

Stanisław Harasimowicz, Jarosław Janus, Barbara Ostrągowska

**Optymalizacja rozmieszczenia
działek rolnych w stosunku do
siedlisk gospodarstw na przykładzie
wsi Filipowice**

Acta Scientiarum Polonorum. Administratio Locorum 7/4, 33-52

2008

Artykuł został opracowany do udostępnienia w internecie przez Muzeum Historii Polski w ramach prac podejmowanych na rzecz zapewnienia otwartego, powszechnego i trwałego dostępu do polskiego dorobku naukowego i kulturalnego. Artykuł jest umieszczony w kolekcji cyfrowej bazhum.muzhp.pl, gromadzącej zawartość polskich czasopism humanistycznych i społecznych.

Tekst jest udostępniony do wykorzystania w ramach
dozwolonego użytku.

OPTIMALIZACJA ROZMIESZCZENIA DZIAŁEK ROLNYCH W STOSUNKU DO SIEDLISK GOSPODARSTW NA PRZYKŁADZIE WSI FILIPOWICE

Stanisław Harasimowicz, Jarosław Janus, Barbara Ostrągowska
Uniwersytet Rolniczy w Krakowie

Streszczenie. W pracy przedstawiono metodę optymalizacji przydziałów działek gruntowych do gospodarstw rolnych we wsi uwzględniającej minimalizację odległości od siedlisk. Podstawowym składnikiem modelu optymalizacyjnego jest macierz odległości z siedlisk do działek, którą cechują duże rozmiary. Pracochłonne procedury dotyczące obliczania macierzy odległości oraz sporządzania i rozwiązywania modelu optymalizacyjnego zautomatyzowano programami komputerowymi, co umożliwia praktyczne zastosowania opracowanej metody. Zasady optymalizacji wiejskiego układu gruntowego przedstawiono na przykładzie rozdrobnionej wsi Filipowice położonej w pobliżu Krakowa.

Słowa kluczowe: macierz odległości, optymalizacja przydziału działek

WSTĘP

Efektem optymalizacji rozmieszczenia gruntów we wsi jest uzyskanie najkrótszej przeciętnej odległości z siedlisk do uprawianych działek gruntowych, co pozwala na zmniejszenie kosztów transportu rolnego. Minimalizacja odległości do gruntów jest również podstawowym zadaniem projektu rozmieszczenia gruntów gospodarstw, opracowywanym w procesie scaleniowym. Celem opracowanej metody optymalizacji rozmieszczenia gruntów i związanego z nią programu komputerowego było między innymi zmniejszenie pracochłonności sporządzania i poprawa jakości koncepcji rozmieszczenia gruntów gospodarstw dokonywana w trakcie scalania lub innych prac urządzeniowych.

Istotną cechą omawianej optymalizacji, odróżniającą ją od innych podobnych opracowań, jest sposób opisu położenia gruntów w stosunku do siedlisk. W dotychczasowych badaniach opis położenia gruntów we wsi ograniczał się przeważnie do dużych kompleksów działek [Stelmach i in. 1975, Żebrowski i Hopfer 1979, Banat i in. 1982] lub wiązał

się z podziałem rozpatrywanego obszaru na niewielkie elementy o powierzchni kilku do kilkunastu arów [Harasimowicz 1986]. W prezentowanej optymalizacji przyjęto rozwiązanie, które można określić jako pośrednie w stosunku do wymienionych wcześniej, polegające na wykorzystaniu do określania położenia gruntów względem siedlisk istniejących granic działek. W przypadku dużego rozdrobnienia gruntów taki sposób określania ich położenia jest zwykle wystarczająco dokładny. Uzyskiwany w wyniku optymalizacji nowy przydział gruntowy dotyczy istniejących działek lub ich części, ma więc w pewnym stopniu charakter wymiany gruntów. Taki przydział gruntów łatwo sprowadzić do stosowanego w praktyce określania udziałów gruntowych gospodarstw w kompleksach projektowych przez sumowanie ich w działkach należących do określonych kompleksów. Istotną przesłanką przyjęcia granic działek do oceny położenia gruntów we wsi było również opracowanie programu automatyzującego określanie odległości działek lub parcel gruntowych od siedlisk gospodarstw [Harasimowicz i Janus 2006]. Uprościło to w sposób zasadniczy zestawienie macierzy odległości z siedlisk do gruntów, niezbędnej do optymalizacji ich przydziału do gospodarstw.

Omawiany program opracowany został w dwóch wersjach, które dotyczą wybranej niewielkiej grupy gospodarstw oraz całej wsi. Różnią się one uzyskiwanymi efektami optymalizacji, jak również czasem trwania obliczeń, a zwłaszcza określania macierzy odległości. W przypadku rozpatrywania wybranej, niewielkiej grupy gospodarstw czas przygotowania macierzy odległości jest stosunkowo krótki ze względu na niewielką liczbę branych pod uwagę gospodarstw. W wyniku optymalizacji uzyskuje się najkorzystniejsze rozmieszczenie gruntów w stosunku do siedlisk jedynie w obrębie działek należących do rozpatrywanych gospodarstw. Efekt takiej optymalizacji może posłużyć do zaproponowania wymian gruntów między wybranymi gospodarstwami prowadzących do zmniejszenia przeciętnej odległości gruntów od siedlisk. Czas obliczeń dotyczący przygotowania macierzy odległości dla całej wsi w przypadku jej dużego rozdrobnienia może dochodzić do kilku, a nawet do kilkudziesięciu godzin pracy maszyny liczącej. Przygotowana kompletna macierz odległości może być wykorzystana do optymalizacji rozmieszczenia gruntów dla całej wsi lub dla dowolnie wybranej grupy gospodarstw.

Opracowaną metodę optymalizacji rozmieszczenia gruntów gospodarstw przedstawiono na przykładzie wsi Filipowice, którą charakteryzuje dość duże rozdrobnienie gruntów. Wieś ta ma obszar około 600 ha. Występuje w niej ponad 12 tysięcy działek i przeszło 400 gospodarstw rolnych.

MODEL OPISUJĄCY WPLYW PRZYNALEŻNOŚCI DZIAŁEK DO GOSPODARSTW NA ICH ODLEGŁOŚĆ OD SIEDLISK

Proces optymalizacji rozmieszczenia gruntów gospodarstw obejmuje dwa wyraźnie wyodrębniające się etapy – budowę modelu oraz jego rozwiązanie, czyli procedurę optymalizacyjną. Przyjęty model, opisujący wpływ położenia działek we wsi na ich odległość od siedlisk, jest modelem binarnym, co pozwala na jego stosunkowo proste rozwiązanie. Zmienne decyzyjne tego modelu odnoszą się do niewielkich elementów powierzchniowych o obszarze kilku do kilkunastu arów, wyodrębnionych w granicach działek, którym

przypisano takie odległości do siedlisk jak do działek, w których są położone. Budowa rozpatrywanego modelu polega głównie na ustaleniu liczby elementów powierzchniowych w działkach i ich numeracji, utworzeniu macierzy odległości elementów powierzchniowych od siedlisk oraz określeniu ich przynależności do gospodarstw. Po wyodrębnieniu elementów powierzchniowych następuje dość oczywiste przetworzenie plików z numerami działek na pliki zawierające numery elementów powierzchniowych.

Opracowany program określania odległości działek lub przyjętych elementów powierzchniowych od siedlisk rozwiązuje problemy związane z nadmierną pracochłonnością budowy modelu optymalizującego rozmieszczenie gruntów gospodarstw we wsi. Występujące w modelu ograniczenia i funkcja celu są stosunkowo łatwe do zapisania na podstawie obliczonej macierzy odległości oraz innych danych dotyczących głównie powierzchni lub wartości gruntów gospodarstw.

Przyjęto następujące założenia dotyczące budowy modelu opisującego wpływ rozmieszczenia gruntów gospodarstw na terenie wsi na ich odległość od zabudowań gospodarczych:

- położenie gruntów we wsi określono w odniesieniu do istniejących działek,
- zmienne decyzyjne modelu są zmiennymi binarnymi, czyli przyjmują wartości 0 lub 1,
- jako zmienne decyzyjne przyjęto małe jednostki powierzchniowe rzędu kilku do kilkunastu arów, wydzielone w ramach działek, którym przypisano takie odległości od siedlisk, jakie posiada odpowiadająca im działka,
- model uwzględnia podstawowe warunki scalenia gruntów odnoszące się do powierzchni lub wartości gospodarstw, z ewentualną ich rozbudową dotyczącą struktury użytków czy jakości gleb,
- funkcję celu stanowiąc będzie przeciętna odległość gruntów od siedlisk we wsi, czyli średnia odległość do wyodrębnionych elementów powierzchniowych.

