

*Jacek Gniadek, Stanisław Harasimowicz*

**PODSTAWOWE ETAPY KSZTAŁTOWANIA  
PODZIAŁÓW GRUNTOWYCH UWZGLĘDNIAJĄCE  
ELEMENTY POWIERZCHNIOWE WYDZIELANE  
W DZIAŁKACH OBJĘTYCH SCALENIEM**

***BASIC STAGES OF LAND PARTITION DEVELOPMENT  
INCLUDING AREAL ELEMENTS SEPARATED  
IN CASE OF PLOTS ENCOMPASSED BY CONSOLIDATION***

**Streszczenie**

W pracy przedstawiono opis procesu przygotowawczego, zmierzającego do optymalizacji wiejskiego układu gruntowego wsi Wojków, wykorzystującego elementy powierzchniowe wydzielane w działkach objętych scaleniem. Zarówno wstępne procedury jak i specjalistyczne oprogramowanie komputerowe, umożliwią przygotowanie danych, które w późniejszym etapie badań będą mogły posłużyć do budowy i rozwiązania nowego modelu optymalizacji struktury przestrzennej wybranej wsi i pozwolą na porównanie wyników w odniesieniu do poprzedniej metody optymalizacji, wykorzystującej podział kompleksów na paski elementarne.

**Słowa kluczowe:** struktura przestrzenna, scalenie gruntów, optymalizacja

***Summary***

*The following study presents description of the preparatory process which is aimed at optimizing rural land structure in Wojków village, utilizing areal elements separated in case of subdivided parcels encompassed by consolidation. Both the introductory procedures and the specialist computer programs enable to prepare data which, during the further stage of research, will make it possible to build and develop a new optimization model of spatial structure of a chosen*

*village and will let us compare the results in relation to the former optimization method that utilizes division of complex parts into elementary stripes of land.*

**Key words:** *land spatial structure, consolidation of farmlands, optimization*

## WPROWADZENIE

Przedstawiony według Harasimowicz i in. 2009 proces budowy modelu kształtowania układu granic gospodarstw z wykorzystaniem podziału na paski elementarne i jego rozwiązanie stanowi istotne wzbogacenie teorii dotyczącej właściwego kształtowania układów gruntowych. Model ten nawiązując do badań obejmujących optymalizację rozmieszczenia gruntów na terenie wsi [Stelmach i in. 1975, Żebrowski i in. 1979, Banat i in. 1982, Harasimowicz 1986, Cay i in. 2006] stwarza dobre podstawy do automatyzacji prac związanych z tworzeniem nowego układu gruntowego. Zaprezentowana metoda kształtowania wiejskiego układu gruntowego wymaga jednak pracochłonnego podziału obszaru wsi na niewielkie paski elementarne oraz pomiaru odległości do każdego z nich ze wszystkich gospodarstw. Uzyskane za pomocą wspomnianej metody rozwiązanie cechuje duży stopień nieoznaczoności, co może świadczyć między innymi o niecelowości szczegółowego określania odległości do wydzielanych pasków elementarnych. Rozrzucone paski elementarne należące do jednego gospodarstwa łączone są w poszczególnych kompleksach tak, by zwiększyć ich obszary, a grupowanie pasków określonego gospodarstwa w kompleksie polega na ich wymianie z innymi. Poszczególne paski gospodarstwa wydzielane są w różnych częściach kompleksu, a ich łączenie w zwarte udziały, w kolejnej korekcie, pomija zupełnie odległości od siedlisk przyjmując, że ich położenie w kompleksie nie ma istotnego wpływu na średnią odległość do gruntów we wsi.

Analiza wspomnianej metodyki może dawać podstawę do stwierdzenia możliwości uzyskania podobnych rezultatów optymalizacji układu gruntowego w przypadku rezygnacji z podziału na paski elementarne oraz uproszczenie procesu określania odległości gruntów od siedlisk poprzez budowę znacznie prostszych modeli.

