

STANISŁAW HARASIMOWICZ
JAROSŁAW JANUS
BARBARA OSTRĄGOWSKA
Uniwersytet Rolniczy
Kraków

RACJONALIZACJA WIEJSKIEGO UKŁADU GRUNTOWEGO NA PRZYKŁADZIE WSI FILIPOWICE

Wprowadzenie

Opracowana metoda ujmowania położenia gruntów względem siedlisk nawiązuje do wcześniejszych prac dotyczących optymalizacji rozmieszczenia gruntów gospodarstw na terenie wsi [1-9]. Nowym składnikiem omawianej metody jest próba uwzględnienia wielkości i kształtu działek oraz zakończenie procesu optymalizacji zautomatyzowanym sporządzeniem mapy nowego układu gruntowego.

Przedstawiana metoda bierze pod uwagę dwa podstawowe kierunki poprawy rozłogu działek i gospodarstw: przybliżenie gruntów do zabudowań gospodarczych oraz wielkość i kształt działek, przy czym zakres optymalizacji rozpatrywanych kierunków jest zróżnicowany. Położenie gruntów w stosunku do siedlisk określane jest przy pomocy niewielkich pasków elementarnych (o powierzchni kilku arów), wydzielanych w kompleksach projektowych zgodnie z kierunkiem projektowania działek. Efektem prowadzonej optymalizacji jest taki przydział pasków elementarnych do gospodarstw, który pozwala na maksymalne zmniejszenie przeciętnej odległości do siedlisk.

Poprawny rozłóg działek uzyskiwany jest w dwu etapach, z których pierwszy wiąże się z pracami przygotowawczymi, dotyczącymi opracowania ogólnego projektu scalenia gruntów, poprzedzającymi zastosowanie omawianej metody. Przy projektowaniu nowego układu drogowego i ustalaniu granic kompleksów projektowych brane są pod uwagę obszary działek, które będą wydzielane i możliwości ich właściwego ukształtowania. Dotyczy to zwłaszcza odległości między sąsiednimi drogami wyznaczającymi granice kompleksów projektowych, które należy dostosować do pożądanej długości działek. Tak zaprojektowana sieć drogowa stwarza możliwość uzyskania poprawnych długości działek, a właściwy ich kształt warunkowany jest głównie przez wydzielanie odpowiednio dużych działek, zgodnych z przyjętymi założeniami projektowymi.

Drugi etap formowania rozłogów działek gruntowych wiąże się z zapewnieniem poprawnej ich powierzchni. Uzyskiwany w wyniku minimalizacji odle-

głości gruntów od siedlisk przydział pasków elementarnych do gospodarstw może być rozmieszczony w wielu kompleksach projektowych w postaci niewielkich udziałów powierzchniowych. W opracowanym programie zamieszczono kilka korekt wydziałania udziałów gospodarstw w kompleksach projektowych, które sprawiają, że udziały te są większe (jeżeli to jest możliwe) od założonego obszaru.

Procedury związane z optymalizacją układu gruntowego zostaną przedstawione na przykładzie wsi Filipowice położonej w pobliżu Krakowa na południowych stokach Wyżyny Krakowsko-Częstochowskiej. Wieś tę o powierzchni około tysiąca hektarów charakteryzuje znaczne rozdrobnienie gruntów. Występuje w niej przeszło 400 gospodarstw rolnych, do których należy ponad 9 tysięcy działek o średniej powierzchni około 10 arów.

Model optymalizacji układu gruntowego we wsi

Głównym źródłem danych dla optymalizacji układu gruntowego jest mapa numeryczna i dane ewidencyjne. Proces pobierania danych został zautomatyzowany przy pomocy odpowiednich programów komputerowych, co zasadniczo zmniejsza pracochłonność uzyskiwania wymaganych informacji.

Optymalizację przydziału gruntów do gospodarstw poprzedza wykonanie wstępnego projektu scalenia uwzględniającego następujące zagadnienia:

- ustalenie „niezmienników”, czyli obszarów wyłączonych ze scalenia;
- ustalenie granic kompleksów projektowych i kierunków projektowania działek.

W ramach czynności przygotowawczych należy dodatkowo przeprowadzić analizy i obliczenia wymagane dla zestawienia modelu optymalizacji struktury przestrzennej wsi, a więc:

- opracować mapy podziału kompleksów scaleniowych na paski elementarne;
- sporządzić macierz odległości wydzielonych pasków elementarnych od siedlisk gospodarstw.

Zarówno podział kompleksów scaleniowych na paski elementarne, jak również zestawienie macierzy odległości z siedlisk do pasków elementarnych może być dokonane przy pomocy przygotowanych programów komputerowych [4], co zasadniczo upraszcza realizację tych pracochłonnych zadań.

Proces przygotowania danych prowadzi do uzyskania 4 plików wyjściowych zawierających:

1. macierz odległości wszystkich rozpatrywanych działek (głównie pasków elementarnych) od siedlisk;
2. zestawienie wszystkich pasków elementarnych objętych scaleniem wraz z ich przynależnością do gospodarstw oraz kompleksów scaleniowych;
3. listę rozpatrywanych gospodarstw;
4. listę kompleksów scaleniowych.

Przygotowane materiały umożliwiają dokonanie optymalizacji rozmieszczenia pasków elementarnych w stosunku do siedlisk gospodarstw. Wydzielone paski elementarne mają identyczne powierzchnie lub wartości, co pozwala na zapisanie modelu określającego zmienność odległości do gruntów przy pomo-

cy zmiennych binarnych. Zmienne decyzyjne tego modelu odnoszą się do niewielkich pasków elementarnych o obszarze kilku do kilkunastu arów, wyodrębnionych w kompleksach projektowych, do których określono odległości do siedlisk. Model ten uwzględnia podstawowe warunki scalenia gruntów odnoszące się do powierzchni lub wartości gospodarstw, z ewentualną ich rozbudową dotyczącą struktury użytków czy jakości gleb. Funkcją celu stanowi przeciętna odległość gruntów od siedlisk we wsi, czyli średnia odległość do wyodrębnionych elementów powierzchniowych.

W najprostszej postaci rozpatrywany model można zapisać w następujący sposób:

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

gdzie:

x_{ij} – zmienna decyzyjna określająca przydział paska elementarnego „i” do gospodarstwa „j” ($x_{ij}=1$ gdy pasek elementarny należy do gospodarstwa, $x_{ij}=0$ gdy pasek elementarny nie należy do gospodarstwa);

l_{ij} – odległość paska elementarnego „i” od siedliska gospodarstwa „j” określona dla działki, do której należy rozpatrywany element;

g_{pj} – powierzchnia gospodarstwa „j” wyrażona liczbą pasków elementarnych.

