeń powietrza w kształtowaniu poziomu cen nieruchomości.

W Krakowie jakość powietrza wykazywała silne oddziaływanie zarówno na poziom cen, jak i na wolumen transakcji, przy czym dominującą rolę odgrywał NO₂. Na rynku pierwotnym efekty cenowe występowały w segmentach lokali małych i średniej wielkości, natomiast na rynku wtórnym były obecne we wszystkich kategoriach metrażowych. Wskazuje to na wyraźniejsze uwzględnienie czynników jakości powietrza w kształtowaniu cen i aktywności transakcyjnej w sytuacji, gdy cechy otoczenia nieruchomości są w pełni rozpoznawalne na etapie podejmowania decyzji przez uczestników rynku. W wymiarze transakcyjnym zaobserwowano, że wraz ze wzrostem metrażu mieszkań siła oddziaływania czynników środowiskowych ulegała osłabieniu. Sugeruje to występowanie efektów kompensacyjnych w segmencie większych lokali.

W Warszawie natomiast ujawniła się najbardziej złożona struktura oddziaływania czynników jakości powietrza na rynek nieruchomości mieszkaniowych. Zarówno na rynku pierwotnym, jak i wtórnym, ceny 1 m² mieszkań w większości kategoriach metrażowych (z wyjątkiem segmentu lokali największych na rynku pierwotnym) wykazywały wyraźną i jednokierunkową reakcję na zmiany poziomu NO₂, co świadczy o wysokiej wrażliwości na czynniki środowiskowe. Jednocześnie w wymiarze transakcyjnym na rynku wtórnym wystąpiła asymetria kierunkowa wpływu czynników środowiskowych – wzrost stężeń PM_{2,5} wiązał się ze spadkiem liczby sprzedanych lokali, natomiast wyższe poziomy PM₁₀ i NO₂

współwystępowały z ich wzrostem. Może to wskazywać, że zmienne te odzwierciedlają przede wszystkim intensywność funkcji miejskich oraz dobrą dostępność komunikacyjną, a nie są jednoznacznie postrzegane jako czynnik obniżający atrakcyjność lokalizacji.

Zestawienie wyników modelowania GRM dla Gdańska, Krakowa i Warszawy wskazuje, że wpływ jakości powietrza na rynek nieruchomości mieszkaniowych zależy od specyfiki aglomeracji, struktury przestrzennej zasobu lokalowego, poziomu ogólnej jakości powietrza oraz możliwości kompensacji czynników środowiskowych innymi atrybutami nieruchomości.

ZAKOŃCZENIE

Celem niniejszej rozprawy była empiryczna identyfikacja wpływu czynników środowiskowych, w szczególności zanieczyszczeń powietrza, na funkcjonowanie rynku nieruchomości mieszkaniowych w Polsce. Analiza została przeprowadzona dla trzech aglomeracji zarówno osobno, jak i w ujęciu porównawczym w długim horyzoncie czasowym. Przyjęta perspektywa badawcza umożliwiła jednoczesną ocenę reakcji cenowych oraz zmian liczby transakcji w odpowiedzi na zróżnicowane warunki środowiskowe.

Przeprowadzone badania potwierdziły tezę główną rozprawy o istnieniu wpływu czynników środowiskowych na rynek nieruchomości mieszkaniowych. Jednocześnie wykazano, że charakter tego oddziaływania nie był jednorodny. Zróżnicowanie wpływu zanieczyszczeń powietrza zaobserwowano w odniesieniu do segmentów metrażowych, rodzaju rynku (pierwotnego i wtórnego), a także w wymiarze cenowym oraz transakcyjnym. Różnice dotyczyły zarówno siły efektów i ich struktury obejmującej oddziaływanie bezpośrednie, interakcje oraz zmienność kwartalną, jak i kierunek tych zależności.

W Gdańsku wpływ czynników środowiskowych ujawniał się przede wszystkim w zmianach wolumenu transakcji, przy braku istotnego wpływu na poziom cen, co można wiązać z relatywnie dobrą jakością powietrza w tym mieście. W Krakowie zanieczyszczenia powietrza oddziaływały zarówno na poziom cen, jak i na liczbę transakcji, przy dominującej roli stężeń ditlenku azotu NO_2 . Silniejsze efekty zaobserwowano na rynku wtórnym niż pierwotnym, co wskazuje na większe znaczenie warunków środowiskowych w sytuacji, gdy cechy lokalizacji są w pełni znane uczestnikom rynku. Jednocześnie stwierdzono osłabienie efektów wraz ze wzrostem metrażu, co sugeruje występowanie mechanizmów kompensacyjnych związanych z atrybutami nieruchomości w segmencie większych lokali. W Warszawie natomiast zidentyfikowano najbardziej złożoną strukturę oddziaływania jakości powietrza na rynek mieszkaniowy. Ceny 1 m^2 mieszkań w większości segmentów metrażowych wykazywały ujemną reakcję na wzrost stężeń NO_2 , natomiast w ujęciu transakcyjnym szczególne znaczenie miał pył $\text{PM}_{2,5}$, którego wyższe poziomy wiązały się ze spadkiem liczby sprzedanych lokali, zwłaszcza na rynku wtórnym. Jednocześnie, wyższe stężenia PM_{10} i NO_2 współwystępowały ze zwiększoną liczbą zawieranych transakcji, co wskazuje, że zmienne te pełnią rolę pośrednich wskaźników intensywności funkcji miejskich oraz dostępności komunikacyjnej.

Uzyskane wyniki pozwalają wyróżnić trzy mechanizmy oddziaływania jakości powietrza na rynek nieruchomości mieszkaniowych. Pierwszy miał charakter ekonomiczny i przejawiał się odzwierciedleniem jakości powietrza w cenach nieruchomości lub

alternatywnie – kompensacją negatywnych cech środowiskowych przez inne atrybuty mieszkań. Mechanizm ten był szczególnie widoczny w Krakowie i Warszawie w wymiarze cenowym, przy czym na rynku pierwotnym w obu miastach ujawniał się również w postaci efektów kompensacyjnych. Drugi mechanizm odnosił się do uwarunkowań urbanistycznych w ramach, których wybrane zanieczyszczenia (w szczególności NO₂ i PM₁₀), odzwierciedlały cechy lokalizacji związane z intensywnością funkcji miejskich oraz natężeniem ruchu komunikacyjnego. W Warszawie przejawiało się to współwystępowaniem wyższych stężeń zanieczyszczeń z większą aktywnością transakcyjną. Trzeci mechanizm miał charakter behawioralny i ujawniał się przede wszystkim na rynku wtórnym, gdzie cechy lokalizacji były w pełni dostępne przy dokonywaniu transakcji.

Na podstawie uzyskanych wyników empirycznych przeprowadzono weryfikację hipotez badawczych, odrębnie dla każdego z badanych miast (Tabela 38).

Hipoteza pierwsza (H1), zakładająca istnienie skłonności do zapłaty wyższej ceny za nieruchomości położone na obszarach o lepszej jakości powietrza, znalazła potwierdzenie, przy czym zakres jej weryfikacji różnił się pomiędzy aglomeracjami i rodzajami rynku. Najbardziej wyraźne efekty cenowe odnotowano w Krakowie i Warszawie, natomiast w Gdańsku wpływ czynników środowiskowych ujawniał się głównie w zmianach liczby transakcji.

Hipoteza druga (H2), dotycząca zróżnicowania wpływu zanieczyszczeń powietrza pomiędzy aglomeracjami, została zweryfikowana pozytywnie. Uzyskane wyniki wskazują, że oddziaływanie czynników środowiskowych na rynek nieruchomości mieszkaniowych zależy od specyfiki danej aglomeracji. Obejmuje ona m.in. ogólny poziom jakości powietrza, strukturę zabudowy miejskiej oraz możliwości kompensacji czynników środowiskowych innymi atrybutami nieruchomości.

Hipoteza trzecia (H3), zakładająca zależność reakcji cenowych od ogólnego poziomu jakości powietrza w aglomeracji, również znalazła potwierdzenie w wynikach badań. Przeprowadzone analizy wykazały, że znaczenie zmian stężeń poszczególnych zanieczyszczeń dla rynku nieruchomości ma charakter relatywny i jest uzależnione od tła środowiskowego, w jakim funkcjonuje dany rynek lokalny. W aglomeracjach o wyższych poziomach zanieczyszczeń, jakość powietrza stanowiła istotny czynnik różnicujący ceny i aktywność transakcyjną, natomiast w miastach o korzystniejszych warunkach środowiskowych jej wpływ był słabszy lub ograniczał się do wybranych segmentów rynku.

Tabela 38. Weryfikacja hipotez badawczych

Hipoteza \ Miasto	Gdańsk	Kraków	Warszawa
H1. Odzwierciedleniem świadomości skutków zdrowotnych, ekonomicznych i psychofizycznych zanieczyszczeń powietrza jest skłonność do zapłaty wyższej ceny za nieruchomości mieszkaniowe położone na terenach o dobrej jakości powietrza.	Częściowo zweryfikowana	Zweryfikowana pozytywnie	Zweryfikowana pozytywnie
H2. Wpływ zanieczyszczeń powietrza na ceny nieruchomości mieszkalnych jest różny w różnych aglomeracjach.	Zweryfikowana pozytywnie	Zweryfikowana pozytywnie	Zweryfikowana pozytywnie
H3. Skłonność do zapłaty wyższej ceny za nieruchomości położone na obszarach o lepszej jakości powietrza zależy od jakości powietrza w całej aglomeracji.	Zweryfikowana pozytywnie	Zweryfikowana pozytywnie	Zweryfikowana pozytywnie
H4. Na ceny nieruchomości mieszkaniowych wpływają zanieczyszczenia powietrza samodzielnie oraz w interakcjach.	Zweryfikowana pozytywnie	Zweryfikowana pozytywnie	Zweryfikowana pozytywnie

Źródło: Opracowanie własne.