Celem artykułu jest przedstawienie poszczególnych etapów postępowania obejmującego przygotowanie danych wyjściowych do budowy nowego modelu wykorzystującego niewielkie elementy powierzchniowe wydzielane wewnątrz działek, które objęte zostaną przebudową istniejącego układu granic w procesie scaleniuwym. Przygotowane dane umożliwią budowę nowego modelu, który po zastosowaniu pozwoli na dokonanie oceny metody wykorzystującej podział kompleksów na paski elementarne w zakresie niecelowości takiego podziału oraz zmniejszenia dokładności określania odległości do gruntów.

## OGÓLNA CHARAKTERYSTYKA MODELU

Przedstawiony poniżej model kształtowania podziałów gruntowych wykorzystuje niewielkie elementy powierzchniowe (identyczne z powierzchnią paska elementarnego) wydzielane umownie w działkach gospodarstw w liczbie odpowiadającej powierzchni tych działek. Poszczególnym elementom powierzchniowym przypisywane są odległości od gospodarstw takie, jak działkom gruntowym, w których są położone. Użycie elementów powierzchniowych jest jedyną różnicą jaka występuje między obecnie rozpatrywanym modelem, a modelem wykorzystującym paski elementarne. Wobec tego zapis obu modeli będzie identyczny.

$$\begin{aligned} \sum_{i=1}^m x_{ij} &= gp_j \quad , \quad j = 1, 2, \dots, n \quad (n - \text{liczba gospodarstw}) \\ \sum_{i=1}^n x_{ij} &= 1 \quad , \quad i = 1, 2, \dots, m \quad (m - \text{liczba pasków elementarnych}) \\ \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n l_{ij} x_{ij} &= \min \end{aligned} \quad (1)$$

gdzie:

- $x_{ij}$  – binarna zmienna decyzyjna określająca przydział elementu powierzchniowego „i” do gospodarstwa „j”,
- $x_{ij} = 1$  element powierzchniowy należy do gospodarstwa,
- $x_{ij} = 0$  element powierzchniowy nie należy do gospodarstwa,
- $l_{ij}$  – odległość działki w której jest wydzielony element powierzchniowy „i” od gospodarstwa „j”,
- $gp_j$  – powierzchnia gospodarstwa „j” wyrażona liczbą pasków elementarnych.

Model opisany określa średnią odległość gruntów od siedlisk zależnie od przydziału wydzielonych, umownych elementów powierzchniowych. Rozwiązanie tego modelu określa przynależność elementów powierzchniowych do gospodarstw pozwalającą uzyskać najmniejszą odległość do uprawianych gruntów. Ze względu na nieuwzględnienie w omawianym modelu warunków na rozłóg gospodarstw uzyskane w rozwiązaniu optymalnym przydziały elementów powierzchniowych nie będą występować w postaci dużych, zwartych działek. Podobieństwo rozpatrywanego modelu z uwzględniającym podział na paski elementarne sprawia, że ich rozwiązywanie i korygowanie może być przeprowadzone na podstawie podobnych algorytmów. Zasadnicza różnica między tymi modelami wiąże się z brakiem jednoznacznych granic dla elementów powierzchniowych, które mogą być określone w kompleksach na podstawie powierzchni udziałów gospodarstw zarówno po optymalizacji odległości jak i po stosowanych korektach rozłogów gospodarstw.

## **POZYSKIWANIE I PRZETWARZANIA DANYCH DO BUDOWY NOWEGO MODELU OPTYMALIZACJI PODZIAŁÓW GRUNTOWYCH**

Podstawowe dane dla omawianej metody kształtowania układu gruntowego pochodzą z mapy i części opisowej operatu ewidencji gruntów i budynków danej wsi. Z części opisowej operatu pobierane są informacje o przynależności działek do gospodarstw oraz położenie ich siedlisk. Pozostałe dane (położenie działek, użytkowanie) uzyskiwane są z mapy ewidencyjnej. Warunkiem niewielkiej pracochłonności zbierania danych jest przedstawienie mapy ewidencyjnej w postaci numerycznej.