W najprostszej postaci rozpatrywany model można zapisać w następujący sposób:

$$\sum_{i=1}^m x_{ij} = gp_j, j = 1, 2, \dots, n \quad (n - \text{liczba gospodarstw})$$

$$\sum_{j=1}^n x_{ij} = 1, i = 1, 2, \dots, m \quad (m - \text{liczba elementów powierzchniowych})$$

$$\sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n l_{ij} x_{ij} = \min$$

gdzie:

x_{ij} – zmienna decyzyjna określająca przydział elementu powierzchniowego „i” do gospodarstwa „j”:

$x_{ij} = 1$, gdy element powierzchniowy należy do gospodarstwa,

$x_{ij} = 0$, gdy element powierzchniowy nie należy do gospodarstwa,

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

gp_j – powierzchnia gospodarstwa „j” wyrażona liczbą elementów powierzchniowych.

Przyjęty model optymalizacji rozmieszczenia gruntów gospodarstw we wsi jest stosunkowo prosty, co jest okupione dużymi jego rozmiarami. W przeciętnej wsi liczba elementów powierzchniowych może dochodzić do kilku, a nawet kilkunastu tysięcy, co przemnożone przez wielość gospodarstw daje liczbę kilkuset tysięcy zmiennych decyzyjnych. Prostota modelu daje jednak możliwość jego rozwiązania efektywnym algorytmem ograniczającym się do analizy wymian elementów powierzchniowych między gospodarstwami zestawionymi w tzw. macierzy oceny przemieszczeń [Harasimowicz 1986]. Zastosowanie tego algorytmu pozwoli rozwiązać nawet znacznie rozbudowane modele za pomocą przeciętnych maszyn liczących.

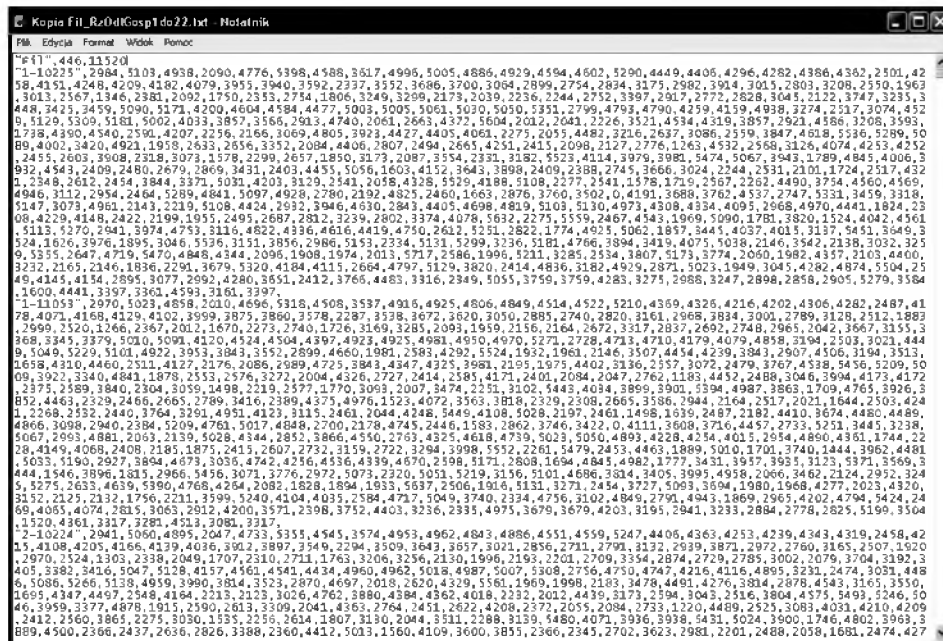
Podstawą budowy omawianego modelu nie są kompleksy działek lub małe elementy powierzchniowe, jak to miało miejsce we wcześniejszych pracach, lecz istniejące działki gruntowe. Nie oznacza to, że zakłada się zachowanie istniejących granic działek. Służą one jedynie do określania położenia gruntów na terenie wsi, a nowe działki gospodarstw mogą być wydzielane bez nawiązywania do wyjściowego układu granic. Przyjęcie istniejących granic działek do określania położenia gruntów na terenie wsi jest rozwiązaniem pośrednim między użyciem dużych kompleksów projektowych i małych elementarnych obszarów utworzonych na przykład za pomocą siatki kwadratów. Przyjęcie takiego rozwiązania wydaje się korzystne, ponieważ pozwala na dokładną ocenę położenia gruntów względem siedlisk w stanie istniejącym i wystarczającą dokładność określania położenia gruntów dla procedury optymalizacyjnej.

PROGRAM KOMPUTEROWY BUDOWY I ROZWIĄZANIA MODELU OPTIMALIZACJI ROZMIESZCZENIA GRUNTÓW GOSPODARSTW WE WSI

Do optymalizacji rozmieszczenia gruntów gospodarstw wymagane są cztery pliki wyjściowe zawierające:

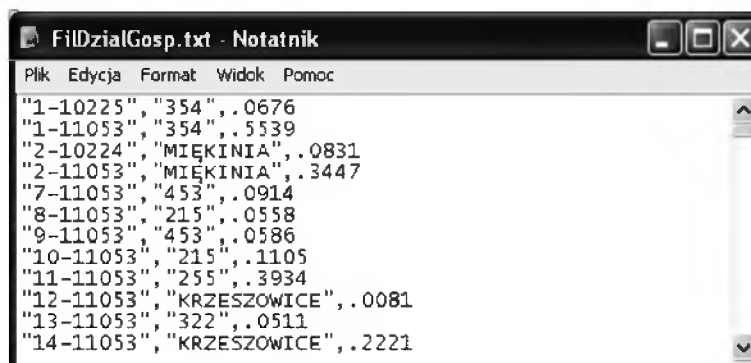
- macierz odległości działek od siedlisk (xxPrzOdIGosp.txt),
- listę gospodarstw występujących w macierzy odległości (xxGospWies.txt),
- zestawienie działek występujących w macierzy odległości oraz ich powierzchni i przynależności do gospodarstw (xxDzialGosp.txt),
- listę rozpatrywanych gospodarstw i ich powierzchnie (xxGosp.txt).

Trzy pierwsze pliki wyjściowe uzyskiwane są w procesie obliczania macierzy odległości dla rozpatrywanej grupy gospodarstw za pomocą opracowanego programu [Harasimowicz i Janus 2006], a ich układ jest identyczny z plikami pokazanymi na rysunkach 1, 2 i 3. Posiadają one w zasadzie takie same nazwy, jak w obecnie omawianym programie służącym do optymalizacji rozmieszczenia gruntów gospodarstw i wpisywane są do tego samego katalogu o nazwie „Przejazdy”. Ułatwia to w sposób zasadniczy przygotowanie katalogu z plikami wyjściowymi do optymalizacji rozmieszczenia gruntów gospodarstw, zwłaszcza w tych przypadkach, gdy procedura optymalizacyjna jest bezpośrednią kontynuacją obliczeń dotyczących zestawiania macierzy odległości.



