POLSKA AKADEMIA NAUK – Oddział w Krakowie
KOMISJA TECHNICZNEJ INFRASTRUKTURY WSI

POLISH ACADEMY OF SCIENCES – Cracow Branch
COMMISSION OF TECHNICAL RURAL INFRASTRUCTURE

INFRASTRUKTURA I EKOLOGIA TERENÓW WIEJSKICH

8

INFRASTRUCTURE AND ECOLOGY OF RURAL AREAS

Rozprawa habilitacyjna

Jarosław Janus

ZINTEGROWANY SYSTEM KSZTAŁTOWANIA UKŁADÓW GRUNTOWYCH WSI

AN INTEGRATED SYSTEM OF DEVELOPING RURAL LAND LAYOUTS

Kraków 2011

RADA PROGRAMOWA – RESEARCH COUNCIL

Radomir Adamovský (*Praga*), Tadeusz Bednarczyk, Wacław Bieda, Jerzy Gruszczyński, Bent Hasholt (*Kopenhaga*), Dušan Húska (*Nitra*), Stanisław Krzanowski (*przewodniczący*), Antoni T. Miler, Jan Pawełek, Štefan Pogran *(Nitra*), Artur Radecki-Pawlik, Jerzy Ratomski, Stanisław Rolbiecki, Czesław Rycąbel, Janusz Lech Siemiński, Stefan Stojko (*Lwów*), Rastislava Stolična (*Bratysława*), Ryszard Ślizowski, Gerlind Weber (*Wiedeń*), Stanisław Węglarczyk, Andrzej Woźniak, Zdzisław Wójcicki

KOMITET REDAKCYJNY – EDITORIAL BOARD

Jerzy Gruszczyński *(red. nacz.)*, Jerzy Kwapisz *(z-ca. red. nacz.)*,
Anna Krakowiak-Bal *(sekretarz)*,
Stanisław Węglarczyk (*red. angielska*; sweglar@pk.edu.pl)

WYDAWCA – EDITOR

Komisja Technicznej Infrastruktury Wsi PAN w Krakowie

© Copyright by:
Stowarzyszenie Infrastruktura i Ekologia Terenów Wiejskich,
św. Jana 28, 31-018 Kraków

ADRES REDAKCJI – EDITORIAL OFFICE ADDRESS

Redakcja IiETW, Balicka 116 B Pawilon E, 30-149 Kraków,
tel. (12)(662) – 46 59, - 46 58, - 46 55, Fax: (12) 662 46 60,
E-mail: editor@infraeco.pl, www.infraeco.pl
Webmaster: Jakub Sikora (Jakub.Sikora@ur.krakow.pl), tel. 012-662 46 62

ISSN 1732-5587

Okładka: *Adam Chłobowski*
Korekta i skład komputerowy: *Redakcja*

Druk, oprawa:
NOVA SANDEC – Wydawnictwo i Drukarnia
ul. Lwowska 143, 33-300 Nowy Sącz, tel. 18-441 02 88

Opracowanie wykonano w Katedrze Geodezji Rolnej, Katastru i Fotogrametrii
Uniwersytetu Rolniczego im. Hugona Kołłątaja w Krakowie

Recenzenci:
Prof. dr hab. inż. Zdzisław Adamczewski
Prof. dr hab. inż. Tomasz Bajerowski
Prof. dr hab. inż. Wojciech Przegon

SPIS TREŚCI

1. Wstęp 11
2. Zdefiniowanie zadania poprawnego przydziału gruntów do gospodarstw oraz sposoby jego wymiernego ujęcia i rozwiązania 17
   - 2.1. Wybrane parametry struktury przestrzennej obszarów wiejskich i możliwości ich poprawy w procesie tworzenia nowego układu gruntowego 17
     - 2.1.1. Wielkość gospodarstwa rolnego 19
     - 2.1.2. Liczba działek i pól uprawnych w gospodarstwie 21
     - 2.1.3. Powierzchnia działki (pola uprawnego) 22
     - 2.1.4. Kształt działki (pola uprawnego) 24
     - 2.1.5. Ukształtowanie pionowe 28
     - 2.1.6. Użytkowanie i jakość gruntów 29
     - 2.1.7. Parametry związane z siecią drogową 30
     - 2.1.8. Odległość gruntów od siedlisk 33
   - 2.2. Warunki tworzenia poprawnego układu gruntowego wsi 34
   - 2.3. Minimalizacja odległości gruntów od siedlisk jako kryterium wyznaczania granic gospodarstw 36
   - 2.4. Zdefiniowanie zadania optymalizacji przydziału gruntów do gospodarstw 37
   - 2.5. Metody ujęcia i rozwiązania zagadnienia optymalizacji układu gruntowego 40
     - 2.5.1. Zastosowanie metod programowania liniowego 41
     - 2.5.2. Rozwiązanie zagadnienia optymalizacji metodą oceny efektów przemieszczeń elementów powierzchniowych 46
   - 2.6. Sposoby określenia położenia gruntów na obszarze wsi w procesie optymalizacji układu gruntowego wsi 46
     - 2.6.1. Podział na kompleksy projektowe 47
     - 2.6.2. Podział wykorzystujący istniejący układ gruntowy 49
     - 2.6.3. Podział na elementy oparty o siatkę kwadratów 51
     - 2.6.4. Podział na paski elementarne wydzielane zgodnie z kierunkiem projektowania działek w kompleksie 52

3. Podział kompleksów projektowych na paski elementarne wydzielane zgodnie z kierunkiem projektowania działek 53

3.1. Zasady wyznaczania granic pasków elementarnych w kompleksach 54

3.2. Modyfikacja zadania podziału ze względu na wydzielanie pasków elementarnych o jednakowej wartości 57

3.3. Podział obszaru wsi na kompleksy projektowe i ustalenie kierunków projektowania działek 60

3.4. Program komputerowy realizujący podział wsi na paski elementarne 65

4. Utworzenie macierzy odległości pomiędzy siedliskami a zbiorem elementów powierzchniowych 71

4.1. Sieć transportowa gospodarstw rolnych jako graf..... 72

4.2. Wykorzystanie algorytmu Dijkstry do obliczenia najkrótszych tras przejazdów z siedlisk do elementów powierzchniowych .. 76

4.3. Obliczenie wartości elementów macierzy odległości..... 77

5. Kształtowanie układu gruntowego wsi z wykorzystaniem podziału jej obszaru na elementy powierzchniowe 80

5.1. Charakterystyka danych wejściowych i wstępne etapy ich przetwarzania..... 85

5.2. Wstępna optymalizacja przydziału elementów powierzchniowych do gospodarstw 90

5.2.1. Zestawienie plików wejściowych 90

5.2.2. Budowa modelu 92

5.2.3. Wstępna optymalizacja przydziału elementów powierzchniowych do gospodarstw..... 93

5.3. Wstępna optymalizacja przydziału gruntów do gospodarstw rolnych na przykładzie wsi Wojków 99

5.4. Optymalny przydział gruntów do gospodarstw na tle stref różnic odległości z siedlisk..... 103

5.4.1. Strefy różnic odległości z siedlisk do gruntów rozpatrywanych gospodarstw..... 104

5.4.2. Optymalny przydział gruntów do gospodarstw 111

5.5. Korekty przydziału elementów powierzchniowych do gospodarstw 116

5.5.1. Wstępne korekty przydziału elementów powierzchniowych. 117

5.5.1.1. Korekta dotycząca wyeliminowania zbędnych zmian przynależności elementów powierzchniowych do gospodarstw (korekta wstępna pierwsza) 117

5.5.1.2. Korekta przydziału elementów powierzchniowych do gospodarstw dotycząca zmniejszenia liczby działek (korekta wstępna druga) 121

5.5.1.3. Korekta przydziału elementów powierzchniowych do gospodarstw dotycząca usunięcia nadmiernych przyrostów odległości (korekta wstępna trzecia) 123

5.5.2. Zasadnicze korekty przydziału pasków elementarnych do gospodarstw w kompleksach projektowych..... 126

5.5.2.1. Korekta ograniczająca liczbę małych udziałów gospodarstw w kompleksach projektowych (korekta A) 127

5.5.2.1.1. Wstępny przegląd małych kompleksów 130

5.5.2.1.2. Wstępny przegląd małych gospodarstw 132

5.5.2.1.3. Główny przegląd zapełniania kompleksów o dużej powierzchni..... 132

5.5.2.2. Korekta ograniczająca liczbę małych udziałów gospodarstw we wsi Wojków 135

5.5.2.2.1. Pełna korekta ograniczająca liczbę małych udziałów 135

5.5.2.2.2. Korekty cząstkowe obejmujące wybrane przeglądy pełnej korekty a zmniejszającej liczbę małych udziałów 136

5.5.2.2.3. Wpływ doboru parametrów na wyniki określenia udziałów gospodarstw w kompleksach projektowych 138

5.5.2.3. Korekta łączenia udziałów gospodarstw w zwarte działki (korekta B) 144

5.5.2.4. Korekta łączenia udziałów gospodarstw we wsi Wojków. 146

5.5.2.5. Korekta zmniejszająca nadmierne przyrosty odległości w gospodarstwach (korekta C) 153

5.5.2.5.1. Modyfikacja korekty „A” 154

5.5.2.5.2. Korekta „C” ograniczająca nadmierne przyrosty odległości..... 155

5.5.2.6. Druga korekta łączenia udziałów gospodarstw w kompleksach w zwarte działki (korekta D) 157

5.5.2.7. Korekty zmniejszające nadmierne przyrosty odległości we wsi Wojków 157

5.5.3. Korekta wiejskiego układu gruntowego dotycząca sposobu wydzielania małych działek ... 163

5.5.3.1. Wpływ powierzchni i długości działek oraz odległości pomiędzy drogami na sposób dostępności działek z dróg. 164

5.5.3.2. Ogólne założenia korekty wydzielania małych działek 171

5.5.3.3. Praktyczna realizacja korekty małych działek w kompleksach ... 175

5.5.3.4. Korekta kierunku projektowania w kompleksie ... 180

5.5.3.5. Korekta małych działek we wsi Wojków ... 181

5.6. Weryfikacja poprawności modelu dla obiektu o dużych rozmiarach i dużym rozdrobnieniu gruntów ... 190

6. Ocena przydatności optymalizacji układu gruntowego w procesie planowania, realizacji i oceny prac urządzeniowych ... 199

