

*Bogusław Luchter*

Katedra Gospodarki Regionalnej  
Uniwersytet Ekonomiczny w Krakowie

*Anna Walkosz*

Katedra Ekonometrii i Badań Operacyjnych  
Uniwersytet Ekonomiczny w Krakowie

# Prognozowanie zmian udziału użytków rolnych w powierzchni ogólnej Krakowa

## Streszczenie

Celem artykułu jest wyznaczenie prognoz udziału powierzchni użytków rolnych w powierzchni ogólnej na przykładzie Krakowa, do którego w okresie gospodarki centralnie sterowanej przyłączono wiele typowo rolniczych terenów, a które w ostatnich latach stały się przedmiotem intensywnej zabudowy. Badania przeprowadzone zostały dla okresu 1977–2012 w granicach miasta z danego roku spisowego. W analizie uwzględnione zostały też cztery były dzielnice administracyjne: Krowodrza, Nowa Huta, Podgórze i Śródmieście, zachowane dla celów bilansowych w geodezji jako jednostki ewidencyjne. Prognozy wyznaczone zostały na okres 2012–2022.

W celu określenia perspektywicznych zmian struktury użytkowania ziemi – na przykładzie użytków rolnych ogółem, posłużono się metodą trendu liniowego, określającego na podstawie dłuższego okresu tendencje rozwojowe. Przeprowadzona weryfikacja potwierdziła statystyczną istotność zastosowanych funkcji matematycznych. Badania wykazały generalnie tendencję spadkową, w latach 2012–2022, udziału powierzchni użytków rolnych w powierzchni ogólnej zarówno na terenie całego Krakowa, jak i poszczególnych jego dzielnic.

**Słowa kluczowe:** geografia ekonomiczna, gospodarka gruntami w miastach, gospodarka przestrzenna, liniowy model trendu, prognozowanie, użytkowanie ziemi przestrzeni miejskiej.

## 1. Wprowadzenie

W Polsce po II wojnie światowej, w następstwie realizacji zasad gospodarki planowej przejawiającej się m.in. zniesieniem ceny ziemi i likwidacją renty gruntowej, w miastach dochodziło często do przyłączania sąsiednich podmiejskich terenów na „wyrost”, z myślą o rezerwacji gruntów pod realizację perspektywicznych inwestycji. W rezultacie takiej polityki w granicach tego typu jednostek osadniczych znalazły się głównie obszary rolnicze, odznaczające się przewagą użytków rolnych, a więc gruntów przeznaczonych dla rolnictwa – zarówno dla produkcji roślinnej (grunty orne, sady, ogrody warzywne i in.), jak i zwierzęcej (łąki, pastwiska).

Po 1989 r. w wyniku wdrażania zasad gospodarki rynkowej, przywrócenia ceny ziemi i innych mechanizmów gospodarczych zaczęto zagospodarowywać w miastach tereny ekstensywnie dotychczas użytkowane. Przede wszystkim przeobrażenia objęły tereny rolnicze, które przeznaczano głównie pod zabudowę, rzadziej natomiast pod komunikację, czy inne formy użytkowania ziemi (np. lasy, tereny zadrzewione i zakrzewione). Powierzchnia użytków rolnych zaczęła istotnie się zmniejszać.

Celem niniejszego artykułu jest przedstawienie zmian udziału powierzchni użytków rolnych w powierzchni ogólnej miast polskich w okresie ostatnich 35 lat i wyznaczenie prognoz na kolejne 10 lat. Jako przykład autorzy wybrali Kraków, do którego w okresie centralnie sterowanej gospodarki socjalistycznej przyłączono sporo terenów rolniczych. W ostatnich latach stały się one przedmiotem intensywnej zabudowy.

## 2. Uwagi metodologiczne

Prace poświęcone prognozowaniu przemian użytkowania ziemi, w tym powierzchni użytków rolnych, dotychczas ograniczały się jedynie do ogólnej charakterystyki zachodzących przeobrażeń i tendencji rozwojowych na podstawie dostępnych danych statystycznych [Bromek 1966, s. 47–83; Luchter 1990, s. 70–82; 2009, s. 35–37; 2010, s. 176–187; Mydel 1979, s. 57–85].

Brak precyzyjnej oceny procesu przemian w ujęciu perspektywnym wiąże się z nieistnieniem kompletnych retrospektywnych źródeł i materiałów statystycznych, umożliwiających zastosowanie ekonometrycznych modeli prognozy. Na przykład dla Krakowa (w aktualnych granicach administracyjnych) dane dotyczące powierzchni użytków rolnych (choć i tak najczęściej zestawiane) były sporadyczne i pochodziły z lat: 1848, 1870, 1900, 1931 [Luchter 1992, s. 59–76; 2010, s. 76–91; 2011a, s. 89–108].

Dopiero opracowywane regularnie od 1990 r., tj. po rozpoczęciu wdrażania w Polsce zasad gospodarki rynkowej i przywróceniu mechanizmu renty gruntowej, geodezyjne zestawienia w zakresie ewidencji gruntów i budynków, sporządzane na 1.01. każdego roku umożliwiają przeprowadzenie analizy ilościowej (por. [Zestawienie zbiorcze... 2003]).

W analizie tendencji rozwojowych za pomocą modeli trendu i ich zastosowaniu do wyznaczania prognoz wykorzystano prace: A. Zeliasia, B. Pawełek i S. Wanata [2002], M. Sobczyk [2013] oraz innych autorów [*Wprowadzenie...* 2009]. Poświęcone są one metodologii budowy modeli ekonometrycznych i ich zastosowaniu w badaniu zjawisk społeczno-ekonomicznych.

Badania przeprowadzone zostały na przykładzie miasta Krakowa w granicach administracyjnych z danego roku spisowego, tj. za okres 1977–2012, natomiast prognozy wyznaczono na okres 2012–2022. W okresie 1977–2012 powierzchnia Krakowa niewiele się zmieniła: wzrosła o 5 km<sup>2</sup>: z 322 km<sup>2</sup> w 1977 r. do 327 km<sup>2</sup> w 1986 r. (a więc tylko o 1,5 % [Luchter 2012, s. 21–22]). Drobną korekta, dokonana 1.01.2013 r., w wyniku której przyłączona została do Krakowa niewielka powierzchnia (4 ha) Zastowa – nie została uwzględniona w badaniach (badania zakończono na 31.12.2012 r.).

Analizę przeprowadzono dla Krakowa ogółem i czterech pomocniczych jednostek ewidencyjnych<sup>1</sup>. Od 1973 r. stały się nimi obowiązujące w latach 1973–1990 dzielnice administracyjne miasta: Krowodrza, Nowa Huta, Podgórze i Śródmieście. W 1991 r., mimo wprowadzenia w Krakowie podziału miasta na osiemnaście pomocniczych dzielnic samorządowych, głównie z racji ekonomicznych (m.in. z powodu wysokich kosztów związanych z zakładaniem nowych kartotek) zachowano w geodezyjnej ewidencji gruntów były dzielnice administracyjne, uznając je za jednostki ewidencyjne.