Przyjęty model optymalizacji rozmieszczenia gruntów gospodarstw we wsi jest stosunkowo prosty z uwagi na duże jego rozmiary. W przeciętnej wsi liczba pasków elementarnych może dochodzić do kilku, a nawet kilkunastu tysięcy, co przemnożone przez wielość gospodarstw dają liczbę kilkuset tysięcy zmiennych decyzyjnych. Prostota modelu daje jednak możliwość jego rozwiązania efektywnym algorytmem, ograniczającym się do analizy wymian pasków elementarnych między gospodarstwami zestawionymi w tzw. macierzy oceny przemieszczeń [3]. Zastosowanie tego algorytmu pozwoli rozwiązać nawet znacznie rozbudowane modele przy pomocy przeciętnych maszyn liczących.

Rozwiązanie przedstawionego modelu określa nowy przydział pasków elementarnych do gospodarstw, zapewniający najmniejszą odległość gruntów od siedlisk. Udziały poszczególnych gospodarstw w kompleksach projektowych są często nadmiernie rozdrobione, co niekorzystnie wpływa na rozłogi wydzielanych działek. Stwarza to konieczność modyfikacji uzyskanego rozwiązania, czemu służą opracowane korekty. W ramach tych korekt następują zmiany przydziałów elementarnych pasków do gospodarstw, dokonywane w ramach nieoznaczoności rozwiązania optymalnego lub niewielkiego przyrostu odległości, prowadzące do odpowiedniego zwiększenia ich obszarów.

Trzy pierwsze korekty dotyczą głównie działek, które mogą być dołączone do prowadzonej optymalizacji z podziałem na umowne elementy powierzchniowe. Polegają one na: wyeliminowaniu zbędnych zmian przynależności działek do gospodarstw (korekta 1); zmniejszaniu liczby działek, w których wydzielane są grunty poszczególnych gospodarstw (korekta 2); zmniejszaniu nadmiernych przyrostów odległości do działek w niektórych gospodarstwach (korekta 3). Korekty te odnoszą się nie tylko do elementów powierzchniowych wydzielanych w stosunkowo nielicznych działkach występujących w niekształtnych kompleksach, ale dotyczą także wszystkich pasków elementarnych, ponieważ daje to nieco lepszą podstawę dla ostatecznego przydzielania tych pasków do gospodarstw.

Korekty przydziału pasków elementarnych powinny prowadzić do posiadania przez gospodarstwa odpowiednio dużej liczby pasków w poszczególnych kompleksach, aby wydzielane na podstawie tych udziałów działki miały odpowiednio duży obszar. Opracowano dwie podstawowe korekty dotyczące: uzyskiwania przez gospodarstwa odpowiednio dużych udziałów w kompleksach projektowych (korekta 2aa) oraz eliminowania nadmiernych przyrostów odległości do gruntów (korekta 2c, tab. 2). Obie te korekty kończą procedury grupowania w zwarte działki przydzielonych gospodarstwom pasków elementarnych w kompleksach projektowych (korekty 2b i 2b po 2c).

Wykonanie korekty 2aa i 2b pozwala uzyskać nowy przydział gruntów do gospodarstw, który cechuje niewielka odległość do uprawianych działek i poprawny ich rozłóg. Korekta 2c umożliwia ograniczenie nadmiernych przyrostów odległości do gruntów, jakie mogą występować w niektórych gospodarstwach. Wydzielenie gruntów w dużych odległościach od siedliska powinno być w zasadzie akceptowane przez gospodarstwa, ponieważ cecha ta jest ujmowana w szacunku porównawczym. W praktyce jednak unika się takich rozwiązań, co uwzględnione jest w korekcie 2c, chociaż wiąże się to z pewnym zwiększeniem rozdrobnienia.

Program komputerowy optymalizacji wiejskiego układu gruntowego

Opracowany program komputerowy umożliwia budowę i rozwiązanie modelu optymalizacji wiejskiego układu gruntowego oraz graficzną prezentację uzyskanego rozwiązania między innymi w postaci kompletnej mapy ewidencyjnej nowego podziału gruntów do gospodarstw. Główna lista wyboru tego programu przedstawiona jest na rys. 1. Dwa pierwsze przyciski („Utworzenie modelu dla wsi” i „Korekty: Kor1,2,3,2a,2aa,2b”) uruchamiają procedury dotyczące budowy rozpatrywanego modelu i jego rozwiązania oraz kolejnego wykonania wszystkich wymaganych korekt.

Przeprowadzenie procedury optymalizacyjnej wymaga umieszczenia w odpowiednim katalogu (określonym podaną ścieżką dostępu) wymaganych 4 plików wyjściowych wymienionych na rozpatrywanym formularzu (rys. 1). Uzyskany w wyniku optymalizacji przydział pasków elementarnych do gospodarstw, minimalizujący odległość gruntów od siedlisk, poddawany jest siedmiu

korektom. Korekty te, wykonywane w ramach nieoznaczoności uzyskanego rozwiązania lub niewielkiego przyrostu średniej odległości do gruntów, pozwalają na uzyskanie (dla odpowiednio dużych gospodarstw) założonej w projekcie scaleriowym wielkości działek.

Minimalizacji odległości pasków elementarnych od siedlisk

Lista Utworzenie modelu dla wsi i opt. Korekty: Kor1, 2, 3, 2a, 2aa, 2b i 2c Mapy gospodarstw Udziały w kompleksach Obszary wspólne

Podaj ścieżkę do plików z mapy D:\Dokument2009\Dok_2009\VBDoc_2008_2009\Filipowice08\Pole61_Filp08\Filipowice08_c\

Podaj ogólną nazwę pliku przetwarzanego z mapy FilpPas

Macierz odległości działek od siedlisk FilpPas_PrzOdIGosp.txt Lista gospodarstw występująca w pliku z odległościami działek od siedlisk FilpPasGospWies.txt

Zestawienie działek oraz ich powierzchni i przynależności do gospodarstw FilpPasDzialGosp.txt

Lista rozpatrywanych gospodarstw i ich powierzchnie FilpPasGosp.txt

Lista kompleksów scaleriowych na mapie pasków i niezmienników FilpPas_uzutki_powierzchnie.mkt

Utworzenie modelu dla wsi

Rys. 1. Wygląd formularza przeznaczonego do optymalizacji układu gruntowego we wsi wchodzącego w skład programu „OptGospPaski”

Kolejny przycisk listy wyboru „Mapy gospodarstw” uruchamia odrębny formularz i umożliwia uzyskanie plików pozwalających na wykreślenie mapy numerycznej uzyskanego w wyniku optymalizacji nowego podziału gruntowego oraz przedstawianie rozłogów poszczególnych gospodarstw w wyodrębnionych fazach optymalizacji i po jej ukończeniu.