6.1. Typowanie obszarów do scaleń oraz ocena wniosków ... 199

6.2. Wspomaganie poszczególnych etapów scalenia gruntów ... 201

6.3. Ocena zmian struktury przestrzennej jako efektu prac urządzeniowych ... 204

7. Wnioski ... 206

Bibliografia ... 213

Streszczenie ... 220

CONTENTS

1. Introduction 11
2. Definition of a proper distribution of land to farms and methods of its measureable presentation and solutions 17
   2.1. Selected parameters of the spatial structure of rural areas and chances to improve them in the process of developing a new land layout 17
      2.1.1. The size of farm 19
      2.1.2. The number of land plots and arable land on the farm 21
      2.1.3. The surface area of land plot (arable land) 22
      2.1.4. The shape of land plot (arable land)..... 24
      2.1.5. Vertical shape 28
      2.1.6. The use and quality of land 29
      2.1.7. Parameters related to road network 30
      2.1.8. Distance between agricultural land from settlements..... 33
   2.2. Requirements of prorper rural land layout 34
   2.3. Minimizing the distance between agricultural lands and settlements as a criterion for marking farms' boundaries 36
   2.4. Definition of the optimized distribution of land to farms..... 37
   2.5. Methods of presentation and solution to optimized land layout . 40
      2.5.1. Application of methods of linear programming..... 41
      2.5.2. Solution to the concept of optimization based on assessment of results of displaced surface elements 46
   2.6. Methods of identifying the location of land in a rural area in the process of the optimization of rural land layout 46
      2.6.1. Division into design complexes 47
      2.6.2. Division based on the present land layout 49
      2.6.3. Division into elements based on the grid of squares..... 51
      2.6.4. Division into elementary strips developed in accordance with methods of designing land plots in a complex..... 52
3. Division of design complexes into elementary strips developed in accordance with methods of designing land plots 53
   3.1. The principles of marking out boundaries for elementary strips in complexs 54

3.2. The modification of division on account of marking off equal value elementary strips 57

3.3. The division of rural area into design complexes and selecting methods for designing land plots 60

3.4. A computer software dividing village into elementary strips... 65

4. Creating the matrix of distances between settlements and a set of surface elements..... 71

4.1. The farm transport network on the graph 72

4.2. Application of dijkstra's algorithm for calculating the shortest routes from settlements to surface elements 76

4.3. Calculation of distance matrix elements values 77

5. Formation of the rural land layout by using the division of area into surface elements..... 80

5.1. Description of input data and preliminary stages of processing 85

5.2. Preliminary optimization of the surface elements' distribution to farms..... 90

5.2.1. Comparison of input files..... 90

5.2.2. The structure of model 92

5.2.3. Preliminary optimization of the surface elements' distribution for farms..... 93

5.3. Preliminary optimization of land distribution to farms as exemplified in the village of Wojków 99

5.4. Optimal distribution of land to farms in terms of various distance zones from settlements 103

5.4.1. Various distance zones from settlements to the land of examined farms 104

5.4.2. Optimal distribution of land to farms..... 111

5.5. Corrections to the distribution of surface elements to farms.... 116

5.5.1. Preliminary corrections to the distribution of surface elements 117

5.5.1.1. A correction eliminating unnecessary changes in surface elements assigned to frams (first preliminary correction) . 117

5.5.1.2. A correction on the distribution of surface elements to farms aiming at the reduction in the number of land plots (second preliminary correction) 121

5.5.1.3. A correction on the distribution of surface elements to farms aiming at the elimination of a needless increase in distance (third preliminary correction) 123

5.5.2. Essential corrections made to the distribution of elementary strips to farms in design complexes 126

5.5.2.1. A correction reducing the number of small farms in design complexes (correction A) 127

5.5.2.1.1. Preliminary examination of small complexes. 130

5.5.2.1.2. Preliminary examination of small farms..... 132

5.5.2.1.3. Main examination of the development of large surface complexes..... 132

5.5.2.2. A correction reducing the number of small farms in the village of Wojków 135

5.5.2.2.1. A full correction reducing the number of small farms 135

5.5.2.2.2. Partial corrections to selected examinations of full correction a on reducing the number of small farms 136

5.5.2.2.3. The influence of parameters on the results of farms' share in design complexes..... 138

5.5.2.3. A correction on joining farms' shares to create consolidated land plots (correction B) 144

5.5.2.4. A correction on joining famrs' shares in the village of Wojków 146

5.5.2.5. A correction limiting unnecessary increases in distance on farms (correction C) 153

5.5.2.5.1. Modification of correction 'A' 154

5.5.2.5.2. Correction 'C' limiting unnecessary increases in distance..... 155

5.5.2.6. The second correction on joining farms's share in complexes to create consolidated land plots (correction D)..... 157

5.5.2.7. Corrections limiting unnecessary increases in distance in the village of Wojków 157

5.5.3. A correction to the rural land layout on the methods of marking off small land plots 163

5.5.3.1. The influence of surface area and length of plots and the distance between roads on the accessibility of plots from roads 164

5.5.3.2. General principles of the correction on marking off small land plots 171

5.5.3.3. Practical implementation of the correction on small land plots in complexes 175
5.5.3.4. A correction to the design methods in a complex 180
5.5.3.5. A correction to small land plots in the village of Wojków 181
5.6 Verification of applicability of the model for a large facility and serious land fragmentation 190
6. Assessment of usefulness of the optimized land layout for planning, implementation and evaluation of landscaping works 199
6.1. Selection of areas for consolidation and review of applications 199
6.2. Support at individual stages of land consolidation 201
6.3. Assessment of changes made to spatial structure as a result of landscaping 204
7. Conclusions 206
References 213
Summary 222

1. WSTĘP

Struktura przestrzenna obszarów wiejskich jest efektem długotrwałych przeobrażeń o charakterze społecznym, ekonomicznym oraz historycznym. Przeobrażenia te dokonują się najczęściej w sposób ewolucyjny na przestrzeni wielu dziesięcioleci. Trwający nieustannie proces podziału gruntów rolnych, wynikający z przekazywania ziemi następcom prawnym oraz związany z jej obrotem, przyczynia się poza nielicznymi wyjątkami, do stopniowego pogarszania rozłogów gospodarstw rolnych. Wiąże się to najczęściej ze zwiększeniem liczby działek, które posiadają niewielką powierzchnię i często nieprawidłowy kształt oraz powstawaniem obszarów nie posiadających formalnego połączenia z otaczającą siecią dróg publicznych.

Parametry struktury przestrzennej gruntów rolnych mają zasadnicze znaczenie dla ekonomiki prowadzonej działalności o charakterze rolniczym [Manteuffel 1967; Kopeć 1969; Urban 1977; Tkocz 1989; Harasimowicz 2001]. Istotna poprawa tej struktury, w tym przede wszystkim likwidacja rozbudowanej szachownicy gruntów była i jest możliwa przede wszystkim w procesie wykonywania prac scaleniowych [Batz i Hopfer 1982; Hopfer i Urban 1984; Harasimowicz i Janus 2007]. Nie jest to jednak zawsze jedyny ich efekt, a coraz częściej również przestaje być celem najważniejszym tych prac [Hopfer i Surowiec 1983; Wierzchowski 2007; Sobolewska-Mikulska 2009]. W wielu przypadkach bowiem najbardziej zainteresowani realizacją prac urządzeniowych mieszkańcy wsi uznają zmianę warunków funkcjonowania lokalnych społeczności za ich równie istotny aspekt. Dotyczy to w szczególności poprawy jakości sieci drogowej, utworzenia nowego układu gruntów na obszarach przeznaczonych pod budownictwo, czy aktualizacja operatu ewidencji gruntów i budynków. Pomimo tych zauważalnych zmian w zakresie oczekiwanych efektów prac urządzeniowych, utworzenie nowego układu gruntowego umożliwiającego racjonalne prowadzenie gospodarki rolnej jest w dalszym ciągu podstawowym ich celem.

Urządzanie obszarów wiejskich może być obecnie realizowane poprzez szeroki wachlarz działań i zabiegów o charakterze technicznym oraz organizacyjno-prawnym Hopfer 1977; Hopfer i Urban 1984; Surowiec 1984], do jakich należy zaliczyć:

– scalenia i wymiany gruntów, czyli prace związane głównie ze zmianami struktury przestrzennej gruntów,

– zabiegi poprawiające warunki uprawy (melioracje, rekultywacje, zabiegi przeciwerozyjne),

– działania mające na celu poprawę infrastruktury technicznej obszarów wiejskich (budowa i modernizacja sieci dróg transportu rolnego, rozszerzanie istniejącej sieci kanalizacyjnej, budowa chodników i oświetlenia ulicznego).