Badaniami objęto użytki rolne. Dla celów porównawczych wykorzystano klasyfikację uwzględnioną w Zarządzeniu Ministrów Rolnictwa i Gospodarki Komunalnej z 20 lutego 1969 r. w sprawie ewidencji gruntów, w myśl której do użytków rolnych zaliczone zostały: grunty orne, sady, łąki trwałe i pastwiska trwałe [Zarządzenie... 1969, s. 223]. W Rozporządzeniu Ministra Rozwoju Regionalnego i Budownictwa z 29 marca 2001 r. w sprawie ewidencji gruntów i budynków – do użytków rolnych zaliczono, oprócz gruntów ornych, sadów, łąk trwałych i pastwisk trwałych jeszcze grunty rolne zabudowane, grunty pod stawami i grunty pod rowami [Rozporządzenie Ministra... 2001, s. 2844]. Z uwagi na to, że w Zarządzeniu z 1969 r. w ramach terenów zabudowanych

---

<sup>1</sup> Pojęcie „jednostka ewidencyjna” zdefiniowane zostało w Rozporządzeniu z 2001 r. dotyczącym ewidencji gruntów i budynków. Zgodnie z nim „w miastach, w których utworzone zostały dzielnice jako jednostki pomocnicze gminy, jednostką ewidencyjną może być obszar dzielnicy lub kilku sąsiadujących ze sobą dzielnic” [Rozporządzenie Ministra... 2001, s. 2779].

nie wyszczególniono gruntów rolnych zabudowanych, natomiast pozostałe formy zakwalifikowane zostały do innych grup i kategorii użytków<sup>2</sup> (np. grunty pod stawami i rowy – do wód), w niniejszej pracy ograniczono się jedynie do analizy użytków rolnych, składających się z form użytkowania ziemi uwzględnionych w Zarządzeniu z 1969 r.

Dla celów analitycznych przyjęto okresy umożliwiające przeprowadzenie badań prognostycznych na podstawie równych odstępów czasowych. Z uwagi na to, że nie udało się dla dłuższego czasu badań przyjąć okresów rocznych, uwzględnione zostały okresy 5-letnie, począwszy od 1977 r.<sup>3</sup> W ten sposób analizą statystyczną objęto osiem okresów: 1977, 1982, 1987, 1992, 1997, 2002, 2007 i 2012 ilustrujących przemiany powierzchni użytków rolnych w przeciągu ostatnich 35 lat<sup>4</sup>.

W celu określenia perspektywicznych zmian struktury użytkowania ziemi na przykładzie najlepiej bilansowanych użytków rolnych, posłużono się modelem trendu liniowego, określającego na podstawie dłuższego okresu tendencje rozwojowe zjawisk. Prognozy wyznaczono na kolejne dwa okresy pięcioletnie 2012–2017 i 2017–2022, a więc na 10 lat. Uwzględnione w analizie modele (funkcje trendu) to szczególnie przypadek modelu ekonometrycznego, w którym zmienną objaśnianą ( $y$ ) jest badane zjawisko (udział powierzchni użytków rolnych w powierzchni ogółem zarówno Krakowa, jak i poszczególnych byłych czterech dzielnic administracyjnych: Krowodrza, Nowa Huta, Podgórze, Śródmieście), a zmienną objaśniającą – zmienna czasowa  $t$  przyjmująca wartości kolejnych liczb naturalnych odpowiadających kolejnym okresom, poczynając od 1977 r.

W badaniach przyjęto liniową funkcję trendu o postaci:

$$y_t = \alpha_1 t + \alpha_0 + \varepsilon_t, \quad (1)$$

gdzie: zwykle  $t = 1, 2, \dots, n$  (w naszym przypadku, ponieważ dane dotyczą okresów z odstępem 5-letnim  $t = 1, 6, 11, 16, \dots, 36$ ).

Ocena parametru  $\alpha_0$  interpretowana jest jako teoretyczny (wynikający z funkcji trendu) poziom zmiennej objaśnianej  $y$  (udziału użytków rolnych w powierzchni ogólnej) w okresie poprzedzającym pierwszy okres badawczy

---

<sup>2</sup> Grupy użytków przyjęte zostały według drugiego stopnia szczegółowości podziału użytków, a kategorie użytków według pierwszego stopnia.

<sup>3</sup> Dane dla 1977 r. zostały zaczerpnięte z materiałów zawartych w ówczesnych dzielnicowych Zakładach Ewidencji Gruntów i Obsługi Ludności Krakowskiego Przedsiębiorstwa Geodezyjnego.

<sup>4</sup> Od 1991 r., tj. po wprowadzeniu w Krakowie podziału na dzielnice samorządowe, można regularnie (tj. co roku) śledzić przemiany w strukturze użytkowania ziemi. Por. Roczne zestawienia ewidencji gruntów sporządzane początkowo przez Wydział Geodezji i Mienia Komunalnego, a następnie Wydział Geodezji Urzędu Miasta Krakowa.

(tzn. gdy  $t = 0$ ; w naszym przypadku  $t = 0$  w 1976 r.). Wraz ze wzrostem  $t$  o 1,  $y$  zmienia się średnio o  $\alpha_1$  (rośnie, gdy  $\alpha_1$  jest dodatnie, maleje, gdy  $\alpha_1$  jest ujemne). W oszacowanych funkcjach ocena tego parametru informuje o średniorocznej zmianie odsetka użytków rolnych w analizowanym okresie (1977–2012).

Parametry funkcji trendu oszacowano Metodą Najmniejszych Kwadratów (MNK). Oprócz ocen parametrów strukturalnych obliczono wartości parametrów struktury stochastycznej, które pozwalają ocenić dokładność dopasowania oszacowanych modeli do obserwacji. Obliczono mianowicie<sup>5</sup>: współczynnik zmienności resztowej ( $V_e$ ), współczynnik determinacji ( $R^2$ ) oraz błędy średnie szacunku parametrów  $D(a_j)$ .

Oszacowane modele poddano weryfikacji, która zwykle obejmuje:

- ocenę stopnia zgodności modelu z danymi empirycznymi,
- weryfikację statystycznej istotności ocen parametrów strukturalnych.

W ocenie stopnia dopasowania modelu do danych empirycznych autorzy wykorzystali obliczone oceny parametrów struktury stochastycznej – współczynnika zmienności resztowej  $V_e$  (który pozwala ocenić, jaką część – w % – wartości średniej zmiennej objaśnianej stanowią odchylenia losowe) oraz współczynnika determinacji  $R^2$  (który informuje jaka część całkowitej zaobserwowanej zmienności zmiennej objaśnianej została wyjaśniona przez oszacowany model;  $R^2$  przyjmuje wartości z przedziału [0; 1], im bliższa 1 jest jego wartość – tym lepiej).

Należy zaznaczyć, że ocena jest subiektywna, zależy bowiem od założonej przez budującego model dokładności dopasowania. W literaturze przedmiotu w zasadzie panuje zgodność, że jeżeli współczynnik zmienności resztowej  $V_e$  nie przekracza 10%, a współczynnik determinacji  $R^2$  jest nie niższy niż 0,90 (90%), to można przyjąć, że model dostatecznie dokładnie opisuje badaną tendencję rozwojową (zależność)<sup>6</sup>. Takie też kryteria przyjęto w niniejszej pracy.