Ostatnie dwa przyciski umieszczone na liście wyboru programu, mające charakter pomocniczy w stosunku do prowadzonej optymalizacji, pozwalają na ustalenie liczby i wielkości udziałów gospodarstw w kompleksach oraz określanie zasięgów obszarów wspólnych, w których możliwa jest wymiana danej działki bez wpływu na średnią odległość do gruntów.

Na rys. 2 przedstawiono zawartość katalogu, w którym zapisywane są pliki wyjściowe oraz uzyskiwane w poszczególnych fazach optymalizacji. Wyróżniono na niej 10 grup plików: pliki wyjściowe, pliki tworzące model oraz dotyczące etapów jego optymalizacji, pliki uzyskiwane w efekcie przeprowadzenia siedmiu wymaganych korekt oraz pliki służące do wykreślenia mapy nume-

Optymalizacja układu gruntowego we wsi Filipowice

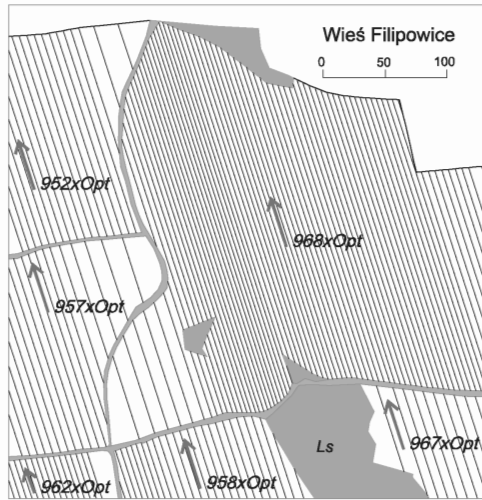
Optymalizacja położenia gruntów względem siedlisk

Wieś Filipowice o powierzchni 979,96 ha charakteryzuje się znacznym rozdrobnieniem gruntów. Wyodrębniono w niej nieco ponad 400 gospodarstw o średniej powierzchni niewiele ponad 2 ha. Przeciętnie na jedno gospodarstwo przypada kilkanaście działek rolnych o powierzchni około 15 arów.

Procesem optymalizacji układu gruntowego we wsi Wojków objęty został obszar 555,25 ha użytków rolnych, co stanowi około 90% tych użytków oraz blisko 60% powierzchni całej wsi (rys. 3). W modelu optymalizacyjnym wzięto pod uwagę użytki rolne, ponieważ są one głównie przedmiotem scalenia. Pominięto w tym modelu, traktując jako niezmienniki scaleniowe, takie użytki, jak: tereny budowlane, wody, lasy oraz niewielkie obszary użytków rolnych położone w pobliżu zabudowań i ściśle z nimi powiązane. Obszar objęty optymalizacją podzielono na 81 kompleksów projektowych (rys. 3), biorąc pod uwagę istniejący poscaleniowy układ drogowy. Kompleksy te podzielono na paski elementarne o powierzchni 10 arów, zgodnie z przyjętymi kierunkami projektowania działek (rys. 4). Ogółem wydzielono 5557 pasków elementarnych, z których 5128 objętych zostało optymalizacją. Pominięte paski elementarne (w liczbie 429) należą do niewielkich gospodarstw, których siedliska nie zostały zidentyfikowane na mapie ewidencyjnej.



Rys. 3. Podział obszaru wsi Filipowice na kompleksy scaleniowe z zaznaczeniem terenów budowlanych oraz obszarów wyłączonych ze scalenia



Rys. 4. Podział wybranego kompleksu scaleniegowego „968xOpt: na paski elementarne o powierzchni 10 arów

Obliczona macierz odległości dotyczy 10792 działek tworzących paski elementarne oraz 454 gospodarstw, dla których ustalono położenie działek siedliskowych. Położenie siedlisk „rózniczan” zamieszkałych w sąsiednich wsiach ustalono na granicy wsi Filipowice, przy drogach dojazdowych z tych wsi. Siedlisko dotyczące gruntów pozostałych różniczan zostało ustalone w punkcie centralnym strefy zabudowy. Macierz odległości sporządzona dla wsi Filipowice zawiera ponad 4 miliony elementów, a jej obliczenie zajęło blisko dwa tygodnie ciągłej pracy maszyny liczącej o przeciętnych parametrach użytkowych.

Średnia odległość gruntów objętych modelem optymalizacyjnym do siedlisk gospodarstw we wsi Filipowice w stanie wyjściowym wynosi 1190,78 m (tab. 1). Grunty rozpatrywanych gospodarstw obejmują 1185 udziałów tych gospodarstw w kompleksach scaleniegowych. Liczba tych udziałów jest około trzy razy mniejsza od liczby działek objętych optymalizacją i należących do gospodarstw położonych w danej wsi wynoszącej około 3381 działek (tab. 2). Większość tych udziałów (364) nie jest większa od 1 ha, a około 250 udziałów jest mniejsza od 10 arów (tab. 1).

Przeprowadzony proces optymalizacji obejmował 4 etapy wiążące się z pełnym przeglądem wszystkich elementów powierzchniowych (tab. 1). Zasadnicze zmniejszenie średniej odległości do gruntów, wynoszące 255 m, zostało uzyskane już po pierwszym przeglądzie elementów powierzchniowych, czyli w etapie 1. Zmniejszenie przeciętnej odległości do gruntów nie spowodowało istotnej zmiany liczebności udziałów gospodarstw w kompleksach scaleniegowych, co wiąże się z występującym w rozpatrywanej wsi znacznym rozdrobnieniem gruntów. W wyniku optymalizacji przynależności elementów powierzchniowych do gospodarstw, średnia odległość z siedlisk do gruntów uległa zmniejszeniu o 261 m do 929,49 m (tab. 1), czyli o bli-

sko 20%. Nowy przydział elementów powierzchniowych do gospodarstw, zapewniający pewne zbliżenie gruntów do siedlisk, wiąże się ze znacznym rozdrobnieniem udziałów gospodarstw w kompleksach projektowych, które uległo jedynie nieistotnej poprawie w stosunku do stanu przed optymalizacją (tab. 2).

Tabela 1

Etapy optymalizacji układu gruntowego we wsi Filipowice

Etap optymalizacji	Średnia odległość z siedlisk do gruntów (m)	Maksymalna zmiana funkcji celu dla wymiany elementów powierzchniowych i kolejnego ich przeglądu (m)	Liczba działek i pasków elementarnych objętych optymalizacją ^a		Liczba udziałów gospodarstw w kompleksach scalenionych				
			działki	paski	wszystkich	do 1 ha	do 50 arów	do 20 arów	do 10 arów
Przed optymalizacją	1190,78	-	-	5128	1185	1078	824	492	239
Etap 1	936,22	10/100		5128	1101	974	713	468	270
Etap 2	932,12	10/100		5128	1009	868	624	402	229
Etap 3	930,67	10/100		5128	1004	862	618	394	227
Etap 4	929,93	10/100		5128	1004	862	618	394	227
Optymalizacja końcowa	929,49	10/100		5128	1004	862	618	394	227

^a W kompleksach scalenionych występowały przed scalenieniem 3381 parcele scaleniowe o przeciętnej powierzchni 0,15 ha.