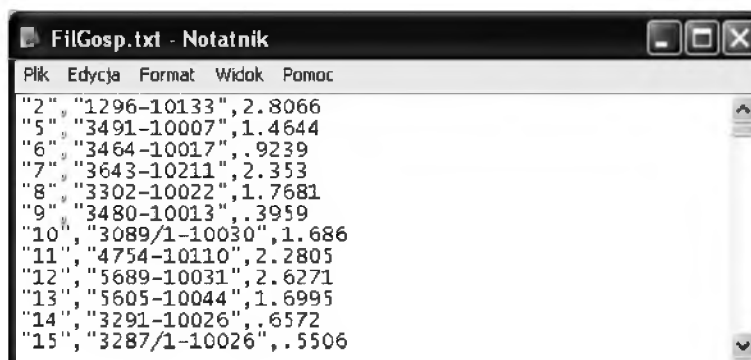
Rys. 1. Pełna macierz odległości działek rolnych od siedlisk gospodarstw we wsi Filipowice

Fig. 1. Full matrix of distances between agricultural parcels and homesteads of farms in the village of Filipowice



Rys. 2. Początek pliku zawierającego listę działek gospodarstw we wsi Filipowice oraz nazwy gospodarstw, do których należą działki i ich powierzchnie lub wartości

Fig. 2. The beginning of a file containing a list of parcels belonging to individual farms in the village of Filipowice, and names of those farms, which are in possession of those parcels; the parcels' surface areas or values



Rys. 3. Zestawienie wszystkich gospodarstw we wsi Filipowice z podaniem numerów działek siedliskowych oraz powierzchni gospodarstw lub ich wartości

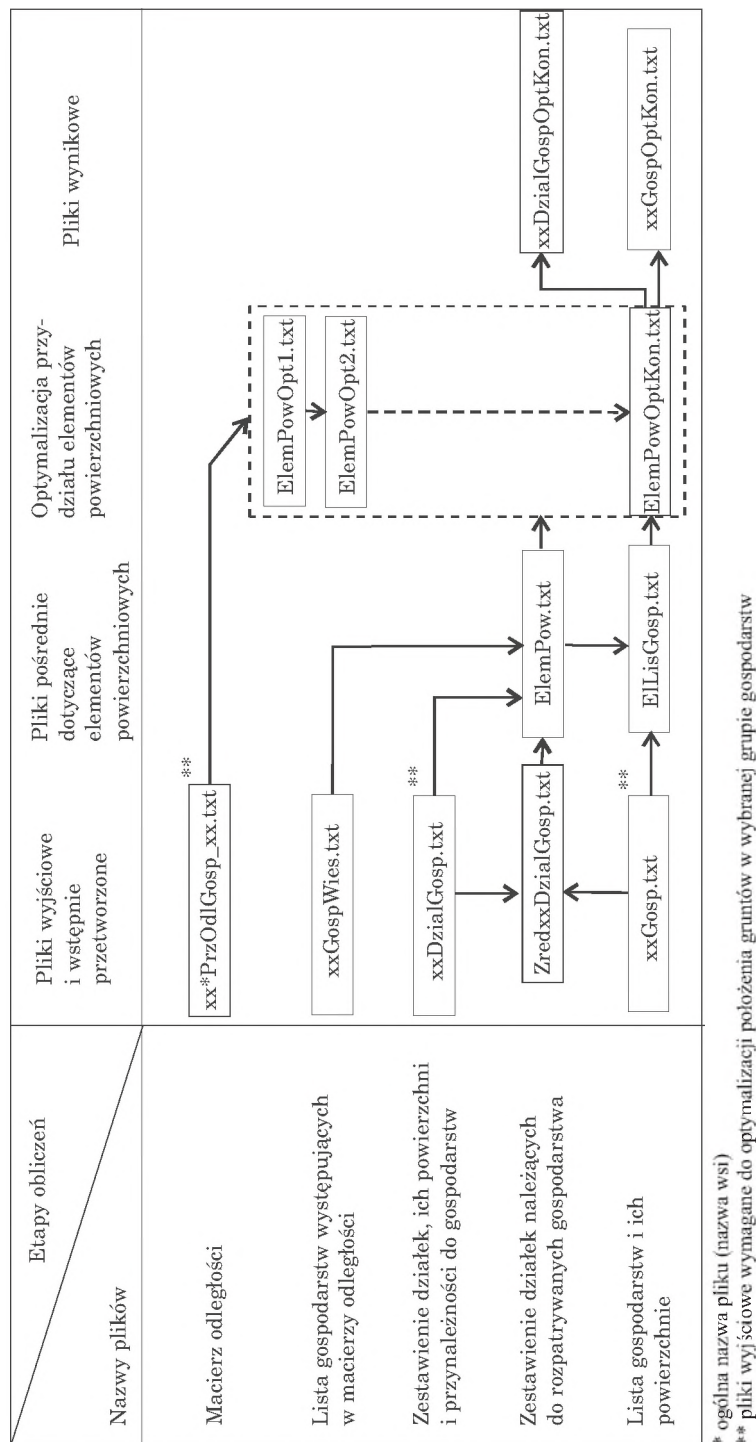
Fig. 3. List of all the farms in the village of Filipowice with the numbers of homestead parcels and surface areas of the farms or their values indicated

Ostatni plik, zawierający listę branych pod uwagę gospodarstw (xxGosp.txt), tworzony jest przez usunięcie z pliku zawierającego pełną listę gospodarstw we wsi tych gospodarstw, które z różnych powodów nie będą rozpatrywane w procesie optymalizacji. W przypadku wsi Filipowice, użytej do prezentacji programu, wzięto pod uwagę wszystkie gospodarstwa, które posiadają grunty rolne na terenie tej wsi. Dodatkowy plik zawierający listę gospodarstw podlegających optymalizacji może zawierać dowolnie wybrane gospodarstwa z pliku ujmującego pełną listę gospodarstw we wsi.

Ogólny schemat przetwarzania plików, dokonywanego w trakcie optymalizacji rozmieszczenia gruntów względem gospodarstw, przedstawiono na rysunku 4. Wyróżniono na nim cztery fazy przetwarzania plików, w których występują pliki wyjściowe, pliki pośrednie uwzględniające podział działek na małe elementy powierzchniowe (faza budowy modelu); pliki przedstawiające poszczególne kroki optymalizacji (etapy optymalizacji) oraz pliki wynikowe.

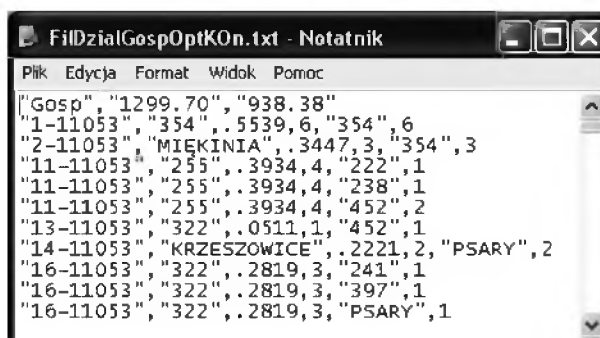
Efektom procesu optymalizacji są dwa pliki wynikowe zawierające listę elementów powierzchniowych i ich aktualny przydział do gospodarstw (plik ElemPowOptKon.txt), listę działek lub ich części przydzielanych poszczególnym gospodarstwom (plik xxDzialGospOptKon.txt) oraz listę gospodarstw poszerzoną o średnie odległości do gruntów przed optymalizacją i po jej zakończeniu (plik xxGospOptKon.txt).

Wyniki optymalizacji, odnoszące się do działek gospodarstw, przedstawiono w pliku (xxDzialGospOptKon.txt) zawierającym listę działek po optymalizacji (rys. 5). Lista działek po optymalizacji obejmuje wszystkie działki lub ich części przydzielone poszczególnym gospodarstwom. Jeżeli dana działka została przydzielona po optymalizacji więcej niż jednemu gospodarstwu, to występuje na omawianej liście więcej niż jeden raz. Na rozpatrywanej liście działek nie występują natomiast te działki, których powierzchnie są mniejsze od połowy obszaru elementu powierzchniowego. W pierwszym wierszu listy działek po optymalizacji, podobnie jak w liście elementów powierzchniowych po optymalizacji, podawane są średnie odległości do gruntów przed optymalizacją i po jej zakończeniu. Dla poszczególnych działek podawanych jest sześć informacji, z których trzy pierwsze przenoszone są z pliku zawierającego wyjściową listę działek (numer działki, numer gospodarstwa, do którego należała działka przed optymalizacją oraz jej obszar).



