



 cenatorium

 **inplus**  
ENERGETYKA

# Analiza wpływu lokalizacji turbin wiatrowych na wartość nieruchomości gruntowych w Polsce

2026

## Analiza wpływu lokalizacji turbin wiatrowych na wartość nieruchomości gruntowych w Polsce

### Autorzy Raportu:



#### Cenatorium sp. z o.o.

ul. Piękna 68  
00-672 Warszawa  
[www.cenatorium.pl](http://www.cenatorium.pl)

**Justyna Truszczyńska**

**Przemysław Dycha**

**Daniel Urbanowicz**



#### Inplus Energetyka Sp. z o.o.

ul. Biskupa Tomasza Wilczyńskiego 25E/216  
10-686 Olsztyn  
[www.inplus.pl](http://www.inplus.pl)

**Szymon Truszczyński**

**Łukasz Złakowski**

### Recenzja:

#### **dr hab. Paweł Czapliński, prof. US**

*Instytut Gospodarki Przestrzennej i Geografii Społeczno-Ekonomicznej  
Wydział Ekonomii, Finansów i Zarządzania  
Uniwersytet Szczeciński*



### Opracowanie Graficzne:

Sylwia Nowakowska

## Wprowadzenie

Ceny nieruchomości niezmiennie pozostają jednym z kluczowych tematów zarówno dla inwestorów, właścicieli gruntów, jak i szerokiej opinii publicznej. Uczestnicy rynku na bieżąco analizują i próbują przewidywać, jakie czynniki mogą wpływać na wzrost lub spadek cen, poszukując wiarygodnych punktów odniesienia dla podejmowanych decyzji. W efekcie temat ten staje się przedmiotem licznych spekulacji, często oderwanych od rzeczywistych transakcji i twardych analiz.

Wpływ lokalizacji turbin wiatrowych na wartość nieruchomości gruntowych od lat pozostaje jednym z często podnoszonych tematów w debacie publicznej. W wielu społecznościach lokalnych inwestycje w energetykę wiatrową budzą obawy dotyczące potencjalnego spadku wartości gruntów oraz ograniczenia ich atrakcyjności inwestycyjnej. Tego typu argumenty są często wykorzystywane w dyskusjach wokół rozwoju lądowych elektrowni wiatrowych, mimo że w polskich warunkach rynkowych brakowało dotąd szerokich, porównawczych analiz opartych na rzeczywistych danych transakcyjnych.

Dotychczasowa debata w dużej mierze opierała się na przekonaniach, jednostkowych przykładach lub analizach o ograniczonym zakresie, co utrudniało jednoznaczną ocenę rzeczywistego wpływu infrastruktury wiatrowej na rynek nieruchomości. Jednocześnie w przestrzeni publicznej obserwowany jest narastający problem dezinformacji, który może wzmacniać obawy społeczne i prowadzić do błędnych wniosków. **W warunkach rosnącego znaczenia odnawialnych źródeł energii potrzeba dostępu do rzetelnych, opartych na danych analiz ma kluczowe znaczenie dla inwestorów, właścicieli gruntów, instytucji finansowych oraz samorządów.**

**W odpowiedzi na te wyzwania inPlus oraz Cenatorium przygotowało kompleksową analizę wpływu lokalizacji turbin wiatrowych na wartość nieruchomości gruntowych w Polsce.** Opracowanie zostało przygotowane przez wyspecjalizowane podmioty analityczne w oparciu o szeroki materiał empiryczny oraz zaawansowane metody analizy danych.

Badanie oparto na ponad 46 tysiącach rzeczywistych transakcji rynkowych dotyczących gruntów rolnych oraz działek przeznaczonych pod zabudowę jednorodzinną, obejmujących lata 2014 - 2025 oraz 26 gmin w różnych regionach kraju. Kluczowym elementem metodologii było porównanie obszarów znajdujących się w bezpośrednim sąsiedztwie turbin wiatrowych z obszarami kontrolnymi w tych samych gminach, co pozwoliło oddzielić wpływ inwestycji od innych czynników kształtujących ceny nieruchomości.

Zastosowane podejście analityczne obejmujące m.in. modelowanie wartości nieruchomości oraz analizę trendów cenowych przed i po realizacji inwestycji umożliwiło przeprowadzenie obiektywnej, porównawczej oceny wpływu energetyki wiatrowej na lokalne rynki gruntów. Jak podkreślają autorzy opracowania oraz recenzent analizy, wykorzystanie dużej bazy danych transakcyjnych oraz rygorystyczna selekcja próby badawczej stanowią istotną przewagę tego badania i zwiększają wiarygodność jego wyników.

**Wyniki analizy jednoznacznie wskazują, że w badanej próbie nie występuje negatywny wpływ lokalizacji turbin wiatrowych na wartość nieruchomości gruntowych.** Zarówno grunty rolne, jak i działki budowlane w sąsiedztwie turbin wykazują dynamikę zmian cen porównywalną z obszarami, na których taka infrastruktura nie występuje. **Oznacza to, że w polskich warunkach rynkowych obecność farm wiatrowych nie stanowi czynnika obniżającego wartość nieruchomości.**

Liczymy, że niniejsze opracowanie przyczyni się do uporządkowania debaty publicznej oraz ograniczenia rozpowszechniania niezweryfikowanych informacji. Celem analizy jest dostarczenie rzetelnej, opartej na danych perspektywy, która może stanowić punkt odniesienia dla wszystkich zainteresowanych zagadnieniem stron.

## Recenzja Raportu

### „Analiza wpływu lokalizacji turbin wiatrowych na wartość nieruchomości gruntowych w Polsce”

Raport stanowi kompleksowe opracowanie dotyczące wpływu lokalizacji turbin wiatrowych na wartość nieruchomości gruntowych w Polsce. Temat ma istotne znaczenie z perspektywy inwestorów, właścicieli gruntów, instytucji finansowych, samorządów oraz podmiotów zaangażowanych w rozwój odnawialnych źródeł energii. W obecnych realiach rynkowych, w których inwestycje w energetykę wiatrową budzą zarówno zainteresowanie, jak i obawy społeczne, opracowanie oparte na rzeczywistych danych transakcyjnych stanowi cenne źródło wiedzy.

**Raport jest przejrzysty i jednoznaczny w zakresie celu badania oraz wyraźnie komunikuje ograniczenia i zakres analiz.** Autorzy w sposób klarowny wskazują, że wnioski odnoszą się do konkretnej, starannie dobranej próby jednostek ewidencyjnych i segmentu rynku, na którym rzeczywiście realizowane są inwestycje wiatrowe (gminy wiejskie i miejsko-wiejskie). Takie doprecyzowanie zwiększa transparentność raportu i ogranicza ryzyko nadinterpretacji wyników.

**Jednym z kluczowych atutów opracowania jest skala wykorzystanych danych. Analiza została oparta na ponad 46 tysiącach rynkowych transakcji gruntowych, obejmujących zarówno grunty rolne, jak i grunty przeznaczone pod zabudowę.** Wykorzystanie największej komercyjnej bazy cen transakcyjnych w Polsce oraz zinwentaryzowanych danych o lokalizacji turbin wiatrowych należy ocenić jako istotną przewagę konkurencyjną raportu. Z biznesowego punktu widzenia oznacza to, że wnioski nie opierają się na deklaracjach czy pojedynczych przypadkach, lecz na szerokim materiale empirycznym.

Pozytywnie należy ocenić także proces selekcji próby badawczej. Autorzy zastosowali rygorystyczne kryteria, m.in. konieczność jednoznacznego określenia roku budowy turbin, brak nakładania się stref oddziaływania oraz jednoczesne występowanie obszarów badawczych i kontrolnych w tej samej gminie. Takie podejście zwiększa porównywalność danych i pozwala ograniczyć wpływ innych lokalnych czynników (np. nowych inwestycji infrastrukturalnych czy przemysłowych), które mogłyby zaburzać interpretację wyników.

Należy jednocześnie podkreślić, że przyjęte kryteria doprowadziły do zawężenia analizy do 29 jednostek ewidencyjnych spośród szerszej populacji spełniającej warunki wstępne. Z biznesowego punktu widzenia nie stanowi to wady samej analizy, lecz oznacza, że wnioski powinny być interpretowane w kontekście badanych obszarów. Raport uczciwie komunikuje ten fakt, co należy ocenić pozytywnie.

Zastosowanie modelu XKN (AVM) do standaryzacji cen transakcyjnych jest rozwiązaniem praktycznym i adekwatnym do skali badania. Model, oparty na logice doboru najbardziej podobnych transakcji, jest zrozumiały dla praktyków rynku nieruchomości i instytucji finansowych. Istotnym walorem jest jego transparentność oraz możliwość weryfikacji doboru transakcji porównawczych. W kontekście zastosowań biznesowych (takich jak analiza ryzyka, wycena portfelowa, czy due diligence) jest to rozwiązanie funkcjonalne i uzasadnione.

Również zastosowanie analizy typu Difference-in-Differences do porównania dynamiki cen przed i po realizacji inwestycji pozwala na uporządkowaną ocenę zmian w czasie, z uwzględnieniem trendów rynkowych. Przyjęcie rocznej agregacji danych wydaje się rozsądne w warunkach niskiej płynności obrotu gruntami poza dużymi aglomeracjami, gdzie dane kwartalne mogłyby generować nadmierny szum statystyczny.

**Wyniki raportu wskazują na brak statystycznie istotnych różnic w dynamice cen gruntów pomiędzy obszarami objętymi oddziaływaniem nowych turbin wiatrowych a obszarami kontrolnymi w tej samej gminie.** Wnioski zostały sformułowane w sposób wyważony to jest jako brak wykrytego negatywnego efektu cenowego w badanej próbie i przy zastosowanej metodologii. Takie podejście jest rynkowo odpowiedzialne i ogranicza ryzyko nadmiernych uproszczeń.

Z punktu widzenia rynku nieruchomości i finansowania inwestycji raport może być interpretowany jako argument wskazujący, że w analizowanych warunkach lokalizacja nowych turbin wiatrowych nie prowadzi do systemowego spadku wartości gruntów rolnych i budowlanych. Może to mieć znaczenie dla banków oceniających ryzyko kredytowe, inwestorów planujących projekty OZE oraz samorządów rozważających dalszy rozwój energetyki wiatrowej.

Warto jednak zachować świadomość, że rynki lokalne są zróżnicowane, a percepcja inwestycji może mieć charakter punktowy i sytuacyjny. **Raport nie wyklucza możliwości występowania jednostkowych przypadków odmiennych od średniego trendu, lecz wskazuje, że w ujęciu zagregowanym i porównawczym nie zidentyfikowano trwałego, negatywnego wpływu cenowego.**

Pod względem formalnym opracowanie jest uporządkowane, logiczne i czytelne. Szczegółowe przedstawienie procesu segmentacji przestrzennej, selekcji danych i działania modelu zwiększa wiarygodność analizy w oczach odbiorcy biznesowego. Raport sprawia wrażenie przemyślanego i spójnego projektu analitycznego.

Podsumowując, raport stanowi rzetelne i wartościowe opracowanie biznesowe oparte na szerokim materiale transakcyjnym i uporządkowanej metodyce analitycznej. **Jego wnioski, formułowane w sposób ostrożny i adekwatny do zakresu badania, mogą stanowić istotne wsparcie w procesach decyzyjnych związanych z inwestycjami w energetykę wiatrową oraz oceną ryzyka na rynku gruntów.**

W obecnym kształcie raport można uznać za solidne narzędzie analityczne, które wnosi uporządkowaną, opartą na danych perspektywę do dyskusji o wpływie turbin wiatrowych na wartość nieruchomości w Polsce.



**dr hab. Paweł Czaplinski, prof. US**

*Instytut Gospodarki Przestrzennej i Geografii Społeczno-Ekonomicznej  
Wydział Ekonomii, Finansów i Zarządzania  
Uniwersytet Szczeciński*

 **UNIWERSYTET  
SZCZECIŃSKI**

# Analiza wpływu lokalizacji turbin wiatrowych na wartość nieruchomości gruntowych w Polsce

Kluczowe wnioski z analizy rynku gruntów w Polsce

Wyniki na podstawie wybranej próby badawczej wskazanej w analizie.



turbiny wiatrowe



brak negatywnego wpływu na ceny nieruchomości



## Zakres analizy



**46 000+**  
transakcji  
gruntowych



**29**  
jednostek  
ewidencyjnych



**892**  
obszarów  
w pobliżu  
**230** turbin  
wiatrowych



**2014**  
**-2025**  
okres analizy

## Wnioski

### 1. Stabilny wzrost cen gruntów rolnych



Ceny gruntów rolnych w sąsiedztwie turbin wiatrowych rosną tak samo **jak w innych częściach gmin**, bez oznak negatywnego wpływu inwestycji.