Wymienione zabiegi mają na celu poprawę zarówno opłacalności produkcji rolniczej, jak i standardu życia na terenach wiejskich, ponieważ w dalszym ciągu jest on stosunkowo niski, zwłaszcza na obszarach oddalonych od dużych miast lub nie mających dużego znaczenia turystycznego.

Prace scaleniowe wykonywane na obszarach wiejskich posiadają długą tradycję, przy czym sposób ich wykonywania i zakres prac zmieniał się zarówno z uwagi na rozwój społeczno-gospodarczy tych obszarów, jak i uwarunkowania o charakterze gospodarczym i ustrojowym. Największe natężenie tych prac przypadało na okres międzywojenny, a po II wojnie światowej na lata siedemdziesiąte XX wieku. Rozmiar wykonywanych prac scaleniowych załamał się po roku 1980, co jest łączone najczęściej z wejściem w życie zapisów ustawy o scalaniu i wymianie gruntów z 26 marca 1982 roku.

Zagadnienia związane z wykonywaniem prac scaleniowych regulowane były na przestrzeni lat przez szereg aktów prawnych. Do najważniejszych z nich należy zaliczyć ustawę z dnia 31 lipca 1923 r. o scalaniu gruntów, ustawę z dnia 24 stycznia 1968 r. o scalaniu i wymianie gruntów oraz wspomnianą już wcześniej, obecnie obowiązującą ustawę z dnia 26 marca 1982 r. Poszerzający się zakres działań urządzeniowo-rolnych zmierza do przybrania postaci kompleksowego urządzenia i odnowy wsi [Brożek i Pijanowski 2005; Hopfer 1977; Hopfer i Surowiec 1983; Woch 2006a]. Doprowadzenie ich do takiej postaci wymaga jednak daleko idących zmian ustawowych w tym zakresie [Pijanowski 2009]. Dotyczy to również uporządkowania wzajemnych powiązań przepisów prawnych, regulujących zagadnienia urządzania obszarów wiejskich z problematyką planowania przestrzennego [Suchta 1978 i 1980; Pijanowski i Ziobrowski 2008]. W szczególności odnosi się to problemów związanych z nakładaniem się na siebie długotrwałych okresów trwania procesów tworzenia planów miejscowych i realizacji projektów scaleniowych. Wzajemne oddziaływanie skutków tych prac jest oczywiste, ponieważ proces tworzenia planów miejscowych jest oparty na istniejącym układzie działek ewidencyjnych, zmienianych częściowo lub zupełnie w trakcie scalenia. Z kolei w procesie scalenia jedną z najważniejszych informacji wykorzystywanych przy wykonywaniu projektu ogólnego oraz szacunku porównawczego gruntów jest przeznaczenie poszczególnych obszarów określone w miejscowym planie zagospodarowania przestrzennego.

Kompleksowe urządzanie terenów rolnych powinno wynikać z ogólnych kierunków rozwoju nakreślonych dla tych obszarów w planach miejscowych, stanowiąc wobec tych obszarów zespół działań o charakterze realizacyjnym. Aby skutecznie realizować te założenia, w składzie zespołów opracowujących

plany miejscowe powinno być miejsce również dla specjalisty z zakresu geodezyjnego urządzania obszarów wiejskich. Niestety zdecydowana większość uchwalanych planów miejscowych pomija tereny typowo rolnicze, koncentrując się na obszarach o innym niż rolnicze przeznaczeniu. Powstałą lukę mogą zapełniać realizowane dla wybranych obszarów plany urządzeniowo-rolne [Woch 2009], jednak istniejące przepisy nie nadają im rangi przepisów prawa miejscowego, przez co wykonywane i wykorzystywane są w ograniczonym zakresie.

W Polsce problematyka kompleksowego urządzania obszarów wiejskich zaistniała dopiero w latach siedemdziesiątych, czyli blisko 20 lat później niż w niektórych rozwiniętych krajach europejskich [Pijanowski 1977]. Prowadzone w tym okresie badania miały charakter głównie teoretyczny [Hopfer 1975] i w szerokim zakresie oparte były o wyniki prac prowadzonych w krajach, gdzie te zagadnienia zostały podjęte wcześniej. Dynamiczny rozwój teorii urządzeniowo-rolnej w tym okresie nie łączył się jednak, z niewielkimi wyjątkami, z praktyczną realizacją wskazań będących wynikiem prowadzonych badań. Wykonywane zabiegi scaleniowe kończyły się bowiem często na etapach okazania i stabilizacji granic nowych działek oraz założeniu nowej ewidencji gruntów. Dotyczy to również prac scaleniowych realizowanych w latach siedemdziesiątych XX wieku, kiedy obejmowano tymi pracami nawet 300 tysięcy hektarów rocznie [Woch 2001].

Należy zauważyć, że część z realizowanych w tym okresie prac scaleniowych spotykała się z niezadowoleniem zainteresowanych społeczności lokalnych. Główne przyczyny takiego niezadowolenia wiązać można z dwoma faktami. Pierwszy z nich to prowadzenie tych prac często bez odpowiednio szerokich konsultacji z właścicielami scalanych gruntów, chociaż zgodnie z obowiązującymi w tym czasie przepisami prawnymi. Drugi, będący może nawet najważniejszą przyczyną braku akceptacji wyników wielu prac urządzeniowo-rolnych wiązał się z tym, że ograniczały się one często tylko do prac geodezyjnych, natomiast zagadnienia związane z zagospodarowaniem poscaleniowym, a zwłaszcza budowa dróg dojazdu do nowo zaprojektowanych działek, realizowane były w bardzo ograniczonym zakresie i często z dużym opóźnieniem. Wymienionych powyżej wad procesu scalenia pozbawione są obecnie wykonywane prace tego typu, w trakcie których udział zainteresowanych stron w tworzeniu projektu scalenia jest znaczący, a zagospodarowanie poscaleniowe stanowi integralną część całego procesu. Dające się zauważyć tendencje w zakresie prowadzenia prac scaleniowych coraz większy nacisk kładą na potrzeby ludności zamieszkującej tereny rolnicze, dla których rolnictwo nie jest podstawowym źródłem dochodu oraz na uwzględnienie coraz silniej akcentowanych wymogów w zakresie ochrony środowiska naturalnego [Woch 2006b, Sobolewska-Mikulska 2009]. Wszystkie te działania wpisują się w koncepcję zrównoważonego rozwoju obszarów wiejskich.

Szczególnej roli nabierają prace scaleniowe w okresie intensywnych przemian społeczno-gospodarczych, zmierzających do znaczącego zmniejszenia liczby ludności, dla której rolnictwo staje się podstawowym źródłem dochodów. Zabiegi scalania gruntów prowadzone w takim okresie, oprócz zadania podstawowego, jakim jest zmniejszenie rozdrobnienia działek, pozwalają również na zmniejszenie liczby gospodarstw rolnych z równoczesnym powiększeniem ich obszaru. Do wymiernych korzyści wynikających z wykonywania na danym obszarze prac scaleniowych należy zaliczyć również aktualizację operatu ewidencji gruntów, w którym wszystkie granice mają charakter prawny, a współrzędne załamań granic działek są wynikiem pomiarów terenowych poprzedzonych okazaniem granic i trwałą ich stabilizacją. Kolejną korzyścią jest uregulowanie stanów prawnych nieruchomości wraz z założeniem ksiąg wieczystych dla większości nieruchomości znajdujących się w obszarze scalenia, jak również inwestycje w lokalną infrastrukturę, realizowane w ramach zagospodarowania poscaleniowego.

Zróżnicowanie struktury przestrzennej na obszarze Polski jest bardzo duże, co objawia się między innymi znaczącymi różnicami w przeciętnej powierzchni działki lub gospodarstwa [Wilkowski i inni 2006; Woch 2009]. Odmienne są również typy dominujących na danych obszarach gospodarstw, od średnio i wielkotowarowych aż do małych gospodarstw rodzinnych. Efektem tego jest równie duże zróżnicowanie szacowanych potrzeb w zakresie koniecznych do przeprowadzenia prac scaleniowych. Według różnych źródeł [Woch 2009] potrzeby w tym zakresie można szacować pomiędzy 1 a 3 mln ha, przy czym szacunki te dotyczą jedynie scaleń klasycznych, gdzie głównym celem jest kompleksowa poprawa rolniczej przestrzeni produkcyjnej. Przestrzenny rozkład potrzeb w omawianym zakresie na obszarze Polski był przedmiotem wielu badań i w znacznej części pokrywa się z obszarami o dużym rozdrobnieniu gruntów. Wyjątkiem w niektórych opracowaniach są obszary podgórskie Polski południowej, gdzie zjawisko rozdrobnienia gruntów jest bardzo silne, jednak uwarunkowania związane z niekorzystnym ukształtowaniem terenu, gorszą jakością gleb czy też krótszym okresem wegetacji są przyczyną wyjątkowo niekorzystnych warunków do rozwoju rolnictwa. Na tego typu obszarach, gdzie już w chwili obecnej duża część powierzchni użytkowanej kiedyś jako grunty orne jest odłogowana, zalesiana lub zamieniana na trwałe użytki zielone, nie zawsze celowe jest traktowanie prac scaleniowych jako działania o najwyższym priorytecie.