W ramach prac przygotowawczych należy sporządzić projekt nowej sieci drogowej oraz podział obszaru wsi na kompleksy projektowe. Czynności te powinny być wykonane zgodnie z zasadami opracowywania wstępnego projektu scalenia gruntów, dlatego celem jest połączenie obu tych opracowań.

Podstawą dla wyodrębnienia kompleksów scaleniovych jest nowa sieć drogowa oraz istniejące użytkowanie gruntów. Podział na kompleksy objęte scaleniem należy przedstawić wraz z istniejącym użytkowaniem oznaczając je odrębnym symbolem „Opt”.

Kolejny etap dotyczy utworzenia mapy parcel scaleniovych, która powstaje przez przecięcie warstwy istniejących działek ewidencyjnych z przygotowaną mapą użytków i kompleksów scaleniovych. Parcele scaleniove zostaną w wyniku tego przecięcia, przy pomocy odpowiedniej nakładki opatrzone numerami zawierającymi nr działki i kompleksu oddzielone pauzą. Efektem przecięcia będzie również uzyskanie liczbowych informacji dotyczących treści rozpatrywanych map ujętych w postaci plików tekstowych. Informacje te dotyczyć będą: współrzędnych obwodnic obiektów mapowych (parcel scaleniovych, konturów użytków i kompleksów scaleniovych) oraz ich powierzchnie, współrzędne punktów wpisania opisów itp. Dane te będą podstawą dalszych obliczeń.

Uzyskana mapa parcel scaleniovych służy między innymi do utworzenia mapy niezmienników, która wraz z mapą kompleksów objętych scaleniem będzie podstawą do wykreślenia nowych układów gruntowych. Na podstawie mapy parcel scaleniovych i danych ewidencji gruntów i budynków przygotowuje się pliki wymagane przez program „Pole”. Program ten, którego wyjściowy formularz przedstawiony jest na rysunku 1, umożliwiającą dokładny opis rozłogu parcel scaleniovych i gospodarstw wykorzystywany jest również do tworzenia macierzy odległości. Pliki do programu „Pole” tworzone są przy pomocy programu „PlikPol”. Na rysunku 2 przedstawiono formularz otwierający program „PlikPol” zawierający dane, (pochodzące głównie z mapy parcel i operatu ewidencyjnego) dla utworzenia plików dla programu „Pole” oraz służący do obliczenia macierzy odległości (przycisk „Obliczanie odległości”).

**Rysunek 1.** Formularz wyjściowy z listą wyboru programu „Pole”  
**Figure 1.** Output form with the choice list of *Pole* software

**Rysunek 2.** Formularz wyjściowy z listą wyboru programu „PlikPol”  
**Figure 2.** Output form with the choice list of *Plikpol* software

Wymagane pliki określające przynależność parcel scaleniowych do gospodarstw i ich użytkowanie, tworzone są w odrębnej procedurze (rys. 3), którą udostępnia przycisk „Skor. gosp.” (rys. 2). Dwa pliki wyjściowe pochodzą z rejestru ewidencji gruntów i budynków i zawierają listę działek z przynależnością do pozycji rejestrowych („WojkowUr.sko”) oraz listę gospodarstw i należące do nich pozycje rejestrowe („WojkowUr.gosp”, rys. 3).

Podaj ścieżkę do plików z mapy	2010\WojkowPole_OptDzial_a2010\Wojkow_DrogiOdległości2010		
Podaj ogólną nazwę pliku przetwarzanego z mapy	WojkowUr		
	Nazwa pliku po przetworzeniu		
Przynależność do gospodarstwa	WojkowUr.sko	WojkowUr.sk	WojkowUr_parc.skg
Numery pozycji rejestr. gospodarstw	WojkowUr.gos		
Nr parceli i rodzaj użytku	WojkowUrexp.txt	A_WojkowUrexp.txt	