Weryfikacja statystycznej istotności ocen parametrów strukturalnych ma na celu sprawdzenie, czy parametry strukturalne:  $\alpha_1$  i  $\alpha_0$  zostały oszacowane dostatecznie dokładnie (czy błędy średnie ich szacunku nie są zbyt duże). W tym celu wykorzystuje się aparat statystyki matematycznej – test Studenta, który sprowadza się do obliczenia dla ocen parametrów statystyki  $t(a_j)$  ( $j = 0,1$ ), która

---

<sup>5</sup> Procedura estymacji modelu MNK i jego weryfikacji jest szczegółowo omówiona np. w pracy [Wprowadzenie... 2009, s. 25–53], a w odniesieniu do liniowej funkcji trendu w pracy [Zeliaś, Pawełek i Wanat 2002, s. 75–79]. W tych pracach można znaleźć wszystkie wykorzystane w artykule wzory.

<sup>6</sup> Por. np.: [Sobczyk 2013, s. 40], [Wprowadzenie... 2009, s. 53]. Niektórzy autorzy stawiają mniej restrykcyjne kryteria: np. nie więcej niż 20% dla współczynnika zmienności resztowej ( $V_e$ ) i co najmniej 0,80 dla współczynnika determinacji ( $R^2$ ) inni ograniczają się do interpretacji tych parametrów.

jest ilorazem oceny parametru  $a_j$  i błędu średniego jej szacunku  $D(a_j)$  i która wskazuje, ile razy ocena parametru jest większa od jej błędu średniego szacunku. Parametr jest statystycznie istotny, jeżeli wartość bezwzględna tej statystyki jest większa od wartości krytycznej  $t_\alpha$  odczytanej z tablic rozkładu  $t$ -Studenta, dla przyjętego poziomu istotności  $\alpha$  oraz  $n - k$  stopni swobody. Jako poziom istotności  $\alpha$  przyjmuje się najczęściej 0,05 (ewentualnie 0,10)<sup>7</sup>.

Tylko pod warunkiem, że dopasowanie modelu do obserwacji będzie zadowalające, a parametry strukturalne statystycznie istotne, można oszacowane modele wykorzystać do wnioskowania o badanych zależnościach (nieistotność parametru stojącego przy zmiennej czasowej  $t$  świadczyłaby, że zmienna ta nie wywiera istotnego wpływu na zmienną objaśnianą  $y$ , czyli zmiany w czasie badanego zjawiska są statystycznie nieistotne), a także do wyznaczania prognoz<sup>8</sup>.

Jedną z metod prognozowania jest ekstrapolacja (przedłużanie, przenoszenie modelu tej samej zmiennej) poza próbę, na której oparto budowę modelu. Zakłada się tutaj, że model będzie aktualny w momencie (okresie), na który budowana jest prognoza. Takie założenie jest spełnione zazwyczaj przy krótkookresowym prognozowaniu zjawisk o dużej inercji, tzn. z powolnymi ewolucyjnymi zmianami.

Prognozowanie metodą ekstrapolacji modelu tendencji rozwojowej jest uzasadnione, gdy spełnione są następujące warunki [Sobczyk 2013, s. 83]:

- analityczna postać funkcji trendu w okresie prognozowanym nie ulegnie zmianie,
- siła i kierunek zaobserwowanych w przeszłości wahań w okresie prognozowanym pozostaną niezmienione,
- wahania przypadkowe nie zniekształcą w istotny sposób badanego zjawiska w okresie prognozowanym.

Na tej podstawie można wnioskować, że ekstrapolacja jest właściwą metodą prognozowania krótkookresowego. Im bowiem dłuższy horyzont prognozy, tym większe jest prawdopodobieństwo niespełnienia wymienionych warunków. Według M. Sobczyka [2013, s. 86], zaleca się, by ekstrapolacja trendu nie przekraczała 25% długości okresu, z którego dane wykorzystano dla oszacowania funkcji tendencji rozwojowej. Z uwagi na to, że w artykule uwzględniono osiem obserwacji (co 5 lat) – prognozy na 10 lat (2012–2022) są uzasadnione, gdyż przy-

---

<sup>7</sup> Weryfikacja statystycznej istotności ocen parametrów jest szczegółowo omówiona np. w pracach: [Wprowadzenie... 2009, s. 53–56; Zeliaś, Pawełek i Wanat 2002, s. 78].

<sup>8</sup> Według M. Sobczyka [2013, s. 73], budowa modelu ekonometrycznego lub modelu trendu – to diagnozowanie przeszłości. Ma na celu poznanie natury zjawiska prognozowanego, mechanizmów jego rozwoju oraz ocenę czynników jego rozwoju (w przypadku modelu opisowego). Na tym etapie gromadzone są informacje historyczne, które poddawane są przetwarzaniu. Produktem przetwarzania jest model ekonometryczny, który stanowi narzędzie prognozowania.

jęte dwa okresy 5-letnie (2017 i 2022) stanowią 25%, a więc nie przekraczają postulowanej górnej granicy ekstrapolacji trendu.

Okres prognozowany oznaczany jest zazwyczaj jako  $T^9$ . Prognozę zmiennej  $y$  na okres  $T$  ( $y_T^P$ ) w przypadku liniowej funkcji trendu wyznacza się z relacji [Zeliaś, Pawełek i Wanat 2002, s. 76–79]:

$$y_T^P = a_1 T + a_0, \quad (2)$$

gdzie  $a_0$  i  $a_1$  to wyznaczone MNK oceny parametrów; zmienna czasowa:  $T = 41$  w roku 2017 i  $T = 46$  w 2022 r.

Wraz z prognozami należy podać wartości mierników pozwalających ocenić dokładność wyznaczonych prognoz. Obliczono zatem wartości:

– błędu średniego predykcji ( $S_{D_T}$ ), zwanego także błędem prognozy *ex ante*, który informuje o ile średnio (przy wielokrotnym powtarzaniu prognoz) wyznaczone prognozy mogą się różnić in plus lub in minus od rzeczywistych wartości zmiennej prognozowanej oraz

– błędu względnego predykcji ( $V_{D_T}$ ), który jest wyrażonym w procentach stosunkiem błędu średniego predykcji do wyznaczonej prognozy.

Im mniejsza jest wartość tych błędów, tym dokładniejsze prognozy. Jeżeli błąd względny przekracza 10% – prognozy uznawane są za niedopuszczalne [Zeliaś, Pawełek i Wanat 2002, s. 49–50]. Można dodać, że nie zawsze zmiany zjawisk w czasie mają charakter liniowy. W praktyce stosowanych jest wiele funkcji nieliniowych. W przypadku użytków rolnych ogółem dla wszystkich analizowanych przypadków (tj. dla Krakowa ogółem oraz poszczególnych jego byłych czterech dzielnic administracyjnych) trendy liniowe okazały się właściwe i dobrze dopasowane<sup>10</sup>.

