

*Anna Krakowiak-Bal, Sandra Naskręt, Jacek Salamon*

**WYKORZYSTANIE SYSTEMÓW INFORMACJI  
GEOGRAFICZNEJ ORAZ NARZĘDZI AUTOCAD  
DO OKREŚLENIA DYNAMIKI ZMIAN W STRUKTURZE  
UŻYTKOWANIA GRUNTÓW NA OBSZARZE  
GMINY NIEPOŁOMICE**

---

***DETERMINATION OF THE DYNAMICS CHANGES  
IN LAND USE STRUCTURE IN THE MUNICIPALITY  
NIEPOŁOMICE USING GEOGRAPHIC INFORMATION  
SYSTEMS AND AUTOCAD TOOLS***

*Streszczenie*

W opracowaniu określono dynamikę zmian w strukturze użytkowania gruntów w latach 1941 do 2010. Materiał źródłowy stanowiły mapy sytuacyjno-topograficzne. Zakresem badań objęto miasto i obszary wiejskie gminy Niepołomice oraz fragment miejscowości Podłęże, w którym znajduje się strefa przemysłowa. Analizę czasowo-przestrzenną dynamiki zmian wykonano przy pomocy systemów GIS. Analizie poddano 7 różnych form użytkowania gruntów. Dynamika zmian w strukturze użytkowania gruntów została określona wskaźnikiem dynamiki.

Przeprowadzona analiza wskazuje na zmiany w strukturze użytkowania gruntów, określa kierunki tych zmian oraz przedstawia rolę systemów informacji geograficznej w planowaniu i analizach dotyczących gospodarki przestrzennej. Dokonana analiza struktury użytkowania gruntów potwierdziła aktualne trendy polityki przestrzennej, w której zauważalna jest tendencja rozwoju infrastruktury kosztem terenów użytkowanych rolniczo.

**Słowa kluczowe:** zmiany użytkowania gruntów, systemy informacji geograficzne, analiza przestrzenna

### **Summary**

*In the paper, the dynamic of changes in the land use structure is presented. There was analyzed period from 1941-2010. The land survey and topographic map were the main source materials. The scope of research was municipality and rural areas of Niepolomice and part of Podleze locality, where the economic zone is located.*

*The temporal – spatial analysis of changes dynamic was made using GIS. There were seven different forms of land use analyzed. The dynamic of changes in the land structure was determined with dynamic index.*

*The carried out analysis has indicated changes in the land structure and its direction. The structure of the land use has confirmed current trends of spatial policy, where noticeable is infrastructural development at the expense of agricultural land.*

**Key words:** *land use structure, geographical information systems, spatial analysis*

### **WSTĘP**

Głównym celem rozwoju jest zmiana poziomu życia ludzi na możliwie najwyższy. Związany on jest z powstawaniem nowych miejsc pracy, usług oraz dóbr, które zaspokajają popyt lokalny. Ważnym jest, aby przyjęte zmiany nie kolidowały z tradycjami danego regionu. Obszary wiejskie w Polsce posiadają wiele walorów tj. tańsza siła robocza, produkcja zdrowej żywności, niższe koszty budownictwa. Wieś jest w stanie podejmować funkcje, które z pozoru dedykowane są dla miast [Salamon 2010].

Sposoby użytkowania ziemi oraz pokrycie terenu wywierają wpływ na przekształcenia środowiska w stopniu większym niż czynniki klimatyczne – wykazano to w badaniach nad globalnymi zmianami w środowisku [Ciołkosz, Poławski 2006]. Wyniki te spowodowały wzrost zainteresowania analizami struktury użytkowania ziemi. Użytkowanie ziemi można rozumieć, jako wynik świadomego działania człowieka w stosunku do danego obszaru. Należy również pokreślić, że związek między pokryciem terenu i sposobami użytkowania ziemi a globalnymi zmianami nie jest jeszcze wystarczająco poznany. Wiele instytucji oraz organizacji naukowych podjęło działania, które zmierzają do pozyskania precyzyjnych danych o środowisku biofizycznym oraz procesach zachodzących w ekosystemach [Ciołkosz, Poławski 2006].