Hipoteza czwarta (H4), odnosząca się do oddziaływania zanieczyszczeń powietrza zarówno samodzielnie, jak i poprzez interakcje, została potwierdzona. Uzyskane wyniki wskazują, że relacje pomiędzy jakością powietrza a rynkiem nieruchomości mieszkaniowych mają charakter złożony, a znaczenie poszczególnych zanieczyszczeń nie powinno być analizowane niezależnie od współwystępowania innych czynników. Zastosowanie modeli GRM umożliwiło uchwycenie tych zależności oraz wykazanie, że struktura oddziaływań różniła się pomiędzy rynkiem pierwotnym i wtórnym oraz pomiędzy segmentami metrażowymi.

Rozprawa wnosi istotny wkład do badań nad funkcjonowaniem rynku nieruchomości mieszkaniowych w ramach głównego nurtu ekonomii, poprzez empiryczną analizę wpływu czynników środowiskowych na poziom cen i wolumen transakcji. Wkład ten ma charakter metodyczny, empiryczny oraz interpretacyjny.

W wymiarze metodycznym praca rozszerza dominujące w literaturze podejście hedoniczne, oparte głównie na klasycznych modelach regresji liniowej, poprzez zastosowanie sekwencyjnego podejścia analitycznego łączącego analizę skupień, analizę składowych głównych oraz uogólnione modele regresji (GRM). Zastosowane rozwiązanie, wykorzystane po raz pierwszy w badaniach tego nurtu w Polsce i należące do rzadkości w analizach europejskich, obejmuje szerokie spektrum zaawansowanych modeli stochastycznych, w tym modeli nieliniowych, co umożliwiło identyfikację złożonych relacji pomiędzy zanieczyszczeniami powietrza a rynkiem nieruchomości mieszkaniowych, w szczególności interakcji, zróżnicowań

kwartalnych oraz niejednorodności reakcji cenowych i transakcyjnych. Przyjęte podejście pozwoliło na precyzyjne uchwycenie wielowymiarowej struktury współzależności pomiędzy czynnikami środowiskowymi a poziomem cen oraz wolumenem transakcji, co ma szczególne znaczenie w warunkach ograniczonej dostępności informacji lub wysokiego poziomu agregacji danych. W takich sytuacjach klasyczne modele regresyjne, w tym modele hedoniczne, nie zawsze umożliwiają uzyskanie stabilnych i wiarygodnych estymacji parametrów. Tym samym rozprawa wnosi istotne rozszerzenie warsztatu metodologicznego stosowanego w analizach rynku nieruchomości w kontekście oddziaływania czynników środowiskowych.

Wkład empiryczny rozprawy polega na przeprowadzeniu kompleksowej analizy porównawczej wpływu zanieczyszczeń powietrza na funkcjonowanie rynku nieruchomości mieszkaniowych w trzech polskich aglomeracjach: Gdańsku, Krakowie i Warszawie. Badanie obejmowało jednocześnie rynek pierwotny i wtórny, cztery segmenty metrażowe oraz dwa wymiary reakcji rynku, tj. poziom cen mieszkań oraz liczbę transakcji.

Włączenie wolumenu transakcji jako zmiennej objaśnianej stanowi istotne uzupełnienie dotychczasowych badań krajowych, które koncentrowały się głównie na analizie cen nieruchomości. Uzyskane wyniki wskazują, że reakcje rynku mieszkaniowego na czynniki środowiskowe nie ograniczają się wyłącznie do zmian cen, lecz obejmują także zmiany w liczbie sprzedanych lokali.

Istotnym elementem wkładu empirycznego jest porównawcze ujęcie trzech aglomeracji, które różnią się zarówno poziomem i strukturą zanieczyszczeń powietrza, jak i mechanizmami kształtującymi ceny oraz liczbę transakcji na rynku mieszkaniowym. Przeprowadzone analizy wykazały zróżnicowanie mechanizmów oddziaływania czynników środowiskowych pomiędzy aglomeracjami. W Krakowie jakość powietrza była w największym stopniu odzwierciedlana w poziomie cen mieszkań, natomiast w Warszawie oddziaływanie to ujawniało się zarówno w reakcjach cenowych jak i w zmianach wolumenu transakcji. W Gdańsku wpływ czynników środowiskowych był obserwowany głównie w zmianach liczby sprzedanych lokali. Ponadto stwierdzono, że oddziaływanie czynników środowiskowych różniło się w zależności od rodzaju rynku. Na rynku wtórnym wpływ zanieczyszczeń powietrza miał częściej charakter bezpośredni, natomiast na rynku pierwotnym występował w sposób bardziej złożony m.in. poprzez interakcje. Wskazuje to na odmienny sposób uwzględniania cech środowiskowych w procesach decyzyjnych uczestników obu segmentów rynku.

Do wkładu naukowego pracy należy również zaliczyć uwzględnienie segmentacji metrażowej w badaniu zależności pomiędzy jakością powietrza a cenami oraz liczbą transakcji mieszkaniowych. Przeprowadzone badania wskazały, że sposób oraz skala oddziaływania

zanieczyszczeń powietrza różniły się pomiędzy segmentami mieszkań o odmiennej powierzchni, co potwierdza heterogeniczny charakter reakcji rynkowych.

W świetle uzyskanych wyników należy wskazać również na wkład interpretacyjny rozprawy, polegający na zidentyfikowaniu wcześniej omawianych trzech współistniejących mechanizmów oddziaływania jakości powietrza na rynek nieruchomości mieszkaniowych - ekonomicznego, urbanistycznego oraz behawioralnego.

Poza wkładem naukowym, wyniki rozprawy pozwalają na sformułowanie implikacji praktycznych. Analizy wskazują, że zmiany jakości powietrza współwystępują ze zmianami poziomów cen mieszkań oraz liczby transakcji na lokalnych rynkach nieruchomości, co może mieć znaczenie dla polityki miejskiej i planowania przestrzennego. W miastach o wyższych poziomach zanieczyszczeń, takich jak Kraków czy Warszawa, poprawa jakości powietrza może ograniczać niekorzystne reakcje cenowe w lokalizacjach o gorszych warunkach środowiskowych. W aglomeracjach o relatywnie lepszej jakości powietrza, takich jak Gdańsk, oddziaływanie czynników środowiskowych ujawniło się przede wszystkim poprzez zmiany liczby transakcji wskazując, że działania prośrodowiskowe mogą wpływać głównie na wzrost atrakcyjności lokalizacji i poziom aktywności transakcyjnej. Z perspektywy polityki miejskiej uzyskane wyniki sugerują, że skutki działań ukierunkowanych na poprawę jakości powietrza mogą różnić się w zależności od lokalnych uwarunkowań. Rozwiązania takie jak rozwój infrastruktury zielonej, ograniczenie ruchu samochodowego czy podnoszenie standardów energetycznych budynków mogą oddziaływać na rynki w różnym stopniu, w zależności od ogólnej jakości powietrza oraz struktury zasobu mieszkaniowego. W szerszej perspektywie uzyskane rezultaty wskazują, że wraz z nasilaniem się zjawisk klimatycznych, znaczenie jakości środowiska jako czynnika różnicującego lokalne rynki nieruchomości może ulec wzmocnieniu. Tym samym działania adaptacyjne podejmowane w miastach mogą w długim okresie prowadzić do zmian w kształtowaniu cen oraz aktywności transakcyjnej na rynku mieszkaniowym.

Zrealizowane badania, przy spójnych i statystycznie istotnych wynikach, wskazują jednocześnie na kilka zagadnień wymagających dalszych analiz. Pierwszym z nich jest poziom agregacji danych dotyczących rynku nieruchomości, obejmujących ceny 1 m² lokali oraz liczbę transakcji, który odpowiadał strukturze dostępnych zbiorów danych i dotyczył całych aglomeracji. Umożliwiło to identyfikację zależności na poziomie rynków miejskich, lecz nie pozwoliło na analizę zróżnicowania wpływu zanieczyszczeń powietrza na rynek mieszkaniowy w ujęciu dzielnicowym. Naturalnym kierunkiem dalszych badań pozostaje analiza oparta na

przestrzennych danych z rynku nieruchomości, co umożliwiłoby bardziej szczegółowe ujęcie zróżnicowania wpływu zanieczyszczeń na rynek mieszkaniowy.

Kolejnym zagadnieniem odnoszącym się do charakteru wykorzystanych danych, są wyniki pomiarów stężeń zanieczyszczeń powietrza, rejestrowane w interwałach jednogodzinnych przez stacje referencyjne WIOŚ a następnie agregowane do wartości kwartalnych. Punktowy charakter danych nie odzwierciedla w pełni przestrzennego zróżnicowania jakości powietrza w obrębie aglomeracji, w tym różnic pomiędzy dzielnicami. W dalszych badaniach, zastosowanie danych środowiskowych o charakterze przestrzennym mogłoby przyczynić się do pełniejszego ujęcia analizowanych zależności.

Zakres analizy obejmował wybrane zmienne środowiskowe (poziomy stężenie NO_2 , PM_{10} i $\text{PM}_{2,5}$), natomiast inne czynniki kształtujące poziom cen mieszkań i aktywność transakcyjną nie były bezpośrednio uwzględnione w analizie empirycznej. Rozszerzenie analizy o właściwości fizyczne i użytkowe mieszkań będących przedmiotem transakcji mogłoby stanowić istotny kierunek dalszych badań. Do kluczowych atrybutów tego rodzaju można zaliczyć: rok budowy, standard wykończenia, powierzchnię, kondygnację, energochłonność, układ funkcjonalny czy nasłonecznienie.

Przykład Gdańska, Krakowa i Warszawy wskazuje, że zanieczyszczenia powietrza stanowią istotny, zróżnicowany przestrzennie i rynkowo czynnik oddziałujący na rynek nieruchomości mieszkaniowych w Polsce. Niniejsza rozprawa stanowi przyczynek do dalszego pogłębiania badań nad tą problematyką.