Osobna kategoria potrzeb w zakresie scaleń dotyczy problematyki nie związanej z gospodarską rolną. Potrzebami takimi są: chęć kompleksowego uregulowania stanu prawnego nieruchomości, utworzenie nowej ewidencji gruntów czy stworzenie możliwości zainwestowania określonych środków w ramach zagospodarowania poscaleniowego, w tym najczęściej na modernizację sieci transportowej. Istniejące szacunki związane z potrzebami w zakresie

scaleń nie uwzględniają również prac scaleniowych, koniecznych do wykonania w związku z budową sieci dróg ekspresowych i autostrad czy też, w mniejszym zakresie i w dalszej perspektywie czasowej, nowych linii kolejowych. Wymienione inwestycje dezorganizują w znacznym stopniu strukturę przestrzenną gruntów przez które przebiegają, generując określone potrzeby w zakresie wykonywania prac scaleniowych [Wasielewska 2002].

Duże potrzeby w zakresie niezbędnych do wykonania na obszarze Polski zabiegów urządzeniowych można powiązać z zagadnieniem pozyskiwania środków na realizację tych prac, ich prawidłowym planowaniem oraz stworzeniem technicznych i organizacyjnych możliwości ich wykonania w założonym terminie. Koszt tych działań w niewielkim tylko stopniu może być zmniejszany poprzez dokonujący się postęp w zakresie wykorzystywanych technik informatycznych i pomiarowych [Szeliga 1986; Janus i Zygmunt 2005a i 2005b; Litwin i in. 2006], ponieważ sam geodezyjny projekt scalenia nie jest najistotniejszą pozycją w kosztorysie całego zamierzania inwestycyjnego, w którym dominującą rolę odgrywa zagospodarowanie obszaru wsi po scaleniu. Jednak w ograniczonym zakresie redukcja wybranych kosztów postępowania scaleniowego oraz czasu trwania niektórych czynności jest możliwa. Wydaje się, że największe potencjalne oszczędności można uzyskać na etapie poprawnego typowania obiektów do scaleń i szczególnie w tym zakresie powinny być prowadzone badania oraz tworzone narzędzia wspomagające ten proces.

Ilość środków finansowych przeznaczanych na prace urządzeniowo-rolne jest i będzie niewspółmiernie niska w stosunku do potrzeb, których zakres można określić zarówno na podstawie wyników prowadzonych badań w tym zakresie [Woch 2009], jak również z szacunków odpowiedzialnych za tę tematykę instytucji państwowych oraz samorządowych. Powoduje to oczywistą potrzebę rozwoju procedur technicznych i organizacyjnych, umożliwiających racjonalne gospodarowanie ograniczonymi środkami finansowymi, w tym przede wszystkim kierowanie ich tam, gdzie mogą osiągnąć odpowiednio duży efekt.

Porównanie optymalnego układu gruntowego ze stanem istniejącym, uwzględniające trudności w zbliżeniu się układu optymalnego w trakcie rzeczywistego procesu prac nad projektem scalenia, daje możliwość określenia możliwych do uzyskania efektów przebudowy struktury przestrzennej danej wsi jeszcze przed wydaniem decyzji rozpoczynających całą procedurę. Precyzja, z jaką określić można wspomniane efekty, wymaga jednak wykorzystania dokładnego modelu rozpatrywanego obszaru oraz odpowiednio dobranych metod optymalizacji, uwzględniających najważniejsze czynniki występujące w trakcie rzeczywistego procesu scalenia gruntów. Propozycja optymalnego układu gruntowego powinna mieć przy tym formę umożliwiającą jej wykorzystanie zarówno na etapie programowania prac, jak również bezpośrednio przez geodetę - projektanta scalenia w trakcie wykonywania czynności projektowych. Wskazana wydaje się w takim przypadku integracja procesu obliczeniowego, związanego

z optymalizacją i z oprogramowaniem wspomagającym proces scalenia gruntów. Istniejące w chwili obecnej narzędzia informatyczne, wspierające proces scalania gruntów [Janus i Zygmunt 2005a, 2005b] koncentrują się jedynie na daleko posuniętej automatyzacji poszczególnych etapów technologicznych, natomiast nie dostarczają na bieżąco informacji o efektach wprowadzanych kolejnych elementów projektu dotyczących rozłogu działek czy poprawności ich lokalizacji.

Rozwiązanie problemu optymalizacji układu gruntowego wsi ma na celu realizację tego postulatu poprzez umożliwienie wypracowania metod poprawnego wyznaczania obiektów wymagających scaleń, przyspieszenia wykonywania wybranych etapów technicznej procedury scaleniowej oraz wspomagania procesu oceny jej efektów. Opracowanie modelu optymalizacji struktury przestrzennej wsi ma również istotne znaczenie poznawcze, stanowiąc ważne narzędzie dla formułowania i weryfikacji zasad kształtowania wiejskich układów gruntowych.

2. ZDEFINIOWANIE ZADANIA POPRAWNEGO PRZYDZIAŁU GRUNTÓW DO GOSPODARSTW ORAZ SPOSOBY JEGO WYMIERNEGO UJĘCIA I ROZWIĄZANIA

2.1. WYBRANE PARAMETRY STRUKTURY PRZESTRZENNEJ OBSZARÓW WIEJSKICH I MOŻLIWOŚCI ICH POPRAWY W PROCESIE TWORZENIA NOWEGO UKŁADU GRUNTOWEGO

Efekty ekonomiczne prowadzonej produkcji rolniczej są ściśle powiązane z istniejącą na danym obszarze strukturą przestrzenną gruntów rolnych [Harasimowicz 1996 i 2000, Hopfer i inni 1982, Kierul 1986, Kopeć 1969]. Poprawne zdefiniowanie istotnych z punktu widzenia produkcji rolniczej cech struktury przestrzennej oraz określenie ich wpływu na ekonomikę prowadzonej produkcji są elementami niezbędnymi przy jakichkolwiek próbach oceny zmian tej struktury w wyniku planowanych lub przeprowadzonych zabiegów urządzeniowych [Hopfer i Matkiewicz 1976, Hołubowicz 1979, Pawłowski i Żak 1980, Tkocz 1998]. Dotyczy to w sposób oczywisty również wszelkich symulacji zmian struktury przestrzennej, jakie odbywają się w procesach związanych z próbami optymalizacji układów gruntowych.

W niniejszym rozdziale omówione zostały najważniejsze elementy mające wpływ na ocenę struktury przestrzennej gospodarstwa rolnego oraz obszaru, w którym to gospodarstwo funkcjonuje. Opisując poszczególne elementy, skoncentrowano się na ocenie ich związku z ekonomiką prowadzonej produkcji rolniczej oraz znaczeniu danej cechy w procesie planowania, wykonywania i oceny efektów prac urządzeniowych, w tym potencjalne możliwości zmian wartości poszczególnych cech przestrzennych w wyniku optymalizacji układu gruntowego wsi. Rozpatrując to zagadnienie należy jednak brać pod uwagę fakt, że zarówno w procesie rzeczywistych prac urządzeniowych, jak i odpowiadającej im procedurze optymalizacji, zmianom mogą podlegać tylko wybrane cechy przestrzenne w określonych zakresach, natomiast pozostałe są często w dużej mierze niezmienne. Również ważne dla metod oceny i optymalizacji struktury przestrzennej gruntów rolnych jest opracowanie metodyki umożliwiającej szybkie pozyskiwanie zbiorów danych opisujących te cechy, co jest warunkiem koniecznym do praktycznego wykorzystania metod optymalizacyjnych.

Porównanie układów gruntowych może być dokonane, jeżeli dysponujemy jasno określonymi kryteriami, według których dokonana zostanie ocena każdego z nich. Kryteria takie obejmują przeważnie szereg cząstkowych ocen poszczególnych dających się wydzielić cech tych układów. Przy rozpatrywaniu zagadnień związanych z oceną i optymalizacją układu gruntowego wsi należy powiązać je ściśle z pojęciem rozłogu gospodarstwa rolnego [Moszczeński 1927, Hopfer i Urban 1984, Woch 2001, Harasimowicz 2002]. Istnieje wiele definicji rozłogu gospodarstwa, formalnie różniących się niekiedy znacznie, które jednak interpretowane są podobnie. Różnorodność funkcjonujących definicji nie prowadzi zatem do nieporozumień związanych z różną ich interpretacją. Rozłóg gospodarstwa rolnego można zdefiniować następująco: jest to ogół gruntów przynależnych do gospodarstwa oraz innych jego składników, których rozmieszczenie w przestrzeni, z uwzględnieniem istniejącej sieci transportu rolnego wpływa na efektywność prowadzonej działalności produkcyjnej.

Rozłóg gospodarstwa rolnego można rozpatrywać również jako jeden z elementów jego organizacji, która obejmuje następujące zagadnienia [Urban 1981]:

- wielkość gospodarstwa,
- liczbę, powierzchnię i kształt działek,
- podział na użytki rolne,
- ukształtowanie pionowe rozłogu,
- położenie poszczególnych kategorii gruntów,
- sieć dróg transportu rolnego,
- lokalizację ośrodka gospodarczego (siedliska) gospodarstwa,
- odległość gruntów od siedlisk.