Gruntem nazywamy warstwę wierzchnią skorupy ziemskiej wykorzystywaną m.in. do uprawy roślin rolniczych, wznoszenia obiektów budowlanych oraz pozyskiwania z niej materiałów potrzebnych do wznoszenia budowli. Zagospodarowanie ziemi jest związane nieodłącznie z podziałem jej na części. Następuje ono poprzez umieszczanie na powierzchni ziemi różnych obiektów eksploatowanych przez człowieka, które ogólnie noszą nazwę obiektów zagospodarowania gruntów. Obiekty te dzielą się na dwie kategorie. Pierwsza z nich

to obiekty, które powstają w rezultacie podziału powierzchni ziemi. Nazywane są obiektami powierzchniowymi lub też gruntowymi. Głównymi cechami, które wyróżniają obiekty gruntowe to prawo własności i sposób użytkowania gruntu.

Struktura użytkowania gruntów według Harasimowicza [1996] jest to procentowy udział poszczególnych form użytkowania gruntów w ogólnej powierzchni analizowanego obszaru. Grunty rolne mogą być użytkowane w różny sposób, decydują o tym między innymi warunki naturalne. Najwyższe wymagania stawiają grunty orne.

Jednym z narzędzi, które może być wykorzystywane w analizie struktury użytkowania gruntów jest GIS. W literaturze istnieje wiele definicji systemów informacji geograficznej. Ken J. Duecker uważa, że jest to zestaw systemów informacji, którego bazę danych tworzą obserwacje o cechach, zdarzeniach jak i działalności obiektów rozmieszczonych przestrzennie i definiowanych, jako linie, punkty i obszary. System GIS przede wszystkim składa się z oprogramowania, sprzętu, nagromadzonych danych, algorytmów, a także procedur udostępniania informacji jak i ich przetwarzania. GIS obejmuje także ludzi, którzy tworzą oraz bezpośrednio wykorzystują system i procedury technologiczne, organizacyjne i prawne, pozwalające na poprawne jego działanie. Możliwości tej technologii wykorzystywane są w administracji, ochronie zdrowia, ochronie przyrody, systemach lokalizacyjnych, nauce, edukacji itp. Z racji globalnego dostępu do Internetu, użytkownicy mogą korzystać ze specjalistycznych funkcji analitycznych GIS zlokalizowanych na odległych serwerach. Istotą systemu GIS są przestrzenne dane oraz ich atrybuty opisowe umieszczone w uporządkowanej strukturze baz danych. System ten nie może funkcjonować bez baz danych geograficznych. Od ich jakości zależy jakość całego systemu [Gotlib i in. 2007]. Bazy danych przestrzennych są fundamentem wszystkich systemów GIS. Jest to zintegrowany zbiór danych z jednej dziedziny. Bazy danych przestrzennych zawierają wszelkie dane, które odniesione są do układu współrzędnych. Dane przestrzenne nie ograniczają się tylko do środowiska przyrodniczego, zatem mają większy zasięg niż dane geograficzne [Longley i in. 2006].

## CEL I ZAKRES BADAŃ

Celem pracy jest określenie dynamiki zmian w strukturze użytkowania gruntów na wybranym terenie gminy Niepołomice w obecnych granicach administracyjnych. Zakres badań obejmował lata 1941 oraz 2010. Materiał źródłowy stanowiły dwie mapy sytuacyjno-topograficzne w formie analogowej w skali 1:25 000, pochodzące z Urzędu Miasta i Gminy Niepołomice oraz z archiwum kartograficznego. Mapy, które zostały wykorzystane do analizy ilustrują sytuację z roku 1941 oraz 2010. Opracowane mapy zostały wyskalowane w programie AutoCAD.

Wykorzystany został układ 2000, układ współrzędnych prostokątnych płaskich, będący rekomendowanym odwzorowaniem kartograficznym dla Polski.

W pracy wykorzystano technologie systemów GIS. Posłużyły one do zobrazowania czasowo–przestrzennej dynamiki zmian w strukturze użytkowania gruntów. Analizie poddano 7 różnych form użytkowania terenu. Dodatkowo wykazano kierunek zmian w strukturze użytkowania gruntów. Narzędziem pracy był program AutoCAD 2004, w którym wykonana została digitalizacja map sytuacyjno–topograficznych oraz program Arc View 3.3, który umożliwił obliczenie pól powierzchni poszczególnych warstw.