Niewłaściwe ukształtowanie rozłogów gospodarstw w rozwiązaniu optymalnym jest w dużym stopniu efektem nieoznaczoności tego rozwiązania. Istnieje stosunkowo duża liczba przydziałów elementów powierzchniowych do gospodarstw, które pozwalają uzyskać najmniejszą odległość do gruntów, a rozpatrywane rozwiązanie optymalne jest jednym z takich przydziałów, dobranym w zasadzie w sposób przypadkowy. Przedstawione wady omawianego rozwiązania optymalnego biorą się z nieuwzględnienia w modelu warunków zapewniających poprawną wielkość wydzielanych działek. Rozszerzenie modelu optymalizacyjnego o takie warunki nie jest obecnie możliwe z powodu trudności związanych z rozwiązaniem tak rozszerzonego zadania. Wady te mogą być częściowo lub w całości wyeliminowane przez opracowane korekty tego rozwiązania, dokonywane w ramach jego nieoznaczoności lub niewielkiego przyrostu funkcji celu.

Omówione wady optymalizacji rozmieszczenia elementów powierzchniowych w stosunku do siedlisk gospodarstw potwierdza wynik optymalizacji odnoszący się do gospodarstwa 231, którego działki i wstępny przydział pasków przedstawiony jest na rys. 5. Gospodarstwo to składa się z 7 działek, które są reprezentowane przez odpowiednie przydziały pasków elementarnych w nowym układzie dróg. Wybrane gospodarstwo należy do grupy gospodarstw, których odległość do gruntów w procesie optymalizacji ulegała istotnemu przyrostowi, co umożliwiła ilustrację skutków tego przyrostu (tab. 3).

Tabela 2

Korekty optymalizacji układu gruntowego we wsi Filipowice

Etap optymalizacji	Średnia odległość z siedlisk do gruntów (m)	Parametry korekt		Liczba działek i pasków elementarnych objętych optymalizacją			Liczba udziałów gospodarstw w kompleksach scaleniowych			Liczba gospodarstw z przyrostem odległości do gruntów ponad 100 m
		maksymalna zmiana funkcji celu	liczba przegładów	liczba działek	paski	wszystkich	do 1 ha	do 0,5 ha	do 20 arów	
Przed optymalizacją	1190,78	-	-	3381	5128	1185	1078	824	492	239
Optymalizacja końcowa	929,99	10	kilka	-	5128	1004	862	618	394	227
Korekty wstępne										
Korekta 1: zbędnych przemieszczeń elementów pow.	954,44	200	3	-	5128	1273	1159	918	636	414
Korekta 2Wyj: zmniejszenie liczby działek		50	3	-	5128	1273	1159	918	633	414
Korekta 3: usunięcie przyrostów odległości		100	2	-	5128	1287	1173	932	661	430
Korekty uwzględniające ograniczenie nadmiernego przyrostu odległości do gruntów (program OptGosp61.vbp)										
Korekta 2aa: grupowanie udziałów w kompleksach	959,95	150	do 200	-	5128	573	379	87	35	11
Korekta 2b: wydzielenia dużych działek	960,10	150	1	573	5557	573	379	87	35	11
Korekta 2c: zmniejszenia przyrostów odległości	958,84	100	1	-	5128	678	520	204	36	11
Korekta 2b_po2c: wydzielenia dużych działek	961,06	150	1	678	5557	678	520	204	36	11



Rys. 5. Wstępny przydział pasków elementarnych do gospodarstwa 231 nawiązujący do istniejących działek (wieś Filipowice)

Średnia odległość do gruntów w rozpatrywanym gospodarstwie zmniejszyła się początkowo w wyniku optymalizacji z 643 m do 335 m, czyli o około 50%. Na rys. 5 przedstawiono przydział elementów powierzchniowych do gospodarstwa 231 po przeprowadzeniu optymalizacji układu gruntowego w całej wsi. Przed optymalizacją gospodarstwo 231 składało się z 7 działek, położonych korzystnie w stosunku do siedliska w paśmie gruntu biegnącym prostopadle do strefy zabudowanej i obejmującej siedlisko tego gospodarstwa. Powierzchnie wszystkich działek były mniejsze od 0,5 ha, a dwie z nich nie przekroczyły 10 arów. Po optymalizacji grunty omawianego gospodarstwa zostały wydzielone w 3 kompleksach położonych w pobliżu siedliska w postaci 5 niewielkich działek (rys. 6). Grunty rozpatrywanego gospodarstwa są usytuowane przy drodze wiodącej z siedliska tego gospodarstwa do wschodniej jej granicy. Większość gruntów położonych przy tej drodze należących do różnych gospodarstw może być wymieniana między tymi gospodarstwami bez większego wpływu na średnią odległość do gruntów w całej wsi. Wydzielenie działek gospodarstwa 231 w rozwiązaniu optymalnym w pobliżu siedliska ma więc charakter przypadkowy, wiążący się głównie z kolejnością prowadzonych procedur optymalizacyjnych i może być korygowane bez zasadniczego zmniejszenia uzyskanego przeciętnego zbliżenia gruntów do siedlisk we wsi.

Tabela 3

**Zmiany średniej odległości do gruntów, liczby działek i udziałów
w kompleksach projektowych dotyczące gospodarstwa numer 231
i związane z optymalizacją układu gruntowego we wsi Filipowice**

Etap optymalizacji	Średnia odległość z siedlisk do gruntów (m)	Zmiany średniej odległości	Liczba działek	Liczba udziałów gospodarstw w kompleksach scalenionych				
				wszystkich	do 1 ha	do 50 arów	do 20 arów	do 10 arów
Przed optymalizacją	642,92	-	6 ^a	5	5	5	1	2
Optymalizacja końcowa	335,17	-307,75	5	3	3	2	1	-
Korekty wstępne								
Korekta 1: zbędnych przemieszczeń elementów pow.	642,92	0,00	6	5	5	5	1	2
Korekta 2Wyj: zmniejszenie liczby działek	642,92	0,00	6	5	5	5	1	2
Korekta 3: usunięcie przyrostów odległości	642,92	0,00	6	5	5	5	1	2
Korekty uwzględniające ograniczenie nadmiernego przyrostu odległości do gruntów (program OptGosp61.vbp)								
Korekta 2aa: grupowanie udziałów w kompleksach	1165,00	+522,08	5	1	-	-	-	-
Korekta 2b: wydzielania dużych działek	1015,25	+372,33	1	1	-	-	-	-
Korekta 2c: zmniejszania przyrostów odległości	742,00	+99,08	3	3	3	2	-	-
Korekta 2b_po2c: wydzielania dużych działek	720,75	+77,83	3	3	3	2	-	-

^a Jedna działka o powierzchni mniejszej od 5 arów nie została uwzględniona przy wstępnym przydziale pasków elementarnych.