Analiza danych rynkowych pokazuje, że dynamika wzrostu cen pozostaje **niemal identyczna niezależnie od obecności turbin**.



Średnie tempo wzrostu:

**7,0% rocznie**  
obszary z turbinami

**6,7% rocznie**  
obszary bez turbin

Różnice są minimalne i mieszczą się w granicach **naturalnej zmienności rynku nieruchomości**. Brak istotnych różnic oznacza, że obecność turbin **nie wpływa na dynamikę cen gruntów**.

### 2. Identyczna dynamika cen działek budowlanych



#### Ceny działek rosną tak samo

Działki przeznaczone pod zabudowę jednorodziną rosną **w takim samym tempie niezależnie od obecności turbin wiatrowych**.

Analiza danych rynkowych pokazuje jednoznacznie, że **sąsiedztwo farm wiatrowych nie wpływa na tempo wzrostu cen działek**.

Średnie tempo wzrostu:

**8,6% rocznie**    **8,7% rocznie**  
obszary z turbinami    obszary bez turbin



Zbieżne tempo wzrostu potwierdza, że turbiny **nie wpływają na ceny działek budowlanych**.

### 3. Brak efektu spadku cen po budowie turbiny

#### Ceny nie spadają po realizacji inwestycji

Analiza danych rynkowych pokazuje, że budowa turbiny wiatrowej **nie powoduje spadku wartości nieruchomości ani pogorszenia dynamiki cen.**

Badanie obejmujące:

**5 lat przed i 5 lat po inwestycji** nie wykazuje:

- ✓ **spadku** wartości nieruchomości
- ✓ **różnic** w dynamice zmian cen

Ścieżki zmian cen w obszarach z turbinami i bez nich pozostają równoległe, co oznacza brak negatywnego wpływu inwestycji na lokalny rynek nieruchomości.



#### Neutralność inwestycyjna:

Wyniki analizy danych na określonej próbie, nie dostarczyły dowodów na stwierdzenie istnienia systematycznego, negatywnego wpływu turbin wiatrowych na ceny badanych nieruchomości gruntowych. Zarówno grunty rolne, jak i te przeznaczone pod zabudowę, w obszarach występowania turbin (obszary badawcze) zachowują dynamikę wzrostu tożsamą z obszarami kontrolnymi.



#### Top 3

#### Brak efektu „stygmatyzacji” terenu:

Ścieżki cenowe analizowanych gruntów nie wykazują tąpnięcia w momencie realizacji inwestycji, co w badanej próbie pozwala stwierdzić, że rynek nie dyskontuje negatywnie sąsiedztwa farm wiatrowych.



#### Stabilność poziomu ryzyka:

Brak istotnych różnic w odchyleniach standardowych cen transakcyjnych w odniesieniu do objętych analizą transakcji sugeruje, że w badanym zakresie obecność turbin wiatrowych nie wiąże się ze wzrostem zmienności rynkowej ani postrzeganego ryzyka inwestycyjnego.



### Ważne!

#### Analiza na podstawie badanej próby wykazała, że elektrownie wiatrowe nie obniżają wartości nieruchomości ani cen gruntów

Z przeprowadzonego badania wynika, że o cenach gruntów i nieruchomości **decydują przede wszystkim czynniki lokalne, takie jak:**



rozwój gminy



stan infrastruktury



atrakcyjność lokalizacji



# Spis treści

<b>1. Wstęp.....</b>	<b>8</b>
1.1 Zakres analizy .....	8
1.2 Doświadczenie wykonawcy .....	9
<b>2. Metodyka wyceny i doboru danych .....</b>	<b>9</b>
2.1 Proces selekcji i typowania obszarów badawczych i kontrolnych.....	9
2.2 Dane .....	9
2.2.1 Lokalizacje turbin wiatrowych .....	9
2.2.2 Obwody spisowe .....	10
2.3 Selekcja i ograniczenie zakresu danych .....	10
2.4 Wytypowanie jednostek badawczych i kontrolnych .....	11
2.5 Finalna selekcja i walidacja próby .....	12
<b>3. Metodyka szacowania cen gruntów .....</b>	<b>14</b>
3.1 Segmentacja przestrzenna .....	14
3.1.1 Źródła danych .....	15
3.1.2 Transformacje .....	15
3.1.3 Klastrowanie .....	16
3.2 Baza danych transakcji gruntowych .....	16
3.2.1 Ograniczenie i selekcja danych .....	16
3.2.2 Eliminacja odstających i nierynkowych wartości .....	17
3.2.3 Transakcje rynkowe .....	17

3.3 Metoda XKN .....	17
3.3.1 Zasada działania i zastosowanie .....	17
3.3.2 Zalety i walidacja modelu .....	19
3.4 Lista wykorzystywanych cech nieruchomości .....	19
3.5 Opracowanie trendów bazujących na modelu XKN .....	19
3.6 Wyznaczenie średnich rocznych wartości nieruchomości .....	19
<b>4. Analiza porównawcza trendów wartości nieruchomości.....</b>	<b>20</b>
4.1 Wyznaczenie trendów zmian cen .....	20
4.2 Analiza porównawcza (przed i po) .....	20
<b>5. Wyniki.....</b>	<b>21</b>
5.1 Wpływ obecności turbin na ceny nieruchomości w obrębie jednostki ewidencyjnej .....	21
5.2 Analiza różnic średnich cen pomiędzy okresami .....	28
<b>6. Podsumowanie wyników według obszarów jednostek ewidencyjnych.....</b>	<b>33</b>
<b>7. Wnioski i rekomendacje .....</b>	<b>34</b>
<b>8. Podsumowanie ograniczenia próby .....</b>	<b>35</b>





# 1. Wstęp

Niniejszy raport stanowi podsumowanie analizy wpływu lokalizacji turbin wiatrowych na dynamikę cen nieruchomości gruntowych w Polsce. Celem opracowania jest weryfikacja, **na podstawie określonej próby badawczej**, sposobu kształtowania się wartości nieruchomości gruntowych w sąsiedztwie elektrowni wiatrowych, w oparciu o dostępne obiektywne dane rynkowe oraz zastosowane narzędzia analityczne.

## 1.1 Zakres analizy

Analizę przeprowadzono na podstawie cen nieruchomości z lat 2014–2025 w wybranych jednostkach ewidencyjnych – zarówno jednostkach miejskich, jak i wiejskich. Cała analiza obejmowała próbkę **29 jednostek ewidencyjnych** (w 26 gminach)<sup>1</sup>, co odpowiada 892 obszarom przy lokalizacjach **230 turbin wiatrowych**. Należy zaznaczyć, że w Polsce jest około 158 jednostek ewidencyjnych spełniających kryteria selekcji obszarów do analizy.

Na potrzeby analizy zmian cen nieruchomości gruntowych wykorzystano:

- **22 438** transakcji dotyczących nieruchomości **gruntowych przeznaczonych pod zabudowę**,
- **23 596** transakcji dotyczących nieruchomości **gruntowych o charakterze rolnym**.



Z zakresu badania celowo wyłączono miasta na prawach powiatu. Decyzja ta podyktowana jest logiką biznesową: dynamika cen gruntów w dużych miastach sterowana jest odmiennymi czynnikami (dostępność usług, rynek pracy, presja deweloperska) i nie stanowi relewantnego punktu odniesienia dla lokalizacji elektrowni wiatrowych, które powstają niemal wyłącznie na terenach wiejskich i miejsko-wiejskich. Wnioski z raportu odnoszą się zatem ściśle do segmentu rynku, na którym realnie zachodzą procesy inwestycyjne związane z energetyką wiatrową.

Analiza koncentruje się na wybranej próbce, co pozwala na dogłębne zbadanie zjawiska, ale jednocześnie oznacza, że jej wyniki, choć bardzo wiarygodne dla badanych obszarów, **niekoniecznie muszą odpowiadać całej populacji** wszystkich jednostek w Polsce, gdzie zlokalizowane są turbiny.

Badanie zostało zrealizowane w kilku kluczowych etapach:

- 1. Wybór lokalizacji** – selekcja obszarów i wybór finalnej próbki: obszarów badawczych i kontrolnych do dalszej analizy.
- 2. Segmentacja przestrzenna Polski** – w celu wskazania grup rynków podobnych.
- 3. Wybór transakcji rynkowych** – na potrzeby szacowania wartości.
- 4. Szacowanie wartości gruntów** z wykorzystaniem zaawansowanego modelu XKN dla wybranych obszarów.
- 5. Analiza zachowań cen** przed i po wybudowaniu turbin wiatrowych – analiza wpływu metodą różnic w różnicach (Difference-in-Differences).

W kolejnych rozdziałach szczegółowo opisano, w jaki sposób wyselekcjonowano wspomnianą próbkę badawczą oraz jakie narzędzia analityczne zostały wykorzystane w trakcie analizy.

<sup>1</sup> W Polsce funkcjonują 3 221 jednostki ewidencyjne zlokalizowane na terenie 2 479 gmin. Jednostka ewidencyjna stanowi wydzielony podobszar w obrębie gminy, obejmujący m.in. część miejską i wiejską, dzielnicę lub delegatury miast.

## 1.2 Doświadczenie wykonawcy

Realizacja zadania była możliwa dzięki dostępowi do największej w Polsce komercyjnej bazy cen transakcyjnych, obejmującej około **7 milionów transakcji**, w tym około **1,3 miliona transakcji rynkowych**, których przedmiotem były nieruchomości gruntowe. Ponadto, wykonawca dysponuje zinwetaryzowanymi danymi dotyczącymi lokalizacji ponad 5,4 tys. turbin wiatrowych w Polsce oraz posiada wieloletnie doświadczenie w analizie danych przestrzennych i analizach dla rynku nieruchomości.

## 2. Metodyka wyceny i doboru danych

Niniejszy rozdział przedstawia metodykę zastosowaną w przeprowadzonej analizie, obejmując kluczowe elementy procesu, źródła danych oraz wykorzystane narzędzia analityczne.

W szczególności opisano etapy doboru próby badawczej – obejmującej jednostki ewidencyjne i obwody spisowe – dla których przeprowadzono badanie, przygotowanie danych oraz techniki stosowane w szacowaniu wartości nieruchomości oraz analizie zachowań cen gruntów na badanych obszarach.

Celem rozdziału jest szczegółowe przedstawienie przebiegu procesu badawczego, przyjętych założeń metodologicznych oraz sposobu wykorzystania dostępnych danych w procesie szacowania wartości.

### 2.1 Proces selekcji i typowania obszarów badawczych i kontrolnych

W celu przeprowadzenia analizy wpływu nowo wybudowanych turbin wiatrowych na wartości gruntów konieczne było wskazanie obszarów badawczych - zarówno tych, które znajdowały się w obszarze bezpośredniego oddziaływania turbiny (strefy ograniczeń zabudowy) oraz tych, na obszarze, których nie zidentyfikowano inwestycji turbin wiatrowych.