Przygotowano warstwy tematyczne dotyczące poszczególnych form użytkowania gruntów. Wyróżniono:

1. użytki rolne,
2. grunty leśne i zadrzewione,
3. grunty pod wodami,
4. grunty zabudowane i zurbanizowane,
5. nieużytki,
6. tereny kolejowe,
7. drogi.

Wykorzystane oprogramowanie pozwoliło na obliczenie powierzchni wyznaczonych obszarów.

Zakresem badań objęto miasto i wieś Niepołomice oraz fragment Podłęża, w którym znajduje się strefa przemysłowa.

Celem wykonanej analizy jest wskazanie zmian użytkowania gruntów oraz określenie kierunków tych zmian. Podkreślono rolę systemów informacji geograficznej w planowaniu i analizach administracyjnych.

## **METODYKA**

Obszarem analizy jest miasto i wieś Niepołomice oraz fragment Podłęża, w którym znajduje się strefa przemysłowa. Do analizy wykorzystano dwie mapy sytuacyjno–topograficzne w formie analogowej pochodzące z Urzędu Miasta i Gminy Niepołomice oraz z Archiwum Kartograficznego. Ramy czasowe analizy struktury użytkowania gruntów obejmują okres 69 lat. Pierwsza mapa pochodzi z roku 1941, a druga z 2010.

Mapy zostały wyskalowane w programie AutoCAD 2004. Następnie wyznaczono 7 grup obszarów odpowiadających różnym formom użytkowania terenu.

W skład poszczególnych grup zaliczają się także inne formy użytkowania terenu wyróżnione w Rozporządzeniu Ministra w sprawie ewidencji gruntów i budynków [Rozporządzenie ...2001]. Do użytków rolnych zaliczono: grunty orne, łąki trwałe, sady oraz pastwiska.

Grunty leśne i zadrzewione obejmują lasy oraz grunty zadrzewione. Grunty pod wodami: wody stojące, płynące wody pod stawami oraz rowami. Kolejna grupa, grunty zabudowane i zurbanizowane obejmują: tereny rekreacji i wypoczynku, tereny przemysłowe, mieszkaniowe, inne zabudowane, zurbanizowane oraz grunty rolne zabudowane. Do nieużytków zaliczone zostały nieużytki, tereny różne oraz groble. Tereny kolejowe zawierają kolej, natomiast do dróg zaliczono wszystkie drogi gruntowe, utwardzane, polne i leśne oraz ścieżki.

Ogólny schemat postępowania obejmuje [Kraak i in. 1998]:

1. digitalizację map,
2. utworzenie siedmiu wektorowych warstw tematycznych,
3. eksport danych do Arc View 3.3,
4. wyznaczenie wskaźnika dynamiki zmian.

Przyjęte grupy użytkowania poddano procedurze digitalizacji, tworząc warstwy tematyczne. Definiują one sposób przedstawiania na mapie obiektów geograficznych tj. ulice, budynki, lasy. Każda z warstw tematycznych dotyczy jednego rodzaju ukształtowania terenu np. dróg. W ten sposób możliwe jest nakładanie różnych warstw na siebie w zależności od potrzeb analizy. Mogą być one wyświetlane razem, bądź każda z osobna. Każda z map została ręcznie zwektoryzowana w programie AutoCAD w celu przekształcenia modelu rastrowego do postaci cyfrowej. Wektoryzację (digitalizację) wykonano ręcznie zaznaczając każdy element mapy w formie punktów, linii i poligonów. Mapy w zapisie wektorowym zostały wyeksportowane do programu Arc View 3.3, gdzie policzono pola powierzchni poszczególnych warstw.

Za pomocą wskaźnika dynamiki, określono czasową dynamikę zmian struktury użytkowania gruntów. Jest to wskaźnik określający tempo zmian analizowanych wielkości. Wyznaczono go według wzoru [Sobczyk 2000]:

$$i_{t/t^*} = \frac{y_t}{y_{t^*}}, \quad (t, t^* \in T_0)$$

gdzie:

- $y_t$  – poziom zjawiska w okresie badanym (sprawozdawczym),
- $y_{t^*}$  – poziom zjawiska w okresie bazowym (podstawowym).

Wartość wskaźnika  $i_{t/t^*}$  mieszcząca się w przedziale  $0 \leq i \leq 1$ , oznacza zmniejszenie poziomu zjawiska w okresie sprawozdawczym w porównaniu do okresu bazowego. Natomiast wartość  $i_{t/t^*} > 1$  świadczy o tym, że poziom zjawiska z okresu badanego zwiększył się w stosunku do okresu podstawowego. Wartość wskaźnika równa 1, oznacza brak zmian w wielkości danego zjawiska.