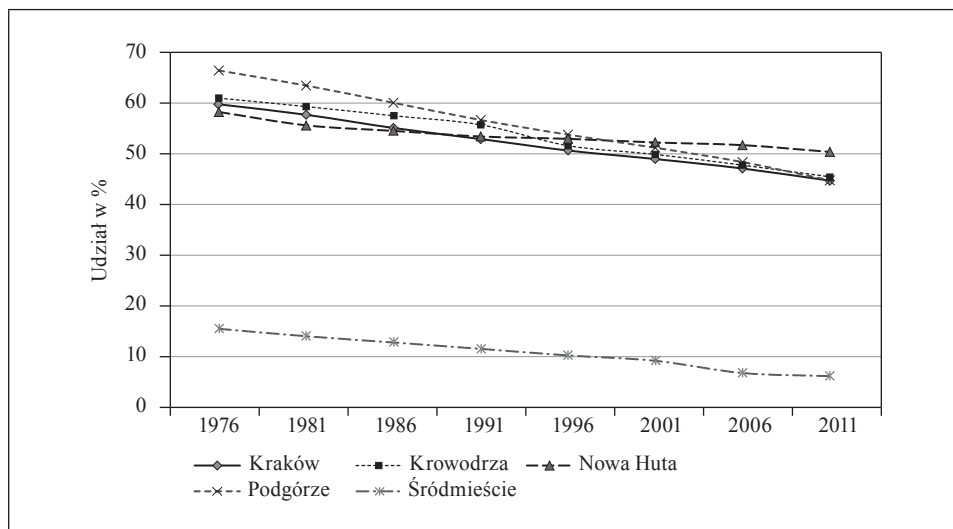
### 3. Zmiany udziału powierzchni użytków rolnych w powierzchni ogólnej na przykładzie Krakowa w latach 1977–2012

Na podstawie danych zawartych w geodezyjnych źródłach statystycznych (zestawieniach ewidencji gruntów), można stwierdzić, że w latach 1977–2012 na terenie miasta Krakowa, jak i jego byłych czterech dzielnic administracyjnych:

<sup>9</sup> Jeżeli funkcję trendu oszacowano na podstawie ośmiu obserwacji i przyjęto  $t = 1, 2, \dots, 8$ , to w prognozie na następny okres  $T = 9$ , a na kolejny  $T = 10$ . Ponieważ w naszym przypadku  $t = 1, 6, \dots, 36$  – w 2017 r.  $T = 41$  ( $36+5$ ), a w 2022 r.  $T = 46$  ( $41+5$ ).

<sup>10</sup> Dopiero analiza zmian udziału powierzchni poszczególnych form użytków rolnych: gruntów ornych, sadów, łąk trwałych, pastwisk stałych wykazała konieczność stosowania w niektórych przypadkach także funkcji nieliniowych. Zagadnienia te autorzy niniejszego artykułu zamierzają zaprezentować w odrębnym artykule.

Krowodrzy, Nowej Huty, Podgórze, Śródmieścia odsetek powierzchni zajmowanej przez użytki rolne spadał liniowo, chociaż w różnym tempie (por. rys. 1 i tabela 1).



Rys. 1. Udział użytków rolnych w powierzchni ogółem w Krakowie i według czterech byłych dzielnic administracyjnych w latach 1977–2012

Źródło: opracowanie własne na podstawie materiałów Wydziału Geodezji Urzędu Miasta Krakowa.

W 1977 r., tj. w początkowym okresie analizy statystycznej, udział powierzchni użytków rolnych w Krakowie ogółem wyniósł około 60% (59,75%), a w 2012 r. – już tylko niecałe 45% (44,6), co oznaczało spadek o 15 pkt procentowych (p.p.).

Relatywnie największym spadkiem udziału powierzchni użytków rolnych odznaczało się w tym okresie Podgórze (22 p.p.), najmniejszym zaś Nowa Huta (poniżej 8 p.p.), mimo przyłączenia w 1986 r. dwóch wsi: Węgrzynowice i Wrózenie. W świetle wcześniejszych danych i opracowań można zauważyć, że największy relatywny spadek udziału powierzchni użytków rolnych w powierzchni ogólnej miał miejsce na terenie tej byłej dzielnicy administracyjnej w latach 1977–1982 (o prawie 3 p.p. w ciągu 5 lat, czyli o 0,53 p.p. średniorocznie – tabela 1). W okresie dalszych 30 lat (1982–2012) spadek udziału powierzchni użytków rolnych w powierzchni ogólnej był już nieznaczny i wyniósł ponad 5 p.p. (średniorocznie – 0,17). Nowa Huta w okresie 1950–1977 odznaczała się najwyższym średniorocznym spadkiem udziału powierzchni użytków rolnych w powierzchni ogólnej (w latach 1950–1977 – spadek ten wyniósł 33,42 p.p. – średniorocznie 1,24 – z 91,66% w 1950 r. do 58,2 % w 1977 r. – tabela 1), z racji



przemian zachodzących na jej obszarze będących wynikiem budowy kombinatu metalurgicznego, i równocześnie dzielnicy mieszkaniowej [Luchter 2011b, s. 6].

Mimo silnej urbanizacji i niskiego już udziału powierzchni użytków rolnych w powierzchni ogólnej nieco większe, niż w przypadku Nowej Huty, zmiany zarejestrowano na terenie Śródmieścia obejmującego swym zasięgiem historyczne jądro miasta oraz inne sąsiednie, przeważnie zabudowane i przeobrażone pod względem urbanistycznym, obszary. Średnioroczny spadek udziału powierzchni użytków rolnych w powierzchni ogólnej wyniósł w centralnej części miasta, w latach 1977–2012 0,27 p.p., wobec 0,44 w Krowodrzy i 0,62 w Podgórzu (tabela 1).

Tabela 1. Średnioroczne ubytki powierzchni użytków rolnych na terenie Krakowa i byłych czterech dzielnic administracyjnych w latach 1950–2012

Wyszczególnienie	Udział % powierzchni użytków rolnych w powierzchni ogółem				Średnioroczne ubytki udziału powierzchni użytków rolnych w powierzchni ogólnej w p.p.				
	1950	1977	1982	2012	1950–2012	1950–1977	1977–2012	1977–1982	1982–2012
Kraków ogółem	81,45	59,75	57,25	44,69	0,59	0,80	0,43	0,50	0,42
Krowodrza	74,89	60,97	59,31	45,46	0,47	0,52	0,44	0,33	0,46
Nowa Huta	91,66	58,24	55,61	50,37	0,67	1,24	0,22	0,53	0,17
Podgórze	81,78	66,41	63,45	44,75	0,60	0,57	0,62	0,59	0,62
Śródmieście	40,84	15,49	14,02	6,15	0,56	0,94	0,27	0,29	0,26

Źródło: opracowanie własne na podstawie: [Luchter 1997] oraz materiałów Wydziału Geodezji Urzędu Miasta Krakowa.

Tendencję spadkową udziału powierzchni użytków rolnych w powierzchni ogólnej dokładniej charakteryzują funkcje trendu liniowego przedstawione w tabeli 2 i na rys. 2–6.