Analizując powyższy zbiór cech, można wydzielić z niego trzy podgrupy. Do pierwszej zaliczyć należy te elementy, na które mamy rzeczywisty wpływ w trakcie procesów związanych z przebudową struktury przestrzennej wsi w trakcie scalenia gruntów. Są to przede wszystkim: liczba i kształt działek gospodarstw, ich rozmieszczenie na obszarze wsi oraz w ograniczonym zakresie sieć transportu rolnego. Druga grupa to elementy, które w procesie przebudowy zmieniają się w sposób nieznaczny. Są to: wielkość gospodarstwa oraz jego podział na użytki rolne. Wszelkie zmiany tych dwóch parametrów odbywać się mogą w trakcie procesu scalenia jedynie w ograniczonym przepisami zakresie, a poza nimi tylko na wyraźne życzenie uczestników postępowania. W szczególności przeciętna wielkość gospodarstw na obszarach objętych scaleniem gruntów zmienia się w sposób nieznaczny, chociaż w przypadku pojedynczych gospodarstw zmiany te mogą być duże, zwłaszcza jeśli jest to związane z obrotem ziemią, zniesieniem współwłasności czy łączeniem gospodarstw. Należy przy tym pamiętać, że wiele z tych operacji ma jedynie charakter prawny (na przy-

kład zniesienie współwłasności małżeńskiej gruntów) i w praktyce podzielone w ten sposób grunty dalej są użytkowane faktycznie jako jedno gospodarstwo rolne. Trzecia grupa to elementy, które można uznać za niezmienne w dłuższym okresie czasu i nie są najczęściej możliwe do zmiany w procesie prac urządzeniowych. Są to: ukształtowanie pionowe, rozmieszczenie kompleksów rolniczej przydatności gleb i konturów klasyfikacyjnych oraz lokalizacje ośrodków gospodarczych. Elementy należące do dwóch ostatnich grup ograniczają w sposób istotny możliwości poprawy w wyniku scalenia zarówno cech przestrzennych rozłogów gospodarstw [Woch 2001], jak i związanej z tymi cechami ekonomicznej opłacalności produkcji prowadzonej przez te gospodarstwa [Harasimowicz 2002]. Ograniczenia nałożone występowaniem cech, które możemy uznać za niezmienne na rozpatrywanym obszarze nie likwidują możliwości poprawy struktury gruntów, czynią ją jednak utrudnioną i możliwą do przeprowadzenia w ograniczonym zakresie.

Wydzielenie wymienionych grup cech wskazuje jednoznacznie na kierunki działań mających na celu optymalizację układów gruntowych, gdzie za elementy stałe w tym procesie przyjąć należy istniejące ukształtowanie terenu, sieć transportową (za wyjątkiem niezbędnych jej modyfikacji i uzupełnień), jakość gleb jako podstawę dokonania szacunku porównawczego oraz rozmieszczenie siedlisk gospodarstw.

2.1.1. Wielkość gospodarstwa rolnego

Wielkość gospodarstwa rolnego jest jedną z najważniejszych cech wpływających na możliwości uzyskiwania dochodu z prowadzonej działalności rolniczej [Blohm 1961, Harasimowicz 2002]. Znajomość wartości tego parametru umożliwia wydzielenia typów gospodarstw ze względu na obszar użytkowanych przez nie gruntów rolnych. Należy pamiętać, że podział taki zawsze będzie miał charakter umowny, a zaliczanie poszczególnych gospodarstw do wydzielonych grup powinno uwzględniać również ich lokalizację w określonym rejonie Polski, przeważającą jakość gleb czy też podstawowy kierunek produkcji. Z powyższym zastrzeżeniem, do pierwszej grupy obszarowej zaliczano do niedawna [Manteuffel 1967, Kopeć 1969] gospodarstwa małe (do 5 ha), w których prowadzona działalność rolnicza stanowi uzupełniające źródło dochodu lub też stanowiąc jedyne źródło dochodów, nie zapewnia ich w wystarczającej wysokości. Gospodarstwa takie nastawione są przede wszystkim na zaspokajanie własnych potrzeb żywnościowych, a nadwyżki są zbywane w celu pozyskania niezbędnych środków finansowych na produkty i usługi z poza sektora rolniczego. Drugą grupą są różnej wielkości gospodarstwa rodzinne o powierzchni od 5 do 30 ha, zapewniające zatrudnienie dla członków rodziny i często, zwłaszcza w okresie zbiorów lub innego nagromadzenia prac, również dla najemnej siły roboczej. Trzecia grupa to gospodarstwa towarowe o dużej powierzchni, wysokim

poziomie mechanizacji, które oparte są głównie o najemną siłę roboczą. Zakres określonych przedziałów powierzchniowych jest obecnie zdecydowanie szerszy i dużo gospodarstw rodzinnych może posiadać obszar od 100 do 200 ha. Podział gospodarstw według powierzchni powinien uwzględniać również, oprócz samej powierzchni użytków rolnych w gospodarstwie, kierunek prowadzonej produkcji rolniczej [Jóźwiak 2000]. Istnieje bowiem grupa gospodarstw o stosunkowo niewielkiej powierzchni, położona blisko dużych rynków zbytu, która prowadząc intensywną i pracochłonną produkcję rolniczą, często z wykorzystaniem osłon, może uzyskiwać dochód równoważny gospodarstwu o wielokrotnie większej powierzchni i tradycyjnym kierunku produkcji. Wspomniany podział, jeżeli chodzi o podane przedziały powierzchni, powinien być traktowany zatem jako umowny, ponieważ zmienia się on zarówno w związku z przemianami społeczno-gospodarczymi na obszarach wiejskich, jak również postępem technicznym w zakresie automatyzacji prac rolniczych, również tych o tradycyjnie największej pracochłonności (sadownictwo, warzywnictwo, szkółkarstwo). Powierzchnia gospodarstw na danym obszarze w normalnych warunkach społeczno-gospodarczych zmienia się najczęściej w sposób powolny i zmiany te można powiązać z dynamiką zmian demograficznych na obszarach wiejskich. Średnia wielkość gospodarstw rolnych w Polsce, szacowana przez GUS w 2005 r. na 8 ha, a według badań ankietowych [Woch 2009] na 5,4 ha, jest znacznie zróżnicowana w różnych rejonach Polski i zawiera się w przedziale od 2 do ponad 10 ha [Woch 2009].

Należy zauważyć, że wpływające w sposób istotny na strukturę przestrzenną gruntów na danym obszarze zabiegi jakimi są prace scaleniowe, w niewielkim stopniu zmieniają przeciętną wielkość gospodarstwa na obszarze scalenia [Harasimowicz i Janus 2007a i 2007c]. W przypadku niektórych obiektów scaleniowych można zauważyć nawet zjawisko zmniejszania się średniej powierzchni jednostki rejestrowej gruntów. Wynika to ze specyfiki tego typu postępowań, w tym między innymi występowania konieczności przeznaczania części gruntów na cele publiczne (głownie drogi), oraz możliwości dokonywania w ramach prowadzonego scalenia obrotu ziemią, który w przeciwnym wypadku wymagałby ponoszenia określonych kosztów (akty notarialne, wpisy do ksiąg wieczystych, czas poświęcony na dotarcie do często oddalonych od miejsca zamieszkania urzędów). Dokonywane w trakcie scaleń zniesienia współwłasności oraz podziały gospodarstw pomiędzy dzieci są również przyczyną wspomnianego zjawiska, i równocześnie kolejnym argumentem za definiowaniem, dla potrzeb ocen struktury przestrzennej gruntów, gospodarstwa rolnego jako obszaru gruntów uprawianych z jednego ośrodka gospodarczego (siedliska), a nie jako gruntów przypisanych do określonej jednostki rejestrowej. Operowanie pojęciem jednostki rejestrowej może być przyczyną poważnych błędów w ocenie ekonomiki prowadzonej działalności rolniczej na danym obszarze.

Optymalna wielkość indywidualnego gospodarstwa rolnego jest trudna do jednoznacznego określenia, ponieważ wielkość ta jest zależna od bardzo wielu często zmiennych w dłuższym okresie czasu czynników. Istniejące zestawienia danych na ten temat, pochodzących od różnych autorów wykazują dużą zmienność tego parametru, który przyjmuje wartości z przedziału od 4,8 do 35 ha [Woch 2001].

W procesie optymalizacji, w odróżnieniu od rzeczywistych postępowań scaleniowych, wielkość gospodarstw można uznać za czynnik, którego wartość może podlegać zmianom w szerokim zakresie. Umożliwia to rozpatrywanie zadania optymalizacji zarówno przy założeniu zachowania istniejącej struktury obszarowej gospodarstw, jak i różnych symulacji jej zmian. Pozwala to na przykład na uzasadnienie tezy o celowości wstrzymania się z realizacją prac scaleniowych na obszarach o dynamicznym przebiegu zmian o charakterze demograficznym, ponieważ przeprowadzenie ich z opóźnieniem przyniesie o wiele lepszy i dłużej się utrzymujący efekt końcowy.

2.1.2. Liczba działek i pól uprawnych w gospodarstwie

Obszar użytkowany przez gospodarstwo jest najczęściej podzielony na określoną liczbę odrębnych części (działek ewidencyjnych), na których prowadzona jest produkcja rolnicza. Działki te niekiedy posiadają wspólne granice, stąd też nie można utożsamiać liczby wydzielonych pod względem ewidencyjnym działek z liczbą odrębnie uprawianych, zwartych obszarów gruntu. Podział tego typu, będący pochodną treści mapy ewidencji gruntów musi być jeszcze wzbogacony o inne niż ewidencyjne granice dające się zaobserwować w ramach poszczególnych działek. Powodują one dodatkowy ich podział na mniejsze podobszary możliwe do jednolitego użytkowania. Takie granice to przede wszystkim rowy melioracyjne, wysokie miedze, pasy śródpolnych zadrzewień lub zakrzewień, granice pomiędzy gruntami ornymi a trwałymi użytkami zielonymi. Dopiero uwzględnienie tych czynników umożliwia wyznaczenie faktycznego podziału gospodarstwa na części, które można określić jako działki naturalne. Podział obszaru gospodarstwa na nadmierną liczbę takich działek jest niekorzystny z wielu powodów. Przede wszystkim uniemożliwia wydzielenie dużych pól uprawnych o kształtach i powierzchniach optymalnych z punktu widzenia minimalizacji ponoszonych kosztów uprawowych. Utrudnia również zmianowanie, narzucając nie zawsze korzystny dla danego gospodarstwa podział na pola uprawne lub zmuszając do wydzielania jeszcze mniejszych obszarów w celu uzyskania prawidłowego zmianowania.