Wskaźnik dynamiki jest wartością niemianowaną, dlatego może on być przedstawiony w zapisie dziesiętnym lub procentowym [Sobczyk 2000].

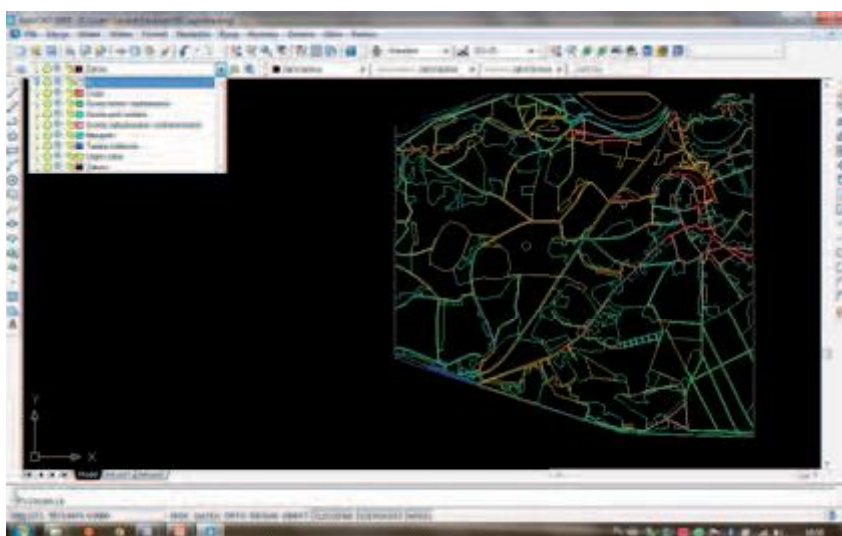
## WYNIKI

Do badań wykorzystano mapę sytuacyjno – topograficzną z 1941 roku pochodzącą ze zbiorów Archiwum Kartograficznego WIG. Jest to mapa niemiecka, dlatego pomimo powszechnych podobieństw, znaki umowne różnią się częściowo od polskich.

Rysunek 1 prezentuje strukturę użytkowania gruntów na badanym obszarze w roku 1941. Obszar Niepołomic był w dominującej większości obszarem rolniczym. Dawny obszar przemysłowej strefy Niepołomic był niemal w połowie pokryty gruntami rolnymi.

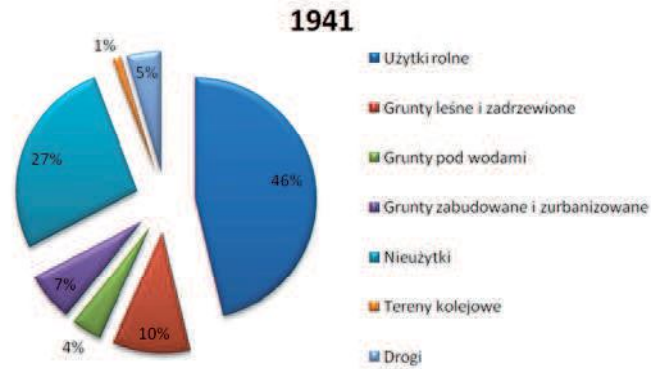
Na rysunku 2 przedstawiono udział procentowy poszczególnych form użytkowania terenu w stosunku do powierzchni całego badanego obszaru. Zdecydowanie największą powierzchnię stanowią grunty rolne. Zajmowały one 46% analizowanego terenu. Stosunkowo mały procent stanowiły tereny kolejowe oraz grunty pod wodami.

Rysunek 3 przedstawia wektorową mapę użytkowania gruntów przeniesioną do programu ArcView 3.3 w celu wyznaczenia pól powierzchni.