Tabela 2. Funkcje trendu odsetka użytków rolnych w powierzchni ogólnej Krakowa i byłych czterech dzielnic administracyjnych w latach 1977–2012

Wyszczególnienie	Oszacowana funkcja trendu	Miary dopasowania funkcji trendu do obserwacji	
		$V_e$ (w %)	$R^2$
Kraków ogółem	$\hat{y}_t = -0,426 t + 59,989$ <p style="text-align: center;">(0,009)      (0,190)</p> $ t(a_j)  \quad 47,3 \quad 315,7$	0,54%	0,997

cd. tabeli 2

Wyszczególnienie	Oszacowana funkcja trendu	Miary dopasowania funkcji trendu do obserwacji	
		$V_e$ (w %)	$R^2$
Krowodrza	$\hat{y}_t = -0,460 t + 62,038$ (0,019) (0,421) $ t(a_j) $ 24,2 147,4	1,17%	0,990
Nowa Huta	$\hat{y}_t = -0,195 t + 57,236$ (0,021) (0,459) $ t(a_j) $ 92,9 124,7	1,28%	0,934
Podgórze	$\hat{y}_t = -0,611 t + 66,879$ (0,010) (0,213) $ t(a_j) $ 61,1 314,0	0,57%	0,998
Śródmieście	$\hat{y}_t = -0,271 t + 15,782$ (0,010) (0,218) $ t(a_j) $ 27,1 72,4	3,02%	0,992

Objaśnienie: pod parametrami w nawiasach podano błędy średnie ich szacunku  $D(a_j)$ , a poniżej wartości bezwzględne statystyki  $t(a_j)$ .

Źródło: opracowanie własne na podstawie materiałów wydziału Geodezji Urzędu Miasta Krakowa.

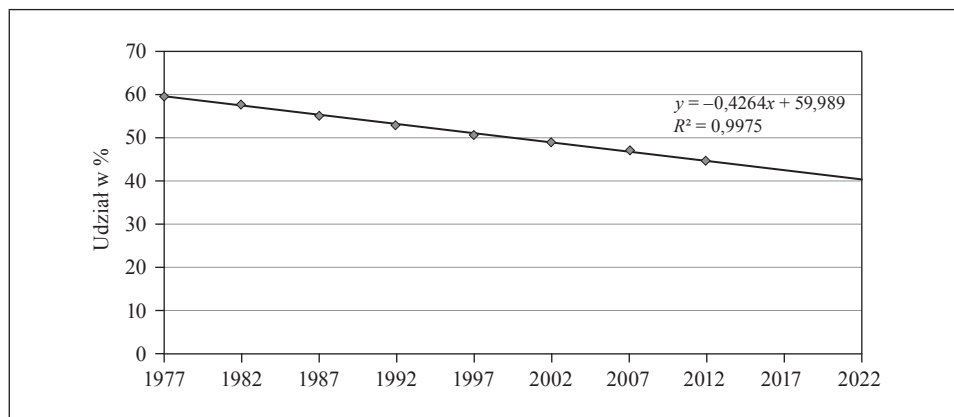
W tabeli 2 podano dla oszacowanych funkcji wartości współczynnika determinacji  $R^2$ , współczynnika zmienności resztowej  $V_e$  oraz błędy średnie szacunku parametrów i wartości bezwzględne statystyki  $t(a_j)$ , służącej do weryfikacji statystycznej istotności oceny parametru.

Wszystkie funkcje trendu okazały się bardzo dobrze dopasowane do obserwacji. Świadczą o tym m.in. wysokie wartości współczynnika determinacji oraz niskie wartości współczynnika zmienności resztowej.

Wartości współczynnika determinacji ( $R^2$ ) dla Krakowa, Krowodrzy, Podgórza i Śródmieścia – przekraczają 0,99. Oznacza to, że oszacowane funkcje wyjaśniają zmienność analizowanego zjawiska (udziału powierzchni użytków rolnych w ogólnej powierzchni) w ponad 99%. Jedynie dla Nowej Huty dopasowanie liniowej funkcji trendu było nieco gorsze.  $R^2$  wyniosło 93,43%, co oznacza (zgodnie z omówionymi wcześniej zasadami) i tak bardzo dobre dopasowanie do obserwacji.

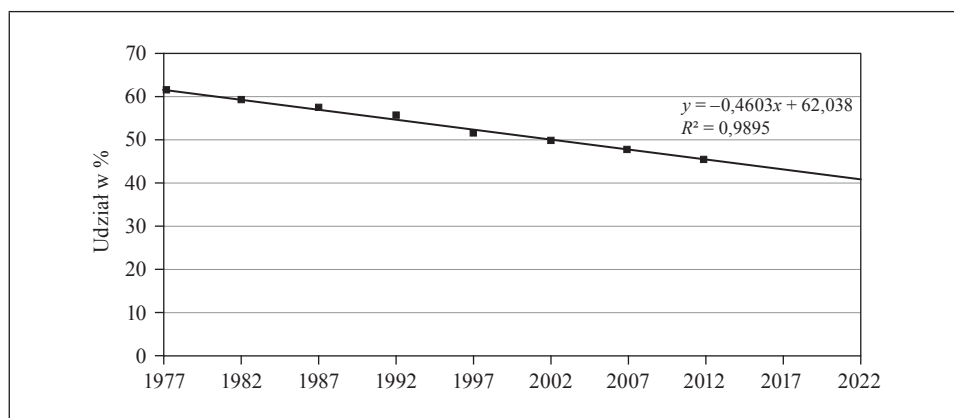
Współczynnik zmienności resztowej ( $V_e$ ) tylko dla Śródmieścia przyjął wartość rzędu 3% – co oznacza, że odchylenia losowe stanowią około 3%

średniego odsetka użytków rolnych w tej dzielnicy; dla pozostałych jednostek wartości te wahają się od 0,57% do 1,28%, a więc wszystkie są znacznie niższe niż założone 10%.



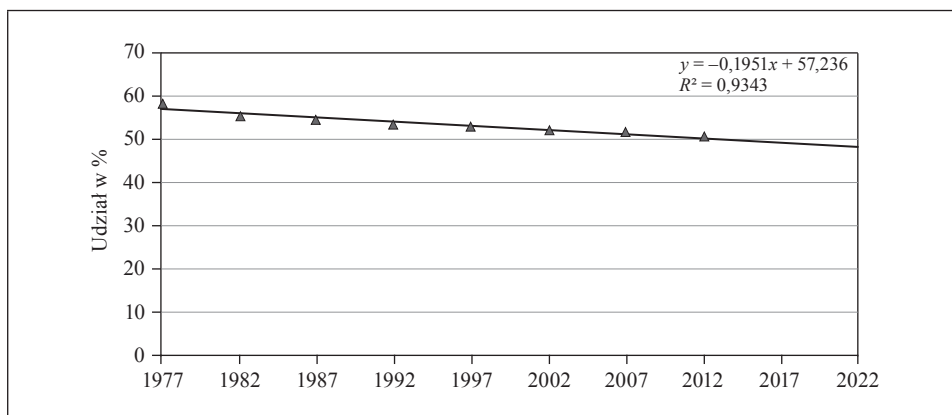
Rys. 2. Zmiany odsetka powierzchni użytków rolnych w powierzchni ogólnej Krakowa w latach 1977–2012 przedstawione za pomocą liniowej funkcji trendu i prognozy do 2022 r.