OZNACZENIA ZMIENNYCH

Zmienna	Opis	Jednostka
KRA.PremPrim_<40	Liczba sprzedanych lokali <40 m ² na rynku pierwotnym w Krakowie	liczba lokali
KRA.PremPrim_40–60	Liczba sprzedanych lokali 40–60 m ² na rynku pierwotnym w Krakowie	liczba lokali
KRA.PremPrim_60–80	Liczba sprzedanych lokali 60–80 m ² na rynku pierwotnym w Krakowie	liczba lokali
KRA.PremPrim_>80	Liczba sprzedanych lokali >80 m ² na rynku pierwotnym w Krakowie	liczba lokali
KRA.PremSec_<40	Liczba sprzedanych lokali <40 m ² na rynku wtórnym w Krakowie	liczba lokali
KRA.PremSec_40–60	Liczba sprzedanych lokali 40–60 m ² na rynku wtórnym w Krakowie	liczba lokali
KRA.PremSec_60–80	Liczba sprzedanych lokali 60–80 m ² na rynku wtórnym w Krakowie	liczba lokali
KRA.PremSec_>80	Liczba sprzedanych lokali >80 m ² na rynku wtórnym w Krakowie	liczba lokali
KRA.PremPrimTotal	Łączna liczba sprzedanych lokali na rynku pierwotnym w Krakowie	liczba lokali
KRA.PremSecTotal	Łączna liczba sprzedanych lokali na rynku wtórnym w Krakowie	liczba lokali
WAW.PremPrim_<40	Liczba sprzedanych lokali <40 m ² na rynku pierwotnym w Warszawie	liczba lokali
WAW.PremPrim_40–60	Liczba sprzedanych lokali 40–60 m ² na rynku pierwotnym w Warszawie	liczba lokali
WAW.PremPrim_60–80	Liczba sprzedanych lokali 60–80 m ² na rynku pierwotnym w Warszawie	liczba lokali
WAW.PremPrim_>80	Liczba sprzedanych lokali >80 m ² na rynku pierwotnym w Warszawie	liczba lokali
WAW.PremSec_<40	Liczba sprzedanych lokali <40 m ² na rynku wtórnym w Warszawie	liczba lokali
WAW.PremSec_40–60	Liczba sprzedanych lokali 40–60 m ² na rynku wtórnym w Warszawie	liczba lokali
WAW.PremSec_60–80	Liczba sprzedanych lokali 60–80 m ² na rynku wtórnym w Warszawie	liczba lokali
WAW.PremSec_>80	Liczba sprzedanych lokali >80 m ² na rynku wtórnym w Warszawie	liczba lokali
WAW.PremPrimTotal	Łączna liczba sprzedanych lokali na rynku pierwotnym w Warszawie	liczba lokali
WAW.PremSecTotal	Łączna liczba sprzedanych lokali na rynku wtórnym w Warszawie	liczba lokali
GDA.PremPrim_<40	Liczba sprzedanych lokali <40 m ² na rynku pierwotnym w Gdańsku	liczba lokali
GDA.PremPrim_40–60	Liczba sprzedanych lokali 40–60 m ² na rynku pierwotnym w Gdańsku	liczba lokali
GDA.PremPrim_60–80	Liczba sprzedanych lokali 60–80 m ² na rynku pierwotnym w Gdańsku	liczba lokali
GDA.PremPrim_>80	Liczba sprzedanych lokali >80 m ² na rynku pierwotnym w Gdańsku	liczba lokali
GDA.PremSec_<40	Liczba sprzedanych lokali <40 m ² na rynku wtórnym w Gdańsku	liczba lokali
GDA.PremSec_40–60	Liczba sprzedanych lokali 40–60 m ² na rynku wtórnym w Gdańsku	liczba lokali
GDA.PremSec_60–80	Liczba sprzedanych lokali 60–80 m ² na rynku wtórnym w Gdańsku	liczba lokali

GDA.PremSec_>80	Liczba sprzedanych lokali >80 m ² na rynku wtórnym w Gdańsku	liczba lokali
KRA.Price1mPrim_<40real	Cena transakcyjna 1 m ² lokali <40 m ² , rynek pierwotny, Kraków	zł/m ²
KRA.Price1mPrim_40–60real	Cena transakcyjna 1 m ² lokali 40–60 m ² , rynek pierwotny, Kraków	zł/m ²
KRA.Price1mPrim_60–80real	Cena transakcyjna 1 m ² lokali 60–80 m ² , rynek pierwotny, Kraków	zł/m ²
KRA.Price1mPrim_>80real	Cena transakcyjna 1 m ² lokali >80 m ² , rynek pierwotny, Kraków	zł/m ²
KRA.Price1mSec_<40real	Cena transakcyjna 1 m ² lokali <40 m ² , rynek wtórny, Kraków	zł/m ²
KRA.Price1mSec_40–60real	Cena transakcyjna 1 m ² lokali 40–60 m ² , rynek wtórny, Kraków	zł/m ²
KRA.Price1mSec_60–80real	Cena transakcyjna 1 m ² lokali 60–80 m ² , rynek wtórny, Kraków	zł/m ²
KRA.Price1mSec_>80real	Cena transakcyjna 1 m ² lokali >80 m ² , rynek wtórny, Kraków	zł/m ²
WAW.Price1mPrim_<40real	Cena transakcyjna 1 m ² lokali <40 m ² , rynek pierwotny, Warszawa	zł/m ²
WAW.Price1mPrim_40–60real	Cena transakcyjna 1 m ² lokali 40–60 m ² , rynek pierwotny, Warszawa	zł/m ²
WAW.Price1mPrim_60–80real	Cena transakcyjna 1 m ² lokali 60–80 m ² , rynek pierwotny, Warszawa	zł/m ²
WAW.Price1mPrim_>80real	Cena transakcyjna 1 m ² lokali >80 m ² , rynek pierwotny, Warszawa	zł/m ²
WAW.Price1mSec_<40real	Cena transakcyjna 1 m ² lokali <40 m ² , rynek wtórny, Warszawa	zł/m ²
WAW.Price1mSec_40–60real	Cena transakcyjna 1 m ² lokali 40–60 m ² , rynek wtórny, Warszawa	zł/m ²
WAW.Price1mSec_60–80real	Cena transakcyjna 1 m ² lokali 60–80 m ² , rynek wtórny, Warszawa	zł/m ²
WAW.Price1mSec_>80real	Cena transakcyjna 1 m ² lokali >80 m ² , rynek wtórny, Warszawa	zł/m ²
GDA.Price1mPrim_<40real	Cena transakcyjna 1 m ² lokali <40 m ² , rynek pierwotny, Gdańsk	zł/m ²
GDA.Price1mPrim_40–60real	Cena transakcyjna 1 m ² lokali 40–60 m ² , rynek pierwotny, Gdańsk	zł/m ²
GDA.Price1mPrim_60–80real	Cena transakcyjna 1 m ² lokali 60–80 m ² , rynek pierwotny, Gdańsk	zł/m ²
GDA.Price1mPrim_>80real	Cena transakcyjna 1 m ² lokali >80 m ² , rynek pierwotny, Gdańsk	zł/m ²
GDA.Price1mSec_<40real	Cena transakcyjna 1 m ² lokali <40 m ² , rynek wtórny, Gdańsk	zł/m ²
GDA.Price1mSec_40–60real	Cena transakcyjna 1 m ² lokali 40–60 m ² , rynek wtórny, Gdańsk	zł/m ²
GDA.Price1mSec_60–80real	Cena transakcyjna 1 m ² lokali 60–80 m ² , rynek wtórny, Gdańsk	zł/m ²
GDA.Price1mSec_>80real	Cena transakcyjna 1 m ² lokali >80 m ² , rynek wtórny, Gdańsk	zł/m ²
NO2	Średnie stężenie dwutlenku azotu	µg/m ³
PM10	Średnie stężenie pyłu zawieszonego PM ₁₀	µg/m ³
PM25	Średnie stężenie pyłu zawieszonego PM _{2,5}	µg/m ³

SPIS TABEL

Tabela 1. Podstawowe wskaźniki makroekonomiczne latach 1989- 2003.	32
Tabela 2. Podstawowe wskaźniki makroekonomiczne w latach 2004- 2022.....	37
Tabela 3. Udział poszczególnych źródeł emisji zanieczyszczeń powietrza w aglomeracji trójmiejskiej.	110
Tabela 4. Udział poszczególnych źródeł emisji zanieczyszczeń powietrza w województwie małopolskim.....	122
Tabela 5. Udział poszczególnych źródeł emisji zanieczyszczeń powietrza w województwie mazowieckim.	135
Tabela 6. Skale pomiarowe zmiennych.....	151
Tabela 7. Systematyka miar oceny jakości wraz z ich syntetyczną charakterystyką dziedziny: t-czasu; f-częstotliwości; s-przestrzeni.....	161
Tabela 8. System wagowy miary ryzyka błędu.	165
Tabela 9. Schemat analizy wariancji ANOVA.....	178
Tabela 10. Wyniki analizy PCA dla liczby sprzedanych lokali mieszkalnych na rynku pierwotnym w podziale na segmenty według wielkości.	186
Tabela 11. Wyniki analizy PCA dla liczby sprzedanych lokali mieszkalnych na rynku wtórnym w podziale na segmenty według wielkości.....	188
Tabela 12. Wyniki estymacji modelu GRM dla liczby sprzedanych lokali na rynku pierwotnym w podziale na segmenty według wielkości.	190
Tabela 13. Wyniki estymacji modelu GRM dla liczby sprzedanych lokali na rynku wtórnym w podziale na segmenty według wielkości.	191
Tabela 14. Wyniki analizy PCA dla cen transakcyjnych 1 m ² lokali mieszkalnych na rynku pierwotnym w podziale na segmenty według wielkości.	195
Tabela 15. Wyniki analizy PCA dla cen transakcyjnych 1 m ² lokali mieszkalnych na rynku wtórnym w podziale na segmenty według wielkości.....	197
Tabela 16. Wyniki estymacji modelu GRM dla cen transakcyjnych 1 m ² lokali mieszkalnych na rynku pierwotnym i wtórnym w podziale na segmenty według wielkości.	198
Tabela 17. Wyniki analizy PCA dla liczby sprzedanych lokali mieszkalnych na rynku pierwotnym w podziale na segmenty według wielkości.	203
Tabela 18. Wyniki analizy PCA dla liczby sprzedanych lokali mieszkalnych na rynku wtórnym w podziale na segmenty według wielkości.....	204