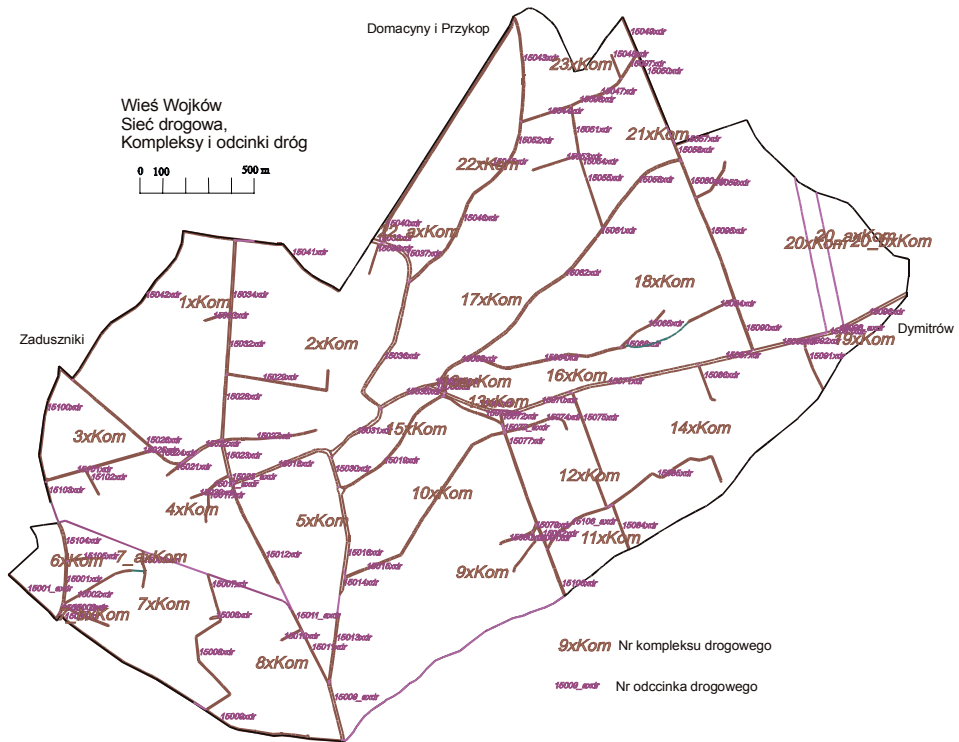
**Rysunek 3.** Formularz programu „PlikPol” dla utworzenia plików z przynależnością parcel scaleniowych do gospodarstw.

**Figure 3.** Plikpol software form that makes it possible to create files with allocation of consolidation parcels to farmsteads

Trzeci wyjściowy plik uzyskiwany jest z mapy numerycznej i zawiera listę parcel oraz sposób użytkowania („WojkowUrexp.txt”). Z plików tych tworzone są w wyniku przeglądania plików wyjściowych, dwie listy parcel scaleniowych: z przynależnością do gospodarstw („WojkowUr\_parc.skg”) oraz określającą sposób użytkowania („A\_WojkowUrexp.txt”). Pozostałe dwa pliki wyjściowe (rys. 2) zawierają współrzędne naroży parcel („WojkowUr\_N.txt”) oraz plik ze współrzędnymi punktów mapy („WojkowUr.pk1”). Przetwarzanie plików wyjściowych polega na kolejnym wskazywaniu przycisków: „Cechy”, „Współrzędne”, „Pasy nawrotów” oraz „Siedliska” co prowadzi do uzyskania kompletu plików wyjściowych dla programu „Pole”.

Wśród uzyskanych plików największe znaczenie ma plik „Wojko-UrD.txt”, zawierający podstawowe cechy parcel scaleniowych takie jak: przynależność do gospodarstwa, sposób użytkowania numer siedliska itp. oraz wolne kolumny do wpisywania dodatkowych cech. Zarówno wyjściowe pliki, jak i wynikowe zapisywane są w jednym katalogu „Wojkow\_DrogiOdległości.txt”, który służy również do pomieszczenia plików wymaganych do obliczenia macierzy odległości.