Źródło: opracowanie własne na podstawie materiałów Wydziału Geodezji Urzędu Miasta Krakowa.



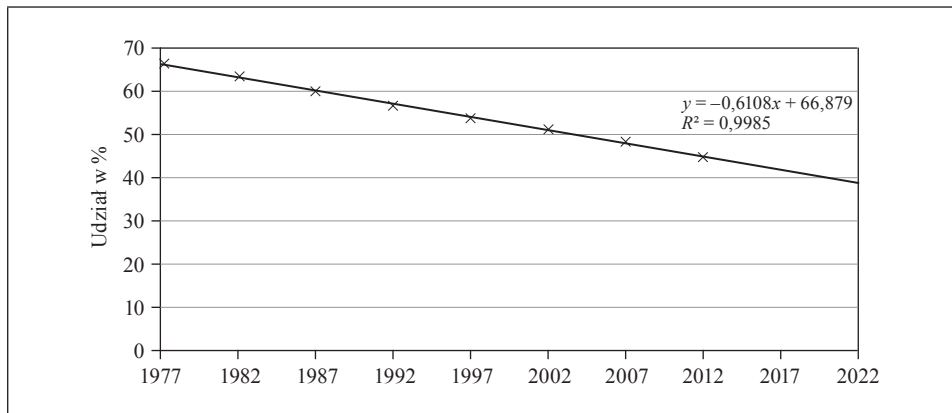
Rys. 3. Zmiany odsetka powierzchni użytków rolnych w powierzchni ogólnej Krowodrzy w latach 1977–2012 przedstawione za pomocą liniowej funkcji trendu i prognozy do 2022 r.

Źródło: opracowanie własne na podstawie materiałów Wydziału Geodezji Urzędu Miasta Krakowa.



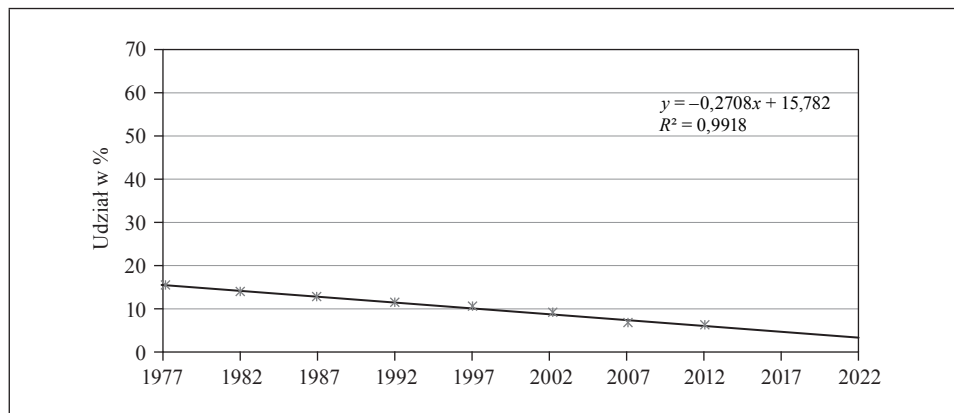
Rys. 4. Zmiany odsetka powierzchni użytków rolnych w powierzchni Nowej Huty w latach 1977–2012 przedstawione za pomocą liniowej funkcji trendu i prognozy do 2022 r.

Źródło: opracowanie własne na podstawie materiałów Wydziału Geodezji Urzędu Miasta Krakowa.



Rys. 5. Zmiany odsetka powierzchni użytków rolnych w powierzchni Podgórza w latach 1977–2012 przedstawione za pomocą liniowej funkcji trendu i prognozy do 2022 r.

Źródło: opracowanie własne na podstawie materiałów Wydziału Geodezji Urzędu Miasta Krakowa.



Rys. 6. Zmiany odsetka powierzchni użytków rolnych w powierzchni ogólnej Śródmieścia w latach 1977–2012 przedstawione za pomocą liniowej funkcji trendu i prognozy do 2022 r.

Źródło: opracowanie własne na podstawie materiałów Wydziału Geodezji Urzędu Miasta Krakowa.

Również parametry strukturalne wszystkich funkcji trendu są statystycznie istotne. Odczytana z tablic rozkładu  $t$ -Studenta dla poziomu istotności  $\alpha = 0,05$  oraz  $n - k = 8 - 2 = 6$  stopni swobody wartość krytyczna statystyki  $t - t_{\alpha} = 2,447$ . Dla wszystkich parametrów spełniona jest nierówność  $|t(a_j)| > t_{\alpha} = 2,447$ .

#### 4. Przewidywane udziały użytków rolnych w powierzchni ogółem w Krakowie w okresie 2012–2022

Oszacowane modele trendu liniowego (tabela 2, rys. 2–6) wykorzystano do wyznaczenia prognoz udziału użytków rolnych w powierzchni ogólnej Krakowa i czterech byłych dzielnic administracyjnych w kolejnych dwóch pięcioletnich okresach: 2012–2017 i 2017–2022, przy założeniu, że opisana tendencja się utrzyma.

Wyznaczone prognozy oraz wartości średnich i względnych błędów prognozy *ex ante* (odpowiednio  $S_{DT}$  i  $V_{DT}$ ) przedstawione zostały w tabeli 3. Prognozy zaznaczono także na rys. 2–6 w postaci przedłużonej poza punkty linii trendu.

Jak wcześniej zaznaczono, dla 2017 r. zmienna czasowa  $T = 41$  ( $36 + 5$ ), a dla 2022 r. –  $T = 46$  ( $36 + 10$ ). Wyznaczone prognozy w większości przypadków okazały się bardzo dokładne. Błędy względne ( $V_{DT}$ ) wahają się w granicach 1–2%. Jedynie dla Śródmieścia prognoza dla 2017 r. jest ledwie dopuszczalna ( $V_{DT} = 8,81\% < 10\%$ ), a dla 2022 r. – niedopuszczalna ( $V_{DT} = 13,29\% > 10\%$ ).

Tabela 3. Prognozy przemian udziału powierzchni użytków rolnych w powierzchni ogólnej Krakowa i byłych czterech dzielnic administracyjnych w okresie 2012–2022

Wyszczególnienie	Udział powierzchni użytków rolnych w powierzchni ogólnej w %		Średni błąd prognozy <i>ex ante</i> $S_{DT}$		Względny błąd prognozy <i>ex ante</i> $V_{DT}$	
	2017	2022	2017	2022	2017	2022
Kraków ogółem	42,51	40,38	0,359	0,384	0,84%	0,95%
Krowodrza	43,17	40,86	0,795	0,851	1,84%	2,08%
Nowa Huta	49,24	48,26	0,867	0,929	1,76%	1,93%
Podgórze	41,84	38,78	0,401	0,430	0,96%	1,11%
Śródmieście	4,68	3,32	0,412	0,442	8,81%	13,29%

Źródło: opracowanie własne na podstawie tabeli 2.