Tabela 19. Wyniki estymacji modelu GRM dla liczby sprzedanych lokali na rynku pierwotnym w podziale na segmenty według wielkości.	206
Tabela 20. Wyniki estymacji modelu GRM dla liczby sprzedanych lokali na rynku wtórnym w podziale na segmenty według wielkości.	207
Tabela 21. Wyniki analizy PCA dla cen transakcyjnych 1 m ² lokali mieszkalnych na rynku pierwotnym w podziale na segmenty według wielkości.	212
Tabela 22. Wyniki analizy PCA dla cen transakcyjnych 1 m ² lokali mieszkalnych na rynku wtórnym w podziale na segmenty według wielkości.	214
Tabela 23. Wyniki estymacji modelu GRM dla cen transakcyjnych 1 m ² lokali mieszkalnych na rynku pierwotnym w podziale na segmenty według wielkości.	216
Tabela 24. Wyniki estymacji modelu GRM dla cen transakcyjnych 1 m ² lokali mieszkalnych na rynku wtórnym w podziale na segmenty według wielkości.	217
Tabela 25. Wyniki analizy PCA dla liczby sprzedanych lokali mieszkalnych na rynku pierwotnym w podziale na segmenty według wielkości.	221
Tabela 26. Wyniki analizy PCA dla liczby sprzedanych lokali mieszkalnych na rynku wtórnym w podziale na segmenty według wielkości.	223
Tabela 27. Wyniki estymacji modelu GRM dla liczby sprzedanych lokali na rynku pierwotnym w podziale na segmenty według wielkości.	225
Tabela 28. Wyniki estymacji modelu GRM dla liczby sprzedanych lokali na rynku wtórnym w podziale na segmenty według wielkości.	226
Tabela 29. Wyniki analizy PCA cen transakcyjnych 1 m ² lokali mieszkalnych na rynku pierwotnym w podziale na segmenty według wielkości; PC (Principal Component) - składowa główna.	231
Tabela 30. Wyniki analizy PCA cen transakcyjnych 1 m ² lokali mieszkalnych na rynku wtórnym w podziale na segmenty według wielkości.	233
Tabela 31. Wyniki estymacji modelu GRM dla cen transakcyjnych 1 m ² lokali mieszkalnych na rynku pierwotnym w podziale na segmenty według wielkości.	235
Tabela 32. Wyniki estymacji modelu GRM dla cen transakcyjnych 1 m ² lokali mieszkalnych na rynku wtórnym w podziale na segmenty według wielkości.	236
Tabela 33. Wyniki analizy PCA dla liczby sprzedanych lokali mieszkalnych na rynku pierwotnym w badanych aglomeracjach.	239
Tabela 34. Wyniki analizy PCA dla liczby sprzedanych lokali mieszkalnych na rynku wtórnym w badanych aglomeracjach.	243

Tabela 35. Wyniki analizy PCA dla cen transakcyjnych 1 m ² lokali mieszkalnych na rynku pierwotnym w badanych aglomeracjach.	247
Tabela 36. Wyniki analizy PCA dla cen transakcyjnych 1 m ² lokali mieszkalnych na rynku wtórnym w badanych aglomeracjach.	251
Tabela 37. Wpływ zanieczyszczeń powietrza na rynek mieszkaniowy w badanych aglomeracjach na podstawie modelowania GRM.....	254
Tabela 38. Weryfikacja hipotez badawczych.....	259

SPIS RYSUNKÓW

Rys. 1. Liczba notariuszy i wybranych transakcji na rynku nieruchomości w Polsce w latach 1950-2000.....	30
Rys. 2. Dynamika zmian cen lokali mieszkalnych na rynku wtórnym w wybranych miastach [PLN/m ²].	39
Rys. 3. Wskaźniki rynku nieruchomości mieszkaniowych w Polsce w latach 2010-2023.....	42
Rys. 4. Średnie ceny transakcyjne 1m ² lokali mieszkalnych na rynku pierwotnym i wtórnym dla 6 największych miast w Polsce (Gdańsk, Gdynia, Kraków, Łódź, Poznań, Wrocław) oraz dla Warszawy w latach 2010-2023 [PLN]	43
Rys. 5. Dynamika cen transakcyjnych mieszkań (rynek pierwotny i wtórny), inflacji oraz oprocentowania kredytów hipotecznych w PLN w ujęciu rok do roku w latach 2011-2024	44
Rys. 6. Liczba mieszkań przypadająca na 1000 mieszkańców w wybranych krajach europejskich w 2022 roku.....	46
Rys. 7. Średnia cena 1 m ² lokalu mieszkalnego w wybranych krajach europejskich w 2022 roku [EUR].	47
Rys. 8. Liczba ludności w Polsce w latach 2000-2023.	64
Rys. 9. Liczba urodzeń i zgonów na 1000 osób w Polsce w latach 1980-2023.....	65
Rys. 10. Przyrost naturalny w Polsce w latach 1980-2023.	65
Rys. 11. Struktura wieku ekonomicznego ludności Polski w latach 2000-2022 [tysiące].....	66
Rys. 12. Liczba małżeństw zawartych i rozwiązanych ogółem w Polsce w latach 1980-2023.....	67
Rys. 13. Liczba rozwiązanych małżeństw w Polsce z podziałem na przyczyny w latach 1980-2023.....	68
Rys. 14. Migracje wewnętrzne w Polsce w latach 2003-2023 [tysiące].....	69
Rys. 15. Saldo migracji w miastach i na wsiach w Polsce w latach 2003- 2023 [tysiące].	70
Rys. 16. Migracje zagraniczne ludności na pobyt stały w latach 2003-2023.....	70
Rys. 17. Średnioroczne stężenie pyłów PM ₁₀ w wybranych aglomeracjach w Polsce w latach 2010-2022 [µg/m ³].	109
Rys. 18. Stężenie zanieczyszczeń powietrza: dwutlenku azotu oraz pyłów zawieszonych PM ₁₀ i PM _{2,5} w Gdańsku w latach 2010–2022 [µg/m ³].	111
Rys. 19. Ceny transakcyjne 1m ² lokali mieszkalnych na rynku wtórnym w wybranych aglomeracjach Polski [PLN].	111

Rys. 20. Przeciętne miesięczne wynagrodzenie brutto w Gdańsku [PLN].	112
Rys. 21. Stopa bezrobocia rejestrowanego w Gdańsku [%].	112
Rys. 22. Migracje wewnętrzne i zagraniczne na pobyt stały [liczba osób].	113
Rys. 23. Liczba mieszkań oddanych do użytkowania ogółem[szt.].	114
Rys. 24. Liczba lokali mieszkalnych sprzedanych w Gdańsku z podziałem na segmenty według wielkości [szt.].	114
Rys. 25. Liczba lokali mieszkalnych sprzedanych w Gdańsku na rynku pierwotnym z podziałem na segmenty według wielkości [szt.].	115
Rys. 26. Liczba lokali mieszkalnych sprzedanych w Gdańsku na rynku wtórnym z podziałem na segmenty według wielkości [szt.].	116
Rys. 27. Średnia cena 1m ² lokali mieszkalnych sprzedanych w ramach transakcji rynkowych na rynku pierwotnym i wtórnym [PLN].	117
Rys. 28. Średnia cena 1m ² lokali mieszkalnych sprzedanych w ramach transakcji rynkowych ogółem z podziałem na segmenty według wielkości [PLN].	118
Rys. 29. Średnia cena 1m ² lokali mieszkalnych sprzedanych w ramach transakcji rynkowych na rynku pierwotnym z podziałem na segmenty według wielkości [PLN].	119
Rys. 30. Średnia cena 1m ² lokali mieszkalnych sprzedanych w ramach transakcji rynkowych na rynku wtórnym z podziałem na segmenty według wielkości [PLN].	120
Rys. 31. Stężenie zanieczyszczeń powietrza: dwutlenku azotu oraz pyłów zawieszonych PM10 i PM2.5 w Krakowie w latach 2010–2022 [µg/m ³].	124
Rys. 32. Przeciętne miesięczne wynagrodzenie brutto w Krakowie [PLN]	125
Rys. 33. Stopa bezrobocia rejestrowanego w Krakowie [%].	126
Rys. 34. Migracje wewnętrzne i zagraniczne na pobyt stały [liczba osób].	126
Rys. 35. Liczba lokali mieszkalnych oddanych do użytkowania ogółem [szt.].	127
Rys. 36. Liczba lokali mieszkalnych sprzedanych w Krakowie z podziałem na segmenty według wielkości [szt.].	127
Rys. 37. Liczba lokali mieszkalnych sprzedanych w Krakowie na rynku pierwotnym z podziałem na segmenty według wielkości [szt.].	128
Rys. 38. Liczba lokali mieszkalnych sprzedanych w Krakowie na rynku wtórnym z podziałem na segmenty według wielkości [szt.].	129
Rys. 39. Średnia cena 1m ² lokali mieszkalnych sprzedanych w ramach transakcji rynkowych na rynku wtórnym i pierwotnym ogółem [PLN].	130
Rys. 40. Średnia cena 1m ² lokali mieszkalnych sprzedanych w ramach transakcji rynkowych z podziałem na segmenty według wielkości [PLN].	131