Podawane informacje na temat optymalnej liczby pól uprawnych w gospodarstwie (za jakie można uważać istniejące działki naturalne w przypadku ich wystarczająco dużej powierzchni) nie są jednoznaczne. Przyjmuje się, że liczba działek znajdująca się w zakresie od 6-8 nie powoduje negatywnych skutków

dla ponoszonych w związku z tym kosztów, jednak inne źródła podają jako optymalną mniejszą liczbę pól, a zapisy Instrukcji o scaleniu gruntów z 1983 roku zalecają, jeśli to możliwe, wydzielanie gruntów gospodarstwa w postaci jednego zwartego obszaru. Niewątpliwie koncentracja gruntów w jak najmniejszej liczbie działek, nawet jeśli te działki mają powierzchnie większą od wydzielanych następnie pól uprawnych jest korzystne, ponieważ sposób podziału na pola uprawne nie podlega wtedy większym ograniczeniom i może być dokonywany w zależności od sposobu zmianowania czy też wyboru kierunku prowadzonej produkcji rolniczej. Umożliwia to wydzielanie raz większych, a raz mniejszych powierzchni przeznaczonych pod różnego rodzaju zasiewy. Nie zawsze jest jednak możliwe wydzielanie bardzo dużych działek dla poszczególnych gospodarstw nawet w procesie scalenia, w trakcie którego tworzony jest nowy układ gruntowy. Układ ten powinien w sposób równomierny rozkładać korzyści z niego wynikające dla poszczególnych gospodarstw, zachować należy również istniejący w starym stanie stan posiadania gospodarstw w poszczególnych użytkach, z uwzględnieniem jakości użytkowanych gruntów. W praktyce oznacza to konieczność tworzenia już na etapie projektu scalenia układu gruntów o wiele bardziej rozdrobnionego niż wynikałoby to ze wstępnej analizy możliwych do uzyskania efektów tej operacji. Optymalną liczbę działek w gospodarstwie należy zatem w każdym przypadku odnosić do istniejącej na danym obszarze struktury przestrzennej gruntów układu sieci osadniczej i transportowej, istniejącego zróżnicowania klas bonitacyjnych oraz użytków gruntowych. Z tego powodu dla każdej kombinacji tych czynników najmniejsza liczba możliwych do wydzielenia działek będzie się zmieniała.

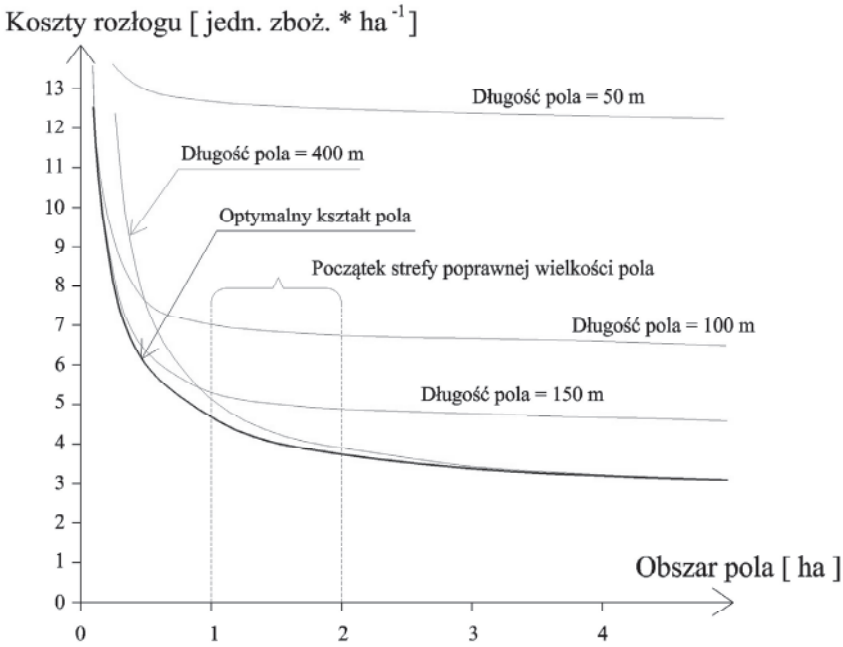
Liczba działek w gospodarstwach jest cechą, która może podlegać istotnym zmianom w wyniku przeprowadzonych prac o charakterze urządzeniowo-rolnym i należy do najważniejszych czynników branych pod uwagę przy typowaniu obszarów do scaleń gruntów. Prezentowany proces optymalizacji jako jeden z najważniejszych celów, oprócz zminimalizowania odległości gruntów od siedlisk, przyjmuje redukcję liczby wydzielanych działek w poszczególnych gospodarstwach. Uwzględnienie w tym procesie wielu wspomnianych wyżej czynników pozwala na stosunkowo dokładne określenie najmniejszej liczby działek możliwych do wydzielenia na danym obszarze, dając tym samym podstawę zarówno do oceny już wykonanych prac scaleniowych jak i do prognozowania możliwych zmian liczby działek w wyniku scaleń planowanych.

2.1.3. Powierzchnia działki (pola uprawnego)

Rozpatrując wpływ powierzchni uprawianego obszaru na ponoszone w związku z tym koszty, wydaje się celowe odejście od pojęcia powierzchni działki ewidencyjnej na korzyść pojęcia powierzchni pola uprawnego. Jak

bowiem wspomniano wcześniej, zarówno działka ewidencyjna może być podzielona na kilka pól uprawnych, jak również pole uprawne może obejmować więcej niż jedną działkę ewidencyjną. W szczególności na obszarach o dużym rozdrobnieniu gruntów bardzo często sąsiadują ze sobą działki należące do jednego gospodarstwa. Zagadnienie wpływu powierzchni uprawianego pola na ponoszone koszty uprawowe oraz powiązane z tym wyznaczanie optymalnej wielkości tego parametru jest zagadnieniem ważnym i z tego powodu wielokrotnie podejmowanym przez wielu autorów [Frelek i inni 1966, Stelmach 1971, Zalewski 1974, Urban 1977 i 1981, Harasimowicz 1992, 1993a, 1993b i 2001, Woch 2001]. Prezentują oni bardzo zróżnicowane podejścia do zagadnienia wyznaczenia optymalnej powierzchni pola uprawnego. Powierzchnia ta bywa łączona z powierzchnią gospodarstwa rolnego [Hopfer i Urban 1984] lub z możliwością jej uprawy w ciągu jednego dnia roboczego [Zalewski 1974, Hopfer i Urban 1984]. Ostatni z wymienionych czynników powoduje, że wielkości optymalnych pól uprawnych powinny zmieniać się dynamicznie wraz z postępem w konstrukcji coraz bardziej wydajnych maszyn rolniczych [Hopfer i Urban 1984]. Efektem tak zróżnicowanego podejścia do wyznaczenia omawianej wielkości jest bardzo szeroki przedział podawanych jej minimalnych oraz optymalnych wartości przez różnych autorów. Według zgodnej opinii wielu z nich [Zalewski 1974, Harasimowicz 2001], nie jest możliwe wyznaczenie optymalnej wielkości pola. Wielkość ta będzie się zatem zmieniać w szerokich granicach podczas uwzględniania takich czynników jak: lokalne warunki uprawy (jakość i zróżnicowanie gleb, nachylenie terenu, występowanie zadrzewień oraz innych przeszkód terenowych), istniejąca struktura obszarowa gospodarstw, poziom mechanizacji, przestrzenne rozmieszczenie użytków gruntowych oraz dominujący kierunek produkcji rolnej.

Oczywisty wydaje się związek poprawnej powierzchni pola z prezentowanym zagadnieniem optymalizacji układu gruntowego wsi [Zalewski 1974, Stelmach 1975, Harasimowicz i Ostrągowska 1996]. Nie jest jednak możliwe uwzględnienie wszystkich podanych powyżej czynników wpływających według różnych autorów na tę wielkość. Większość poruszających ten temat opracowań wskazuje jednak, że wzrost powierzchni pól wpływa w sposób korzystny na możliwości ich uprawy. Wyniki dostępnych badań [Harasimowicz 1993 i 1996, Harasimowicz i Ostrągowska 2000] pokazują wyraźnie, że nawet przy najkorzystniejszym kształcie pola, koszty uprawy w przeliczeniu na 1 ha maleją wraz ze wzrostem jego powierzchni, chociaż od pewnego momentu krzywa przedstawiająca te koszty przyjmuje coraz bardziej poziomy przebieg.