Obliczanie odległości z siedlisk wymaga odpowiedniego przygotowania sieci drogowej (rys. 4). W obrębie wsi należy wydzielić kompleksy drogowe, czyli obszary zawarte zwykle między sąsiednimi drogami. Niekiedy kompleks drogowy ograniczony jest linią brzegową ograniczająca przejazdy do dalszych obszarów. Kompleks drogowy określa obszar obsługiwany przez drogi tego kompleksu. We wsi Wojków wydzielono 24 kompleksy drogowe oznaczone symbolem „:Kom”.



**Rysunek 4.** Sieć dróg we wsi Wojków z podziałem na kompleksy i odcinki drogowe  
**Figure 4.** Road network in Wojków village, including division into complex parts and road stretches

Wszystkie drogi dzieli się na odcinki zawarte między sąsiadującymi skrzyżowaniami, określone jako odcinki drogowe, przez wyrysowanie odpowiednich linii przejazdowych umożliwiających przejazd przez skrzyżowania. Założono, że przejazdy po drogach będą odbywać się po granicach działek.

Z mapy dróg pobierane są dwa pliki: zawierające współrzędne obwodnic odcinków drogowych (WojkowUrKom. mkt) oraz współrzędne odcinków tworzących sieć drogową (WojkowUr\_odc\_dr.txt). Uzyskane pliki umieszczane są w katalogu „DrogiOdległości” stanowiąc podstawę, wraz z niektórymi plikami tego katalogu, do utworzenia plików wykorzystywanych bezpośrednio do obliczania macierzy odległości.

### **MACIERZ ODLEGŁOŚCI DO PARCEL SCALENIOWYCH**

Wymagane pliki do obliczenia macierzy odległości do parcel scaleniowych uzyskuje się przy pomocy formularza programu „PlikPol” uzyskiwanego po wskazaniu na liście wyboru (rys. 2) przycisku „Obliczanie odległości”. Przy pomocy tego formularza określa się przynależność parcel scaleniowych do kompleksów drogowych. Ustalane są również miedze przejazdowe w kompleksach (granice niektórych działek) oraz przejazdy z siedlisk do dróg. Dokonywana jest też „redukcja” sieci drogowej, zmniejszająca jej rozmiary do wierzchołków odcinków drogowych. Dzięki uzyskanym plikom graf przejazdów z danego siedliska do działki może być ograniczony do dojazdu z siedliska do zredukowanej sieci drogowej, przejazdu po drogach do kompleksu drogowego i przejazdu po miedzach tego kompleksu. Wszystkie pliki dotyczące przejazdów do gruntów zapisywane są w katalogu „DrogiOdległości” wraz z plikami mapy parcel scaleniowych.

Dla obliczenia macierzy odległości do parcel scaleniowych należy utworzyć w omawianym katalogu nowy katalog o nazwie „Przejazdy”, w którym będą zapisywane pliki dotyczące obliczania odległości. Macierz odległości tworzona jest, z pomocą programu „PlikPol16\_scal”, formularzem ukazującym się po wskazaniu przycisku „Obliczanie odległości” i „Odległości do siedlisk” (rys. 2). Pokazujący się formularz ma dość długą listę wyboru. W przypadku optymalizacji przy pomocy elementów powierzchniowych należy korzystać z przycisku „Cała wieś”, podobnie jak przy obliczaniu odległości do pasków elementarnych. Jedyna różnica polega na zmianie mapy pasków elementarnych i pochodzących z niej plików na mapę parcel scaleniowych.

Obliczanie odległości parcel scaleniowych do wszystkich gospodarstw jest pracochłonne ze względu na dużą liczbę tych odległości. We wsi Wojków macierz odległości liczy około 10 tysięcy elementów, ale w większych obiektach może dochodzić do miliona. Długotrwały okres tworzenia macierzy odległości, który może trwać nawet kilka lub kilkanaście dni może być rozłożony na etapy lub wykonywany na wielu maszynach liczących, co zasadniczo upraszcza pro-



wadzenie obliczeń. Obliczanie macierzy odległości prowadzone jest kolejnymi kompleksami, przy czym wyniki uzyskane dla poszczególnych kompleksów mogą być łatwo łączone ze sobą.