Efektem końcowym omawianej optymalizacji układu gruntowego we wsi są 3 pliki zawierające przydziały wszystkich elementów powierzchniowych do gospodarstw, listę gospodarstw ujmującą zmiany średniej odległości do gruntów oraz listę działek i pasków elementarnych wraz z określeniem gospodarstw, do których należą. Budowa modelu optymalizującego przydziały elementów powierzchniowych do gospodarstw we wsi Filipowice i jego rozwiązanie, mimo dość dużych rozmiarów (ponad 4 miliony zmiennych decyzyjnych), trwało stosunkowo krótko i zajęło około 12 minut pracy maszyny liczącej.



Rys. 6. Działy gospodarstwa 231 po optymalizacji rozmieszczenia gruntów we wsi Filipowice

Korekta zmniejszająca liczbę udziałów gospodarstw w kompleksach (korekta 2aa) i tworząca zwarte działy w kompleksach (korekta 2b)

Korekty wstępne dotyczą w głównej mierze niewielkiej grupy działek występujących w kompleksach nie dzielonych na paski elementarne, które w rozpatrywanej wsi nie występują. Ich podstawowym celem jest wyeliminowanie podziałów tych działek i przydzielenia ich w całości dla określonych gospodarstw. Korekty te mają również pewien korzystny wpływ na przydział pasków elementarnych do gospodarstw. Wiąże się on ze zmniejszeniem rozproszenia pasków elementarnych w kompleksach przydzielanych poszczególnym gospodarstwom, choć liczba udziałów w kompleksach może ulegać zwiększeniu. We wsi Filipowice po wykonaniu korekt wstępnych liczba udziałów zwiększyła się do 1273, czyli o około 7%. Wykonanie korekt wstępnych odnoszące się do gospodarstwa 231 spowodowało powrót do sytuacji przed optymalizacją (tab. 3). Poprawne rozmieszczenie działek rozpatrywanego gospodarstwa pozwoliło w ramach korekt wstępnych (korekta 2) na taki przydział pasków elementarnych, jaki występował po wstępnym przydziale tych pasków, który jest przedstawiony na rys. 5.

Korekta 2aa, ograniczająca liczbę małych udziałów w kompleksach, odnosi się do przydziału gruntów do gospodarstw po korektach wstępnych, czyli po korekcie 3. Wyjściowy przydział gruntów do gospodarstw po korekcie 3 jest nadmiernie rozdrobniony. Ponad 400 gospodarstw biorących udział w optymalizacji posiada 1287 udziałów w kompleksach o przeciętnym obszarze 39 pasków elementarnych, czyli 39 arów (tab. 2). Większość udziałów (1173) ma powierzchnię mniejszą od 1 ha, a 430 nie przekracza 10 arów.

Głównym celem korekty 2aa było wyeliminowanie udziałów gospodarstw w kompleksach mniejszych od 0,5 ha, by umożliwić projektowanie dostatecznie dużych działek dla gospodarstw, których przeciętny obszar objęty optymalizacją niewiele przekracza 1 ha. Cel ten został skonkretyzowany przez odpowiedni dobór parametrów korekty. Przyjęto między innymi, że powierzchnia minimalnego udziału gospodarstwa w kompleksie, określająca pożądaną wielkość działki, będzie równa 1 ha. Cel wyeliminowania udziałów mniejszych od 0,5 został w rozpatrywanej wsi w pełni zrealizowany. Po omawianej korekcie z 932 zostało tylko 87 udziałów mniejszych od 0,5 ha (5 pasków elementarnych), które nie mogły być usunięte z powodu zbyt małej powierzchni gospodarstw lub kompleksów. We wsi Wojków występuje 85 gospodarstw zawierających mniej niż 5 pasków elementarnych, oraz 34 i 11 gospodarstw o powierzchniach mniejszych od 20 i 10 arów.

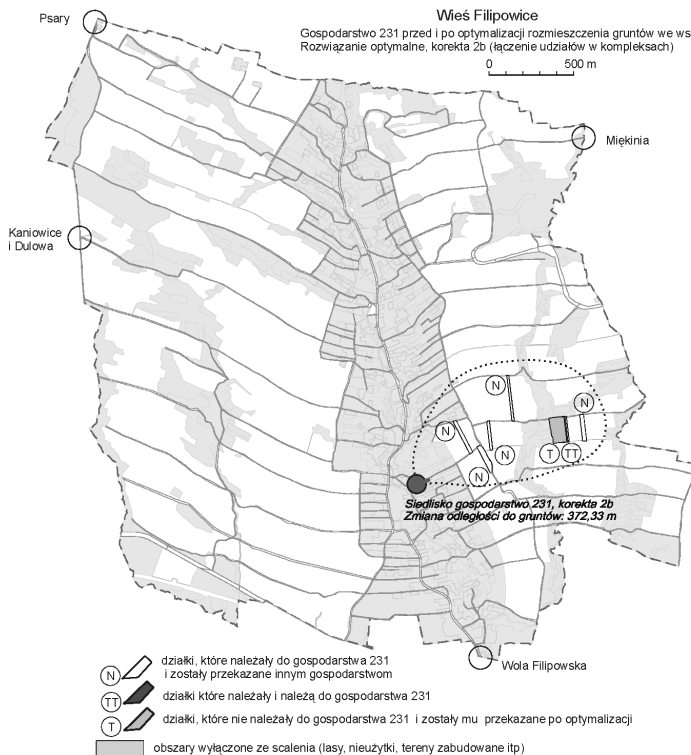
Korekta 2aa zmniejszająca liczbę małych udziałów gospodarstw spowodowała znaczne zmniejszenie liczby wszystkich udziałów i zwiększenie ich obszarów. Średnia powierzchnia udziału gospodarstwa w kompleksie we wsi Filipowice zwiększyła się po wykonaniu omawianej korekty do około 9 pasków. Udział ten jest ponad dwa razy większy niż po korektach wstępnych (3,9 paska). W podobnej proporcji zmniejszyła się liczba wszystkich udziałów gospodarstw. Wykonanie korekty 2aa doprowadziło do zmniejszenia wszystkich udziałów gospodarstw w kompleksach z 1287 po korekcie 3, do 573 udziałów.