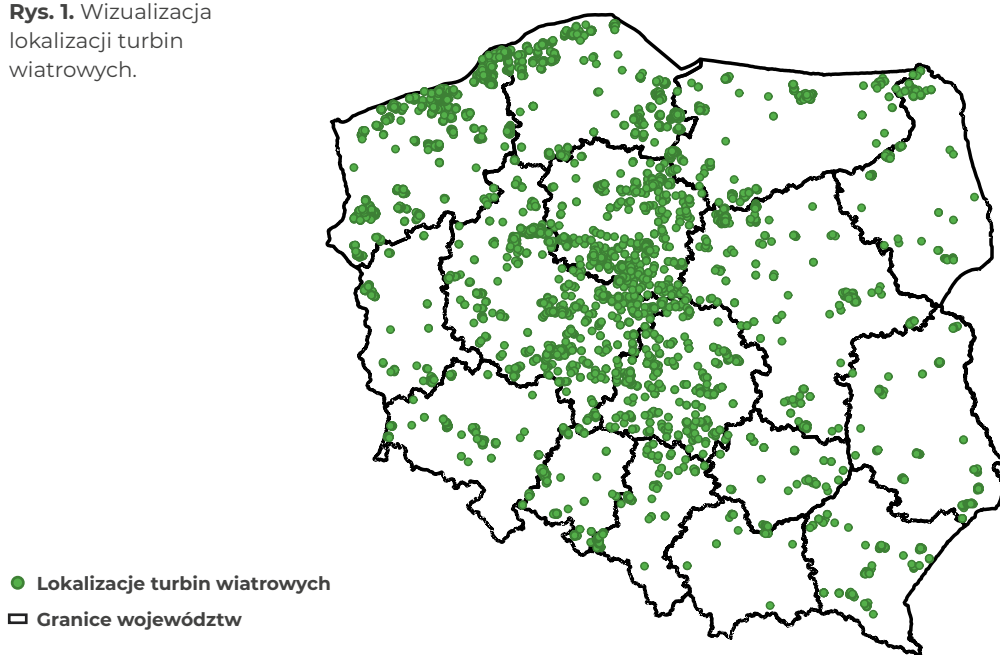
## 2.2 Dane

### 2.2.1 Lokalizacje turbin wiatrowych

Podstawę analizy stanowiła obszerna baza danych zawierająca informacje o **ponad 5,4 tys. turbinach wiatrowych** w Polsce, w tym ich dokładną **lokalizację, moc** oraz zdefiniowane **strefy ograniczenia zabudowy** (strefy buforowe).



**Rys. 1.** Wizualizacja lokalizacji turbin wiatrowych.



### 2.2.2 Obwody spisowe

Podstawowym podziałem przestrzennym do uszczegółowienia analizy były **obwody spisowe**. Powierzchnia kraju została podzielona na **191 773 obszary**, co pozwoliło na zachowanie wysokiej jednorodności jednostek badawczych i kontrolnych.

Kryterium wielkości obwodu spisowego wynosi nie więcej niż 500 osób i 200 mieszkań. Obwód spisowy musi być dostosowany do granic jednostek podziału terytorialnego oraz spójny z granicami obrębów ewidencyjnych.

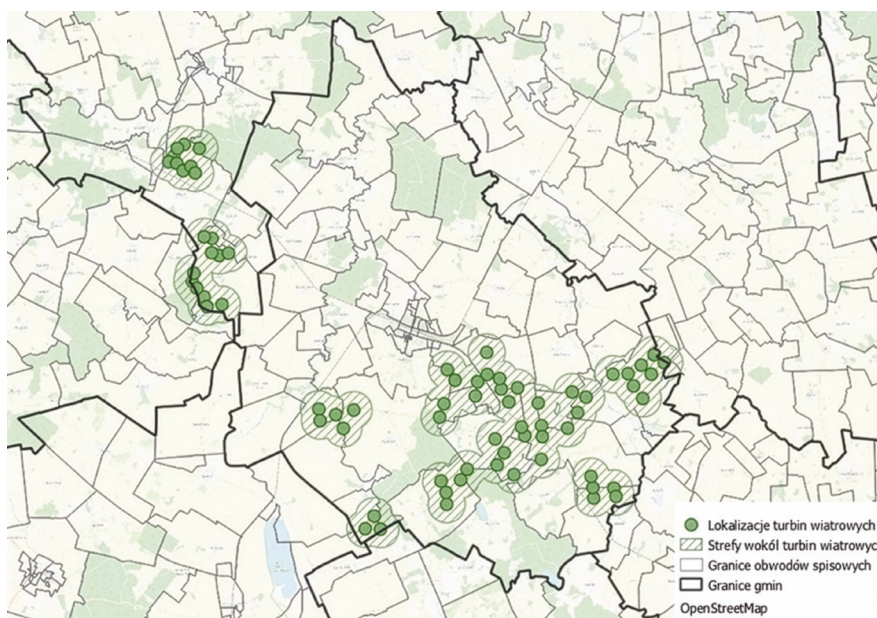
## 2.3 Selekcja i ograniczenie zakresu danych

Pierwszy etap obejmował wskazanie wszystkich obszarów, w których możliwe było wystąpienie wpływu lokalizacji turbiny na ceny.



- 1. Bufory wokół turbin:** Dla każdej z turbin wyznaczono strefę buforową stanowiącą strefę ograniczenia zabudowy.
- 2. Intersekcja geometrii:** Wyznaczone bufory przecięto (intersekcja) z obszarami obwodów spisowych, co umożliwiło określenie jednostek objętych bezpośrednim oddziaływaniem inwestycji.
- 3. Wyłączenia z Analizy:**
  - **Pominięto** obszary **miast na prawach powiatu**. Ze względu na odmienny charakter rynków gruntowych oraz zwiększone ryzyko obciążenia analizy wpływem wielu innych zmiennych (np. wpływ dużych inwestycji miejskich, dynamiczny rynek pracy), obszary te zostały wyłączone z analizy.
  - Próbę **ograniczono** do gmin, w których występowały turbiny zdefiniowane w ramach założeń zlecenia (turbiny wybranych podmiotów).

Poniższa mapa prezentuje lokalizację turbin wiatrowych wraz ze strefami buforowymi.



**Rys 2.** Wizualizacja lokalizacji turbin wiatrowych wraz ze strefami buforowymi na tle granic gmin i obwodów spisowych.

## 2.4 Wytypowanie jednostek badawczych i kontrolnych

Kolejnym etapem było **wytypowanie jednostek badawczych** oraz zidentyfikowanie odpowiadających im **obszarów kontrolnych**.

- **Obszary z turbinami (jednostki badawcze):** Z puli **wstępnie wytypowanych obszarów** z oddziaływaniem turbin wiatrowych, finalnie wybrano tylko te, które spełniały rygorystyczne kryteria:
  - **Znajomość roku budowy:** Znany był **dokładny rok budowy** turbiny, przy czym do analizy zakwalifikowano tylko instalacje **wybudowane po 2015 roku**. Ze względu na dostępność danych o cenach transakcyjnych jest to kluczowe kryterium, aby umożliwić śledzenie cen gruntów w latach **przed i po** wybudowaniu turbiny.

- **Brak nakładania się stref:** Obszary **nie mogły** nachodzić na strefy oddziaływania starszych instalacji lub takich, dla których nie zidentyfikowano roku budowy - co gwarantowało "czysty" wpływ nowej inwestycji.
- **Obszary kontrolne:** Dla każdego obszaru badawczego zidentyfikowano odpowiadające im **obszary bez turbin wiatrowych**, które posłużyły do bezpośredniego porównania. Obszary kontrolne zostały celowo wybrane **w tych samych gminach**, co obszary badawcze. **Zestawienie danych w ramach tej samej gminy minimalizuje ryzyko błędu wynikającego z niezależnych, lokalnych inwestycji (np. budowa zakładu produkcyjnego, drogi ekspresowej) wpływających na funkcjonowanie gminy i rynek nieruchomości.**

## 2.5 Finalna selekcja i walidacja próby

W końcowej fazie selekcji próbę dodatkowo **ograniczono** do gmin, w których spełnione były warunki najwyższej jednoznaczności porównawczej:

- W gminie **jednocześnie występowały** zarówno obszary z turbinami, jak i obszary kontrolne.
- Wszystkie nowe turbiny w danej gminie **zostały wybudowane w tym samym roku.**

Odrzucono przypadki, w których instalacje budowane były w kilku cyklach na przestrzeni lat, ponieważ wydzielenie wpływu konkretnych inwestycji byłoby zbyt skomplikowane i obciążone niepewnością.

Kryteria te spełniało 158 jednostek ewidencyjnych zlokalizowanych w 146 gminach. Ze względu na złożoność procesu szacowania wartości oraz analizę trendów do dalszych badań wybrano **29 jednostek ewidencyjnych** w 26 gminach, co odpowiada **892 obszarom**, w tym:

- **732 obszary kontrolne,**
- **160 obszarów badawczych** zlokalizowanych w sąsiedztwie **230 turbin wiatrowych.**

Poniższa tabela przedstawia wykaz wybranych jednostek ewidencyjnych.

**Tabela 1.** Wykaz wybranych jednostek ewidencyjnych.

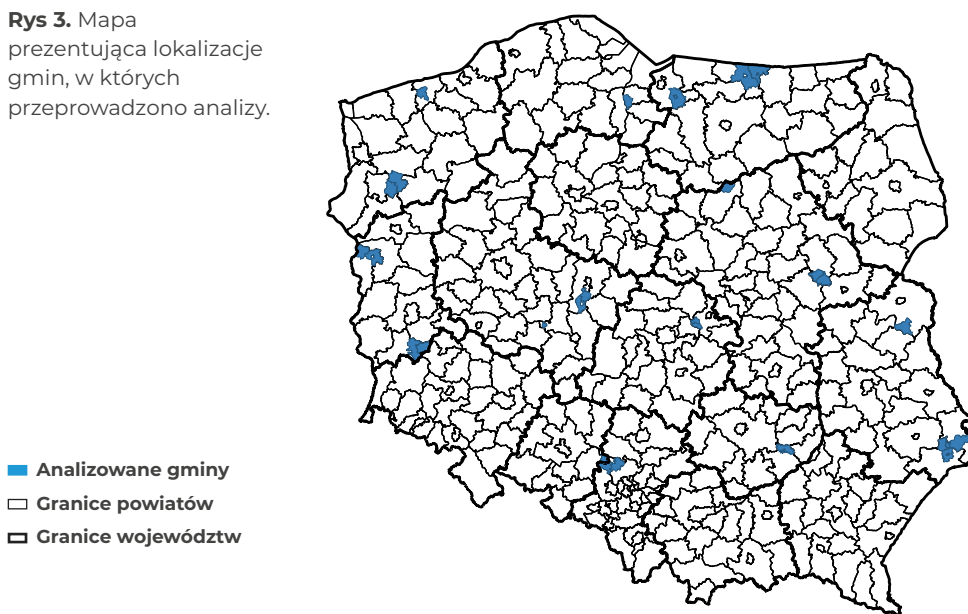
WOJEWÓDZTWO	POWIAT	GMINA	TERYT
lubelskie	białski	Wisznice - gmina wiejska	0601182
lubelskie	hrubieszowski	Mircze - gmina wiejska	0604052
lubelskie	tomaszowski	Łaszczów - obszar wiejski	0618065
lubelskie	tomaszowski	Tyszowce - miasto	0618124
lubelskie	tomaszowski	Tyszowce - obszar wiejski	0618125

lubuskie	słubicki	Górzycza - gmina wiejska	0805022
lubuskie	słubicki	Ośno Lubuskie - obszar wiejski	0805035
lubuskie	żagański	Niegosławice - gmina wiejska	0810062
lubuskie	żagański	Szprotawa - obszar wiejski	0810075
łódzkie	skierniewicki	Lipce Reymontowskie - gmina wiejska	1015052
łódzkie	skierniewicki	Słupia - gmina wiejska	1015092
mazowieckie	mławski	Wieczfnia Kościelna - gmina wiejska	1413092
mazowieckie	węgrowski	Grębków - gmina wiejska	1433022
mazowieckie	węgrowski	Wierzbno - gmina wiejska	1433092
opolskie	strzelecki	Zawadzkie - obszar wiejski	1611075
pomorskie	malborski	Miłoradz - gmina wiejska	2209062
śląskie	gliwicki	Wielowieś - gmina wiejska	2405082
śląskie	tarnogórski	Tworóg - gmina wiejska	2413082
świętokrzyskie	staszowski	Bogoria - obszar wiejski	2612015
warmińsko-mazurskie	bartoszycki	Bartoszyce - gmina wiejska	2801032

warmińsko-mazurskie	bartoszycki	Sępopol - obszar wiejski	2801065
warmińsko-mazurskie	elbląski	Pasłęk - miasto	2804074
warmińsko-mazurskie	elbląski	Pasłęk - obszar wiejski	2804075
wielkopolskie	koniński	Rychwał - obszar wiejski	3010075
wielkopolskie	koniński	Stare Miasto - gmina wiejska	3010112
wielkopolskie	pleszewski	Dobrzyca - miasto	3020034
zachodniopomorskie	kołobrzeski	Siemyśl - gmina wiejska	3208062
zachodniopomorskie	pyrzycki	Przelewice - gmina wiejska	3212042
zachodniopomorskie	stargardzki	Dolice - gmina wiejska	3214042

Poniższa grafika (Rys. 3) prezentuje przestrzenny rozkład wytypowanych jednostek ewidencyjnych uwzględnionych w dalszej analizie.