Rys. 41. Średnia cena 1m ² lokali mieszkalnych sprzedanych w ramach transakcji rynkowych na rynku pierwotnym z podziałem na segmenty według wielkości [PLN].....	132
Rys. 42. Średnia cena 1m ² lokali mieszkalnych sprzedanych w ramach transakcji rynkowych na rynku wtórnym z podziałem na segmenty według wielkości [PLN].....	133
Rys. 43. Stężenie zanieczyszczeń powietrza: dwutlenku azotu, ozonu oraz pyłów zawieszonych PM10 i PM2.5 w Warszawie w latach 2010-2022.	136
Rys. 44. Przeciętne miesięczne wynagrodzenie brutto w Warszawie [PLN].....	137
Rys. 45. Stopa bezrobocia rejestrowanego w Warszawie [%].....	137
Rys. 46. Migracje wewnętrzne i zagraniczne na pobyt stały [liczba osób].....	138
Rys. 47. Liczba lokali mieszkalnych oddanych do użytkowania ogółem [szt.].....	139
Rys. 48. Liczba lokali mieszkalnych sprzedanych w Warszawie z podziałem na segmenty według wielkości [szt.].....	139
Rys. 49. Liczba lokali mieszkalnych sprzedanych w Warszawie na rynku pierwotnym z podziałem na segmenty według wielkości [szt.].....	140
Rys. 50. Liczba lokali mieszkalnych sprzedanych w Warszawie na rynku wtórnym z podziałem na segmenty według wielkości [szt.].....	142
Rys. 51. Średnia cena 1m ² lokali mieszkalnych sprzedanych w ramach transakcji rynkowych na rynku wtórnym i pierwotnym ogółem [PLN].	143
Rys. 52. Średnia cena 1m ² lokali mieszkalnych sprzedanych w ramach transakcji rynkowych z podziałem na segmenty według wielkości [PLN].....	144
Rys. 53. Średnia cena 1m ² lokali mieszkalnych sprzedanych w ramach transakcji rynkowych na rynku pierwotnym z podziałem na segmenty według wielkości [PLN].....	145
Rys. 54. Średnia cena 1m ² lokali mieszkalnych sprzedanych w ramach transakcji rynkowych na rynku wtórnym z podziałem na segmenty według wielkości [PLN].....	146
Rys. 55. Metodologia diagnostyki danych zastosowanych w pracy – ujęcie schematyczne .	164
Rys. 56. Przykładowe funkcje wiążące Persona.....	177
Rys. 57. Dendrogram dla liczby sprzedanych lokali mieszkalnych na rynku pierwotnym i stężeń zanieczyszczeń.	183
Rys. 58. Dendrogram dla liczby sprzedanych lokali mieszkalnych na rynku wtórnym i stężeń zanieczyszczeń.	184
Rys. 59. Dendrogram dla liczby sprzedanych lokali mieszkalnych na rynku pierwotnym i wtórnym oraz stężeń zanieczyszczeń.	185
Rys. 60. Wyniki analizy PCA (bez rotacji) dla liczby sprzedanych lokali mieszkalnych na rynku pierwotnym w podziale na segmenty według wielkości.....	187

Rys. 61. Wyniki analizy PCA (bez rotacji) dla liczby sprzedanych lokali mieszkalnych na rynku wtórnym w podziale na segmenty według wielkości.	189
Rys. 62. Dendrogram dla cen transakcyjnych 1 m ² lokali mieszkalnych na rynku pierwotnym i stężeń zanieczyszczeń.	192
Rys. 63. Dendrogram dla cen transakcyjnych 1 m ² lokali mieszkalnych na rynku wtórnym i stężeń zanieczyszczeń.	193
Rys. 64. Dendrogram dla cen transakcyjnych 1 m ² lokali mieszkalnych na rynku pierwotnym i wtórnym oraz stężeń zanieczyszczeń.	194
Rys. 65. Wyniki analizy PCA (bez rotacji) dla cen transakcyjnych 1 m ² lokali mieszkalnych na rynku pierwotnym w podziale na segmenty według wielkości.....	196
Rys. 66. Wyniki analizy PCA (bez rotacji) dla cen transakcyjnych 1 m ² lokali mieszkalnych na rynku wtórnym w podziale na segmenty według wielkości.	198
Rys. 67. Dendrogram dla liczby sprzedanych lokali mieszkalnych na rynku pierwotnym i stężeń zanieczyszczeń w Krakowie.	200
Rys. 68. Dendrogram dla liczby sprzedanych lokali mieszkalnych na rynku wtórnym i stężeń zanieczyszczeń w Krakowie.	200
Rys. 69. Dendrogram dla liczby sprzedanych lokali mieszkalnych na rynku pierwotnym i wtórnym oraz stężeń zanieczyszczeń.	201
Rys. 70. Wyniki analizy PCA (bez rotacji) dla liczby sprzedanych lokali mieszkalnych na rynku pierwotnym w podziale na segmenty według wielkości.....	204
Rys. 71. Wyniki analizy PCA (bez rotacji) dla liczby sprzedanych lokali mieszkalnych na rynku wtórnym w podziale na segmenty według wielkości.	205
Rys. 72. Dendrogram dla cen transakcyjnych 1 m ² lokali mieszkalnych na rynku pierwotnym i stężeń zanieczyszczeń.	210
Rys. 73. Dendrogram dla cen transakcyjnych 1 m ² lokali mieszkalnych na rynku wtórnym i stężeń zanieczyszczeń.	211
Rys. 74. Dendrogram dla cen transakcyjnych 1 m ² lokali mieszkalnych na rynku pierwotnym i wtórnym oraz stężeń zanieczyszczeń.	212
Rys. 75. Wyniki analizy PCA (bez rotacji) dla cen transakcyjnych 1 m ² lokali mieszkalnych na rynku pierwotnym w podziale na segmenty według wielkości.....	214
Rys. 76. Wyniki analizy PCA (bez rotacji) dla cen transakcyjnych 1 m ² lokali mieszkalnych na rynku wtórnym w podziale na segmenty według wielkości.	215
Rys. 77. Dendrogram dla liczby sprzedanych lokali na rynku pierwotnym i stężeń zanieczyszczeń.	219

Rys. 78. Dendrogram dla liczby sprzedanych lokali na rynku wtórnym i stężeń zanieczyszczeń w Warszawie.....	220
Rys. 79. Dendrogram dla liczby sprzedanych lokali na rynku pierwotnym i wtórnym oraz stężeń zanieczyszczeń w Warszawie.	221
Rys. 80. Wyniki analizy PCA (bez rotacji) dla liczby sprzedanych lokali mieszkalnych na rynku pierwotnym w podziale na segmenty według wielkości.	222
Rys. 81. Wyniki analizy PCA (bez rotacji) dla liczby sprzedanych lokali mieszkalnych na rynku wtórnym w podziale na segmenty według wielkości.	224
Rys. 82. Dendrogram cen transakcyjnych 1 m ² lokali mieszkalnych na rynku pierwotnym i stężeń zanieczyszczeń w Warszawie.	229
Rys. 83. Dendrogram cen transakcyjnych 1 m ² lokali mieszkalnych na rynku wtórnym i stężeń zanieczyszczeń w Warszawie.	229
Rys. 84. Dendrogram dla cen transakcyjnych 1 m ² lokali mieszkalnych na rynku pierwotnym i wtórnym oraz stężeń zanieczyszczeń.	230
Rys. 85. Wyniki analizy PCA (bez rotacji) dla cen transakcyjnych 1 m ² lokali mieszkalnych na rynku pierwotnym w podziale na segmenty według wielkości.....	232
Rys. 86. Wyniki analizy PCA (bez rotacji) dla cen transakcyjnych 1 m ² lokali mieszkalnych na rynku wtórnym w podziale na segmenty według wielkości.	234
Rys. 87. Dendrogram dla liczby sprzedanych lokali mieszkalnych na rynku pierwotnym w badanych aglomeracjach.....	238
Rys. 88. Wyniki analizy PCA (bez rotacji) dla liczby sprzedanych lokali mieszkalnych na rynku pierwotnym w badanych aglomeracjach.....	240
Rys. 89. Dendrogram dla liczby sprzedanych lokali mieszkalnych na rynku wtórnym w badanych aglomeracjach.....	242
Rys. 90. Wyniki analizy PCA (bez rotacji) dla liczby sprzedanych lokali mieszkalnych na rynku wtórnym w badanych aglomeracjach.	244
Rys. 91. Dendrogram dla cen transakcyjnych 1 m ² lokali mieszkalnych na rynku pierwotnym w badanych aglomeracjach.....	246
Rys. 92. Wyniki analizy PCA (bez rotacji) dla cen transakcyjnych 1 m ² lokali na rynku pierwotnym w badanych aglomeracjach.	249
Rys. 93. Dendrogram dla cen transakcyjnych 1 m ² lokali mieszkalnych na rynku wtórnym w badanych aglomeracjach.....	250
Rys. 94. Wyniki analizy PCA (bez rotacji) dla cen transakcyjnych 1 m ² lokali na rynku wtórnym w badanych aglomeracjach.....	253

BIBLIOGRAFIA

1. Aczel A. D. *Statystyka w zarządzaniu*, Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa 2005.
2. Akerlof G., Shiller R., *Zwierzęce instynkty. Czy ludzka psychika napędza globalną gospodarkę i jaki to ma wpływ na przemiany światowego kapitalizmu?* Studio Emka, Warszawa 2010.
3. Andrzejewski A., *Sytuacja mieszkaniowa w Polsce w latach 1919-1974*, PWE, Warszawa 1977.
4. Ball M., Lizieri C., MacGregor B. D., *The Economics of Commercial Property Markets*, Routledge, London, New York 1998.
5. Bartkowiak P., Nowacki T., *Determinanty wpływające na obniżenie wartości nieruchomości mieszkaniowych na rynku wtórnym*. W: Bartkowiak P. (red.), *Tendencje rozwoju współczesnego rynku nieruchomości mieszkaniowych*, Poznań 2022.
6. Begg D., Fischer S., Dornbusch R., *Mikroekonomia*, PWE, Warszawa 2007.
7. Berezansky B., Portnov B. A., Barzilai B., *Objective vs. perceived air pollution as a factor of housing pricing: A case study of the greater Haifa metropolitan area*. J. Real Estate Lit. 2010.
8. Blaug M., *Metodologia ekonomii*, WN PWN, Warszawa 1995.
9. Boyle M. A., Kiel K.A., *A survey of house price hedonic studies of the impact of environmental externalities*. Journal of Real Estate Literature, Vol.9, Taylor & Francis Ltd., 2001.
10. Bryx M., Matkowski R., *Inwestycje w nieruchomości*, Poltext, Warszawa 2001.
11. Bryx M., *Rynek nieruchomości - System i funkcjonowanie*, Poltext, Warszawa 2006.
12. Bryx M., *Rynek nieruchomości w Polsce i jego przekształcenia*, w: *Uwarunkowania rozwoju rynku nieruchomości w Polsce*, IFGN SGH, Warszawa 2000.
13. Brzezicka J., Wiśniewski R., *Ekonomia behawioralna a rynek nieruchomości – teoria i praktyka*; Psychologia ekonomiczna 3 (2013).
14. Buczek P., *Wpływ hałasu na utratę wartości nieruchomości w wybranych osiedlach Krakowa*. Transport Miejski i Regionalny, Nr 12, 2016.
15. Chciałowski A., Dąbrowiecki P., *Miejscowe oddziaływanie pyłu zawieszonego na dolne drogi oddechowe*, Lekarz Wojskowy 95(1), Wojskowy Instytut Medyczny, Warszawa 2017.
16. Cygan A., Kosiec K., *Meandry biznesu*, Brzeska Oficyna Wydawnicza, Kraków 1993.
17. Czechowski P. O., Badyda A., Majewski G.; *Data mining system for air quality monitoring networks*, Archives of Environmental Protection, 39(4), 2013.