Przedstawione korzystne zmiany liczby udziałów gospodarstw w kompleksach i wielkości tych udziałów po wykonaniu omawiającej korekty wiązały się z nieznacznym zwiększeniem odległości do gruntów. Średnia odległość do gruntów we wsi Filipowice, po wykonaniu korekty 2aa zmniejszającej liczbę małych udziałów, wynosi 960 m i jest większa od uzyskanej po optymalizacji rozmieszczenia działek o około 30 m. Stosunkowo nieduży przyrost odległości związany z omawianymi korektami jest efektem wprowadzonych ograniczeń na przyrost tej odległości. Wymiany pasków elementarnych między gospodarstwami nie mogły powodować przyrostów odległości większych niż 50 do 200 m.

Z przedstawioną korektą 2aa powiązana jest kolejna korekta 2b, grupująca udziały gospodarstw w zwarte działki. Korekta ta nie powoduje żadnych zmian liczby i wielkości udziałów gospodarstw w kompleksach projektowych, może jednak prowadzić do niewielkich zmian odległości do gruntów, związanych z przemieszczaniem się udziałów gospodarstw w obrębie kompleksów. Wykonanie korekty 2b pozwala uzyskać nowy podział gruntowy wsi, w którym udziały gospodarstw w kompleksach wydzielone są w pojedynczych działkach.

Efektem rozpatrywanej korekty we wsi Filipowice jest około sześciokrotne zmniejszenie liczby działek – z 3381 do 573. Przeciętna odległość do gruntów objętych optymalizacją po korekcie 2b wynosi 960,10 m i jest o około 230 m mniejsza od odległości wyjściowej oraz o niespełna 30 m większa od odległości najmniejszej (tab. 2). Wyraźne zmniejszenie średniej odległości do gruntów we wsi rozkłada się jednak w sposób nierównomierny na poszczególne gospodarstwa. We wsi Filipowice w 87 gospodarstwach (około 20%) wystąpiło istotne zwiększenie odległości do gruntów, przekraczające 100 m, a niekiedy dochodzące do 700 m (tab. 2). Występujące przyrosty odległości w niektórych gospodarstwach mogą być usunięte bez zmiany przeciętnej odległości do gruntów w ramach dodatkowych korekt.

Wyniki omawianych korekt 2a i 2b dla rozpatrywanego przykładowo gospodarstwa 231 przedstawia rys. 7. Wszystkie działki tego gospodarstwa (6 działek po korektach wstępnych) zostały wydzielone w postaci jednej działki, która położona jest jednak w znacznej odległości od siedliska. Odległość ta wynosząca 1015,25 m jest o około 400 m większa od odległości wyjściowej (tab. 3), co pozwoli przedstawić redukcję tego przyrostu odległości w kolejnych korektach.

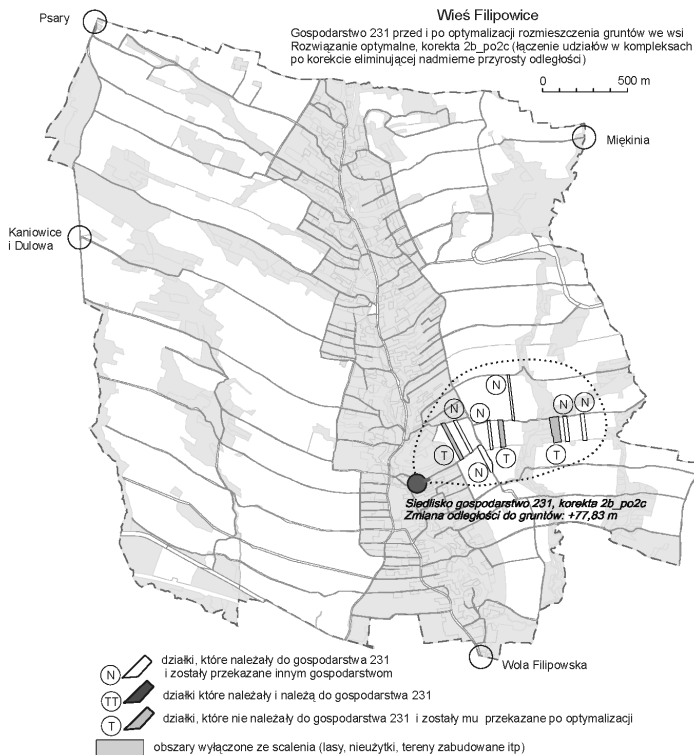


Rys. 7. Działki gospodarstwa 231 po optymalizacji i korekcie łączenia udziałów gospodarstw w kompleksach (wieś Filipowice)

Korekta zmniejszania nadmiernych przyrostów odległości do gruntów (korekta 2c)

Usuwanie nadmiernych przyrostów odległości w gospodarstwach jest z zasady możliwe w ramach nieoznaczoności rozwiązania optymalnego, dlatego nie wiąże się ze znacznym zwiększeniem przeciętnego oddalenia gruntów od siedlisk. Zmniejszenie liczby gospodarstw we wsi Filipowice (z przyrostem odległości przekraczającym 100 m) z 87 do 17, uzyskane w wyniku przeprowadzonej korekty tych przyrostów, spowodowało nieznaczne zmniejszenie przeciętnej odległości do gruntów (tab. 2).

Wykonanie tej korekty wiąże się z pewnym pogorszeniem rozłogów gospodarstw, zwłaszcza wtedy, gdy składają się one z małej liczby działek, co ma miejsce w rozpatrywanej wsi. We wsi Filipowice usunięcie nadmiernych przyrostów odległości wymagało utworzenia ponad 100 dodatkowych działek o stosunkowo małym obszarze nie przekraczającym 0,5 ha. Wymiana całych działek między gospodarstwami prowadzi przeważnie do zmiany gospodarstw, w których występują nadmierne przyrosty odległości. Usunięcie tych przyrostów możliwe jest więc jedynie w przypadku podziału danej działki i wymiany jednej z powstałych części.