Rys. 4. Ogólny schemat przetwarzania plików w procesie optymalizacji położenia gruntów w wybranych gospodarstwach
Fig. 4. General file processing diagram under the process of optimizing layout of lands in the selected farms

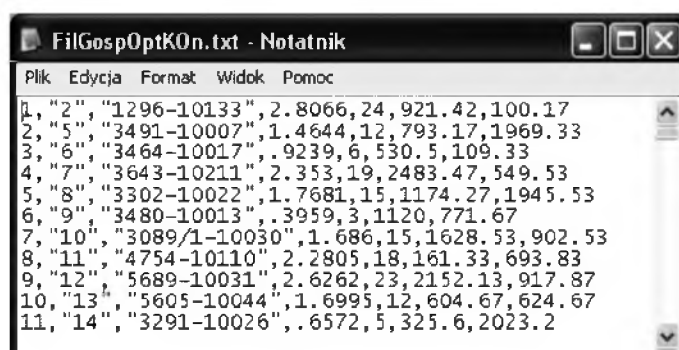
Pozostałe trzy informacje dotyczą: obszaru działki, wyrażonego liczbą elementów powierzchniowych, numeru gospodarstwa, do którego należy rozpatrywana działka lub jej część po optymalizacji oraz liczba elementów powierzchniowych, jaka została przydzielona temu gospodarstwu.



Rys. 5. Plik zawierający listę rozpatrywanych działek oraz przynależności występujących w nich elementów powierzchniowych do gospodarstw przed optymalizacją i po jej zakończeniu

Fig. 5. File containing a list of studied parcels and farms to which surface elements of those parcels belong to, prior to and after the optimization process

Plik z listą gospodarstw po optymalizacji (xxGospOptKon.txt), którego układ obrazuje rysunek 6 uzupełniono odległościami do gruntów przed optymalizacją i po niej. Zmiany tych odległości przyjmować mogą różne wartości w poszczególnych gospodarstwach, a nawet mogą się wiązać w niektórych przypadkach z przyrostem odległości do gruntów po optymalizacji ich przydziału do gospodarstw. W ujęciu całościowym, obejmującym wszystkie rozpatrywane gospodarstwa, zmiany przynależności gruntów do siedlisk ujęte w rozwiązaniu optymalnym umożliwiają uzyskanie najmniejszej przeciętnej odległości do gruntów.



Rys. 6. Plik zawierający listę rozpatrywanych gospodarstw, numery działek siedliskowych, powierzchnię gospodarstw wyrażoną w ha i liczbą elementów powierzchniowych oraz przeciętne odległości do gruntów przed optymalizacją i po jej zakończeniu

Fig. 6. File containing a list of studied farms, numbers of homestead parcels, surface areas of farms expressed in ha, and the number of surface elements and average distances to lands prior to and after the optimization

Uzyskiwany w efekcie optymalizacji przydział gruntów do gospodarstw jest jednym z wielu przydziałów zapewniających minimalizację odległości od siedlisk. W odniesieniu do rozwiązania optymalnego, we wsi można wyróżnić wiele obszarów wspólnych, związanych przeważnie ze zbiornikami dróg lub z położeniem siedlisk, w których mogą być dokonywane wymiany elementów powierzchniowych między określonymi gospodarstwami, bez wpływu na przeciętną odległość do gruntów. Uzyskany w rozwiązaniu optymalnym przydział elementów powierzchniowych do gospodarstw wiąże się w dużym stopniu z przypadkowym doбором tych elementów w obrębie określonych obszarów wspólnych. Przydział ten charakteryzuje się przeważnie nadmierną liczbą działek i dużymi różnicowaniami zmian odległości gruntów od siedlisk w poszczególnych gospodarstwach. Opracowano odpowiednie korekty, które (w ramach nieoznaczoności rozwiązania optymalnego lub niewielkiego zwiększenia funkcji celu) powodują redukcję liczby działek i eliminują niecelowe zróżnicowanie efektów optymalizacji w gospodarstwach.

Opracowany program optymalizacji rozmieszczenia gruntów gospodarstw na terenie wsi składa się z dwóch formularzy, z których jeden dotyczy budowy i rozwiązania modelu opisującego zakres zmienności przydziału gruntów do gospodarstw, a drugi umożliwia tworzenie plików niezbędnych do graficznej prezentacji efektów optymalizacji.

The screenshot shows a software window titled "Minimalizacji odległości działek od siedlisk w wybranych gospodarstwach". The window has a menu bar with options: "Lista", "Utworzenie modelu dla gosp. i opt.", "Utworzenie modelu dla wsi i opt.", "Korekty: Kor1,2 i 3", "Mapy gospodarstw", and "Obszary wspólne". Below the menu bar, there are several input fields and buttons:

- A text box labeled "Podaj ścieżkę do plików z mapy" containing the path "D:\Dokument\VB_doc\Filipowice_06\Pole60\Filipowice_2005V\".
- A text box labeled "Podaj ogólną nazwę pliku przetwarzanego z mapy" containing the text "Fil".
- A button labeled "Macierz odległości działek od siedlisk" next to a text box containing "Fil_PrzOdGosp.txt".
- A button labeled "Lista gospodarstw występująca w pliku z odległościami działek od siedlisk" next to a text box containing "FilGospWies.txt".
- A button labeled "Zestawienie działek oraz ich powierzchni i przynależności do gospodarstw" next to a text box containing "FilDzialGosp.txt".
- A button labeled "Lista rozpatrywanych gospodarstw i ich powierzchnie" next to a text box containing "FilGosp.txt".
- A large button at the bottom labeled "Utworzenie modelu dla wsi".

Rys. 7. Wygląd formularza służącego do optymalizacji rozmieszczenia gruntów gospodarstw we wsi

Fig. 7. Model Form used to optimize the layout of lands in the village

Główną listę wyboru programu przedstawiono na rysunku 7. Podstawowa funkcja programu wiąże się z budową i rozwiązaniem modeli określających zakres zmienności przynależności elementów powierzchniowych do gospodarstw oraz wpływu tej przynależności na przeciętną odległość do gruntów z siedlisk gospodarstw. Modele te mogą być tworzone w odniesieniu do wybranych grup gospodarstw lub obejmować całą wieś (przy-ciski: „Utworzenie modelu dla gosp. i opt.” i „Utworzenie modelu dla wsi i opt.”). Przy-cisk z napisem „korekty: 1, 2 i 3” odnosi się jedynie do modelu obejmującego całą wieś. Korekty uzyskanego rozwiązania optymalnego prowadzone są głównie w ramach jego nieoznaczoności (zakres jego jest stosunkowo duży) lub niewielkich zmian funkcji celu. Dotyczą głównie zbędnego przemieszczania elementów powierzchniowych, czyli zachowania w możliwie największym stopniu posiadanych gruntów oraz sprowadzenia przydziałów elementów powierzchniowych do możliwie małej liczby działek. Ostatni przy-cisk na głównej liście wyboru programu, z napisem „Mapy gospodarstw”, pozwala na przejście do drugiego formularza programu służącego do tworzenia danych umożliwiających graficzne przedstawienie wyników optymalizacji. Na podstawie tych danych można przedstawić na mapie numerycznej działki wybranych gospodarstw przed optymalizacją i po jej zakończeniu oraz zakres stref różnic odległości z gospodarstw decydujących o zmianie przynależności elementów powierzchniowych.

Rozwiązanie przedstawionego modelu określa nowy przydział istniejących działek lub ich części do gospodarstw, zapewniający najmniejszą odległość gruntów od siedlisk. Sumowanie takich udziałów w dowolnie uformowanych kompleksach działek określa udziały gruntowe gospodarstw w tych kompleksach. Zestawienie takie może być traktowane jako wstępny projekt rozmieszczenia gruntów gospodarstw we wsi, który może być dyskutowany i korygowany z zainteresowanymi stronami.

PRZYKŁAD ZASTOSOWANIA PROGRAMU OPTYMALIZACJI GRUNTÓW GOSPODARSTW WE WSI FILIPOWICE

Wieś Filipowice ma kształt zbliżony do kwadratu o boku około 3 km. Zwarte osadnictwo rozciąga się stosunkowo szerokim pasmem (szerokości 300 do 500 m) wzdłuż dna doliny biegnącej środkiem wsi. Na podstawie kształtu wsi i układu osadnictwa można oszacować najmniejszą średnią odległość z siedlisk do gruntów na około 700 do 800 m w przypadku jej pomiaru w linii prostej i na 850 do 950 m, gdy jest ona mierzona wzdłuż dróg.