Źródło: [Harasimowicz 2000][1]

Rysunek 1. Wpływ obszaru pola uprawnego na koszty rozłogu

Z przedstawionego na rysunku 1 wykresu można wywnioskować, że dla dowolnej długości uprawowej działek optymalna powierzchnia pola zmierza do nieskończoności. Powyższe rozważania dają istotne wskazania związane z procesem optymalizacji układu gruntowego w procesie scalenia gruntów. Należy pamiętać, że przebieg granic kompleksów projektowych oraz kierunek projektowania nowych działek wynika najczęściej z istniejącego ukształtowania terenu i istniejącej, a częściowo tylko projektowanej, sieci transportowej. Minimalizację kosztów uprawowych zapewni w takiej sytuacji wydzielanie działek o możliwie największej szerokości, a co za tym idzie, również powierzchni.

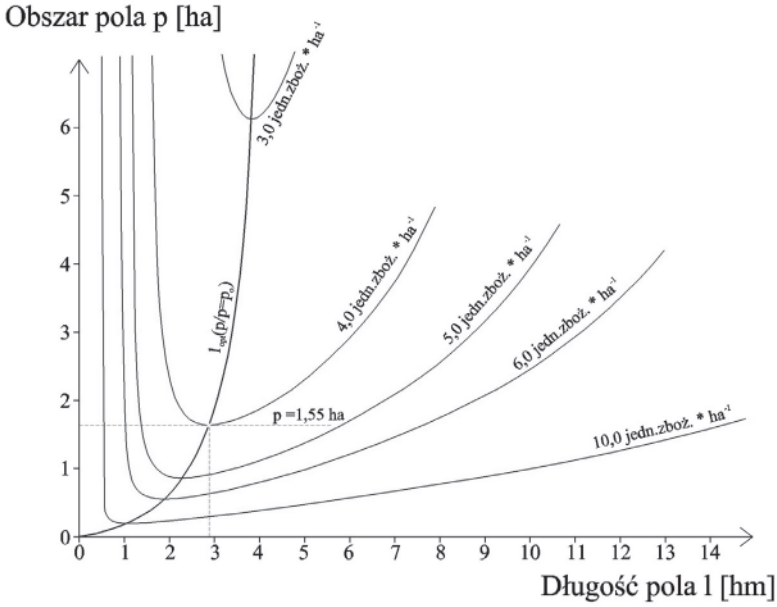
2.1.4. Kształt działki (pola uprawnego)

Kształt poszczególnych działek (pól uprawnych) wchodzących w skład gospodarstw rolnych w sposób istotny wpływa na ponoszone przez te gospodarstwa koszty uprawowe [Stelmach 1971, Zalewski 1974, Urban 1975, Harasimo-

[1] Rysunki zamieszczone w pracy, dla których nie zostało określone źródło ich pochodzenia, stanowią opracowanie własne autora.

wicz 1992, 1993 i 2000, Woch 2001]. Likwidacja działek o wyjątkowo niekorzystnym kształcie następuje najczęściej w procesie scalenia gruntów, ale również w trakcie zabiegów wykonywanych na mniejszą skalę, na przykład wymian działek pomiędzy gospodarstwami czy podczas korekt ich granic. W wielu przypadkach nie jest jednak możliwe wydzielanie poprawnie ukształtowanych pól uprawnych nawet w przypadku kompleksowego urządzania obszarów wiejskich. Możliwości swobodnego kształtowania granic wielu pól uprawnych ograniczone są bowiem często przebiegiem granic sieci transportowej, wysokich miedz, rowów melioracyjnych, zadrzewień i zakrzewień.

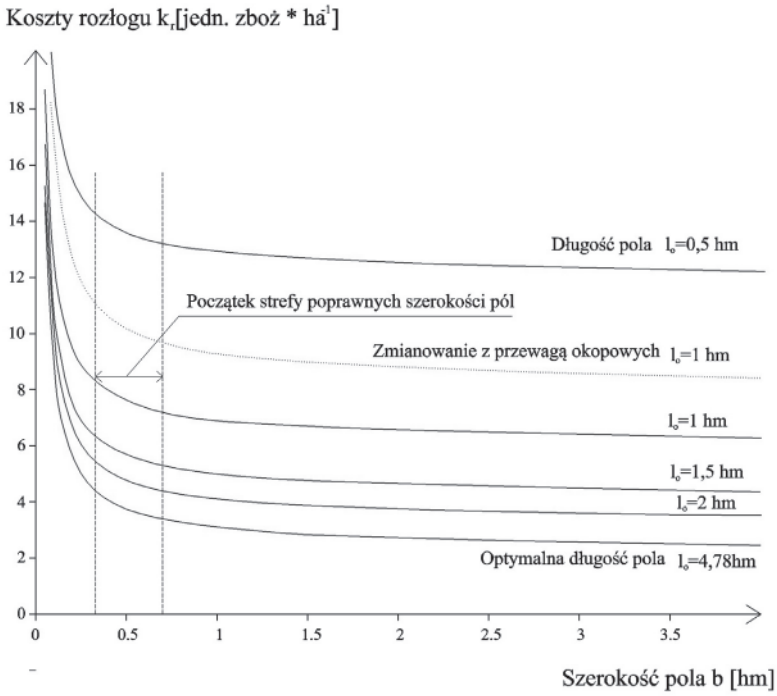
Łączny wpływ powierzchni i długości pola na koszty jego rozłogu przedstawia rysunek 2. Linie przedstawione na wykresie to linie równych kosztów rozłogu. Z przedstawionego wykresu wynika, że najwyższe koszty związane są z polami o małej powierzchni i długości. Dla każdej powierzchni działki można wskazać optymalna długość uprawową, przy której generowane są najmniejsze koszty w przeliczeniu na jednostkę powierzchni. Optymalne wydłużenie działek jest największe przy ich małych powierzchniach i wartość ta maleje wraz ze wzrostem powierzchni pola.



Źródło: [Harasimowicz 2000]

Rysunek 2. Wpływ powierzchni i długości pola na koszty jego rozłogu

Dla procesu optymalizacji ważnym jest powiązanie obszaru pola z kosztami rozłogu przy ustalonej długości pola. Długość ta jest bowiem w kompleksie projektowym najczęściej wartością stałą. Odpowiednie zależności przedstawia rysunek 3.



Źródło: [Harasimowicz 2000]

Rysunek 3. Wpływ szerokości pola na koszty uprawowe przy określonej długości uprawowej

Jak można zauważyć, wzrost powierzchni pola uprawnego przy ustalonej jego długości powoduje spadek kosztów uprawowych w przeliczeniu na jednostkę powierzchni. Celowe wydaje się zatem wydzielanie w kompleksach pól o jak największej powierzchni.

W praktyce kształt działek wydzielanych w procesie scalenia w dużym stopniu wynika z kształtu kompleksu projektowego. Szerokość kompleksu przesądza o długości uprawowej wydzielanych działek, z drugiej zaś kształt granic działki na pewnych odcinkach wynika z przebiegu granicy kompleksu w danym miejscu. Zakładając w miarę regularny kształt kompleksu, jedynym elementem mającym wpływ na kształt działek na wybranym obszarze jest szerokość tego kompleksu czyli odległość pomiędzy sąsiednimi drogami. Szerokości wydziela-

nych działek wynikają z ich powierzchni możliwej do zaprojektowania w danym kompleksie projektowym dla danego gospodarstwa. Niekiedy zachodzi konieczność wydzielenia działek dla jednego gospodarstwa w kilku częściach jednego kompleksu z uwagi na istniejące zróżnicowanie jakości gruntów lub w ten sposób sformułowanych życzeń uczestnika postępowania.

Długość uprawowa projektowanych działek, wynikająca z rozmiarów kompleksu oraz przyjętego w nim kierunku projektowania jest w dużej mierze niezależna od projektanta i możliwa w ograniczonym stopniu do modyfikacji na etapie tworzenia projektu ogólnego scalenia. W związku z tym można wpływać na parametry kształtu wydzielanych w kompleksach działek głównie poprzez zmianę ich szerokości. Z wykresu przedstawionego na rysunku 3 wynika, że w przedziale od 0 do 30 metrów szerokości projektowanych działek następuje szybki spadek kosztów uprawowych, a powyżej 70 metrów spadek tych kosztów jest już w praktyce nieistotny. Można przyjąć, że poprawna szerokość projektowanych działek powinna przekraczać 30 metrów i nie jest wskazane jej ograniczanie. Wskazanie to ma istotne znaczenie w procesie optymalizacji układu gruntowego, który przyjmuje jako jedną z danych wejściowych istniejący układ kompleksów projektowych, z czym związane są ustalone już potencjalne związane z nim długości uprawowe.

Poprawny kształt działek może być uzyskany jedynie wtedy, gdy układ sieci drogowej oraz szerokości wydzielanych kompleksów projektowych będą dostosowane do obszarów wydzielanych działek. Uzyskanie takiego stanu wymaga wzajemnego dostosowania elementów układu sieci transportowej, istniejącej na danym obszarze struktury przestrzennej gospodarstw rolnych oraz życzeń uczestników postępowania scaleniowego związanych z lokalizacją wydzielanych gruntów w nowym stanie. Z wymienionych parametrów częściowy wpływ projektanta scalenia występuje w praktyce tylko w odniesieniu do układu sieci transportowej, chociaż i ten wpływ jest ograniczany względami finansowymi.

Rozpatrując zagadnienie poprawności kształtu działki gruntowej należy wziąć pod uwagę uwarunkowania występujące w rzeczywistych postępowaniach scaleniowych, w szczególności zaś na obszarach, na których układ sieci drogowej nie może zostać zmieniony ze względu na ukształtowania terenu oraz rozmieszczenia skupisk siedlisk gospodarstw. Jeśli weźmiemy pod uwagę ustalone powyższymi uwarunkowaniami granice kompleksów projektowych i kierunki projektowania działek, to kształt i wielkość pól uprawnych możliwych do zaprojektowania w takich kompleksach wynika często tylko z wyników wstępnego rozmieszczenia gruntów gospodarstw w tych kompleksach będących efektem złożonych życzeń przez uczestników postępowania scaleniowego.