18. Czechowski P. O.; *Nowe metody oraz modele oceny jakości danych pomiarowych w sieciach monitorujących zanieczyszczenia atmosfery*, monografia Wydawnictwo Akademii Morskiej w Gdyni 2013.
19. Danek T., Węglińska E., Zaręba M.; *The influence of meteorological factors and terrain on air pollution concentration and migration: a geostatistical case study from Krakow, Poland*. Scientific Reports 12, 11050 (2022).
20. Danek T., Zaręba M., *The use of public data from low-cost sensors for the geospatial analysis of air pollution from solid fuel heating during the COVID-19 pandemic spring period in Krakow, Poland*, Sensors, 21(15) 2021.
21. Departament Analiz Ekonomicznych NBP, Raport o sytuacji na rynku nieruchomości mieszkaniowych i komercyjnych w Polsce w 2018 r., Warszawa 2019.
22. Dębowska K., Kłosiewicz-Górecka U., Szymańska A., Wejt-Knyżewska A., Zybortowicz K., *Wpływ wojny w Ukrainie na działalność polskich firm*, Polski Instytut Ekonomiczny, Warszawa 2023.
23. Dyrektywa 2002/49/WE Parlamentu Europejskiego i Rady z dnia 25 czerwca 2002 r. w sprawie oceny i zarządzania hałasem środowiskowym (Directive 2002/49/EC relating to the assessment and management of environmental noise) — Dziennik Urzędowy Unii Europejskiej L 189, 18 lipca 2002.
24. Dyrektywa 2008/50/WE Parlamentu Europejskiego i Rady z dnia 21 maja 2008 r. w sprawie jakości powietrza i czystsze powietrze dla Europy (CAFE). Dziennik Urzędowy Unii Europejskiej, L 152, 21.05.2008.
25. Dyrektywa Parlamentu Europejskiego i Rady (UE) 2024/1275 z dnia 24 kwietnia 2024 r. w sprawie charakterystyki energetycznej budynków (wersja przekształcona), <https://eur-lex.europa.eu/eli/dir/2024/1275/oj/>.
26. Foryś I., *Spoleczno-gospodarcze determinanty rozwoju rynku mieszkaniowego w Polsce. Ujęcie ilościowe*, Uniwersytet Szczeciński, Szczecin 2011.
27. Fraszka-Sobczyk E., Palma A., *Taksonomiczna analiza zróżnicowania poziomu rozwoju gospodarczego województw*. Wiadomości Statystyczne. The Polish Statistician, vol. 70, 2025.
28. Gibelin P., *Cardiovascular diseases and pollution*, Bulletin de l'Academie Nationale de Medecine 2019 (203).
29. Główka G., *Determinanty i skutki wahań koniunkturalnych na współczesnym rynku nieruchomości mieszkaniowych*, Zeszyty Naukowe Uniwersytetu Ekonomicznego w Krakowie, 3/2018.

30. Główny Inspektorat Ochrony Środowiska, *Bank Danych Pomiarowych*, [online] dostęp: <https://powietrze.gios.gov.pl/pjp/archives/>
31. Główny Inspektorat Ochrony Środowiska, *Raport o zanieczyszczeniu środowiska hałasem wg stanu na 31 XII 2018 r. Ocena Roczna*, GIOŚ, 2019.
32. Główny Inspektorat Ochrony Środowiska, *Stan środowiska w województwie pomorskim. Raport 2020*, Gdańsk 2020.
33. Główny Inspektorat Ochrony Środowiska, *Stan środowiska w województwie małopolskim. Raport 2020*, Kraków 2020.
34. Główny Inspektorat Ochrony Środowiska, *Stan środowiska w województwie mazowieckim. Raport 2020*, Warszawa 2020.
35. Główny Urząd Statystyczny /REAS, *Analiza sytuacji na polskim rynku nieruchomości w 2010 r.*, Warszawa 2010, [online] https://www.gov.pl/documents/33377/436740/Analiza_Reas_2010.pdf.
36. Główny Urząd Statystyczny, *Bank Danych Lokalnych (BDL)*, [online] <https://bdl.stat.gov.pl/>
37. Główny Urząd Statystyczny, *Bank Danych Makroekonomicznych (BDM)*, [online] <https://bdm.stat.gov.pl/>
38. Główny Urząd Statystyczny, *Budownictwo mieszkaniowe w okresie I-XII 2010*, Warszawa 2011, [online] <https://stat.gov.pl/>
39. Główny Urząd Statystyczny, *Efekty działalności budowlanej w 2023 roku*, [online] <https://stat.gov.pl/obszary-tematyczne/przemysl-budownictwo-srodki-trwale/budownictwo/efekty-dzialalnosci-budowlanej-w-2023-roku,3,19.html/>
40. Główny Urząd Statystyczny, *Główne kierunki emigracji i imigracji na pobyt stały w latach 1966–2024*, [online] <https://stat.gov.pl/obszary-tematyczne/ludnosc/migracje-zagraniczne-ludnosc/glowne-kierunki-emigracji-i-imigracji-na-pobyt-staly-w-latach-1966-2024,4,2.html/>
41. Główny Urząd Statystyczny, *Gospodarka mieszkaniowa w 2018 roku*, [online] <https://www.stat.gov.pl/>
42. Główny Urząd Statystyczny, *Ludność. Stan i struktura ludności oraz ruch naturalny w przekroju terytorialnym w 2025 r.*, Warszawa 2025.
43. Główny Urząd Statystyczny, *Polska 1989-2014*, Warszawa 2014.
44. Główny Urząd Statystyczny, *Rocznik statystyczny Krakowa*, Kraków 2025.
45. Główny Urząd Statystyczny, *Struktura ludności*, [online] <https://stat.gov.pl/obszary-tematyczne/ludnosc/ludnosc/struktura-ludnosc,16,1.html/>

46. Główny Urząd Statystyczny, *Szkolnictwo wyższe w województwie małopolskim w roku akademickim 2024/2025*, Kraków 2025.
47. Główny Urząd Statystyczny, *Wskaźniki cen i towarów konsumpcyjnych (inflacja)*, [online] <https://stat.gov.pl/obszary-tematyczne/ceny-handel/wskazniki-cen/wskazniki-cen-towarow-i-uslug-konsumpcyjnych-pot-inflacja-/roczne-wskazniki-cen-towarow-i-uslug-konsumpcyjnych/>
48. Główny Urząd Statystyczny, *Wskaźniki cen lokali mieszkalnych w IV kwartale 2024 r.*, [online] <https://stat.gov.pl/obszary-tematyczne/ceny-handel/wskazniki-cen/wskazniki-cen-lokali-mieszkalnych-w-4-kwartale-2024-r-,12,26.html/>
49. Główny Urząd Statystyczny, *Prognoza ludności na lata 2023-2060*, Warszawa 2023.
50. Gnat S., Bas M., *Badanie wpływu immisji hałasu komunikacyjnego na ceny lokali mieszkalnych*, Analiza rynku i zarządzanie nieruchomościami, Towarzystwo Naukowe Nieruchomości, Olsztyn 2014.
51. Gołąbeska E. (red.), *Rozwój nieruchomości mieszkaniowych w Polsce w ujęciu prawnym, ekonomicznym, ekologicznym i finansowym*, Oficyna Wydawnicza Politechniki Białostockiej, Białystok 2024.
52. Gostkowska-Drzewiecka M., Pestka E., *Ekonomiczne uwarunkowania rozwoju rynku nieruchomości mieszkaniowych w Polsce: klasyfikacja (cz. I)*; Zarządzanie i Finanse, Uniwersytet Gdański, vol.12, no.1, 2014.
53. Gwiazdowicz M., *Problemy gospodarki przestrzennej a rozwój budownictwa*, Studia Biura Analiz Sejmowych Kancelarii Sejmu, Warszawa 2007.
54. Harrison Jr D., Rubinfeld D. L., *Hedonic housing prices and the demand for clean air*. Journal of environmental economics and management, Vol. 5 (1), 1978.
55. Henzel H. (red.), *Inwestycje na rynku nieruchomości*, Wydawnictwo Akademii Ekonomicznej w Katowicach, Katowice 2004.
56. Hotelling H., *Analysis of a complex of statistical variables into principal components*. Journal of Educational Psychology, 24(6), 1933.
57. Instytut Ekonomiczny NBP, *Raport o sytuacji na rynku nieruchomości mieszkaniowych i komercyjnych w Polsce w 2012 r.*, Warszawa 2013 r.
58. Jarmuż M. J., *Problemy mieszkaniowe w Polsce w latach siedemdziesiątych XX wieku w świetle dokumentów osobistych*, Instytut Historii PAN, Warszawa 2020.
59. Jean B. Say Jean B., *Traktat o ekonomii politycznej*, Warszawa 1960.
60. Jędrak J., Konduracka E., Badyda A., Dąbrowiecki P., *Wpływ zanieczyszczeń powietrza na zdrowie*, Krakowski Alarm Smogowy, 2017.