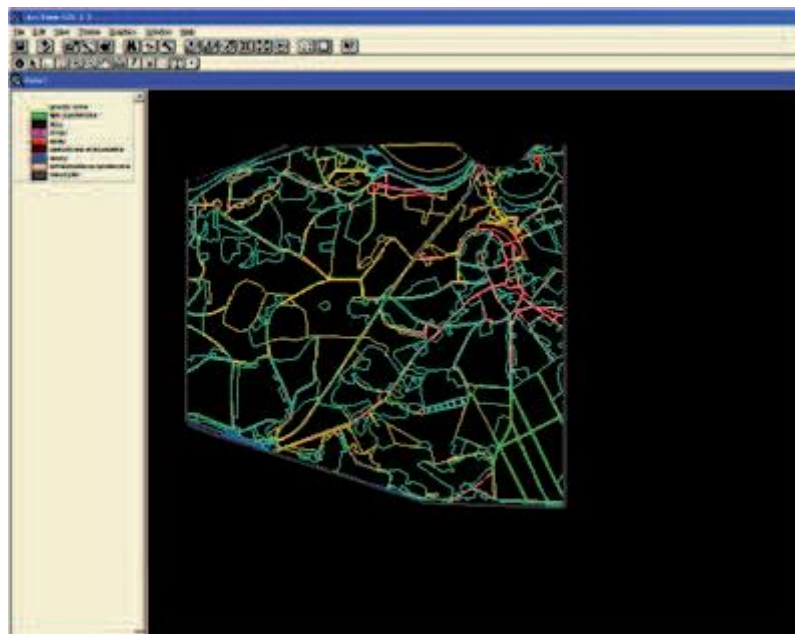
Źródło: Opracowanie własne.  
Source: Own elaboration.

**Rysunek 1.** Mapa wektorowa użytkowania gruntów na obszarze badań z roku 1941  
**Figure 1.** Vector Map of land use structure in 1941



Źródło: Opracowanie własne.  
Source: Own elaboration.

**Rysunek 2.** Struktura użytkowania gruntów w 1941 roku  
**Figure 2.** Land use structure in 1941



Źródło: Opracowanie własne.  
Source: Own elaboration.

**Rysunek 3.** Struktura użytkowania gruntów w 1941 roku – eksport do ArcView 3.3  
**Figure 3.** Land use structure in 1941 – export to ArcView 3.3

Rysunek 3 przedstawia wektorową mapę użytkowania gruntów przeniesioną do programu ArcView 3.3 w celu wyznaczenia pól powierzchni.

W tabeli 1 wskazano dokładne wartości udziału poszczególnych form użytkowania terenu w stosunku do powierzchni całego obszaru. Jak można zauważyć, największą powierzchnię, bo aż 9,69 km<sup>2</sup> zajmowały grunty rolne. Na drugim miejscu, biorąc pod uwagę wielkość powierzchni, znajdują się nieużytki, które zajmowały powierzchnię 2-krotnie mniejszą.

**Tabela 1.** Zestawienie powierzchni form użytkowania terenu w 1941 roku  
**Table 1.** Area of land use forms in 1941

Forma użytkowania terenu (1941)	Powierzchnia [km <sup>2</sup> ]
Użytki rolne	9,69
Grunty leśne i zadrzewione	2,18
Grunty pod wodami	0,85
Grunty zabudowane i zurbanizowane	1,38
Nieużytki	5,63
Tereny kolejowe	0,24
Drogi	0,96
SUMA	20,94

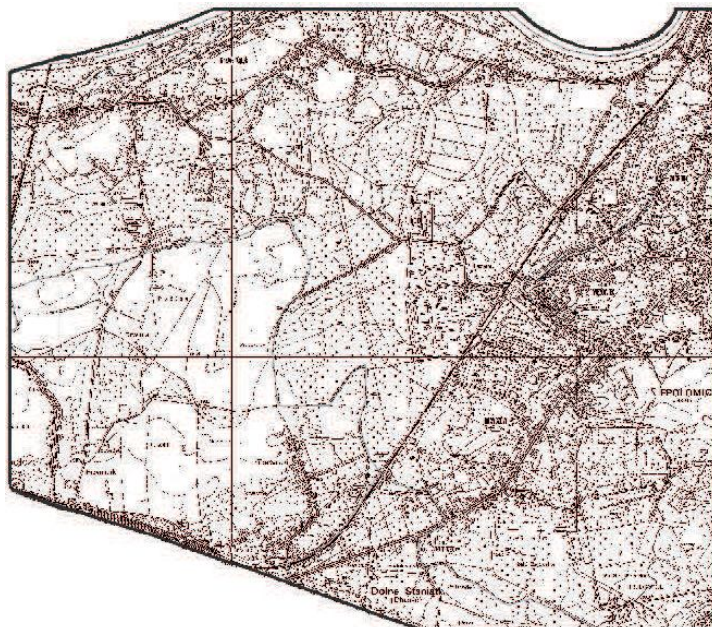
Źródło: Opracowanie własne.  
Source: Own elaboration.