Optymalizacją rozmieszczenia gruntów w Filipowicach objęto nieco ponad 3 tys. działek (tab. 1), większych niż 5 arów (przyjęto wielkość elementu powierzchniowego równą 10 arów) i należących do około 400 gospodarstw położonych w tej wsi. Czynności wstępne dotyczące przygotowania grafu sieci drogowej zajęły około 5 godzin. Obliczenie pełnej macierzy odległości, liczącej około miliona elementów, opracowanym programem komputerowym trwało około 100 godzin, natomiast sam proces optymalizacji przydziału gruntów do gospodarstw w całej wsi wymagał kilku godzin pracy maszyny liczącej o przeciętnych parametrach użytkowych.

Tabela 1. Zmiany średniej odległości z siedlisk do gruntów związane z korektami rozwiązania optymalnego we wsi Filipowice i w gospodarstwie nr 530 oraz przyjęte w tych korektach maksymalne zmiany tej odległości dopuszczające wymiany elementów powierzchniowych
Table 1. Changes in the mean distance between homesteads and lands correlated with the optimal solution corrections in the village of Filipowice and in the farm No. 530, as well as maximal changes in those distances, as incorporated into corrections, which allow for the replacement of surface elements

Rodzaj rozwiązania Type of solution	Średnia odległość z siedlisk do gruntów [m] Mean distance between homesteads and lands [m]	Maksymalna zmiana funkcji celu dopuszczająca wyniany elementów powierzchniowych [m] Max change in the target function allowing for surface elements to be replaced [m]	Liczba przeglądów listy elementów powierzchniowych (etapów optymalizacji) Number of reviews of List of surface elements (optimization stages)	Liczba działek Number of parcels	Zmiana średniej odleg- łości z siedlisk do gruntów w gospodarstwie 530 [m] Change in the mean distance between homesteads and lands in a farm No. 530 [m]
Przed optymalizacją Prior to optimization	1281,55	–	–	3143	1114,29
Optymalizacja końcowa Final optimization	915,63	10	kilka few	4335	989,00
Korekta 1 – korekta zbędnych przemieszczeń elementów powierzchniowych Correction 1 – correction of unnecessary replacements of surface elements	939,43	200	3	3799	705,88
Korekta 2 – wyj.: zmniejszenie liczby działek Correction 2 – output: decrease in the number of parcels	938,79	50	3	3358	646,35
Korekta 3 – usunięcie przyrostów odległości Correction 3 – elimination of increases in distance	939,05	100	2	3415	646,35
Korekta 4 – ost.: zmniejszenie liczby działek Correction 4 – final: decreased number of parcels	938,92	50	3	3355	646,35

W wyniku przeprowadzonej optymalizacji odległość gruntów od siedlisk w analizowanej wsi zmniejszyła się o ponad 300 m i po wykonaniu niezbędnych korekt rozwiązania wynosi 939 m (tab. 1).

WYMIANY GRUNTÓW MIĘDZY WYBRANYMI GOSPODARSTWAMI UMOŻLIWIAJĄCE ZBLIŻENIE TYCH GRUNTÓW DO DZIAŁEK SIEDLISKOWYCH

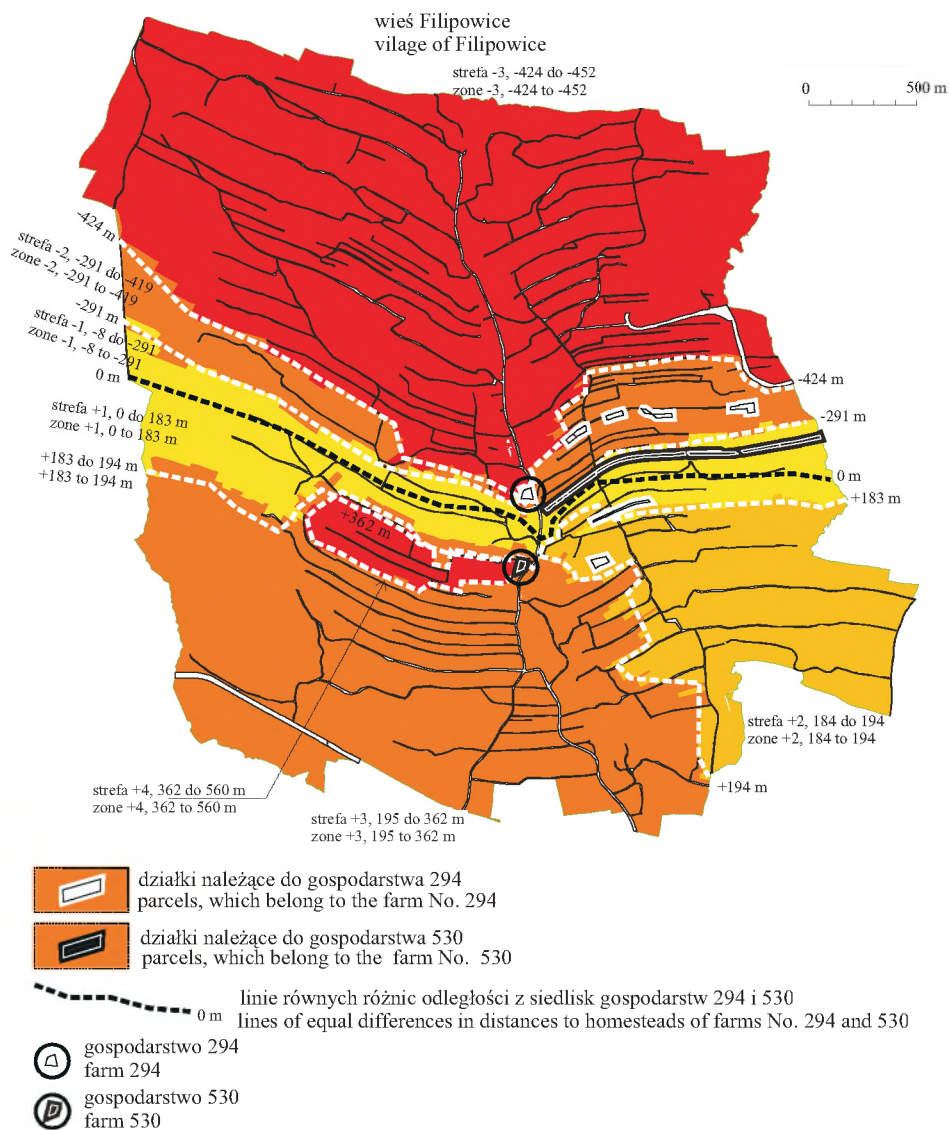
Opracowany program komputerowy pozwala między innymi na optymalizację przynależności działek do gospodarstw dotyczącą wybranej grupy tych gospodarstw. Ograniczenie się do dwóch gospodarstw umożliwia stosunkowo proste przedstawienie zasad przydziału działek do gospodarstw uwzględniających minimalizację odległości do gruntów, których podstawą są linie równych odległości z siedlisk.

Na rysunkach 8 i 9 przedstawiono efekty optymalizacji rozmieszczenia gruntów w dwóch gospodarstwach na tle linii równych różnic odległości z siedlisk tych gospodarstw decydujących o najkorzystniejszym przydziale gruntów.

Analizę przydziału gruntów do rozpatrywanych gospodarstw znacznie ułatwiają zarówno zasięgi wyodrębnionych stref różnic odległości, jak i rozgraniczające te strefy linie równych odległości z siedlisk. Linie równych różnic odległości z siedlisk określają granice między gospodarstwami o przyjętej powierzchni, których grunty położone są najbliżej siedlisk tych gospodarstw. Zasada ta dotyczy zarówno wszystkich gruntów leżących w danej wsi, jak również wybranych działek. Optymalny przydział działek do gospodarstw ma miejsce, wtedy gdy istnieje taka linia równych różnic odległości do działek, która rozdziela wszystkie działki jednego i drugiego gospodarstwa. Przedstawiona na rysunku 8 linia równych odległości do działek pokazuje podział wsi między dwa rozpatrywane siedliska pozwalający na uzyskanie najmniejszej odległości do gruntów. Granica między gospodarstwami, zwiększając obszar gruntów należących do gospodarstwa 530, przesuwać się będzie w kierunku gospodarstwa 294, przy czym będzie to nadal jakaś linia równych różnic odległości.