61. Jim C. Y., Chen W. Y., *External effects of neighbourhood parks and landscape elements on high-rise residential value*. Land Use Policy, 27(2), 2010.
62. Kałkowski L. (red.), *Rynek nieruchomości w Polsce*, Twigger, wyd. 2, Warszawa 2003.
63. Kobus D., Nych A., Sówka I., *Analysis of PM10 high concentration episodes in Warsaw, Krakow and Wroclaw in years 2005-2007 with application of selected elements of information system*, E3S Web of Conferences 44, 00070, EKO-DOK 2018.
64. Kołakowski L., *Polski rynek nieruchomości: bilans otwarcia po wejściu Polski do Unii Europejskiej*, Problemy Rozwoju Miast 4/4, 12-45, Muzeum Historii Polski 2007.
65. Kołodko G. W., *Nowy Pragmatyzm, czyli ekonomia i polityka dla przyszłości*, Ekonomista 2014(2), Polskie Towarzystwo Ekonomiczne, INE PAN.
66. Komisja Europejska; *"Fit for 55": Delivering the EU's 2030 Climate Target on the way to climate neutrality*, COM/2021/550 final, Bruksela 2021, [online] <https://www.consilium.europa.eu/en/policies/fit-for-55/>.
67. Komisja Europejska; Komunikat Komisji do Parlamentu Europejskiego, Rady Europejskiego Komitetu Ekonomiczno-Społecznego i Komitetu Regionów. *Europejski Zielony Ład*, COM (2019) 640 final, Bruksela 2019, [online] <https://ec.europa.eu/>.
68. Konijnendijk C., Annerstedt M., Maruthaveeran S., Nielsen A. B., *Benefits of urban parks a systematic review – A Report for IFPRA*. International Federation of Parks and Recreation Administration, 2013.
69. Konstytucja Rzeczypospolitej Polskiej z dnia 2 kwietnia 1997 r., Dz.U. 1997 nr 78 poz. 483.
70. Kucharka- Stasiak E., *Nieruchomość w gospodarce rynkowej*, PWN, Warszawa 2008, s. 40.
71. Kucharska- Stasiak E., *Nieruchomość a rynek*, PWN, Warszawa 1997.
72. Kucharska- Stasiak E., Załączna M., Żelazowski K., *Analiza polskiego rynku nieruchomości w 2009 r.*, Uniwersytet Łódzki 2011, Łódź 2011.
73. Kucharska-Stasiak E., *Dysfunkcje na rynku nieruchomości w warunkach kryzysu gospodarczego*, Bank i Kredyt 49(5), 2018.
74. Kucharska-Stasiak E., *Podstawy funkcjonowania rynku nieruchomości. Ujęcie teoretyczne*, Wydawnictwo Uniwersytetu Łódzkiego, Łódź 2005.
75. Kucharska-Stasiak E., Załączna M., Żelazowski K., *Wpływ procesu integracji Polski z Unią Europejską na rozwój rynków nieruchomości*, Wydawnictwo Uniwersytetu Łódzkiego, Łódź 2012.
76. Kulesza H., *System zaspokajania potrzeb mieszkaniowych w Polsce*, Wydawnictwo IGPiK, Warszawa 1990.

77. Le Boennec R., Salladarré F., *The impact of air pollution and noise on the real estate market. The case of the 2013 European Green Capital: Nantes, France*, Ecological Economics 138, 2017.
78. Li M. M., Brown H. J., *Micro-neighborhood externalities and hedonic housing prices*. Land economics, 56 (2), 1980.
79. Ligus M., Paternek P., *Measuring structural, location and environmental effects: A hedonic analysis of housing market in Wrocław, Poland*, Procedia- Social and Behavioral Sciences 220 (2016).
80. Ligus M., *Wartościowanie jakości powietrza atmosferycznego w Polsce – badanie stałości preferencji w czasie*, Optimum. Economic Studies, 1(85), 2017.
81. Linhart M., Hana P., Lesko J., Machula L., *Property Index - Overview of European Residential Markets*, Deloitte 2023.
82. Łaszek J., Augustyniak H., Widłak M., *Czy grozi nam kolejny boom na rynku nieruchomości?* Finansowanie Nieruchomości 2010, 23.
83. Łaszek J., *Rynek nieruchomości mieszkaniowych i jego specyfika*; w: *Ryzyka banku w zakresie określania wartości nieruchomości dla celów kredytów w Polsce na tle trendów w Unii Europejskiej*, Kucharska-Stasiak (red), Zeszyt Hipoteczny nr 23, Fundacja na Rzecz Kredytu Hipotecznego, Warszawa 2006.
84. Marmolejo Duarte C., Roca Cladera J., *Wpływ hałasu na środowiska mieszkaniowe we współczesnych metropoliach: przypadek Barcelony*, Czasopismo Techniczne. Architektura, R. 105, Z.8. 3-A Wydawnictwo Politechniki Krakowskiej im. Tadeusza Kościuszki, 2008.
85. Marrouch W., Sayour N., *Hedonic housing prices and environmental quality in Lebanon*, International Journal of Housing Markets and Analysis 14(5), 2021.
86. Mazurek H., Badyda A., *Smog. Konsekwencje zdrowotne zanieczyszczeń powietrza*, Państwowy Zakład Wydawnictw Lekarskich, Warszawa 2018.
87. Miernik G., Piątkowski S., *Życie codzienne w PRL (1956–1989)*, Radom 2006.
88. Milewski R., Kwiatkowski E., *Podstawy ekonomii*, Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa 2018.
89. Milewski R., *Rynek, rodzaje i funkcje w: Elementarne zagadnienia ekonomii*, red. R. Milewski, Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa 1997.
90. Mill J. S., *Zasady ekonomii politycznej i niektóre jej zastosowania do filozofii społecznej*, t. 2, PWN, Warszawa 1966.
91. Mruk H. (red.), *Analiza rynku*, PWE, Warszawa 2003.

92. Murdoch J.C., Thayer M. A., *Hedonic price estimation of variable urban air quality*. Journal of Environmental Economics and Management, 15 (2), 1988.
93. Narodowy Bank Polski, *Baza Rynku Nieruchomości (BaRN)*, [online] https://statistic.nbp.pl/dane/rynek-nieruchomosci/ceny_mieszkan.xlsx/
94. Narodowy Bank Polski, *Raport o sytuacji na rynku nieruchomości mieszkaniowych i komercyjnych w Polsce w 2022r.*, Warszawa 2023.
95. Narodowy Bank Polski, *Statystyka stóp procentowych*, [online] <https://nbp.pl/statystyka-i-sprawozdawczosc/statystyka-monetarna-i-finansowa/statystyka-stop-procentowych/>
96. Nasiłowski M., *System rynkowy. Podstawy mikro- i makroekonomii*, Keytext, Warszawa 2000.
97. Niemcewicz P., *Ekonomia behawioralna – hybryda teorii i eksperymentu*, Studia i Prace WNEiZ US, nr 51/1, Uniwersytet Szczeciński 2018.
98. Nowak E., Pielichaty E., Poszwa M., *Rachunek opłacalności inwestowania*, PWE, Warszawa 1999.
99. Nykiel L., *Mechanizmy dynamiki i zróżnicowania cen na rynku mieszkaniowym*, Studia i Materiały TNN, vol.15 No3-4, Olsztyn 2007.
100. Passchier-Vermeer W., Passchier W. F., *Noise Exposure and Public Health*, Environmental Health Perspectives, Vol 108, Supplement 1, 2000.
101. Poniatowicz M., *Rozwój bankowości hipotecznej w Polsce*, Wydawnictwo Uniwersytetu w Białymstoku, Białystok 2003.
102. Postanowienie Trybunału Konstytucyjnego z 2.08.2010 r., S 3/10, OTK-B 2010/6, poz. 407.
103. Ridker R. G., Henning J. A., *The determinants of residential property values with special reference to air pollution*. The Review of Economics and Statistics, Vol. 49, MIT Press, 1967.
104. Rocznik statystyczny gospodarki morskiej, GUS, Warszawa, Szczecin 2024.
105. Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 12 kwietnia 2002 r. w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie, Dz.U. 2002 nr 75 poz. 690.
106. Rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 13 września 2012 r. w sprawie dokonywania oceny poziomów substancji w powietrzu, Dz. U. 2012 poz. 1032.
107. Rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 14 czerwca 2007 r. w sprawie dopuszczalnych poziomów hałasu w środowisku, Dz. U. z 2014 r. poz. 112

108. Rozporządzenie Parlamentu Europejskiego i Rady (UE) nr 549/2013 z dnia 21 maja 2013 r. w sprawie europejskiego systemu rachunków narodowych i regionalnych w Unii Europejskiej, Dz. Urz. UE L 174 z 26.06.2013.
109. Salzman D., Zwinkels R. C. J., Behavioral Real Estate, *Journal of Real Estate Literature*, 25(1), 2013.
110. Schwela D., *Air pollution and health in urban areas*, Rev. on Environmental Health, Vol 15, 1-2, WHO, Switzerland 2000.
111. Senetra A., Szczepańska A., *Dźwięk jako determinanta wartości nieruchomości mieszkalnych na przykładzie Olsztyna*, Prace Komisji Krajobrazu Kulturowego Tom 15, 2011.
112. Simonde de Simondi J. Ch., *Nowe zasady ekonomii politycznej*, t. 1, Warszawa 1955.
113. Smith A., *Teoria uczuć moralnych*, PWN, Warszawa 1989.
114. Smith V. K., Deyak T. A., *Measuring the impact of air pollution on property values*, *Journal of Regional Science*, Vol 16(3), 1975.
115. Sørensen M., Nielsen O. W., Sajadieh A., Ketzel M., Tjønneland A., Overvad K., Raaschou-Nielsen O., *Long-Term Exposure to Road Traffic Noise and Nitrogen Dioxide and Risk of Heart Failure: A Cohort Study*, *Environmental Health Perspectives*, Vol.125, Issue 9, 2017, s.097021-1-8.
116. Stanisław A., *Przystępny kurs statystyki*, t. 1, StatSoft, Kraków 2006.
117. StatSoft Polska, *Internetowy Podręcznik Statystyki*, [online] <http://www.statsoft.pl/text-book/stathome.html>
118. Szczepańska, A.; Senetra, A.; Wasilewicz-Pszczółkowska, M. *The Influence of Traffic Noise on Apartment Prices on the Example of a European Urban Agglomeration*. *Sustainability* 2020, 12, 801.
119. Tan J., Zhao J., *The value of clean air in China: Evidence from Beijing and Shanghai*, *Frontiers of Economics in China* 9(1), 2014.
120. Tomczyk E., Widłak M., *Konstrukcja i własności hedonicznego indeksu cen mieszkań dla Warszawy*, *Bank i Kredyt* 41(1), 2010.
121. Trojanek M., *Uwarunkowania rozwoju rynku nieruchomości w Polsce*, [w:] *Uwarunkowania i rozwój rynku nieruchomości niezabudowanych na obszarach atrakcyjnych turystycznie w powiecie puławskim*, red. E. Kacprzak, B. Maćkiewicz, P. Motka, Poznań, 2009.
122. Trojanek R., *Determinanty wahań cen na rynku mieszkaniowym*, *Studia i Materiały Towarzystwa Naukowego Nieruchomości* vol.16, Olsztyn 2008.
123. Trojanek R., Głuszak M., Tanas J., *The effect of urban green spaces on house prices in Warsaw*, *International Journal of Strategic Property Management*, Vol. 22 Issue 5, 2018.