### **TWORZENIE GRAFU PRZEJAZDOWEGO W DANYM KOMPLEKSIE**

Dla danego kompleksu tworzony jest graf przejazdowy, który składa się z odcinków dojazdowych z siedlisk do dróg, międz przejazdowych kompleksu z siedliskiem, odcinków sieci drogowej oraz międz rozpatrywanego kompleksu. Ustalenie najkrótszej trasy między działką, a siedliskiem zostało uzyskane przy pomocy algorytmu Dijkstry. Algorytm ten umożliwia określenie najkrótszej odległości między dwoma punktami łączy z ustaleniem minimalnych tras dla wszystkich punktów grafu. Umożliwiło to określenie w jednym cyklu wszystkie odległości do działek położonych w danym kompleksie, co istotnie przyspieszyło proces obliczeniowy. W badanej wsi Wojków czas trwania obliczania macierzy odległości obejmującej około 10 tys. elementów wyniósł ponad 5 godzin. Określenie macierzy odległości kończy prace przygotowawcze optymalizacji odległości do gruntów zakładający podział na niewielkie elementy powierzchniowe. Przedstawiony skrótowo proces przygotowania danych jest identyczny z wymaganym w przypadku podziału kompleksu na paski elementarne [Harasimowicz i in. 2009].

### **OKREŚLENIE POŁOŻENIA UDZIAŁÓW W KOMPLEKSIE**

Dla ostatecznego określenia położenia udziałów w danym kompleksie wykorzystywane są w omawianym modelu miejsca dojazdu z siedlisk do kompleksów. Współrzędne punktów dojazdu z siedlisk do kompleksów można określić rozpatrywanym programem przy pomocy końcowego przycisku z napisem „Odl. kom. i wsp. siedlisk”. Wskazanie tego przycisku spowoduje obliczenie odległości z siedlisk do wszystkich kompleksów objętych scaleniem (o symbolu „Opt”) w identyczny sposób jak odległości do działek, czy parcel scaleniovych. Obliczanie odległości poprzedzane jest wybraniem trasy najkrótszego przejazdu z siedlisk do kompleksów na podstawie grafu przejazdów tworzonych dla każdego kompleksu drogowego. Punkty dojazdu z siedliska do kompleksów są ostatnimi punktami tras tych przejazdów, co pozwala określić ich współrzędne. Współrzędne te zapisywane są dla każdego siedliska w kompleksie w oddzielnych plikach (współrzędne  $x$  i  $y$ ). Wielkości uzyskiwanych plików i ich układy są podobne do plików zawierających odległości do działek.

Uzyskane trzy pliki wynikowe z odległościami, współrzędnymi punktów dojazdu do kompleksów zapisywane są wraz z powiązаныmi plikami w katalogu „Przejazdy”. Pliki te mają takie same nazwy, jak pliki dotyczące obliczenia od-

ległości do działek, dlatego po zakończeniu obliczeń powinna być zmieniona nazwa katalogu „Przejazdy”.

## PODSUMOWANIE

Pomimo istniejących rozwiązań informatycznych, usprawniających proces automatyzacji kształtowania wiejskich układów gruntowych, celem jest szukanie kolejnych rozwiązań prostszych w swej budowie oraz bardziej efektywniejszych. Omówiony w pracy zakres tematyczny, obejmujący przygotowanie danych wyjściowych do optymalizacji układu gruntowego w oparciu o elementy powierzchniowe wydzielane wewnątrz działek, daje podstawy do opracowania nowego modelu, który pozwoli ocenić zasadność optymalizacji wiejskich układów gruntowych wykorzystującej podział kompleksów na tzw. paski elementarne.