Tak wysokie wartości błędów względnych predykcji wynikają w tym przypadku m.in. z niskich wartości prognoz (obserwowane i prognozowane odsetki użytków rolnych w Śródmieściu są kilkakrotnie niższe niż w pozostałych dzielnicach, co wynika ze znacznego poziomu urbanizacji tej części miasta).

Z wyznaczonych na podstawie funkcji trendu prognoz wynika, że w 2022 r. powierzchnia użytków rolnych stanowić będzie ok. 40% ogólnej powierzchni Krakowa (tabela 3, rys. 2). Mniejszy udział od średniej dla ogółu miasta zajmować one będą nie tylko na terenie Śródmieścia (w 2022 r. – 3,3% – rys. 6), ale także Podgórze (niecałe 39% – rys. 5). W Krowodrzy udział powierzchni użytków rolnych w powierzchni tej dzielnicy będzie zbliżony – jak wyznaczony dla ogółu miasta (tj. nieco ponad 40% – rys. 3), natomiast największy w Nowej Hucie (48% – rys. 4).

Jeśli opisana przez funkcję tendencja spadkowa w przypadku Śródmieścia utrzyma się, to już w 2017 r. odsetek użytków rolnych zmaleje tam poniżej 5% (w 2012 r. – wyniósł on ponad 6,1%). Tendencja ta, potwierdzona zastosowanymi tu modelami matematycznymi, świadczy o postępującej urbanizacji dzielnicy oraz systematycznej eliminacji terenów otwartych, do których zalicza się m.in. użytki rolne<sup>11</sup>. Niezależnie od jakości danych geodezyjnych (m.in. w 1992 r. w przypadku zaliczanych do użytków rolnych pastwisk, czy sadów nie zarejestrowano ich udziału na terenie tej dzielnicy, podczas gdy w następnych latach, tj. już w 1977 r., znów pojawiły się one w zestawieniach ewidencji gruntów, mimo

<sup>11</sup> W 2012 r. na terenie Śródmieścia w ramach użytków rolnych zarejestrowano głównie grunty orne i śladowo pozostałe formy rolniczego użytkowania ziemi: sady, łąki trwałe, pastwiska trwałe (stanowiące łącznie poniżej 0,7% powierzchni ogólnej dzielnicy).

iż Śródmieście nie zmieniło swojej powierzchni)<sup>12</sup> należy stwierdzić, że centrum Krakowa staje się powoli pustynią złożoną z żelaza, betonu i stali. Świadczy o tym także udział terenów rekreacyjno-wypoczynkowych powiększających (w przypadku Śródmieścia – nieznacznie) udział terenów otwartych. W 1977 r. udział ten wynosił dla Śródmieścia – 7,08%, a w 2012 r. – 5,76%. Był on wprawdzie najwyższy spośród innych dzielnic Krakowa, ale wykazywał tendencję spadkową.

Stosunkowo najwyższy odsetek powierzchni użytków rolnych utrzymać się będzie nadal na terenie Nowej Huty, o ile nie zostaną podjęte działania zmierzające do nasilenia się różnych procesów inwestycyjnych<sup>13</sup>. Dzielnica ta w latach 1950–1977 podlegała intensywnym procesom urbanizacyjnym (średnioroczny spadek powierzchni użytków rolnych w powierzchni ogólnej był najwyższy w Krakowie i wynosił 1,24 p.p. – tabela 1). W ostatnim jednak okresie (1977–2012) odznaczała się ona najmniejszymi przeobrażeniami [Luchter 2011b, s. 8]. Sąsiedztwo kombinatu metalurgicznego, sprawia, że w Nowej Hucie wolniej niż w pozostałych byłych dzielnicach administracyjnych powstają nowe obiekty budownictwa mieszkaniowego, a także usługowego. Główny ruch budowlany koncentruje się współcześnie w Podgórzu i Krowodrzy<sup>14</sup>. Obecnie uwidaczniają się również zaległości w dziedzinie np. inwestycji komunikacyjnych. Na terenie Nowej Huty nie zrealizowano dotychczas wschodniej obwodnicy miasta. Odczuwa się także brak arterii komunikacyjnych łączących tę dzielnicę z centrum Krakowa<sup>15</sup>.

---

<sup>12</sup> Por. Roczne sprawozdanie: wykaz gruntów według stanu w dniu 1 stycznia 1992 r. Miasto Kraków: jednostka ewidencyjna Śródmieście, Urząd Miasta Krakowa. Wydział Geodezji i Mienia Komunalnego, Kraków 1992; Geod-02: Roczne sprawozdanie: Wykaz gruntów według stanu na 1.01.1998 r.: Miasto Kraków: jednostka ewidencyjna Śródmieście, Urząd Miasta Krakowa. Wydział Geodezji, Kraków 1998 i dalsze.

<sup>13</sup> 26 marca 2013 r. prezydent Krakowa, Jacek Majchrowski, i marszałek województwa małopolskiego, Jacek Sowa, podpisali porozumienie, w następstwie którego ma być realizowana budowa Nowej Huty Przyszłości [Rapalski 2013, s. 3].

<sup>14</sup> Zgodnie z danymi geodezyjnymi wzrost udziału powierzchni zajętej pod zabudowę mieszkaniową w Nowej Hucie był niższy niż w Podgórzu czy Krowodrzy, a wyższy niż w silnie zabudowanym Śródmieściu (w 2012 r. udział terenów zabudowy mieszkaniowej na terenie Śródmieścia wynosił ok. 28%, a w Nowej Hucie – ponad 7%, Krowodrzy – ok. 14%, a w Podgórzu – ok. 15%). Por. Zestawienie zbiorcze według stanu na dzień 1 stycznia 2013: miasto Kraków, Urząd Miasta Krakowa, Wydział Geodezji, Kraków 2013.

<sup>15</sup> W 2014 r. Nową Hutę z centrum Krakowa łączyły zaledwie 3 ważniejsze drogi: ul. Mogilska – Al. Jana Pawła II (d. Planu Sześćioletniego), Al. Pokoju – Rondo Czyżyńskie, ul. Bora Komorowskiego – Andersa (do 1990 r. Majakowskiego). Od lutego 2014 r. rozpoczęto remont ul. Mogilskiej i Al. Jana Pawła II, co spowodowało paraliż komunikacyjny tej części miasta.

## 5. Uwagi końcowe

Przeprowadzone za pomocą liniowych funkcji trendu badania dotyczące zmian powierzchni użytków rolnych i wynikających z nich prognoz, na przykładzie Krakowa, pozwoliły na wykrycie niekorzystnych tendencji, do jakich należy między innymi zaliczyć istotny spadek udziału powierzchni tej kategorii użytków (według pierwszego stopnia podziału użytków) zarówno na terenie miasta Krakowa, jak i jego poszczególnych dzielnic.