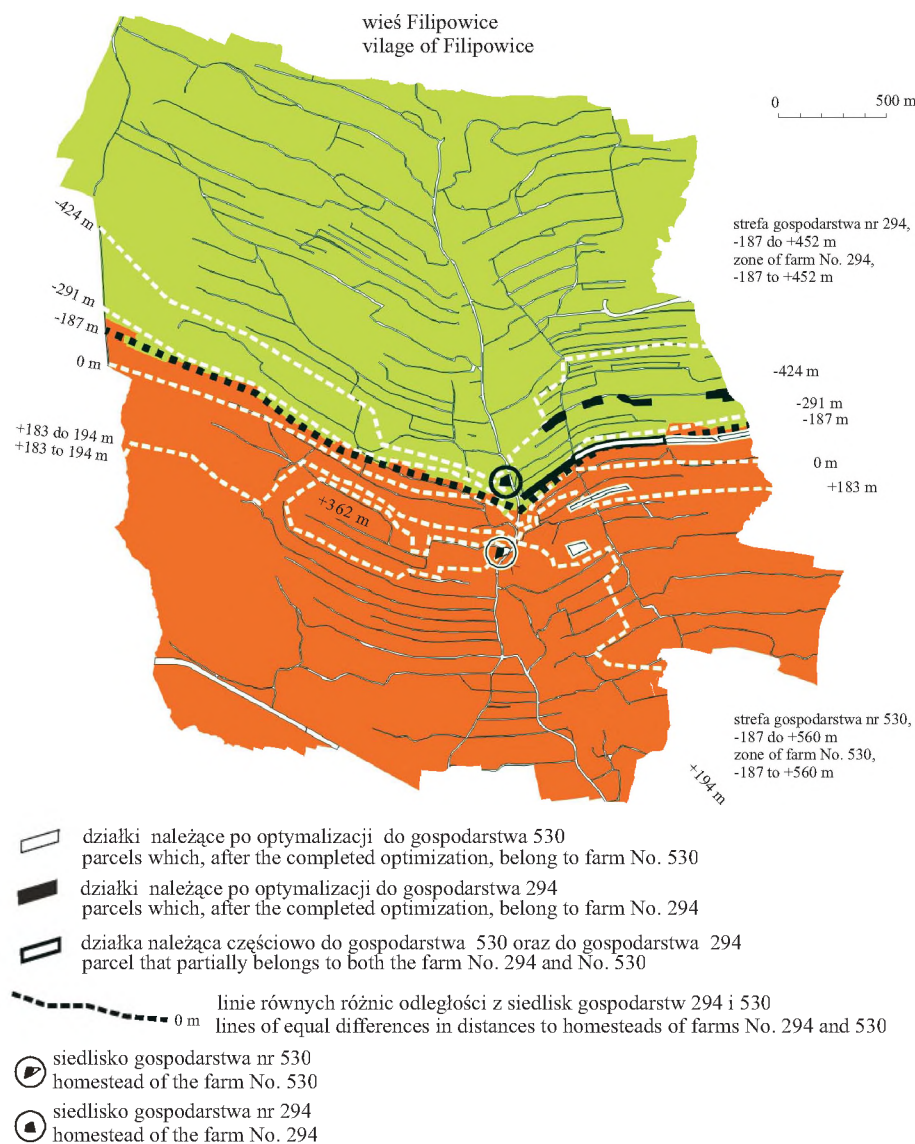
Pewna dowolność przebiegu granicy między gospodarstwami wiąże się z obszarami równych różnic odległości do działek, w które mogą przechodzić linie równych różnic odległości. Optymalny przebieg granicy między gospodarstwami w obszarze równych różnic odległości do działek jest nieoznaczony, dzięki czemu granica ta może być dowolnie kształtowana. Podobnie działki rozpatrywanych gospodarstw położone w obszarze równych różnic odległości mogą być wymieniane bez wpływu na przeciętną odległość gruntów od siedlisk.

Na rysunku 8 przedstawiono rozłogi gospodarstw 294 i 530 przed optymalizacją rozmieszczenia ich gruntów na tle wydzielonych stref różnic odległości do działek z siedlisk tych gospodarstw. Siedliska rozpatrywanych gospodarstw leżą w pobliżu centrum wsi, w niewielkiej odległości od siebie (wynoszącej około 400 m). Ogranicza to wpływ przynależności działek do rozpatrywanych gospodarstw na przeciętną odległość tych działek od zabudowań gospodarczych. Najmniej korzystna przynależność działek do gospodarstw może spowodować przyrost średniej odległości do gruntów, co najwyżej o 400 m. Działki



Rys. 8. Strefy różnic odległości do działek rolnych z siedlisk gospodarstw 294 i 530 oraz działki należące do tych gospodarstw przed optymalizacją rozmieszczenia gruntów

Fig. 8. Zones of differences in distances between agricultural parcels and homesteads of the farm 294 and 530 including parcels belonging to those farms prior to the layout optimization of lands



Rys. 9. Działki gospodarstw 294 i 530 po optymalizacji rozmieszczenia gruntów pozwalającej na ich średnie zbliżenie do siedliska o 62 m

Fig. 9. Parcels belonging to farms No. 294 and 530 after the layout optimization of those parcels; owing to the optimization completed, mean distances between them and the homesteads could be decreased by 62 m

obu gospodarstw położone są we wschodniej stronie wsi, w paśmie gruntów obejmujących ich siedliska i biegnącym poprzecznie do osi doliny i pasma zabudowy. Stosunkowo korzystne położenie gruntów gospodarstw sprawia, że ich średnia odległości od siedlisk nie jest duża i wynosi odpowiednio 819 i 1026 m (tab. 2). Wzajemne przemieszanie działek rozpatrywanych gospodarstw sprawia, że wymiana niektórych działek będzie powodować zmniejszenie ich oddalenia od siedlisk.

Tabela 2. Średnie odległości do działek z siedlisk gospodarstw 294 i 530 we wsi Filipowice przed optymalizacją rozmieszczenia gruntów i po jej zakończeniu

Table 2. Mean distances between lands and homesteads in the farms No. 294 and No. 530 in the village of Filipowice prior to and after the layout optimization of lands

Oznaczenie gospodarstwa Farm denotation	Średnia odległość z siedlisk do gruntów [m] Mean distance between homesteads and lands [m]		Zmiana średniej odległości [m] Change in the mean distance [m]	Średnia odległość do wszystkich działek we wsi Mean distance to all the land parcels in this village
	Prior to optimization	After the optimization		
Gospodarstwo 294 Farm 294	818,52	668,33	-150,19	1616,50
Gospodarstwo 530 Farm 530	1025,97	1025,16	+0,81	1726,41
Razem gospodarstwo 294 i 530 Farms 294 and 530 totally	940,55	878,23	-62,32	1671,55

Przedstawiona na rysunku 8 linia równych odległości do działek z siedlisk dwóch rozpatrywanych gospodarstw (najbardziej zaczerniona linia równych różnic odległości) oddziela działki położone bliżej jednego i drugiego siedliska. Wyodrębnia ono działki, które powinny należeć do poszczególnych gospodarstw, aby przeciętna odległość do gruntów była najmniejsza. Znacznie dogodniej, w stosunku do rozpatrywanych działek, położone jest siedlisko gospodarstwa 294. Większość działek usytuowana jest bliżej niego, a tylko dwie leżą w pobliżu gospodarstwa 530.

Na rysunku 9 przedstawiono rozłogi gospodarstw 294 i 530 po optymalizacji rozmieszczenia gruntów w stosunku do siedlisk. W stanie wyjściowym średnia odległość z siedlisk do gruntów w obu gospodarstwach wynosiła 941 m (tab. 2) i uległa zmniejszeniu o 62 m w wyniku dokonanych wymian gruntów. Wymiany gruntów prowadzone w procesie optymalizacji odmiennie wpływały na średnie odległości do działek w poszczególnych gospodarstwach. W gospodarstwie 294 średnia odległość do gruntów zmniejszyła się o ponad 150 m i wynosi zaledwie 668 m, natomiast w gospodarstwie 530 nie uległa zmianie i nieznacznie przekracza 1000 m.