**Rys 3.** Mapa prezentująca lokalizacje gmin, w których przeprowadzono analizy.





## 3. Metodyka szacowania cen gruntów

Ten rozdział opisuje proces pozyskiwania, segmentacji i modelowania danych, który stanowił podstawę do oszacowania wartości gruntów.



Proces badawczy składał się z dwóch kluczowych etapów. Pierwszym z nich było oszacowanie wartości nieruchomości przy wykorzystaniu zaawansowanego algorytmu AVM (Automated Valuation Model), tj. autorskiego modelu XKN. Drugim etapem była analiza porównawcza trendów cenowych w czasie, przeprowadzona na podstawie wystandaryzowanych wartości nieruchomości. Kluczowe dla wiarygodności wyników było właściwe pogrupowanie rynków lokalnych. Z tego względu proces analityczny rozpoczęto od segmentacji przestrzennej kraju. Zastosowano metody klastrowania, które umożliwiły wyodrębnienie jednorodnych grup rynków o zbliżonych cechach strukturalnych i cenowych.

W kolejnym kroku przygotowano dane wejściowe do modelu wyceny. W tym celu wykorzystano autorski model AVM, standardowo stosowany i przetestowany w procesach masowej wyceny portfelowej dla sektora bankowego. Zastosowanie AVM pozwoliło na standaryzację cen transakcyjnych poprzez ograniczenie wpływu różnic w atrybutach fizycznych nieruchomości, co jest niezbędne dla zapewnienia ich porównywalności zarówno przestrzennej, jak i czasowej. Wybór tego podejścia wynikał z doświadczenia zespołu analitycznego oraz wcześniejszych testów porównawczych różnych metod wyceny gruntów, które potwierdziły stabilność i adekwatność modelu AVM w analizowanym segmencie rynku.

Model XKN, funkcjonalnie zbliżony do metody K-Najbliższych Sąsiadów (K-NN), został wybrany ze względu na jego wysoką interpretowalność i zdolność do naśladowania eksperckiej wyceny rzeczoznawcy.

Ze względu na specyfikę obrotu gruntami niezabudowanymi poza dużymi aglomeracjami – charakteryzującą się relatywnie niską płynnością i nieregularnością występowania transakcji – w analizie przyjęto **roczny interwał agregacji danych**. Podejście kwartalne na rynkach o niskiej częstotliwości obrotu obciążone byłoby zbyt dużym szumem losowym. Agregacja roczna pozwala na wygładzenie sezonowości i wyodrębnienie stabilnych trendów średniookresowych, kluczowych z perspektywy oceny długoterminowej wartości aktywów.

### 3.1 Segmentacja przestrzenna

Na potrzeby analizy wpływu turbin wiatrowych na ceny nieruchomości gruntowych, pierwszym krokiem w metodyce było przeprowadzenie **klastrowania jednostek ewidencyjnych w Polsce**. Celem nadrzędnym było wyłonienie jednorodnych grup obszarów charakteryzujących się zbliżonymi profilami społeczno-ekonomicznymi i rynkowymi.

Wynik klasteryzacji jest kluczowy do:

→ **Ograniczenia zakresu przestrzennego:** Definiowania obszarów/rynków podobnych, w ramach których model XKN wyszukuje transakcje stanowiące podstawę wyceny.

**Minimalizacji błędu porównawczego:** Zapewnienia, że transakcje porównawcze (**k** najbliższych sąsiadów) pochodzą z otoczenia o faktycznie zbliżonej charakterystyce rynkowej, a nie tylko o bliskości geograficznej.

### 3.1.1 Źródła danych

Na potrzeby procesu klasteryzacji jednostek ewidencyjnych pozyskano i wykorzystano dane z lat 2010–2023, pochodzące z:

→ **Głównego Urzędu Statystycznego (GUS):**

- Liczba ludności w tysiącach (<https://bdl.stat.gov.pl/bdl/metadane/cechy/2425>)
- Liczba ludności na kilometr kwadratowy (<https://bdl.stat.gov.pl/bdl/metadane/cechy/2425>)
- Zmiana liczby ludności na 1000 mieszkańców (<https://bdl.stat.gov.pl/bdl/metadane/cechy/2425>)
- Udział bezrobotnych zarejestrowanych (<https://bdl.stat.gov.pl/bdl/metadane/cechy/2670>)
- Krajowy rejestr urzędowy podmiotów gospodarki narodowej (REGON). Podmioty na 1000 mieszkańców wg klas wielkości (<https://bdl.stat.gov.pl/bdl/metadane/cechy/3802>)
- Przeciętne wynagrodzenie brutto w relacji do średniej krajowej w danym powiecie (<https://bdl.stat.gov.pl/bdl/metadane/cechy/2497>)
- Saldo migracji ogółem (<https://bdl.stat.gov.pl/bdl/metadane/cechy/1350>)
- Dochody budżetów gmin (<https://bdl.stat.gov.pl/bdl/metadane/cechy/2627>)

→ **Dane rynkowe (dane Cenatorium):**

- Liczba transakcji lokali mieszkalnych w danym roku dla jednostki ewidencyjnej oraz powiatu.
- Liczba transakcji gruntów budowlanych w danym roku dla jednostki ewidencyjnej oraz powiatu.
- Średnie ceny lokali mieszkalnych oraz gruntów budowlanych w danym roku.

### 3.1.2 Transformacje

W celu redukcji fluktuacji wskaźników i zapewnienia stabilności analizy, dane poddano transformacjom.

Przeprowadzono **normalizację do skali [0,1]** oraz zastosowano uśrednianie wartości w czasie (średnia krocząca z pięciu lat i uśrednienie końcowe), co umożliwiło identyfikację długoterminowych tendencji.

W przypadku braku danych na poziomie jednostki ewidencyjnej (np. wynagrodzenia brutto), wykorzystano dane z zakresu przestrzennego powiatu.

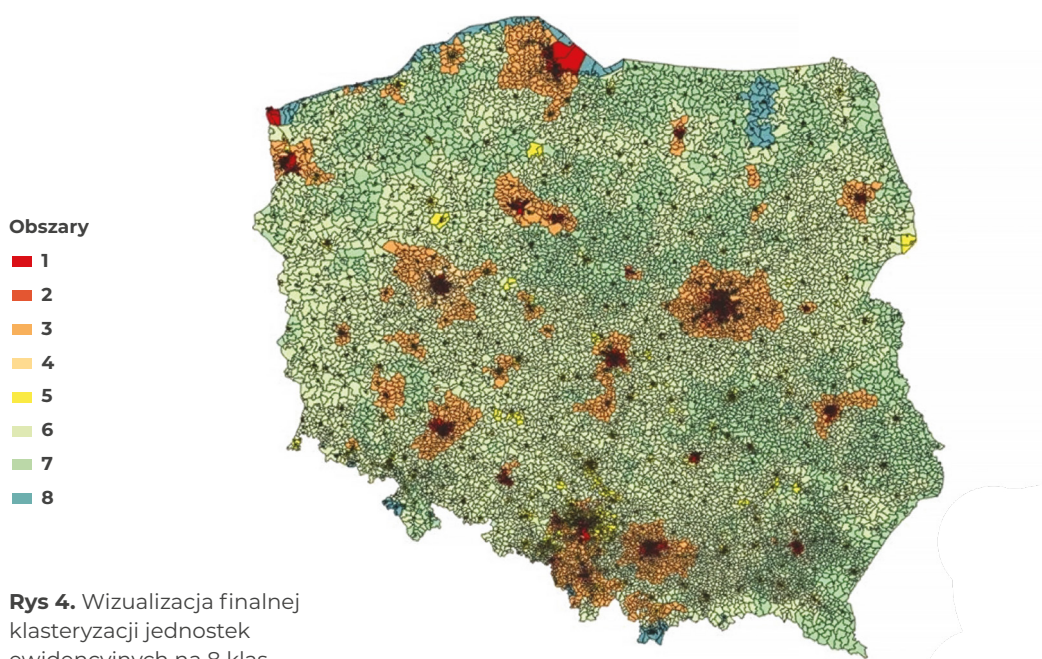


### 3.1.3 Klastrowanie

Do grupowania uśrednionych i znormalizowanych wskaźników zastosowano algorytm **K-Means (KŚrednich)**. Optymalną liczbę klastrów określono na **6 grup** na podstawie analizy **współczynnika sylwetki (Silhouette Score)** oraz **metody łokcia (Elbow Method)**. Wstępna klasteryzacja została następnie poddana **dotychczasowej eksperckiej analizie**, co doprowadziło do modyfikacji i finalnego wyodrębnienia **8 klas** segmentacji przestrzennej.

Finalna segmentacja obejmuje uporządkowanie klastrów pierwotnych w zakresie **II-VII** (od obszarów najdroższych do najtańszych) oraz wydzielenie dwóch dodatkowych, specyficznych grup: **klastra I** (obejmującego **19 najdroższych ośrodków miejskich**) oraz **klastra VIII (obszary atrakcyjne turystycznie** o indywidualnej specyfice, np. tereny nadmorskie, górskie lub położone w pobliżu jezior). Uzyskany podział na 8 klas pozwala na precyzyjną identyfikację i charakterystykę zróżnicowania przestrzennego jednostek ewidencyjnych w Polsce.

Rozkład przestrzenny 8 klas prezentuje poniższa wizualizacja.



**Rys 4.** Wizualizacja finalnej klasteryzacji jednostek ewidencyjnych na 8 klas.

## 3.2 Baza danych transakcji gruntowych

Niniejszy rozdział opisuje proces przygotowania bazy danych transakcji gruntowych, który stanowił podstawę do wycen modelami. Docelowym efektem procedur było otrzymanie zbioru danych zawierającego wyłącznie rynkowe i wiarygodne transakcje gruntowe.

### 3.2.1 Ograniczenie i selekcja danych

Proces rozpoczął się od ograniczenia zasobu wszystkich dostępnych danych z Bazy Cen Cenatorium<sup>2</sup> do właściwego typu nieruchomości, tj. nieruchomości gruntowych i zakresu obszarowego.

<sup>2</sup> Baza Cen Cenatorium stanowi największy komercyjny zbiór danych transakcyjnych na rynku, spełniający obowiązujące wymogi regulacyjne, w tym m.in. wymagania określone w Rekomendacji J. (<https://cenatorium.pl/produkty/market-intelligence/baza-cen/>)

- **Określenie Rodzaju Gruntu:** Wykorzystano dodatkowe źródła danych ([m.in](#) działki LPIS, dane EGIB, BDOT 10k, pozwolenia na budowę) w celu określenia rodzaju gruntu. Umożliwiło to wycenę działek rolnych oraz gruntów pod zabudowę jednorodzinną.
- **Odrzucanie Nieistotnych Danych:** Transakcje, dla których rodzaj gruntu był niezgodny z celami wyceny (tj. grunty rolne i grunty pod zabudowę jednorodzinną), zostały odrzucone z finalnej bazy danych. Duplikaty oraz rekordy zawierające błędne informacje również podlegały odrzuceniu.

### 3.2.2 Eliminacja odstających i nierynkowych wartości

Kolejnym kluczowym etapem było wyeliminowanie transakcji o wartościach odbiegających od rynkowych, które mogłyby negatywnie wpłynąć na modelowanie AVN.

- **Reguły Walidacyjne:** W tym celu wykorzystano reguły walidacyjne opracowane przez doświadczony zespół ekspertów rynku nieruchomości w Polsce.
- **Odrzucenie Wartości Nierynkowych:** Procedura doprowadziła do wstępnego odrzucenia transakcji o nierynkowych wartościach, co było realizowane osobno dla gruntów zabudowanych oraz gruntów rolnych.

### 3.2.3 Transakcje rynkowe

W wyniku przeprowadzonych działań **finalna baza danych obejmowała wyłącznie transakcje rynkowe**, rozumiane jako **transakcje kupna-sprzedaży** na wolnym rynku, z wyłączeniem transakcji nierynkowych oraz niewiarygodnych, np. zawieranych między stronami spokrewnionymi.