Proces przygotowania danych zmierzający do przekształceń układu gruntowego w badanej wsi z pomocą elementów powierzchniowych wydzielanych w parcelach scaleniovych można ująć w następujących etapach:

1. Utworzenie mapy użytków gruntowych na odrębnej warstwie mapy numerycznej.

2. Wprowadzenie na mapę użytków nowych dróg i kompleksów projektowych, obejmujących obszar scalenia, co doprowadzi do powstania nowej mapy użytków z wyodrębnionymi kompleksami scaleniovymi oznaczonymi symbolem „Opt”.

3. Sporządzenie mapy parcel scaleniovych przez przecięcie działek ewidencyjnych mową mapą użytkowania.

4. Wyodrębnienie niezmienników oraz utworzenie mapy kompleksów scaleniovych i niezmienników, która jest podstawową mapą do wykreślenia nowych granic działek po optymalizacji lub jej korektach.

5. Utworzenie plików dla programu „Pole” dla mapy parcel scaleniovych.

6. Utworzenie mapy sieci drogowej we wsi, wyodrębnienie kompleksów drogowych oraz podział na odcinki drogowe przez wyrysowanie przejazdów przez skrzyżowania dróg.

7. Przygotowanie plików do obliczania macierzy odległości z siedlisk do działek.

8. Utworzenie macierzy odległości do działek jako podstawy do utworzenia macierzy odległości do elementów powierzchniowych na podstawie plików z mapy parcel scaleniovych oraz mapy sieci drogowej.

Uzyskane w poszczególnych etapach przygotowawczych wyjściowe dane mogą być wykorzystane do budowy nowego modelu oraz jego rozwiązania w zakresie optymalizacji wiejskich układów gruntowych.

## BIBLIOGRAFIA

- Banat J., Harasimowicz S., Ostrągowska B., Rutkowski M. 1982. *Wykorzystanie metody programowania liniowego dla optymalizacji rozmieszczenia gruntów gospodarstw we wsi*. IV Sympozjum Naukowe nt. Nowe tendencje w teorii i praktyce urządzania terenów wiejskich, AR Krakowie, s. 11–20.
- Cay T., Iscan F. 2006. *Optimization in Land Consolidation*. XXIII FIG Congress, Munich, Germany, s. 1-11.
- Harasimowicz S. 1986. *Optymalizacja podziału Wsi na gospodarstwa ze względu na odległość gruntów od siedlisk*. Zeszyty Naukowe AR w Krakowie, Rozprawa habilitacyjna nr 110.
- Harasimowicz S, Janus J, Ostrągowska B. 2009. *Optymalizacja wiejskiego układu gruntowego wykorzystująca podział kompleksów projektowania działek na paski elementarne*. Przegląd Geodezyjny nr 5, s. 3-12.
- Stelmach M., Lasota T., Malina R., Sugalski A. 1975. *Projekt rozmieszczenia gruntów w ujęciu programowania liniowego*. Przegląd Geodezyjny nr 5, s. 199-204.
- Woch F. 2001. *Optymalne parametry rozłogu gruntów gospodarstw rodzinnych dla wyżynnych terenów Polski*. Rozpr. Habil. Pamiętnik Puławski, Instytut Uprawy Nawożenia i Gleboznawstwa, z. 127. Puławy
- Żebrowski W., Hopfer A. 1979. *Sformułowanie zadania scalenia optymalnego*. Przegląd Geodezyjny nr 9, s. 7-9.

Prof. dr hab. inż. Stanisław Harasimowicz  
Katedra Zastosowań Matematyki  
tel.12 6624525  
e-mail: rmharasi@cyf-kr.edu.pl

Dr inż. Jacek Gniadek  
Katedra Geodezji Rolnej, Katastru i Fotogrametrii  
tel.12 6624517  
e-mail: rmgniade@cyf-kr.edu.pl  
Uniwersytet Rolniczy  
ul. Balicka 253A,  
30-198 Kraków