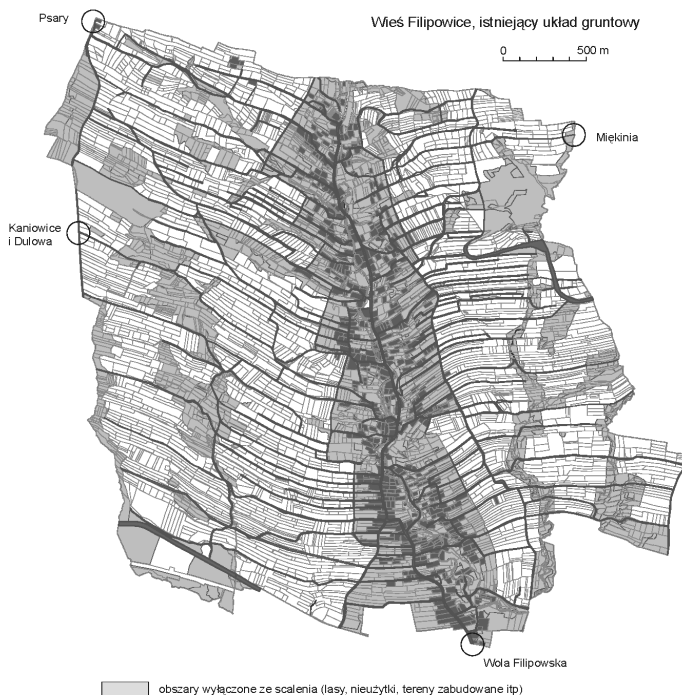
Rys. 8. Działki gospodarstwa 231 po korekcie łączenia udziałów gospodarstw w kompleksach i korekcie eliminującej nadmierne przyrosty odległości do gruntów w gospodarstwach (wieś Filipowice)

Zmiany przydziałów gospodarstw, związane z korektą 2c, wymagają ponownego ich grupowania w zwarte działki, co jest realizowane w ramach końcowej korekty (korekta 2b po 2c). Wykonanie tej korekty wiąże się z nieznacznym przyrostem średniej odległości, który we wsi Filipowice wyniósł zaledwie kilka metrów.

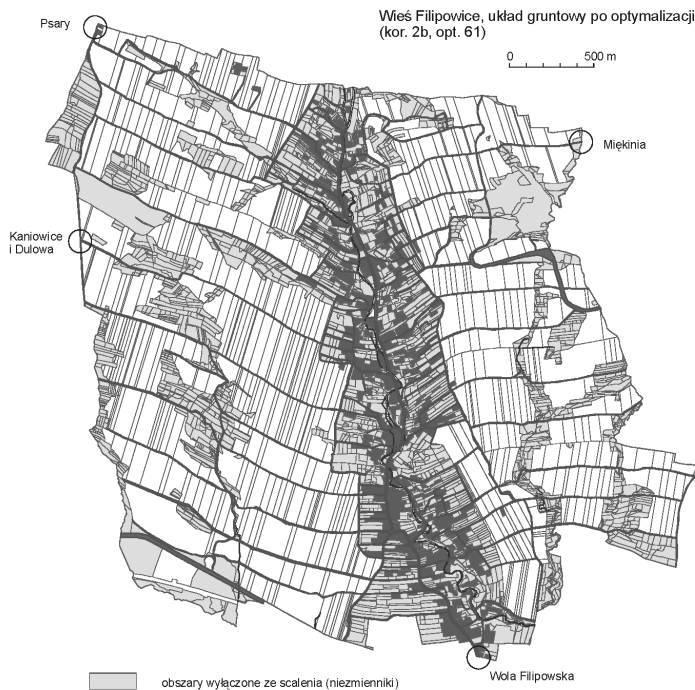
Wyeliminowanie nadmiernego przyrostu odległości w rozpatrywanym gospodarstwie 231 wiąże się z powstaniem dwu małych działek o powierzchniach mniejszych od 0,5 ha, co wiązało się z podziałem dwu działek większych od założonej minimalnej wielkości działki, należących do innych gospodarstw, które uzyskały odpowiednio duże przybliżenie do siedlisk (rys. 8, tab. 3). Po optymalizacji układu gruntowego, gospodarstwo 231 składać się będzie z 3 działek, których odległość od siedliska, wynosząca 721 m, będzie zbliżona do stanu wyjściowego.

Zmiany układu gruntowego po jego optymalizacji

Całościowe zmiany układu gruntowego we wsi Filipowice spowodowane optymalizacją i jej korektami obrazują mapy tego układu przedstawione na rysunkach 9, 10 i 11. Na rys. 9 pokazano granice działek ewidencyjnych przed optymalizacją układu gruntowego. Występuje na niej 9395 działek o średniej powierzchni 0,10 ha (tab. 4). Przedstawione na tym rysunku niezmienniki projektowe obejmują 5954 działki, do których zaliczono tereny objęte zabudową oraz lasy, wody, drogi itp. Przeciętna powierzchnia działek niezmienników projektowych, do których należą głównie działki budowlane, jest niewielka i wynosi 0,07 ha. Optymalizacją układu gruntowego objętych zostało 3381 działek położonych w kompleksach projektowych o średniej powierzchni równej 0,16 ha.



Rys. 9. Układ gruntowy we wsi Filipowice przed optymalizacją



Rys. 10. Układ gruntowy we wsi Filipowice po optymalizacji



Rys. 11. Układ gruntowy we wsi Filipowice po optymalizacji i korektach zmniejszających przyrosty odległości

Na rys. 10 przedstawiono układ gruntowy wsi Filipowice po optymalizacji, przed wyeliminowaniem nadmiernych przyrostów odległości, czyli po korekcie 2b po 2aa. Układ ten cechuje najkorzystniejsze rozdrobnienie gruntów. W porównaniu ze stanem przed optymalizacją dostrzega się wyraźne zmniejszenie zagęszczenia granic, co wskazuje na poprawę rozłogu działek i zmniejszenie ich liczebności. W wyniku optymalizacji układu gruntowego około pięciokrotnie zmniejszyła się liczba działek (do 727 działek), a ich przeciętna powierzchnia wzrosła do 0,76 ha (tab. 4).

Tabela 4

Zmiany liczby i wielkości działek związane z optymalizacją układu gruntowego we wsi Filipowice

Grupy działek	Powierzchnia (ha)	Liczba działek			Średnia powierzchnia działki (ha)		
		przed optymalizacją	po optymalizacji ^a korekta 2bpo2aa	korekta 2bpo2c	przed optymalizacją	po optymalizacji korekta 2bpo2aa	korekta 2bpo2c
Cała wieś	979,90	9395	6527	6632	0,10	0,15	0,15
w tym 2 i 3:							
- niezmienniki projektowe	424,65	5954	5954	5954	0,07	0,07	0,07
- pozostałe działki objęte optymalizacją	555,25	3381	727	842	0,16	0,76	0,66
w tym 3 i 5							
- różnicznianie	95,12	655	66	73	0,15	1,44	1,3
- gospodarstwa miejscowe	460,13	2726	661	769	0,17	0,70	0,6

^a Liczba działek po optymalizacji jest większa od liczby udziałów gospodarstw w kompleksach projektowych, ponieważ dodatkowe działki mogą należeć do pominiętych gospodarstw bez zidentyfikowanych siedlisk lub wiązać się z podziałem pasków elementarnych przez przeszkody terenowe.