Na potrzeby analizy zmian cen nieruchomości gruntowych wykorzystano łącznie **46 034 transakcje:**

- **22 438** transakcji dotyczących nieruchomości **gruntowych przeznaczonych pod zabudowę**,
- **23 596** transakcji dotyczących nieruchomości **gruntowych o charakterze rolnym**.

Szacuje się, że w Bazie Cen Cenatorium znajduje się **ponad 1,3 mln rynkowych transakcji gruntowych** obejmujących cały obszar Polski.

## 3.3 Metoda XKN

Metodyka szacowania cen gruntów wykorzystwała model **XKN**, który jest zaawansowanym algorytmem porównawczym, funkcjonalnie zbliżonym do metody K-Najbliższych Sąsiadów (K-NN), wykorzystywanym w automatycznych modelach wyceny (AVN).

Kluczową zaletą modelu XKN jest jego **wysokie podobieństwo do eksperckiej wyceny rzeczoznawcy** (metoda korygowania ceny średniej) oraz **interpretowalność i przejrzystość**, co stanowi istotną przewagę nad bardziej złożonymi modelami uczenia maszynowego (np. Random Forest, XGBoost).

Zastosowanie tego modelu pozwoliło na wyeliminowanie uznaniowości i uzyskanie obiektywnych wycen dla każdego badanego obszaru.

### 3.3.1 Zasada działania i zastosowanie

Model XKN działa poprzez dobór **k** transakcji o parametrach najbardziej zbliżonych do obiektu wycenianego. Zastosowanie modelu jest możliwe dla dowolnego typu nieruchomości, które kwalifikują się do wyceny porównawczej, włączając w to lokale mieszkalne, grunty rolne i grunty budowlane. Wycena końcowa jest średnią ważoną cen transakcyjnych i wag otrzymanych z procesu minimalizacji eksperckiej funkcji dopasowania.



Ogólny schemat działania XKN:

- 1. Dobór Zakresu Transakcji:** Analizowanych jest  $n$  transakcji rynkowych w zakresie przestrzennym pochodzącym z wcześniej wyznaczonych **Obszarów/Rynków Podobnych**. To rozwiązanie zapewnia stały zakres przestrzenny transakcji, niezależny od daty wyceny.
- 2. Ocena Cech:** Dla każdej cechy tworzona jest indywidualna funkcja dopasowania, oceniająca podobieństwo tej cechy względem każdej transakcji. Wzrost wartości funkcji oznacza mniejsze podobieństwo.
- 3. Wartość Końcowa Funkcji Dopasowania:** Indywidualne wartości funkcji dopasowania są przekształcane w końcową wartość funkcji dopasowania (np. za pomocą średniej kwadratowej lub ważonej).
- 4. Wybór  $k$  Transakcji:** Wybierane jest  $k$  transakcji o najniższej (najlepszej) wartości funkcji dopasowania. Wartość  $k$  jest parametrem zależnym od typu nieruchomości.
- 5. Transformacja Wag:** Wartość funkcji dopasowania jest przekształcana na eksponencjalne wagi transakcji w celu promowania najbardziej podobnych obiektów i zwiększenia precyzji wyceny.
- 6. (Opcjonalnie) Odrzucanie Odstających Transakcji:** W celu eliminacji anomalii, transakcje odstające mogą zostać odrzucone na podstawie współczynnika odchylenia od mediany  $MAD = \text{median}(|x - \text{median}(x)|)$ , gdzie  $x = [\text{cena\_m2}_1, \text{cena\_m2}_2, \dots, \text{cena\_m2}_k]^T$  to wektor  $K$  cen. Zakres akceptowalnego przedziału wynosi:  $[\text{MEDIANA} - M1 * MAD ; \text{MEDIANA} + M2 * MAD]$ , gdzie  $M1, M2$  zależy od parametrów wyceny i dobranych transakcji.
- 7. Wyznaczenie Końcowej Wyceny:** Końcowa wycena ( $x_{kn\text{price}}$ ) jest wyznaczana jako średnia ważona cen transakcji pozostałych po odrzuceniu odstających:

$$8. x_{kn\text{price}} = \sum_{i=1}^{k_i} \frac{w_{\text{weight}_i} \cdot \text{cen}_{\text{htia\_m2}_i}}{\sum_{i=1}^{k_i} w_{\text{weight}_i}}$$



### 3.3.2 Zalety i walidacja modelu

Kluczową zaletą modelu XKN jest jego interpretowalność i przejrzystość. Możliwość bezpośredniego doboru transakcji podobnych oraz podejrzenia konkretnych transakcji i nadanych im wag, ma ogromne znaczenie dla wewnętrznej walidacji modelu. Dostęp do próbki danych umożliwia szybką kalibrację poszczególnych funkcji dopasowania oraz ręczną moderację próbki danych przez analityka w przypadku eksperckiej korekty wyników.

## 3.4 Lista wykorzystywanych cech nieruchomości

Na potrzeby algorytmu XKN uwzględniany jest zestaw kluczowych atrybutów nieruchomości gruntowej. Oceniane cechy stanowią podstawę do obliczenia funkcji dopasowania, co bezpośrednio wpływa na wiarygodność wyceny.

W algorytmie XKN brane są pod uwagę następujące informacje:

- Typ nieruchomości: Określenie przeznaczenia (np. grunty rolne, grunty pod zabudowę jednorodziną).
- Odległość Przestrzenna: Odległość w metrach między wycenianą działką a transakcją, kluczowa dla lokalnego podobieństwa.
- Charakterystyka Geometryczna:
  - Powierzchnia działki (parametr ilościowy).
  - Współczynnik kształtu działki (miara regularności i atrakcyjności do zagospodarowania).
- Lokalizacja i Kontekst:
  - Obręb ewidencyjny (mikrorynkowe uwarunkowania administracyjne).
  - Odległość od najbliższego centrum miejskiego (wskaźnik makrolokalizacji i dostępu do infrastruktury).
- Klasa Gruntu: Parametr bonitacyjny uwzględniany wyłącznie dla gruntów rolnych, określający jakość i produktywność gleby.

## 3.5 Opracowanie trendów bazujących na modelu XKN

Podstawowym podziałem przestrzennym zastosowanym w procesie wyceny gruntów był centroid obwodu spisowego. Ten wybór stanowił najmniejszą jednostkę przestrzenną umożliwiającą stabilną i lokalną analizę.

Dla każdego centroidu obwodu spisowego wykonano niezależne wyceny dla następujących kategorii:

- Grunty przeznaczone pod zabudowę jednorodziną (działki budowlane):
  - Wyróżniono trzy przedziały powierzchni w celu uwzględnienia wpływu wielkości działki na jej cenę jednostkową.
- Grunty rolne:
  - Zastosowano dwa przedziały powierzchni.
  - Wykluczono grunty rolne położone w miastach na prawach powiatu.

## 3.6 Wyznaczenie średnich rocznych wartości nieruchomości

**Dla każdego wytypowanego obwodu spisowego** dokonano kwartalnych oszacowań wartości nieruchomości. Zakres analizy czasowej obejmował okres **od 1. kwartału 2014 roku do 2. kwartału 2025 roku**. Oszacowania

te wyznaczono na ostatni dzień każdego kwartału oddzielnie dla każdego typu gruntu (rolny oraz pod zabudowę jednorodzinna) oraz dla zdefiniowanych przedziałów powierzchni.

W wyniku tych obliczeń, z wykorzystaniem modelu XKN, utworzona została obszerna baza danych **pojedynczych wycen**.

Na tej podstawie **wyznaczono roczne średnie wartości dla poszczególnych segmentów nieruchomości gruntowych (grunty rolne i grunty pod zabudowę)**. Uśrednienie dla roku było konieczne, ponieważ dla części analizowanych turbin wiatrowych nie była znana dokładna data realizacji inwestycji (posiadano tylko rok budowy).

Wyznaczone wartości posłużyły jako parametr w dalszych analizach statystycznych służących do badania wpływu lokalizacji turbin wiatrowych na wartość nieruchomości.

## 4. Analiza porównawcza trendów wartości nieruchomości

Ostatnim etapem metodyki było wyznaczenie i porównanie zachowań cen nieruchomości w okresie przed i po realizacji inwestycji na podstawie wcześniej wyznaczonych średnich wartości cen gruntów rolnych i gruntów pod zabudowę jednorodzinna.

### 4.1 Wyznaczenie trendów zmian cen

Do analizy dynamiki zmian cen w czasie wykorzystano analizę trendów opartą na regresji liniowej. To podejście pozwoliło na ilościowe określenie kierunku i siły zmian wartości nieruchomości gruntowych.

- **Funkcja agregująca:** Zastosowano analizę regresji liniowej do wyznaczenia współczynnika nachylenia trendu ( $\beta$ ), gdzie:
  - **Y** reprezentuje roczne średnie wartości cen nieruchomości (zmienna zależna).
  - **X** reprezentuje czas (lata, zmienna niezależna).
- **Obliczenie nachylenia linii regresji ( $\beta$ ):** Za pomocą tej funkcji obliczono nachylenie linii regresji ( $\beta$ ), które stanowi numeryczny wskaźnik trendu zmiany cen:
  - **Wartość dodatnia ( $\beta > 0$ ):** Oznacza wyraźny trend wzrostowy cen.
  - **Wartość ujemna ( $\beta < 0$ ):** Oznacza wyraźny trend spadkowy cen.
  - **Wartość bliska zeru ( $\beta \cong 0$ ):** Oznacza brak wyraźnego trendu lub stabilizację cen.

### 4.2 Analiza porównawcza (przed i po)

1. **Wymiar czasowy:** nachylenie linii regresji zostało porównane dla dwóch zdefiniowanych okresów:
  - Okres przed budową: okres do pięciu lat poprzedzających rozpoczęcie inwestycji w turbinę.
  - Okres po budowie: okres do pięciu lat następujących po wybudowaniu turbiny (włącznie z rokiem realizacji inwestycji).
2. **Wymiar Przestrzenny:** analizę trendów przeprowadzono zarówno dla:
  - **Obszarów badawczych:** Obwody spisowe znajdujące się w strefie bezpośredniego oddziaływania nowo wybudowanej turbiny.
  - **Obszarów kontrolnych:** Odpowiadające im obwody spisowe z tej samej jednostki ewidencyjnej, lecz poza strefą oddziaływania turbiny.

Takie porównanie umożliwia wyizolowanie efektu inwestycji od ogólnych trendów rynkowych występujących na poziomie lokalnym (gminy).

## 5. Wyniki

Poniższy rozdział prezentuje wyniki analizy wpływu lokalizacji turbin wiatrowych na ceny nieruchomości. Badanie przeprowadzono metodą różnicy w różnicach (Difference-in-Differences), porównując obszary objęte oddziaływaniem turbin (strefa badawcza) z obszarami wolnymi od ich wpływu (strefa kontrolna) w ramach tych samych jednostek ewidencyjnych.

Analiza obejmowała łącznie **29 jednostek ewidencyjnych** w 26 gminach, w tym **892 obszary**: 732 obszary kontrolne i 160 obszarów badawczych, zlokalizowanych w pobliżu 230 turbin wiatrowych.

Podstawą analizy były **średnie roczne wartości cen nieruchomości**, wyznaczone w oparciu o łącznie **46 034 transakcje rynkowe**:

- 22 438 transakcji dotyczących nieruchomości gruntowych przeznaczonych pod zabudowę jednorodzinną,
- 23 596 transakcji dotyczących nieruchomości gruntowych o charakterze rolnym.

### 5.1 Wpływ obecności turbin na ceny nieruchomości w obrębie jednostki ewidencyjnej

Analiza regresji liniowej (parametru regr\_slope) pozwoliła na wyznaczenie trendów cenowych przed i po uruchomieniu instalacji. Kluczowym wskaźnikiem jest tutaj „zmiana trendu” – czyli o ile złotych rocznie przyspieszył lub zwolnił wzrost cen po inwestycji.

Poniższa tabela prezentuje trend przed i po realizacji inwestycji oraz zmianę trendu zarówno dla obszarów badawczych, jak i kontrolnych, dla poszczególnych jednostek ewidencyjnych oraz typów gruntów.