Położenie działek rozpatrywanych gospodarstw po optymalizacji rozmieszczenia ich gruntów w stosunku do przebiegu linii równych różnic odległości z siedlisk potwierdza

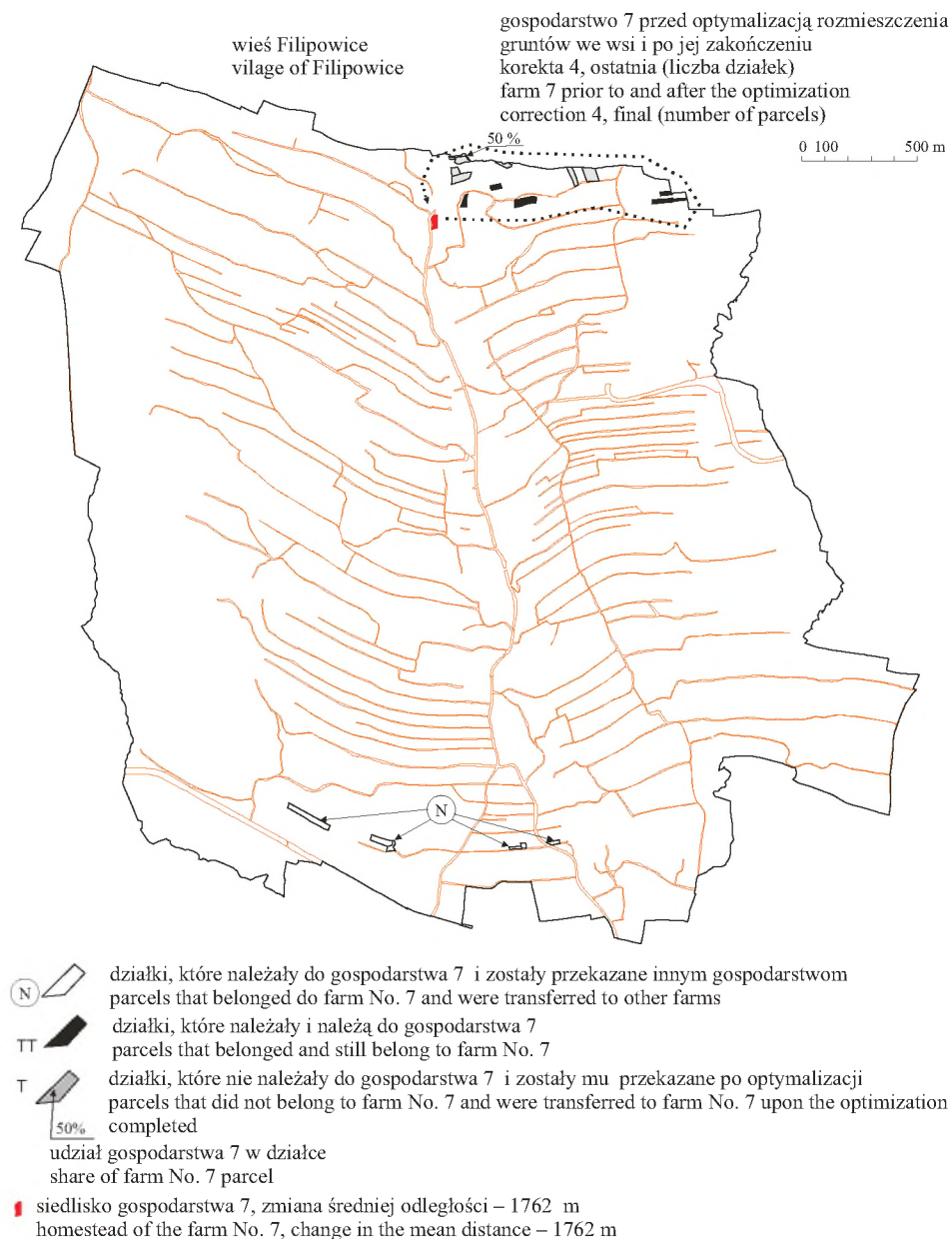
poprawność tej optymalizacji. Działki należące po optymalizacji do omawianych gospodarstw rozdziela linia równej różnicy odległości, wynosząca -187 m (najbardziej zaczerpiona linia równych różnic odległości na rysunku 9), której przebieg nawiązuje do powierzchni tych gospodarstw. Linia ta przebiega przez jedną z działek, której część należy do gospodarstwa 294, a pozostała część do gospodarstwa 530. W przypadku gdy grunty należące do poszczególnych gospodarstw rozdziela nie linia, a strefa równych różnic odległości, to położone w niej działki mogą zmieniać przynależność do gospodarstw bez wpływu na średnią odległość do gruntów. Strefy równych różnic odległości powstają w nawiązaniu do zbiorni dróg lub siedlisk gospodarstw. Przykładem takich stref na rysunku 8 są strefy -3 i +4 (siedliska) oraz strefa +2 (zbiornia drogi).

Przedstawiony proces optymalizacji dotyczył dwóch gospodarstw i dlatego mógł być dość dokładnie uzasadniony na podstawie przebiegu linii równych różnic odległości z siedlisk. Przebieg takich linii dla większej liczby gospodarstw jest bardziej złożony ze względu na ich znacznie większą liczbę, wzajemne nakładanie się i przecinanie, co zasadniczo utrudnia ich wyodrębnianie i interpretację. Przedstawione rozważania mogą być jednak, do pewnego stopnia uogólnione, ponieważ w przypadku optymalnego przydziału gruntów do gospodarstw granice przebiegają zwykle wzdłuż jakichś linii równych odległości z sąsiednich siedlisk. Przebieg i wybór tej linii zależy zarówno od położenia siedlisk i układu dróg dojazdowych do gruntów we wsi, jak i od ujmowanej całościowo struktury obszarowej gospodarstw.

OPTIMALIZACJA ROZMIESZCZENIA GRUNTÓW GOSPODARSTW W CAŁEJ WSI

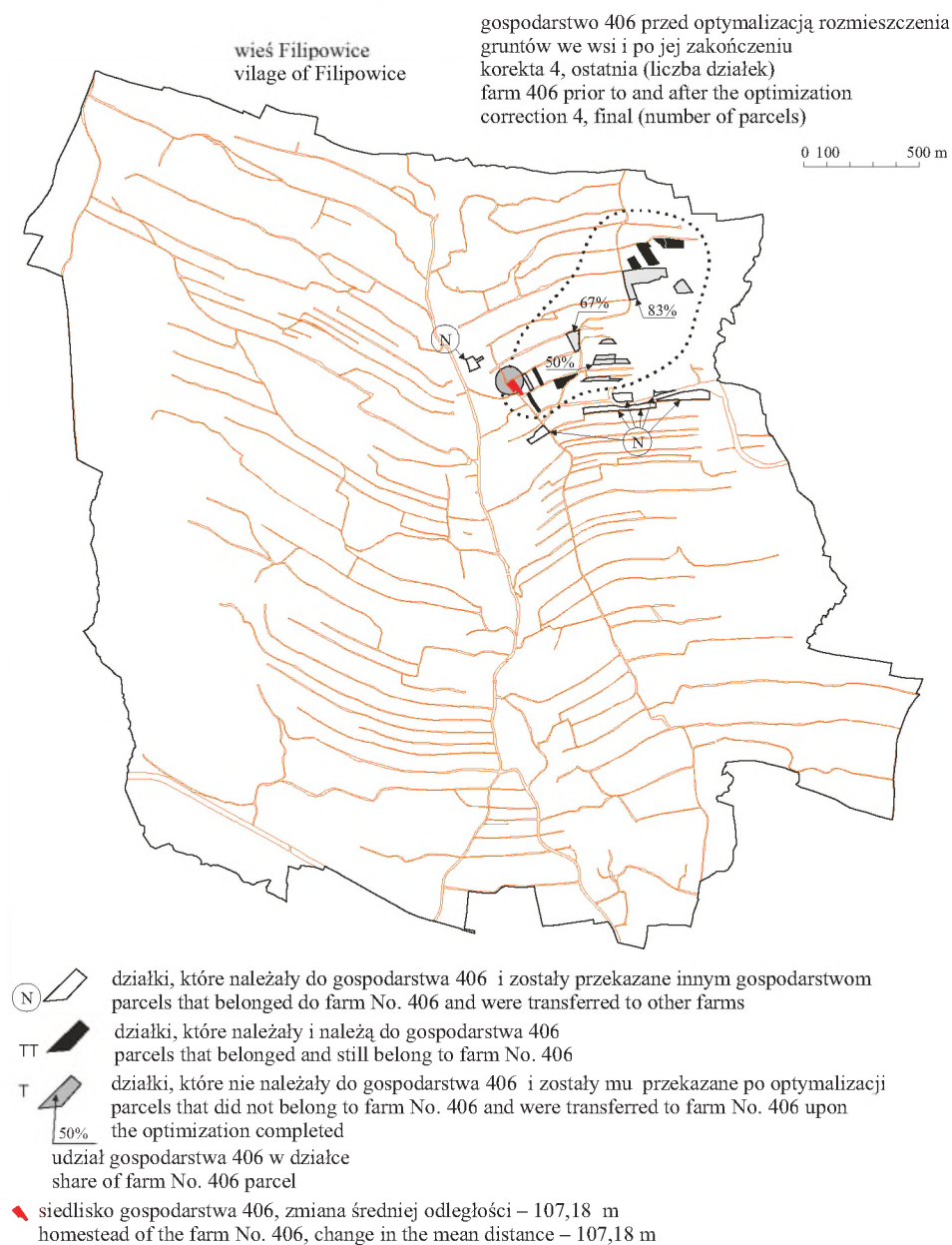
Uzyskany w wyniku optymalizacji układu gruntowego we wsi Filipowice przydział działek do gospodarstw pozwala na pewne ich przybliżenie do siedlisk, które uwidacznia się w większości gospodarstw. Na rysunku 10 przedstawiono przykład gospodarstwa (nr 7), w którym odległość gruntów od siedliska zmniejszyła się w wyniku przeprowadzonej optymalizacji aż o 1762 m. Około połowa działek rozpatrywanego gospodarstwa była położona przed optymalizacją na przeciwnym krańcu wsi niż jego siedlisko w odległości ponad 3 km (działki oznaczone literą N). Pozwoliło to na znaczne zmniejszenie przeciętnej odległości do gruntów, związanej z przeniesieniem tych działek w wyniku optymalizacji w pobliże siedliska gospodarstwa nr 7. Po optymalizacji wszystkie działki omawianego gospodarstwa położone są w stosunkowo wąskim pasie gruntów obejmującym siedlisko tego gospodarstwa i biegnącym prostopadle do osi zabudowy. Dzięki takiemu rozmieszczeniu odległość działek od siedliska jest stosunkowo mała i wynosi zaledwie 763 m.