Na rysunku 4 zamieszczono wycinek mapy udostępnionej przez Urząd Miasta i Gminy Niepołomice, przedstawiający obszar badań według stanu w roku 2010, która po digitalizacji została przedstawiona na rysunku 5. Z kolei rysunek 6 przedstawia strukturę użytkowania gruntów na analizowanym obszarze w roku 2010. Można zauważyć, iż pojawiły się nowe elementy infrastruktury drogowej oraz społecznej. Nadal największą powierzchnię stanowiły grunty rolne.

Na rysunku 7 przedstawiono wektorową mapę użytkowania gruntów w 2010 roku przeniesioną do programu ArcView 3.3 w celu obliczenia pól powierzchni, a w tabeli 2 – zestawienie powierzchni poszczególnych form użytkowania gruntów.

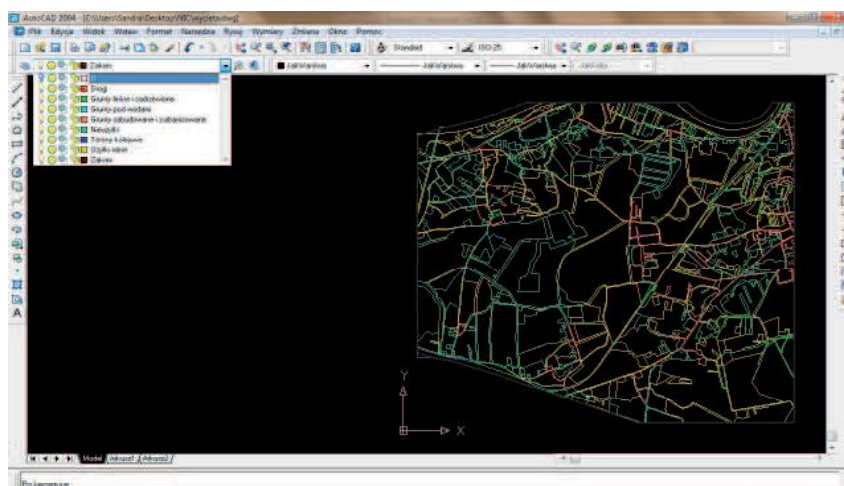
W 2010 roku użytki rolne zajmowały największą powierzchnię, która wynosiła 7,5 km<sup>2</sup>. Zdecydowanie zwiększyła się powierzchnia gruntów zabudowanych i zurbanizowanych, wynosząca w roku 2010 ponad 3 km<sup>2</sup>.





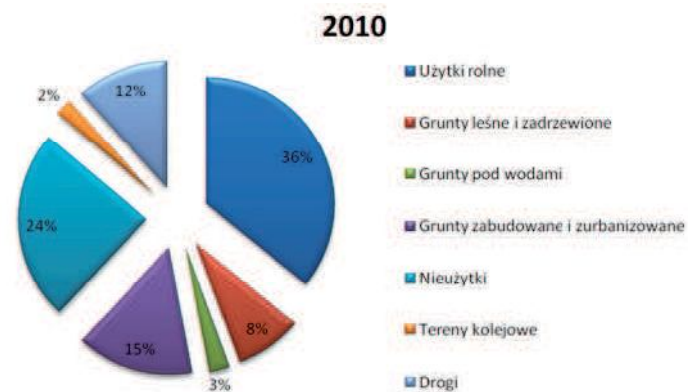
Źródło: Urząd Miasta i Gminy Niepołomice.  
Source: The Municipal Council of Niepołomice.