**Tabela 1.** Trend przed i po realizacji inwestycji dla poszczególnych jednostek ewidencyjnych i typów nieruchomości.

TERYT	RODZAJ GRUNTU	OBSZARY BADAWCZE (Z TURBINĄ)			OBSZARY KONTROLNE		
		TREND		ZMIANA TRENDU	TREND		ZMIANA TRENDU
		PO INWESTYCJI	PRZED INWESTYCJĄ		PO INWESTYCJI	PRZED INWESTYCJĄ	
0601182	grunty rolne	0,31	0,39	0,08	0,28	0,39	0,10
0601182	grunty pod zabudowę	1,14	14,25	13,12	0,87	13,96	13,09
0604052	grunty rolne	0,36	0,13	-0,23	0,34	0,10	-0,24

0604052	grunty pod zabudowę	-3,24	2,12	5,36	1,29	3,11	1,82
0618065	grunty rolne	0,45	0,10	-0,35	0,41	0,17	-0,24
0618065	grunty pod zabudowę	-2,18	1,54	3,72	-1,83	1,27	3,10
0618124	grunty rolne	0,33	0,01	-0,32	0,29	0,04	-0,25
0618124	grunty pod zabudowę	-1,80	3,48	5,28	-1,68	3,31	4,99
0618125	grunty rolne	0,33	0,12	-0,20	0,28	0,11	-0,16
0618125	grunty pod zabudowę	-2,23	3,48	5,72	-0,99	3,81	4,80
0805022	grunty rolne	0,14	-0,01	-0,15	0,16	-0,01	-0,17
0805022	grunty pod zabudowę	2,84	5,31	2,47	1,08	5,40	4,32
0805035	grunty rolne	0,35	-0,01	-0,36	0,38	-0,01	-0,39
0805035	grunty pod zabudowę	3,11	7,21	4,10	4,05	7,18	3,13
0810062	grunty rolne	0,28	0,11	-0,17	0,26	0,14	-0,12
0810062	grunty pod zabudowę	-0,54	5,18	5,72	-0,03	4,28	4,31
0810075	grunty rolne	0,12	0,04	-0,08	0,09	0,20	0,11



0810075	grunty pod zabudowę	0,55	6,80	6,25	-1,84	3,52	5,35
1015052	grunty rolne	0,38	0,19	-0,19	0,32	0,19	-0,13
1015052	grunty pod zabudowę	1,64	0,04	-1,61	1,74	0,14	-1,60
1015092	grunty rolne	0,26	0,19	-0,07	0,25	0,20	-0,06
1015092	grunty pod zabudowę	0,55	1,86	1,31	0,72	1,89	1,17
1413092	grunty rolne	0,26	0,62	0,36	0,32	0,54	0,23
1413092	grunty pod zabudowę	3,64	11,04	7,40	2,56	9,57	7,01
1433022	grunty rolne	0,31	0,57	0,25	0,33	0,57	0,24
1433022	grunty pod zabudowę	1,70	10,39	8,69	2,16	12,68	10,52
1433092	grunty rolne	0,25	0,40	0,15	0,22	0,37	0,15
1433092	grunty pod zabudowę	2,07	6,11	4,04	1,60	5,71	4,11
1611075	grunty rolne	0,06	1,18	1,12	0,21	0,69	0,47
1611075	grunty pod zabudowę	1,31	10,12	8,81	3,14	10,34	7,21
2209062	grunty rolne	0,05	0,82	0,76	0,11	0,60	0,48



2209062	grunty pod zabudowę	3,81	15,94	12,13	3,67	12,38	8,71
2405082	grunty rolne	0,10	0,51	0,42	0,01	0,82	0,81
2405082	grunty pod zabudowę	1,66	14,87	13,22	1,69	14,88	13,19
2413082	grunty rolne	0,06	0,02	-0,03	0,00	0,18	0,19
2413082	grunty pod zabudowę	1,71	5,76	4,05	1,53	8,06	6,53
2612015	grunty rolne	0,22	-0,02	-0,24	0,23	-0,05	-0,27
2612015	grunty pod zabudowę	5,22	1,24	-3,98	3,77	0,96	-2,81
2801032	grunty rolne	0,27	0,29	0,03	0,23	0,07	-0,16
2801032	grunty pod zabudowę	4,26	-0,24	-4,50	1,98	4,24	2,26
2801065	grunty rolne	0,19	0,35	0,16	0,18	0,31	0,13
2801065	grunty pod zabudowę	3,57	1,48	-2,10	2,95	1,41	-1,54
2804074	grunty rolne	0,26	0,30	0,04	0,29	0,27	-0,02
2804074	grunty pod zabudowę	0,64	9,77	9,13	2,50	9,68	7,17
2804075	grunty rolne	0,18	0,35	0,17	0,20	0,22	0,02



2804075	grunty pod zabudowę	1,08	6,98	5,90	1,45	6,36	4,91
3010075	grunty rolne	0,18	0,34	0,16	0,17	0,34	0,17
3010075	grunty pod zabudowę	0,82	6,23	5,41	-0,65	5,90	6,54
3010112	grunty rolne	0,14	0,57	0,43	0,12	0,61	0,49
3010112	grunty pod zabudowę	1,13	5,35	4,22	2,06	6,49	4,43
3020034	grunty rolne	0,72	0,16	-0,56	0,72	0,19	-0,54
3020034	grunty pod zabudowę	3,56	10,53	6,97	2,74	10,88	8,14
3208062	grunty rolne	0,11	0,44	0,33	0,16	0,45	0,29
3208062	grunty pod zabudowę	1,57	-2,37	-3,94	0,05	-3,57	-3,62
3212042	grunty rolne	-0,07	0,24	0,30	-0,04	0,19	0,22
3212042	grunty pod zabudowę	-0,99	2,95	3,94	-0,15	3,20	3,34
3214042	grunty rolne	-0,17	0,36	0,53	-0,10	0,34	0,44
3214042	grunty pod zabudowę	-10,75	1,63	12,38	-5,41	1,15	6,56

Analizując dane szczegółowe dla poszczególnych gmin, zauważalna jest duża heterogeniczność wyników, która jednak nie koreluje z obecnością turbin, lecz może być związana ze specyfiką lokalną.

### → Grunty rolne – stabilizacja i niska zmienność:

Średnia zmiana trendu w strefach z turbinami wyniosła +0,08 PLN/rok (**przy odchyleniu standardowym  $\sigma = 0,36$  PLN**), podczas gdy w strefach kontrolnych +0,06 PLN/rok ( **$\sigma = 0,31$  PLN**). Różnica ta jest statystycznie nieistotna i pokazuje, że grunty w obszarach badawczych drożęją w tym samym tempie, co pozostałe obszary w jednostce ewidencyjnej.

W przypadku **25 jednostek ewidencyjnych zmiana trendu miała ten sam charakter dla obu typów obszarów**. W czterech jednostkach ewidencyjnych zaobserwowano natomiast różne tendencje: w dwóch przypadkach dynamika trendu rosła w obszarach bez turbin i malała w obszarach z turbinami, a w pozostałych dwóch przypadkach odwrotnie – malała w obszarach bez turbin i rosła w obszarach z turbinami.

Oznacza to, że po budowie wiatraka ceny gruntów rolnych w jego sąsiedztwie rosły z niemal identyczną (a nawet minimalnie wyższą) dynamiką jak w reszcie jednostki ewidencyjnej.

**Rozkład zmian: Pełny zakres zmian trendu w obszarach z turbinami wynosi od -0,56 PLN do +1,12 PLN, a w przypadku obszarów kontrolnych od -0,54 PLN do 0,81 PLN.** Dla większości badanych jednostek (ok. 79%) zmiana trendu cenowego oscyluje w wąskim przedziale od -0,40 PLN do +0,40 PLN rocznie. Wskazuje to na bardzo stabilny charakter rynku rolnego.

**Wartości skrajne:** Największe pozytywne odchylenie trendu w obszarach z turbinami odnotowano dla gminy **Zawadzkie - obszar wiejski (1611075)**, gdzie trend wzrostowy przyspieszył o **+1,12 PLN/rok**, podczas gdy w obszarze kontrolnym wzrost wyniósł **+0,47 PLN/rok**.

**Przypadki spadkowe:** Jedyne wyraźniejszy spadek dynamiki (ale nie cen nominalnych) zauważono w na **obszarze miasta w gminie Dobrzyca (3020034)**, gdzie trend wyhamował o **ok. 0,56 PLN/rok**, jednak zjawisko to wystąpiło symetrycznie zarówno w strefie turbin, jak i w strefie kontrolnej (**-0,54 PLN/rok**), co wyklucza wpływ wiatraków.

### → Grunty pod zabudowę – wysoka dynamika i lokalne uwarunkowania:

Analogicznie, zmiana trendu dla obszarów z turbinami wyniosła +4,94 PLN/rok ( **$\sigma = 4,88$  PLN**) wobec +4,73 PLN/rok ( **$\sigma = 4,10$  PLN**) w obszarach kontrolnych. **Zbliżone wartości średnie oraz odchylenia standardowe potwierdzają brak istotnych różnic w profilu zachowań cen pomiędzy badanymi obszarami.**

Tylko w przypadku jednej gminy zaobserwowano różne tendencje zmian trendu.

**Zakres zmian trendu** dla obszarów z turbinami rozciąga się od **-4,50 PLN do +13,22 PLN**, a w przypadku obszarów kontrolnych od **-3,62 PLN do 13,19 PLN**.

**Dominacja wzrostów:** W 84,5% przypadków po wybudowaniu turbin nastąpiło przyspieszenie wzrostu cen (dodatnia zmiana trendu) lub utrzymanie trendu wzrostowego.

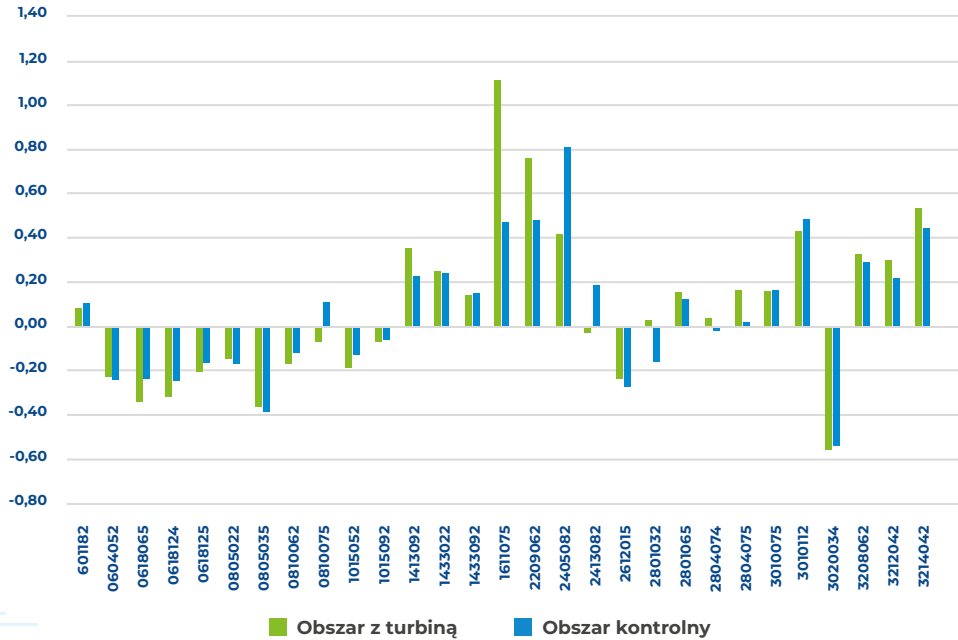
**Liderzy wzrostu:** Najwyższe nominalne przyspieszenie odnotowano w gminie Wielowieś (2405082). W strefie oddziaływania turbin trend wzrostowy przyspieszył aż o **+13,22 PLN/rok**, co jest wynikiem lepszym niż w strefie kontrolnej (**+13,19 PLN/rok**). Podobnie sytuacja wygląda w gminie Wisznice (0601182), gdzie obie strefy odnotowały niemal identyczny, bardzo wysoki skok dynamiki (**+13,12** dla obszarów z turbinami i **+13,09 PLN/rok** dla obszarów kontrolnych).