Z reguły użytki rolne przeznaczane były głównie pod realizację charakterystycznych głównie dla miast użytków technicznych<sup>16</sup>, rzadziej innych kategorii użytków (np. lasów, gruntów zadrzewionych i zakrzewionych, wód). Wskazują na to dane obrazujące stopniowe wypieranie terenów rolniczych poza granice miasta. Działania te mają w zdecydowanej większości przypadków poparcie w obowiązujących przepisach prawnych. Do takich należy zaliczyć: Ustawę o planowaniu i zagospodarowaniu przestrzennym [2003] czy znowelizowaną Ustawę o ochronie gruntów rolnych i leśnych [2008].

Wypełnienie tkanki urbanistycznej miasta i realizacja inwestycji na terenach do niedawna rolniczych spowoduje w przyszłości między innymi konieczność poszerzenia granic miasta i przyłączenia miejscowości, znajdujących się obecnie na terenie gmin otaczających Kraków, zwłaszcza od strony zachodniej, północno-zachodniej i południowej, gdzie uwarunkowania zwłaszcza przyrodnicze do rozwoju budownictwa mieszkaniowego są najbardziej korzystne. Spowoduje to także w przyszłości wzrost cen ziemi na tych terenach.

Wraz ze zmniejszeniem się powierzchni użytków rolnych ogółem następowало zmniejszanie się powierzchni form użytkowania ziemi do nich zaliczanych. Uzasadnione byłoby w przyszłości przeprowadzenie badań prognostycznych na przykładzie czterech głównych form rolniczego użytkowania ziemi, takich jak: grunty orne, sady, łąki, pastwiska, wyróżnionych w Zarządzeniu z 1969 r. [Zarządzenie Ministrów Rolnictwa... 1969, s. 223] jako podstawowe w ramach użytków rolnych.

## Literatura

- Bromek K. [1966], *Użytkowanie ziemi w Krakowie i przyległych częściach powiatu krakowskiego około 1960 roku*, Zeszyty Naukowe Uniwersytetu Jagiellońskiego, nr 128.  
Luchter B. [1990], *Przestrzenne związki użytkowania ziemi w Krakowie*, „Dokumentacja Geograficzna”, z. 3.

---

<sup>16</sup> Pojęcie użytku technicznego wprowadził do literatury K. Bromek [1955, s. 9].



- Luchter B. [1992], *Proces przemian użytków rolnych w Krakowie*, „Zeszyty Naukowe Akademii Ekonomicznej w Krakowie”, nr 367.
- Luchter B. [1997], *Wykorzystanie mapy gospodarczej „Użycie powierzchni ziemi” w gospodarce gruntami na przykładzie Krakowa* [w:] *Problemy gospodarki regionalnej*, Akademia Ekonomiczna w Krakowie, Kraków.
- Luchter B. [2009], *Tendencje zmian użytkowania ziemi w Krakowie latach 1848–2008*, „Świat Nieruchomości”, nr 1(67).
- Luchter B. [2010], *Przemiany w użytkowaniu ziemi w rozwoju miasta Krakowa*, Zeszyty Naukowe Uniwersytetu Ekonomicznego w Krakowie, Seria specjalna: Monografie, nr 196, Kraków.
- Luchter B. [2011a], *Analiza przemian użytkowania ziemi w Krakowie w latach 1848–2010*, „Zeszyty Naukowe Uniwersytetu Ekonomicznego w Krakowie”, nr 869.
- Luchter B. [2011b], *Przemiany użytkowania ziemi w Nowej Hucie w 60-lecie jej istnienia*, „Świat Nieruchomości”, nr 1(75).
- Luchter B. [2012], *Kraków – zarys przemian ekonomiczno-przestrzennych*, Wydawnictwo Uniwersytetu Ekonomicznego w Krakowie, Kraków.
- Mydel R. [1979], *Rozwój struktury przestrzennej miasta Krakowa*, Zakład Narodowy im. Ossolińskich – PAN, Kraków.
- Rąpalski P. [2013], *Rewolucja w Nowej Hucie. SPA i park technologiczny*, „Polska Gazeta Krakowska”, nr 73(19 774).
- Roczne sprawozdanie: wykaz gruntów według stanu na dzień 1 stycznia 1998 [1998], Wydział Geodezji Urzędu Miasta Krakowa.
- Roczne sprawozdanie: wykaz gruntów według stanu z dnia 1 stycznia 1992 r. [1992], Wydział Geodezji i Mienia Komunalnego Urzędu Miasta Krakowa, Kraków.
- Rozporządzenie Ministra Rozwoju Regionalnego i Budownictwa z dnia 29 marca 2001 r. w sprawie ewidencji gruntów i budynków [2001], Dz.U. nr 38, poz. 454.
- Sobczyk M. [2013], *Ekonometria*, C.H. Beck, Warszawa.
- Ustawa z 27 marca 2003 r. o planowaniu i zagospodarowaniu przestrzennym [2003], Dz.U. RP, nr 80 z 10 maja 2003, poz. 717.
- Ustawa z 19 grudnia 2008 r. o zmianie ustawy o ochronie gruntów rolnych i leśnych [2008], Dz.U. RP nr 237 z 28 grudnia 2008, poz. 1657.
- Wprowadzenie do ekonometrii* [2009], red. K. Kukuła, Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa.
- Zarządzenie Ministrów Rolnictwa i Gospodarki Komunalnej z 20 lutego 1969 [1969], Monitor Polski, Dz.U. nr 11, poz. 98.
- Zestawienie zbiorcze według stanu na dzień 1 stycznia 2003 [2003], Wydział Geodezji Urzędu Miasta Krakowa, Kraków.
- Zestawienie zbiorcze według stanu na dzień 1 stycznia 2008 [2008], Wydział Geodezji Urzędu Miasta Krakowa, Kraków.
- Zestawienie zbiorcze według stanu na dzień 1 stycznia 2013 [2013], Wydział Geodezji Urzędu Miasta Krakowa, Kraków.
- Zeliaś A., Pawełek B., Wanat S. [2002], *Prognozowanie ekonomiczne. Teoria. Przykłady. Zadania*, Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa.

## **Forecasting Changes in the Share of Farmland Area in the Overall Area of Cracow**

(Abstract)

The article constitutes an attempt to forecast the share of farmland area in an overall area, using Cracow as an example. In fact, under the centrally planned economy, Cracow took over a large part of farmland areas, which recently have become subject to intensive development. The research was done in the years 1977–2012 within the town limits as laid out for each respective census year. The analysis takes into consideration the four former districts: Krowodrza, Nowa Huta, Podgórze and Śródmieście, all of which were preserved as cadastral units for survey balance purposes. The forecast was done for the period 2012–2022.

So as to determine long-term changes in land use, taking as example the total farmland area, we have applied the linear trend method which forecasts development tendencies based upon a longer time span. The verification confirms the statistical significance of the mathematical functions used. Generally speaking, for the years 2012–2022, the research shows that the share of farmland to the total area will decrease not only for Cracow as a whole but also in its respective districts.

**Keywords:** economic geography, land use in cities, spatial economy, linear trend model, forecasting, land use of urban space.