W rozwiązaniu optymalnym mogą występować gospodarstwa, w których wystąpił przyrost odległości do gruntów w porównaniu ze stanem wyjściowym. Dzięki takim sporadycznym przyrostom odległości możliwe jest uzyskanie znacznie większego przybliżenia gruntów do siedlisk w pozostałych gospodarstwach. Przypadki zwiększenia odległości do gruntów, które pojawiają się w rozwiązaniu optymalnym, mogą być wyeliminowane, ale kosztem pewnego zmniejszenia przybliżenia gruntów do siedlisk, uzyskanego



Rys. 10. Działki gospodarstwa 7 (wieś Filipowice), w którym odległość działek od siedliska uległa znacznemu zmniejszeniu (1762 m) w wyniku optymalizacji rozmieszczenia gruntów gospodarstw we wsi

Fig. 10. Parcels of farm 7 (in the village of Filipowice), their distances to homesteads essentially decreased (1762 m) owing to the layout optimization of farm lands in this village



Rys. 11. Działki gospodarstwa 406 (wieś Filipowice), w którym odległość działek od siedliska zwiększyła się o 107 m po optymalizacji rozmieszczenia gruntów we wsi

Fig. 11. Parcels of farm No. 406 (village of Filipowice); in this farm, the distance between the parcels and the farm homestead increased by 107 m after the layout optimization of lands in this village

w rozwiązaniu optymalnym. W opracowanej korekcie eliminującej nadmierny przyrost odległości do gruntów w poszczególnych gospodarstwach przyjęto, że przyrost ten nie może przekraczać 100 m.

Na rysunku 11 przedstawiono przykład gospodarstwa, w którym nastąpiło zwiększenie odległości do gruntów wynoszące aż 391 m. W wyniku korekt rozwiązania optymalnego zwiększenie to zostało zredukowane do 96 m, wzrastając jednak po ostatecznej korekcie zmniejszającej liczbę działek do 107 m. Spory przyrost odległości do gruntów w tym przypadku wiązał się z przejściem wielu działek położonych w najbardziej odległych od zabudowy miejscach wsi, które jednak mają stosunkowo dogodny dojazd z siedliska rozpatrywanego gospodarstwa. Związany z tym przyrost odległości był jednak mniejszy niż zmniejszenie odległości w gospodarstwach, które przejęły działki należące przed optymalizacją do gospodarstwa nr 406.

WNIOSKI

Opracowany program komputerowy optymalizacji rozmieszczenia gruntów gospodarstw na terenie wsi wraz z programem automatyzującym określanie macierzy odległości do działek z siedlisk gospodarstw cechuje stosunkowo niewielka pracochłonność. Wykonanie optymalizacji układu gruntowego w przeciętnie rozdrobnionej wsi posiadającej poprawnie wykonaną mapę numeryczną wraz z czynnościami przygotowawczymi nie powinno zająć więcej niż jeden do dwóch dni pracy. Daje to możliwość praktycznego wykorzystania opracowanej metody w pracach dotyczących oceny i modernizacji wiejskich układów gruntowych.

Koncepcja najkorzystniejszego przydziału gruntów do gospodarstw, będąca efektem opracowanej procedury optymalizacyjnej, może być wykorzystana w pracach scaleniowych przy sporządzaniu projektu rozmieszczenia działek gospodarstw we wsi jako wstępne studium takiego projektu. Może być ona również podstawą do zautomatyzowania procedury sporządzenia projektu rozmieszczenia gruntów gospodarstw we wsi, która powinna uwzględniać zebrane wcześniej życzenia uczestników scalenia. Gdy nie przewiduje się wykonania scalenia, optymalizację układu gruntowego całej wsi lub wybranej grupy gospodarstw można wykorzystać do opracowania ofert wymian działek między gospodarstwami, które umożliwiają zbliżenie gruntów do siedlisk.

PIŚMIENICTWO

- 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 Kraków, 11–20.
- Harasimowicz S., 1986. Optymalizacja podziału wsi na gospodarstwa ze względu na odległość gruntów od siedlisk. Zesz. Nauk. AR w Krakowie, Rozprawa habilitacyjna nr 110.

- Harasimowicz S., Janus J., 2006. Określenie najkrótszej trasy między działką a siedliskiem za pomocą grafu sieci drogowej i przemieszczeń po granicach działek. *Infrastruktura i Ekologia Terenów Wiejskich*. PAN Komisja Technicznej Infrastruktury Wsi 2/1, 49–60.
- Stelmach M., Lasota T., Malina R., Sugalski A., 1975. Projekt rozmieszczenia gruntów w ujęciu programowania liniowego. *Przegląd Geodezyjny* 5, 199–204.
- Woch F., 1989. Określenie ekonomicznych skutków scalenia gruntów na przykładzie wsi Karczowska woj. lubelskie. *Zesz. Nauk. AR we Wrocławiu, ser. Geodezja i Urządzenia Rolne* 7, 41–48.
- Żebrowski W., Hopfer A., 1979. Sformułowanie zadania scalenia optymalnego. *Przegląd Geodezyjny* 9, 7–9.

LAYOUT OPTIMIZATION OF AGRICULTURAL PARCELS WITH REGARD TO FARM HOMESTEADS EXEMPLIFIED BY THE VILLAGE OF FILIPOWICE

Abstract: The paper presents a method developed for the purpose of allocating land parcels to agricultural farms in a village and, at the same time, to minimize distances between a parcel and a homestead. A major component of the optimization model is the matrix of distances between land parcels and homesteads. This matrix is characterized by large dimensions. Time consuming procedures of computing a matrix of distances and of developing and solving an optimization model have been automated by computer software. Now, it is possible to use the method developed in practice. The optimization rules of rural land layout were presented on the example of a fragmented village of Filipowice situated in the vicinity of Cracow.

Key words: matrix, distance, and optimization of parcels being allocated

Zaakceptowano do druku – Accepted for print: 4.12.2008