**Analiza odstępstw:** Przypadki, gdzie obszary kontrolne radziły sobie lepiej (np. Górzycza, 0805022), są mniej liczne i zrównoważone przez przypadki odwrotne (np. wspomniane Wielowieś czy Wisznice), co potwierdza losowy rozkład tych różnic.

**Analiza (Rysunki 5 i 6) potwierdza heterogeniczność rynku – w niektórych jednostkach ewidencyjnych słupki zielone (turbiny) są wyższe, w innych niebieskie (kontrola), co wskazuje na decydujący wpływ czynników lokalnych (np. uzbrojenie terenu, plany zagospodarowania, odległość do POI) a nie samej infrastruktury wiatrowej.**

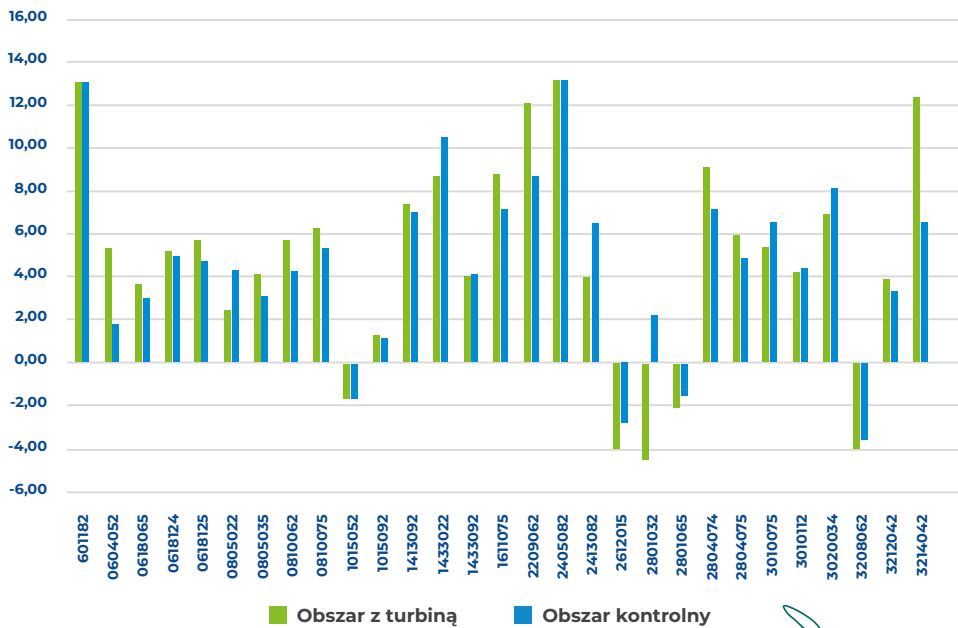
Dodatkowo można zauważyć, że zachowanie trendów cenowych różni się w przypadku gruntów przeznaczonych pod zabudowę – w większości jednostek ewidencyjnych obserwowano dynamikę wzrostową, natomiast w przypadku gruntów rolnych blisko połowa jednostek ewidencyjnych odnotowała spowolnienie tego trendu.

**Zmiana trendu cen (przed vs po inwestycji) wg jednostek ewidencyjnych – grunty rolne**



**Rys 5.** Zmiana trendu cen (Przed vs Po) w podziale na jednostki ewidencyjne – grunty rolne

**Zmiana trendu cen (przed vs po inwestycji) wg jednostek ewidencyjnych – grunty pod zabudowę**



**Rys 6.** Zmiana trendu cen (Przed vs Po) w podziale na jednostki ewidencyjne – grunty pod zabudowę



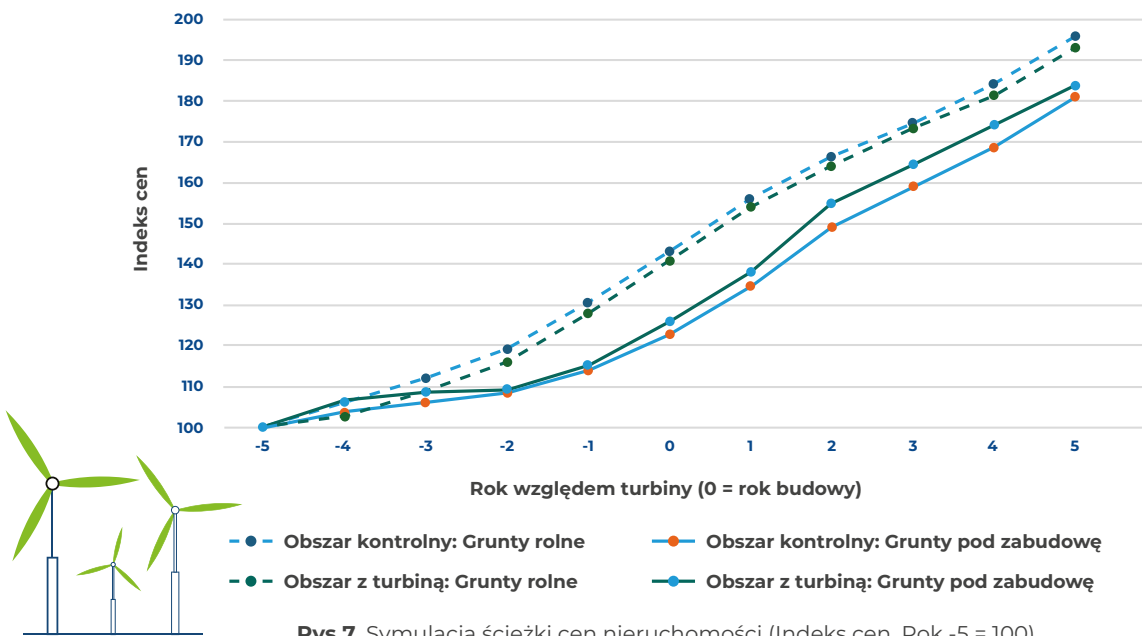
Analiza przypadków odstających (outlierów) oraz **rozkładu statystycznego** dowodzi, że lokalizacja turbin nie stanowi bariery dla gwałtownych wzrostów cen gruntów budowlanych, jeśli ogólna koniunktura w gminie jest sprzyjająca.

## 5.2 Analiza różnic średnich cen pomiędzy okresami

W celu pogłębienia wniosków płynących z analizy trendów, przeprowadzono badanie dynamiki indeksów cen w 10-letnim oknie czasowym (od 5 lat przed i do 5 lat po inwestycji)<sup>3</sup>.

Poniższy wykres (Rys. 7) obrazuje skumulowaną przeciętną zmianę cen w czasie. Nakładające się linie dla obszarów z turbinami (zielona) i kontrolnych (niebieska) wskazują na **brak negatywnej dywergencji cen po budowie turbiny**. Ścieżki wzrostu cen dla obu grup są niemal identyczne, co obrazuje równoległy przebieg linii na wykresie. **Nie obserwuje się efektu ‘nożyc’**, czyli rozchodzenia się cen na niekorzyść dla obszarów z turbinami po roku 0 (rok realizacji inwestycji).

Symulacja ścieżek cen (Indeks 100 = rok budowy - 5)



Rys 7. Symulacja ścieżki cen nieruchomości (Indeks cen, Rok -5 = 100)

Poza wizualną ocenę przebiegu indeksów cenowych, dokonano analizy korelacji pomiędzy obszarami objętymi lokalizacją turbin wiatrowych a obszarami kontrolnymi – wyniki analizy przedstawiono w Tabeli 2.

**Tabela 2.** Wyniki analizy korelacji trendów cenowych pomiędzy obszarami z turbinami a grupą kontrolną (Współczynnik Pearsona)

OKRES	GRUNTY ROLNE	GRUNTY POD ZABUDOWĘ
CAŁY OKRES	0,9995	0,9990

<sup>3</sup> W niektórych przypadkach okno czasowe było krótsze, np. dla obszarów, w których inwestycja została zrealizowana po 2020 r.

<b>PRZED INWESTYCJĄ</b>	0,9945	0,9834
<b>PO INWESTYCJI</b>	0,9995	0,9982

Uzyskane wartości współczynnika korelacji Pearsona, przekraczające poziom 0,98 we wszystkich analizowanych okresach, wskazują na bardzo silną zgodność przebiegu trendów cenowych pomiędzy obszarami zlokalizowanymi w sąsiedztwie turbin wiatrowych a obszarami kontrolnymi. Wyniki te nie wskazują, aby realizacja inwestycji w postaci turbin wiatrowych spowodowała istotne zaburzenia w dynamice cen gruntów, zarówno rolnych, jak i przeznaczonych pod zabudowę. Dodatkowo przeprowadzono analizę średnich rocznych zmian cen w okresie po wybudowaniu turbiny.

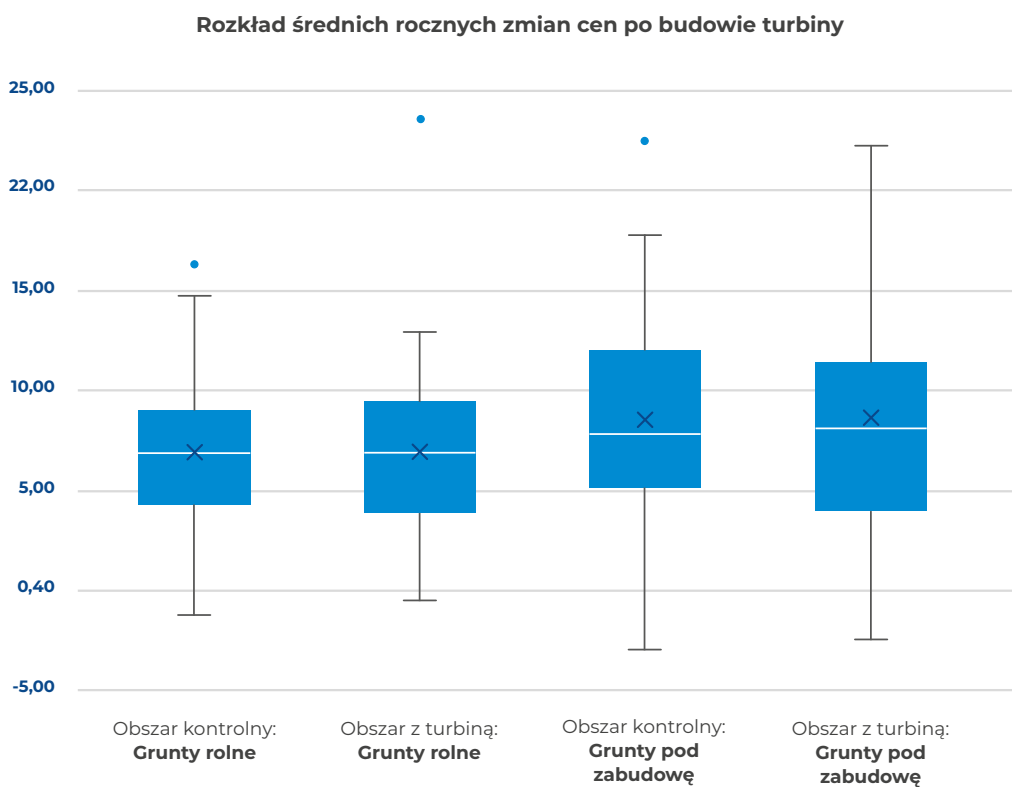
**Tabela 3.** Średnie roczne zmiany cen w gminach.