Wyeliminowanie nadmiernych przyrostów odległości spowodowało zwiększenie liczby działek do 842 (około 10%) oraz zmniejszenie średniej powierzchni do 0,66 ha (tab. 4, rys. 11). Mimo tego zmniejszenia średnia powierzchnia działki we wsi Filipowice po optymalizacji układu gruntowego jest ponad 4 razy większa niż w stanie wyjściowym. Korzystniejsze jest też rozmieszczenie gruntów na terenie wsi, których odległości od siedlisk zmniejszyły się przeciętnie o ponad 200 m.

Przedstawione porównanie układów gruntowych we wsi Filipowice przed i po optymalizacji nie oddaje zupełnie poprawnie zmian tego układu ze względu na sporą liczbę różnicznian, czyli osób nie zamieszkałych w rozpatrywanej wsi, a posiadających w niej udziały gruntowe. Różnicznianie w badanej wsi zostali podzieleni na grupy według miejsca zamieszkania. Poszczególne grupy różnicznian uzyskiwały w procesie optymalizacji wspólne duże udziały gruntowe, które dopiero w dalszej kolejności będą rozdzielane między poszczególne gospodar-

stwa. Rzeczywisty efekt optymalizacji układu gruntowego należy wiązać ze zmniejszeniem się liczby działek gospodarstw miejscowych. Liczba tych działek zmniejszyła się o niespełna cztery razy i wynosi 769 działek o średnim obszarze równym 0,60 ha. Przeciętne gospodarstwo po optymalizacji układu gruntowego składać się będzie z nieco mniej niż 2 działek, co zważywszy na znaczną liczbę kompleksów projektowych (81 kompleksów) i konieczność eliminacji nadmiernych przyrostów odległości jest rezultatem trudnym do poprawienia.

Wnioski końcowe

Przedstawiona metoda optymalizacji układu gruntowego we wsi daje możliwość pełnej oceny istniejącej struktury przestrzennej oraz jej modernizacji charakteryzującej się możliwie niewielką odległością gruntów od siedlisk i poprawnymi rozłogami działek gruntowych. Pracochłonny proces przygotowania danych dla optymalizacji układu gruntowego, obejmujący podział kompleksów działek na małe paski elementarne oraz obliczenie macierzy odległości tych pasków od siedlisk gospodarstw, został zautomatyzowany przy pomocy odpowiednich programów komputerowych, co umożliwia praktyczne stosowanie opracowanej metody.

W przedstawionej wersji opracowana metoda zakłada równopowierzchniowe wymiany gruntów między gospodarstwami oraz pomijanie życzeń uczestników scalenia, co uniemożliwia jej pełne praktyczne zastosowanie. Wprowadzenie wymian równowartościowych nie stwarza nowych problemów teoretycznych, wiąże się jednak ze znacznym zwiększeniem liczby rozpatrywanych kompleksów, a tym samym z istotnym rozbudowaniem programu oraz zwiększonym czasem trwania obliczeń. Życzenia uczestników scalenia są łatwe do zapisania w programie, ale prowadzi to w praktyce najczęściej do sprzeczności modelu optymalizacyjnego. Jednoznacznie formułowane życzenia wiążą się z zasady z wyeliminowaniem objętych nimi obszarów z optymalizacji i traktowaniem ich jak niezmienników, dlatego wprowadzenie życzeń do modelu na większą skalę nie wydaje się celowe.

Mimo występujących niedostatków, opracowana metoda nawet w obecnej wersji może być wykorzystywana w procesie scalania gruntów. Uzyskany w wyniku optymalizacji przydział gruntów do gospodarstw, przedstawiony w formie rejestru i mapy ewidencyjnej, może być przydatnym studium wskazującym na możliwe do uzyskania efekty scalenia, ułatwiającym zbieranie życzeń oraz sporządzenie projektu scaleniowego.

Literatura:

1. Banat J., Harasimowicz S., Ostrągowska B., Rutkowski M.: Wykorzystanie metody programowania liniowego dla optymalizacji rozmieszczenia gruntów gospodarstw we wsi. IV Sympozjum Naukowe nt. Nowe tendencje w teorii i praktyce zarządzania terenów wiejskich, AR w Krakowie, 1982.
2. Cay T., Iscan F.: Optimization in Land Consolidation. XXIII FIG Congress, Munich, Germany 2006.

3. Harasimowicz S.: Optymalizacja podziału wsi na gospodarstwa ze względu na odległość gruntów od siedlisk. Zeszyty Naukowe AR w Krakowie, Rozprawa habilitacyjna nr 110, 1986.
4. Harasimowicz S., Janus J.: Określenie najkrótszej trasy między działką a siedliskiem za pomocą grafu sieci drogowej i przemieszczeń po granicach działek. Infrastruktura i Ekologia Terenów Wiejskich nr 2/1, PAN Komisja Technicznej Infrastruktury Wsi, 2006.
5. Harasimowicz S., Janus J., Ostrągowska B.: Optymalizacja rozmieszczenia gruntów gospodarstw rolnych na terenie wsi uwzględniająca położenie w stosunku do siedlisk. Przegląd Geodezyjny, nr 12, 2006.
6. Harasimowicz S., Janus J.: Optimization of land plots layout against household dwellings within the villages. International CODATA Symposium on Land Cover Logic, Bonn, Germany, 2007.
7. Harasimowicz S., Janus J.: Optimisation of arable plots arrangement in comparison to Farm Settlements in a Village. FIG Working Week, Stockholm, Sweden 2008.
8. Stelmach M., Lasota T., Malina R., Sugalski A.: Projekt rozmieszczenia gruntów w ujęciu programowania liniowego, Przegląd Geodezyjny, nr 5, 1975.
9. Żebrowski W., Hopfer A.: Sformułowanie zadania scalenia optymalnego. Przegląd Geodezyjny, nr 9, 1979.

STANISŁAW HARASIMOWICZ

JAROSŁAW JANUS

BARBARA OSTRĄGOWSKA

University of Agriculture

Kraków

OPTIMISATION OF THE RURAL LAND SYSTEM ON THE EXAMPLE OF THE FILIPOWICE VILLAGE

Summary

The developed method of optimisation of land system in rural areas is mainly focused on the two directions of improvement in spatial distribution of land parcels and farms: bringing the parcels closer to their main sites as well as the area and the shape of parcels. The optimisation model was worked out by dividing of the land property integration complexes into small elementary strips and then determining the distance of these strips from the farms' sites. As a result of the optimisation procedure, the complete numerical map of the new land system was prepared, making it possible to set up the required documentation files. The labour-consuming processes of data collection, developing and resolving the model were automated by the use of suitable computer programmes, which allowed for the application of this method in practice.

The principles of the optimisation of the rural land system were presented on the example of the Filipowice village, situated near Kraków. As a result of the application of the optimisation method, inter alia, the average area of a parcel increased fourfold and a parcel was brought closer to its main site by above 30% on average.