**Rysunek 4.** Mapa sytuacyjna obszaru badań z roku 2010  
**Figure 4.** Situation map from 2010



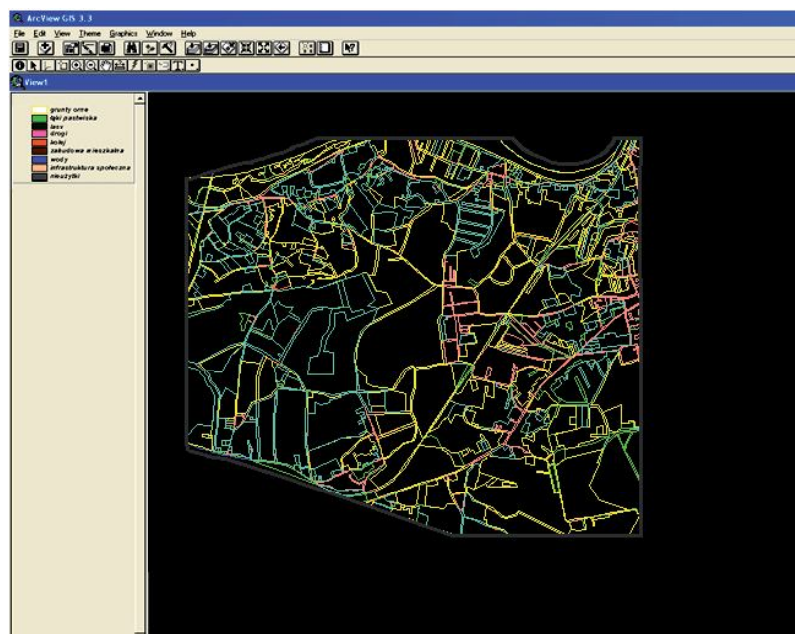
Źródło: Opracowanie własne.  
Source: Own elaboration.

**Rysunek 5.** Mapa wektorowa użytkowania gruntów na obszarze badań z roku 2010  
**Figure 5.** Vector map of land use structure in 2010



Źródło: Opracowanie własne.  
Source: Own elaboration.

**Rysunek 6.** Struktura użytkowania gruntów w 2010 roku  
**Figure 6.** Land use structure in 2010



Źródło: Opracowanie własne.  
Source: Own elaboration.

**Rysunek 7.** Struktura użytkowania gruntów w 2010 roku – eksport do ArcView 3.3  
**Figure 7.** Land use structure in 2010 – export to ArcView

**Tabela 2.** Zestawienie powierzchni form użytkowania terenu w 2010 roku  
**Tabela 2.** Area of land use forms in 2010

Forma użytkowania terenu (2010)	Powierzchnia [km <sup>2</sup> ]
Użytki rolne	7,50
Grunty leśne i zadrzewione	1,80
Grunty pod wodami	0,55
Grunty zabudowane i zurbanizowane	3,11
Nieuzytaki	5,08
Tereny kolejowe	0,45
Drogi	2,44
SUMA	20,93

Źródło: Opracowanie własne.  
 Source: own work.

Na podstawie zebranych danych oraz przeprowadzonych analiz obliczono wartości wskaźników dynamiki zmian. Wyniki zostały przedstawione w tabeli 3.

**Tabela 3.** Wartości wskaźników dynamiki  
**Table 3.** Dynamic index values

Rok	1941	2010	$\frac{2010}{1941}$
Użytki rolne	9,69	7,50	0,77
Grunty leśne i zadrzewione	2,18	1,80	0,82
Grunty pod wodami	0,85	0,55	0,64
Grunty zabudowane i zurbanizowane	1,38	3,11	2,25
Nieuzytaki	5,63	5,08	0,90
Tereny kolejowe	0,24	0,45	1,84
Drogi	0,96	2,44	2,54

Źródło: Opracowanie własne, 2011  
 Source: own work

Wartość wskaźnika przyjmuje wartość mniejszą od 1 dla użytków rolnych, gruntów leśnych i zadrzewionych, gruntów pod wodami oraz nieużytków. Oznacza to, że poziom zjawiska w okresie sprawozdawczym uległ zmniejszeniu w stosunku do okresu bazowego. Dla trzech pozostałych form tj. gruntów zabudowanych i zurbanizowanych, terenów kolejowych oraz dróg, wskaźnik przyjął wartości większe od zera, co oznacza, że poziom zjawiska w okresie badanym zwiększył się w porównaniu do okresu podstawowego. Największą wartość wskaźnika wyznaczono dla dróg. Zwiększyły one swoją powierzchnię ponad 2-krotnie. Spowodowane jest to między innymi powstaniem i rozwojem strefy przemysłowej wraz z infrastrukturą towarzyszącą.