TERYT	OBSZAR KONTROLNY		OBSZAR Z TURBINĄ		ZMIANA [P.P.]	
	GRUNTY ROLNE	GRUNTY POD ZABUDOWĘ	GRUNTY ROLNE	GRUNTY POD ZABUDOWĘ	GRUNTY ROLNE	GRUNTY POD ZABUDOWĘ
0601182	11,1%	22,5%	11,1%	22,3%	0,08	0,22
0604052	3,5%	7,1%	4,7%	5,3%	-1,21	1,71
0618065	6,2%	3,4%	4,1%	3,8%	2,08	-0,39
0618124	3,6%	8,0%	2,6%	8,1%	1,01	-0,11
0618125	4,7%	7,3%	4,9%	7,8%	-0,14	-0,48
0805022	0,2%	7,4%	0,3%	7,5%	-0,10	-0,07
0805035	0,3%	7,9%	0,2%	8,1%	0,07	-0,15
0810062	5,1%	9,7%	3,9%	10,6%	1,19	-0,87
0810075	7,4%	6,3%	1,3%	11,1%	6,16	-4,81

1015052	7,0%	0,8%	7,2%	0,3%	-0,16	0,43
1015092	6,9%	4,3%	6,7%	4,0%	0,24	0,27
1413092	10,3%	14,9%	12,1%	15,3%	-1,79	-0,39
1433022	12,9%	17,9%	12,9%	15,9%	0,00	2,00
1433092	9,4%	10,2%	9,5%	9,7%	-0,16	0,51
1611075	14,8%	14,1%	23,6%	14,0%	-8,83	0,05
2209062	9,0%	16,5%	11,5%	19,3%	-2,46	-2,88
2405082	16,4%	16,4%	11,1%	15,7%	5,27	0,78
2413082	4,7%	8,0%	1,2%	7,5%	3,57	0,54
2612015	-1,2%	1,7%	-0,4%	2,1%	-0,77	-0,40
2801032	1,8%	6,7%	7,6%	0,7%	-5,80	5,96
2801065	7,6%	2,9%	9,0%	2,8%	-1,31	0,11
2804074	5,4%	10,6%	5,4%	11,3%	0,02	-0,67
2804075	5,7%	9,4%	6,9%	8,9%	-1,24	0,47
3010075	7,8%	12,3%	7,9%	12,3%	-0,06	-0,01
3010112	10,9%	8,8%	11,0%	8,6%	-0,02	0,18

3020034	2,3%	12,1%	2,0%	11,4%	0,30	0,68
3208062	8,4%	-2,8%	8,6%	-2,4%	-0,20	-0,36
3212042	4,3%	5,3%	5,6%	5,5%	-1,30	-0,23
3214042	8,0%	1,5%	9,4%	2,8%	-1,35	-1,34

Poniższy wykres (Rys. 8) prezentuje porównanie median i rozstępów zmian cen.



**Rys 8.** Rozkład średnich rocznych zmian cen po budowie turbiny

### → Średnia i mediana

Wyniki analizy wskazują na **wysoką zbieżność średnich i median rocznych** zmian zarówno w grupie obszarów z turbinami, jak i w grupie kontrolnej.

**Tabela 4.** Porównanie dynamiki cen gruntów w lokalizacjach inwestycyjnych i obszarach kontrolnych (średnioroczna stopa wzrostu)

RODZAJ NIERUCHOMOŚCI	ŚREDNIA			MEDIANA		
	OBSZAR Z TURBINĄ	OBSZAR KONTROLNY	RÓŻNICA (PP.):	OBSZAR Z TURBINĄ	OBSZAR KONTROLNY	RÓŻNICA (PP.):
GRUNTY ROLNE	7,0%	6,7%	0,24	6,9%	6,9%	0,00
GRUNTY POD ZABUDOWĘ	8,6%	8,7%	-0,03	8,1%	8,0%	0,11

W przypadku **gruntów rolnych średnie tempo wzrostu na obszarach z turbinami** wyniosło **6,95%**, podczas gdy **mediana** była niemal identyczna i **osiągnęła 6,89%**. Analogicznie w **obszarach kontrolnych** wartości te były bardzo zbliżone (**średnia 6,71%, mediana 6,89%**) – co w przypadku średniej daje różnicę +0,24 pp. (na korzyść obszarów z turbinami)

Podobny obraz obserwuje się w segmencie **gruntów pod zabudowę jednorodzinną**: w **obszarach z turbinami średnia roczna** zmiana wyniosła **8,63%** przy **medianie 8,11%**, natomiast w **grupie kontrolnej** – odpowiednio **8,66% i 8,00%** - co w przypadku średniej daje różnicę -0,03 pp. (brak różnicy)

Tak niewielkie różnice pomiędzy średnimi i medianami świadczą o tym, że **rozkład danych jest stabilny i pozbawiony silnej skośności**. Oznacza to, że na uzyskane wyniki nie wpływają pojedyncze przypadki o skrajnych wartościach, a obserwowana dynamika zmian jest reprezentatywna dla większości jednostek ewidencyjnych.

#### → Analiza zmian

Dodatkowa analiza różnic pomiędzy obszarami z turbinami a obszarami kontrolnymi potwierdza, że **tempo zmian cen w obu grupach jest bardzo podobne**.

W przypadku **gruntów rolnych średnia różnica wyniosła -0,24 p.p., a mediana -0,10 p.p.**, co wskazuje na minimalnie wolniejszy wzrost w obszarach z turbinami, choć w granicach naturalnej zmienności. **Odchylenie standardowe** na poziomie **2,76 p.p.** potwierdza umiarkowane, typowe zróżnicowanie danych.



W przypadku **gruntów pod zabudowę jednorodziną** różnice były jeszcze mniej wyraźne: **średnia różnica osiągnęła zaledwie 0,03 p.p., a mediana -0,01 p.p. Odchylenie standardowe** wyniosło **1,69 p.p.**, co potwierdza stabilność rozkładu i brak wyraźnych odchyień między analizowanymi obszarami.

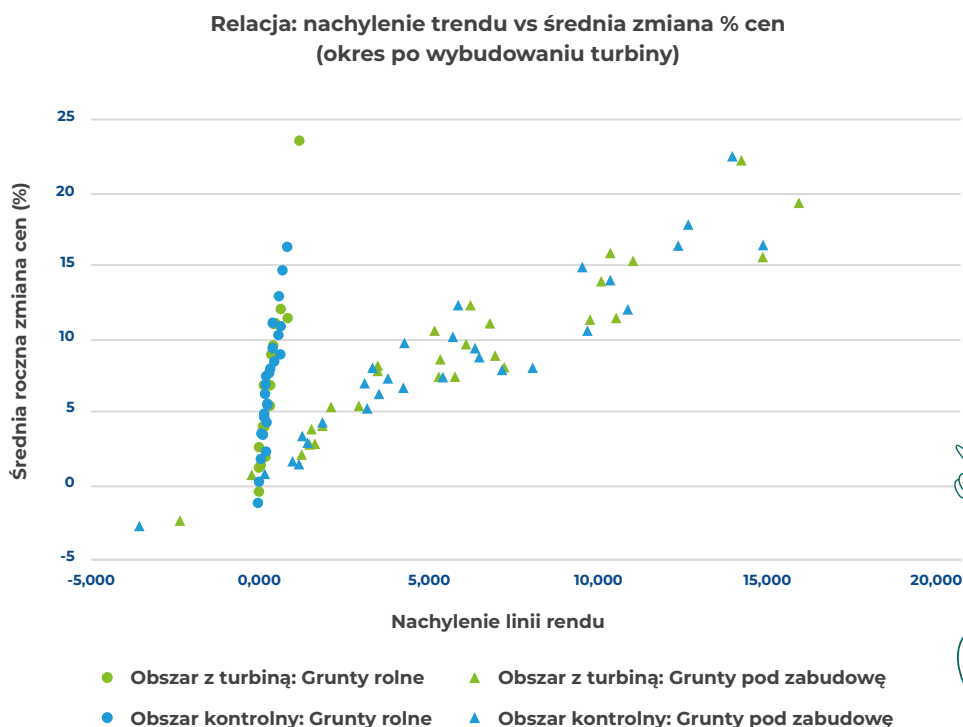
Podsumowując, zarówno porównanie średnich i median, jak i analiza rozkładów oraz odchyień standardowych pokazują spójną i jednorodną strukturę zmian cen gruntów. Parametry statystyczne w obu grupach pozostają zbliżone, co wskazuje, że obecność turbin wiatrowych nie wpływa istotnie ani na poziom dynamiki zmian wartości badanych gruntów, ani na zmienność (ryzyko) tych zmian.



## 6. Podsumowanie wyników według obszarów jednostek ewidencyjnych

Agregacja wyników na poziomie jednostek ewidencyjnych wskazuje, **że w badanej próbie, przy zastosowanej metodologii, nie zaobserwowano negatywnego wpływu obecności turbin wiatrowych na dynamikę cen nieruchomości.** Wykres rozrzutu (Rys. 9), przedstawiający **zależność między nachyleniem linii trendu a średnią zmianą cen, nie pokazuje żadnego wzorca sugerującego gorsze wyniki dla obszarów z turbinami** (zielone punkty). Dane te są równomiernie rozmieszczone wśród punktów kontrolnych (niebieskich), co potwierdza, że bliskość farmy wiatrowej nie stanowi czynnika obniżającego/warunkującego wartość inwestycji.

W analizie nie odnotowano również sytuacji, w której obszary z turbinami grupowały się w lewym dolnym rogu wykresu - czyli w strefie jednocześnie niskiego wzrostu kwotowego i niskiej dynamiki procentowej. Taki układ wskazywałby na wyraźne odstępstwo od trendów obserwowanych w obszarach kontrolnych, jednak w danych nie występuje.



**Rys 9.** Relacja nachylenie trendu vs średnia zmiana procentowa



Wykres punktowy **nie wykazuje separacji między analizowanymi grupami**. Obszary z turbinami nie koncentrują się w strefach wskazujących na słabsze wyniki cenowe.

Niezależnie od tego, czy porównywane są:

- wartości bezwzględne (nachylenie linii trendu, określające nominalny wzrost ceny),
- wartości procentowe (średnia zmiana, określająca tempo wzrostu),

**wyniki dla obszarów z turbinami pozostają zgodne z rezultatami dla obszarów kontrolnych**. Brak koncentracji zielonych punktów w strefie niskich wzrostów potwierdza, że czynniki lokalne (związane z charakterystyką poszczególnych gmin) mogą mieć większe znaczenie dla kształtowania cen nieruchomości niż odległość od infrastruktury energetycznej.

## 7. Wnioski i rekomendacje

Na podstawie przeprowadzonej analizy porównawczej, obejmującej badanie trendów regresji oraz dynamiki cen w ujęciu czasowym i przestrzennym, sformułowano następujące wnioski dla uczestników rynku:

- 1. Neutralność inwestycyjna:** Wyniki analizy danych na określonej próbie, nie dostarczyły dowodów na stwierdzenie istnienia systematycznego, negatywnego wpływu turbin wiatrowych na ceny badanych nieruchomości gruntowych. Zarówno grunty rolne, jak i te przeznaczone pod zabudowę, w obszarach występowania turbin (obszary badawcze) zachowują dynamikę wzrostu tożsamą z obszarami kontrolnymi.
- 2. Brak efektu „stygmatyzacji” terenu:** Ścieżki cenowe analizowanych gruntów nie wykazują tąpnięcia w momencie realizacji inwestycji, co w badanej próbie pozwala stwierdzić, że rynek nie dyskontuje negatywnie sąsiedztwa farm wiatrowych.
- 3. Stabilność poziomu ryzyka:** Brak istotnych różnic w odchyleniach standardowych cen transakcyjnych w odniesieniu do objętych analizą transakcji sugeruje, że w badanym zakresie obecność turbin wiatrowych nie wiąże się ze wzrostem zmienności rynkowej ani postrzeganego ryzyka inwestycyjnego.

Przeprowadzone badanie w ramach analizowanej próby dowodzi, że, **w polskich warunkach rynkowych bliskość farmy wiatrowej nie stanowi czynnika obniżającego wartość nieruchomości gruntowej**. Czynniki lokalne, takie jak uzbrojenie terenu czy ogólny rozwój gminy, mają decydujący wpływ na ceny, marginalizując znaczenie sąsiedztwa infrastruktury OZE.





## 8. Podsumowanie ograniczenia próby

Uzyskane wyniki są oparte na rygorystycznie dobranej próbie, co gwarantuje jakość i obiektywizm. Wskazują one, że w badanych gminach nie ma dowodów na negatywny wpływ turbin na ceny gruntów. Jednakże, z uwagi na ograniczony zakres próby badawczej nie można wykluczyć występowania odmiennych zależności w innych regionach kraju, dlatego rekomenduje się **zlecenie poszerzonej analizy na większej liczbie jednostek ewidencyjnych** (ok. 158 spełniających kryteria) w celu uzyskania pełniejszego obrazu dla całego kraju.





**Cenatorium sp. z o.o.**  
[www.cenatorium.pl](http://www.cenatorium.pl)



**Inplus Energetyka Sp. z o.o.**  
[www.inplus.pl](http://www.inplus.pl)