124. Trojanek R., *Wahania cen na rynku mieszkaniowym*, AE, Poznań 2008.
125. Trojanek R., *Wykorzystanie metody regresji hedonicznej do budowy indeksu cen mieszkań*, Zeszyty Naukowe Uniwersytetu Ekonomicznego w Poznaniu nr 215, 2011.
126. Ustawa o zmianie Konstytucji PRL z dnia 29 grudnia 1989 r., Dz.U. 1989, nr 75, poz. 444, art.7.
127. Ustawa z 14 lipca 1961 r. o gospodarce terenami w miastach i osiedlach, Dz.U. 1961 nr 32 poz. 159.
128. Ustawa z dnia 10 maja 1990 r. Przepisy wprowadzające ustawę o samorządzie terytorialnym i ustawę o pracownikach samorządowych, Dz.U. 1990 nr 32 poz. 191.
129. Ustawa z dnia 11 marca 2004 r. o podatku od towarów i usług, Dz.U. 2004 nr 54 poz. 535.
130. Ustawa z dnia 12 stycznia 1991 r. o podatkach i opłatach lokalnych, Dz.U. 1991 nr 9 poz. 31.
131. Ustawa z dnia 13 czerwca 2013 r. o zmianie ustaw regulujących wykonywanie niektórych zawodów, Dz.U. 2013 poz. 829.
132. Ustawa z dnia 15 grudnia 2000 r. o spółdzielniach mieszkaniowych, Dz. U. 2001 Nr 4 poz. 27.
133. Ustawa z dnia 15 listopada 1984 r. o podatku rolnym, Dz.U. 1984 nr 52 poz. 268.
134. Ustawa z dnia 15 lutego 1992 r. o podatku dochodowym od osób prawnych, Dz.U. 1992 nr 21 poz. 86.
135. Ustawa z dnia 16 września 1982 r. Prawo spółdzielcze, Dz.U. 1982 nr 30 poz. 210.
136. Ustawa z dnia 16 września 2011 r. o ochronie praw nabywcy lokalu mieszkalnego lub domu jednorodzinnego, Dz.U. 2011 nr 232 poz. 1377.
137. Ustawa z dnia 17 lutego 1961 r. o spółdzielniach i ich związkach, Dz.U. 1961 nr 12 poz. 61.
138. Ustawa z dnia 17 maja 1989 r. Prawo geodezyjne i kartograficzne, Dz. U. z 2024 r. poz. 1151, 1824.
139. Ustawa z dnia 19 października 1991 r. o gospodarowaniu nieruchomościami rolnymi Skarbu Państwa, Dz.U. 1991 nr 107 poz. 464.
140. Ustawa z dnia 2 lipca 1994 r. o najmie lokali mieszkalnych i dodatkach mieszkaniowych, Dz. U. 1994 Nr 105 poz. 509.
141. Ustawa z dnia 20 lipca 2018 r. o przekształceniu prawa użytkowania wieczystego gruntów zabudowanych na cele mieszkaniowe w prawo własności tych gruntów, Dz.U. 2018 poz. 1716.
142. Ustawa z dnia 20 lutego 2004 r. o zmianie ustawy o nabywaniu nieruchomości przez cudzoziemców oraz ustawy o opłacie skarbowej, Dz.U. z 2004 r. Nr 49, poz. 466.

143. Ustawa z dnia 20 maja 2021 r. o ochronie praw nabywcy lokalu mieszkalnego lub domu jednorodzinnego oraz Deweloperskim Funduszu Gwarancyjnym, Dz.U. 2021 poz. 1177.
144. Ustawa z dnia 21 sierpnia 1997 r. o gospodarce nieruchomościami, Dz.U. 1997 nr 115 poz. 741.
145. Ustawa z dnia 23 grudnia 1988 r. o działalności gospodarczej, Dz.U. 1988 nr 41 poz. 324.
146. Ustawa z dnia 24 czerwca 1994 r. o własności lokali, Dz.U. 1994 Nr 85 poz. 388.
147. Ustawa z dnia 26 lipca 1991 r. o podatku dochodowym od osób fizycznych, Dz.U. 1991 nr 80 poz. 350.
148. Ustawa z dnia 26 marca 1982 r. o scalaniu i wymianie gruntów, Dz.U. 1982 nr 11 poz. 80.
149. Ustawa z dnia 27 kwietnia 2001 r. Prawo ochrony środowiska, Dz. U. 2001 Nr 62 poz. 627.
150. Ustawa z dnia 27 marca 2003 r. o planowaniu i zagospodarowaniu przestrzennym, Dz.U. 2003 nr 80 poz. 717.
151. Ustawa z dnia 28 lipca 1983 r. o podatku od spadków i darowizn, Dz.U. 1983 nr 45 poz. 207.
152. Ustawa z dnia 28 lipca 1990 roku o zmianie ustawy - Kodeks cywilny, Dz.U. 1990 Nr 55 poz. 321.
153. Ustawa z dnia 29 sierpnia 1997 r. o listach zastawnych i bankach hipotecznych, Dz.U. 1997 nr 140 poz. 940.
154. Ustawa z dnia 29 sierpnia 2014 r. o charakterystyce energetycznej budynków, Dz.U. 2014 poz. 1200.
155. Ustawa z dnia 29 września 1990 r. o zmianie ustawy o gospodarce gruntami i wywłaszczaniu nieruchomości, Dz.U. 1990 nr 79 poz. 464.
156. Ustawa z dnia 3 lutego 1995 r. o ochronie gruntów rolnych i leśnych, Dz.U. 1995 nr 16 poz. 78.
157. Ustawa z dnia 30 października 2002 r. o podatku leśnym, Dz.U. 2002 nr 200 poz. 1682.
158. Ustawa z dnia 6 lipca 1982 r. o księgach wieczystych i hipotece, Dz. U. 1982 Nr 19 poz. 147
159. Ustawa z dnia 7 lipca 1994 r. - Prawo budowlane, Dz.U. 1994 nr 89 poz. 414.
160. Ustawa z dnia 7 lipca 1994 r. o zagospodarowaniu przestrzennym, Dz.U. 1994 Nr 89 poz.415.
161. Ustawa z dnia 9 września 2000 r. o podatku od czynności cywilnoprawnych, Dz.U. 2000 nr 86 poz. 959.
162. Wang J., Lee C. L., Shirowzhan S., *Macro-Impacts of Air Quality on Property Values in China—A Meta-Regression Analysis of the Literature*. Buildings 2021.

163. Wieand K. F., *Air pollution and property values: a study of the St. Louis' area*. Journal of Regional Science, 13 (1), 1973.
164. Wilkin J., *Ewolucja ekonomii politycznej i jej miejsce we współczesnej myśli ekonomicznej*, [w:] *Czym jest ekonomia polityczna dzisiaj?* (red.) Wilkin J., UW WNE, Warszawa 2004.
165. Wilkin J., *Jaki kapitalizm, jaka Polska?*, PWN, Warszawa 1995.
166. Wiśniewska E., *Wpływ cykli koniunkturalnych rynku nieruchomości na poziom wartości rynkowej nieruchomości*, w: *Ryzyka banku w zakresie określania wartości nieruchomości dla celów kredytowych w Polsce na tle trendów w Unii Europejskiej*, Zeszyt Hipoteczny nr 23, E. Kucharska-Stasiak (red.), Fundacja na Rzecz Rozwoju Kredytu Hipotecznego, Warszawa 2006.
167. Won Kim Ch., Phipps T. T., Anselinc L. *Measuring the benefits of air quality improvement: a spatial hedonic approach*, Journal of Environmental Economics and Management 45, 2003.
168. World Health Organization, Air quality database: update 2016.
169. Wrzosek W., *Funkcjonowanie rynku*, PWE, Warszawa 2002.
170. Wydra M., *Stan rynku finansowania nieruchomości mieszkaniowych w Polsce na 31 grudnia 2008 roku*, Finansowanie Nieruchomości, 2009.
171. Załączna M., *Funkcjonowanie rynków nieruchomości w wybranych krajach*, [w:] E. Kucharska-Stasiak (red.), *Zachodnie rynki nieruchomości*, Wydawnictwo Twigger, Warszawa 2004.
172. Zheng S., Kahn M. E., Liu H., *Towards a system of open cities in China: Home prices, FDI flows and air quality in 35 major cities*. Reg. Sci. Urban Econ. 2010, 40.
173. Żelazowski K., *Ocena atrakcyjności rynków mieszkaniowych w Polsce*, Acta Universitatis Lodzensis. Folia Oeconomica t. 289, Łódź 2013.
174. Żelazowski K., *Regionalne zróżnicowanie cen i ich determinant na rynku mieszkaniowym w Polsce*, Studia i Materiały Towarzystwa Naukowego Nieruchomości”, Vol. 19, No. 3, Towarzystwo Naukowe Nieruchomości, Olsztyn 2011.
175. Żelazowski K., *Zjawisko bańki cenowej w kontekście zmian na polskim rynku nieruchomości*, Studia i Materiały Towarzystwa Naukowego Nieruchomości 2007, 15(1–2).