## PODSUMOWANIE I WNIOSKI

Przeprowadzona analiza struktury użytkowania gruntów wskazała, że tereny użytkowane rolniczo zajmują coraz mniejszą powierzchnię i są zastępowane przez elementy infrastruktury społecznej oraz komunikacyjnej. Te wnioski dotyczą przede wszystkim obszaru badanego, ale można przypuszczać, że taka tendencja występuje na terenie całego kraju [Polityka...]. Badania dynamiki umożliwiają prognozowanie przyszłych zmian. Znając aktualny stan oraz kierunki zmian, można przewidywać charakter przyszłych trendów.

Na podstawie przeprowadzonej analizy stwierdzono, że:

- w roku 1941 największą powierzchnię tj. 9,7 km<sup>2</sup> zajmowały użytki rolne. Stanowiły one 46% całej powierzchni analizowanego obszaru. Drugą, co do wielkości formą użytkowania terenu były nieużytki. Zajmowały one powierzchnię ponad 5,5 km<sup>2</sup>. Zdecydowanie najmniej było terenów kolejowych, jedynie 0,24 km<sup>2</sup>,

- w roku 2010 największą powierzchnię zajmowały również użytki rolne, ale ich wartość zmalała o ponad 2 km<sup>2</sup>, co stanowi 10% całej powierzchni. Wyraźnie widoczny jest także proces rozdrabniania gospodarstw. W miejsce jednej działki w roku 1941, utworzono kilka o tym samym użytkowaniu. Wzrosła powierzchnia gruntów zabudowanych. Ich wartość zwiększyła się o prawie 2 km<sup>2</sup>,

- najwięcej dróg przybyło w zachodniej części badanego obszaru. Ich ilość zwiększyła się o 1,48 km<sup>2</sup>,

- we wschodniej oraz środkowej części analizowanego obszaru największymi zmiany dotyczą gruntów zabudowanych i zurbanizowanych. Powierzchnia tych gruntów zwiększyła się ponad 2-krotnie,

- najmniejsze zmiany wystąpiły na południowo – zachodniej części obszaru. Wzrosła, nieznacznie, powierzchnia zajmowana przez drogi i budynki.

Wybrane oprogramowanie AutoCAD i ArcView okazały się użyteczne dla analizy przestrzennego rozmieszczenia i zmian struktury użytkowania gruntów.

## BIBLIOGRAFIA

- Ciołkosz A., Poławski Z.F. 2006. *Land use changes in Poland in the second half of the 20th century*. Przegląd Geograficzny Nr78/2, Warszawa.
- Gotlib D., Iwaniak A., Olszewski R. 2007. *GIS – Obszary zastosowań*. Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa.
- Harasimowicz S. 1996. *Organizacja Terytorium gospodarstwa rolnego*. Wydawnictwo AR, Kraków.
- Kraak J., Omerling F., 1998. *Kartografia. Wizualizacja danych przestrzennych*. Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa.
- Longley A., Goodchild M.F., Maguire D.J., Rhind D.W. 2006. *GIS – Teoria i praktyka*. Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa.
- Polityka rozwoju obszarów wiejskich na lata 2007 – 2013, [on-line] [http://ec.europa.eu/agriculture/rurdev/index\\_pl](http://ec.europa.eu/agriculture/rurdev/index_pl) - dostęp w Internecie 5.11.2011.

Rozporządzenie Ministra Rozwoju Regionalnego i Budownictwa z dnia 29 marca 2001 r. w sprawie ewidencji gruntów i budynków, Dz. U. 2001 r. Nr 38, poz. 454.

Salamon J., 2010. *Metodyka oceny środowiskowych i społeczno-gospodarczych uwarunkowań wielofunkcyjnego rozwoju obszarów wiejskich*. Infrastruktura i Ekologia Terenów Wiejskich Nr 7/2010.

Sobczyk M. 2000. *Statystyka. Przykłady teoretyczne, przykłady – zadania*. Wydawnictwo UMCS, Lublin.

Dr Anna Krakowiak-Bal,  
Inż. Sandra Naskręt  
Dr hab. Inż. Jacek Salamon

Zakład Infrastruktury Technicznej i Ekoenergetyki  
Uniwersytet Rolniczy  
Ul. Balicka 116 B  
30-149 Kraków

Anna.Krakowiak-Bal@ur.krakow.pl  
Jacek.Salamon@ur.krakow.pl