Przedstawione rozważania wskazują, że elementem decydującym w głównej mierze o kształcie działek wydzielanych w wyniku scalenia gruntów są wymiary, a szczególnie szerokości kompleksów projektowych. Omówione zagadnienie wskazuje również na istotną rolę sposobu zebrania uwag składanych

przez uczestników postępowania scaleniowego, dotyczących lokalizacji ich gruntów w wydzielanych kompleksach, który powinien ułatwiać ich realizację. Wskazania co do lokalizacji wydzielanych gruntów są w procesie scalenia obligatoryjnie przyjmowane w przynajmniej dwóch alternatywnych wersjach. Zwiększa to prawdopodobieństwo zaproponowania przez geodetę takiego układu gruntów, w którym poszczególni właściciele otrzymują grunty w miejscach które zaakceptowały przynajmniej w wariancie alternatywnym. Często jednak, zwłaszcza w przypadku życzeń o charakterze podstawowym, dla części kompleksów projektowych istnieje ich nadmiar, dla innych z kolei ilość życzeń jest niewystarczająca do wypełnienia takich kompleksów projektowanymi działkami. Kluczowym zagadnieniem dla poprawnego i nie powodującego protestów właścicieli gruntów wyznaczenia nowych granic działek w kompleksach jest taki sposób przetworzenia danych o życzeniach, który umożliwi spełnienie następujących warunków:

– każdy z kompleksów projektowych zostanie w całości zapełniony,

– każde z gospodarstw otrzyma grunty w kompleksach, dla których składało życzenia przynajmniej w wersji alternatywnej,

– każdemu z gospodarstw zostanie wydzielona najmniejsza z możliwych liczba działek, przy uwzględnieniu koniecznego do uwzględnienia zróżnicowania klas i użytków.

– przeciętna odległość gruntów wydzielonych powinna być możliwie najmniejsza, jednocześnie nie większa niż dla gruntów posiadanych w starym stanie.

Realizacja tych warunków określa możliwe do uzyskania parametry działek w postaci ich kształtu, długości uprawowych, powierzchni oraz przybliżenie gruntów do siedlisk.

2.1.5. Ukształtowanie pionowe

Ukształtowanie pionowe rozłogu gospodarstwa w sposób zauważalny wpływa na koszty prowadzonej działalności rolniczej [Koreleski i Magiera-Braś 1974], przede wszystkim poprzez zwiększenie nakładów potrzebnych na transport w sytuacji, kiedy występują znaczne przewyższenia pomiędzy działką siedliskową a polami uprawnymi [Harasimowicz 2000, Woch 2001]. Wpływ ten można szacunkowo uwzględnić przeliczając znane wartości deniwelacji pomiędzy siedliskiem gospodarstwa a działką na dodatkową odległość pomiędzy tymi obiektami [Harasimowicz 2002]. Można przyjąć, że każde 10 m różnicy wysokości między działką a siedliskiem jest równoważne przyrostowi odległości między tymi elementami o 100 m [Giger 1980]. Odpowiednie wartości deniwelacji można pozyskać w sposób częściowo automatyczny wykorzystując w tym celu szereg algorytmów związanych z trójwymiarowym modelowaniem terenu na podstawie danych w postaci zbioru punktów o określonych współrzędnych x,y,z.

W mniejszym stopniu wyliczalne są inne straty gospodarstwa związane z ukształtowaniem pionowym obszaru wsi, w tym między innymi związane z okresowym (spowodowanym obfitymi opadami deszczu lub wiosennymi roztopami) brakiem możliwości dojazdu do swoich pól uprawnych w okresach, w których jest to wskazane lub konieczne dla wykonania określonych zabiegów agrotechnicznych lub zebrania zbiorów. Sytuacja taka jest często spotykana na obszarach, gdzie w połączeniu ze znacznymi deniwelacjami terenu występuje słabo utwardzona sieć drogowa, jak również w przypadku obszarów o małych deniwelacjach, na których jednak z uwagi na rodzaj podłoża niektóre drogi stają się zbyt grząskie i przez to nieprzejezdne przez dłuższy czas.

Możliwość dokonywania przeliczeń występujących pomiędzy poszczególnymi elementami modelu optymalizowanej wsi na dodatkową odległość umożliwia uwzględnienie tego czynnika w omawianym procesie optymalizacji, który opiera się na założeniu minimalizacji odległości pomiędzy gruntami gospodarstw a ich siedliskami. Nie wymaga to żadnych dodatkowych zabiegów ani modyfikacji zastosowanych algorytmów. Natomiast pozostałe czynniki związane z nachyleniem, wpływające na trudność uprawy uwzględniane są najczęściej w trakcie dokonywania szacunku porównawczego gruntów podlegających scaleniu. Posiadane informacje o nachyleniu terenu powinny być wykorzystywane również przy projektowaniu sieci drogowej, która wpływa na ostateczny kształt kompleksów projektowych.

2.1.6. Użytkowanie i jakość gruntów

Jakość gleb wykorzystywanych do produkcji rolniczej jest czynnikiem o bardzo dużym zróżnicowaniu [Strzemski 1972, Strzemski i inni 1973]. Wpływ tego czynnika na dochodowość prowadzonej działalności rolniczej może być uznany za dominujący [Kopeć 1969, Urban 1981]. Jakość gruntów jest wypadkową wielu cech gleb na danym obszarze powiązanymi ze stosunkami wodnymi, klimatem i rzeźbą terenu. Klasyfikację czy też ocenę jakości gleb można rozpatrywać w kilku różniących się między sobą ujęciach.

Ujęcie przyrodnicze, określając genezę powstania danej gleby oraz jej właściwości fizyczne i chemiczne, dokonuje ostatecznie podziału gleb na typy, rodzaje i odmiany [Koreleski 1988].

Ujęcie użytkowo-ekonomiczne ma zdecydowanie większe zastosowanie w praktyce urządzeniowej, umożliwia bowiem wykorzystanie go do określania możliwości produkcyjnych gleb, co może mieć bezpośrednie przełożenie na czynności związane z szacunkiem porównawczym gruntów w procesie scalenia [Hopfer i inni 1982]. Najczęściej spotykanym i wykorzystywanym powszechnie podziałem gleb ze względu na ich wartość użytkową jest podział na klasy bonitacyjne, przy czym odrębna klasyfikacja prowadzona jest dla gruntów ornych oraz użytków zielonych. Kompleksowa klasyfikacja gruntów dla obszaru Polski

zrealizowana została w latach 1956-1967. Z powodu upływu czasu na niektórych obszarach dane o konturach klasyfikacyjnych są obecnie częściowo nieaktualne. Rozmieszczenie poszczególnych klas bonitacyjnych na obszarze wsi poddanej scaleniu powinno być w miarę możliwości weryfikowane przed rozpoczęciem prac urządzeniowych, dla których dane takie są podstawą dla wielu istotnych czynności o charakterze technicznym.

Podział gleb na klasy bonitacyjne niesie ze sobą informacje o możliwościach tych gleb w zakresie potencjalnej wielkości produkcji i związanej z nią wielkości uzyskanego dochodu. Podział taki nie zawiera jednak pełnej informacji na temat przydatności gleb do uprawy różnych rodzajów grup roślin. Informację tę niesie natomiast podział gleb na kompleksy przydatności rolniczej, który dzieli gleby na grupy posiadające podobne właściwości rolnicze i mogące być przez to podobnie użytkowane [Witek 1973]. W praktyce urządzeniowo-rolnej zdecydowanie częściej korzysta się jednak z podziału gleb na klasy bonitacyjne, co jest spowodowane powszechną dostępnością do tych danych, które są obligatoryjnym elementem map ewidencji gruntów i budynków, stanowią również podstawę do naliczania podatków. W procesie przekształcania obszarów wiejskich w wyniku prowadzonych prac urządzeniowych występują stosunkowo niewielkie możliwości zmian jakości gruntów. Jest to jednak w niektórych przypadkach możliwe w wyniku poprawnego zaplanowania i realizacji zagospodarowania poscaleniowego związanego z melioracją i rekultywacją określonych obszarów, jak również jako efekt poprawnego zaprojektowania układu sieci transportowej oraz układu pól uprawnych na obszarach zagrożonych erozją.

2.1.7. Parametry związane z siecią drogową

Sieć transportu rolniczego jest tym elementem struktury przestrzennej gruntów, który umożliwia komunikację pomiędzy ośrodkami gospodarczymi poszczególnych gospodarstw a uprawianymi przez nie gruntami. Cechy tej sieci wpływają zatem w sposób istotny na możliwości optymalnego wykorzystywania posiadanych gruntów rolnych [Stelmach 1975, Woch 2007]. Do istotnych cech sieci transportowej możemy zaliczyć takie elementy jak jej gęstość oraz jakość, w tym rodzaj utwardzenia oraz szerokość, a także ukształtowanie pionowe czy też zabezpieczenia przeciwerozyjne, wpływające na trwałość nawierzchni.

Parametry związane z oceną sieci transportu rolnego na danym obszarze można podzielić na kilka kategorii:

– służące do oceny sieci transportowej z punktu widzenia ilościowego,

– służące do oceny jakości sieci transportowej,

– związane z oceną jej układu dokonywaną z punktu widzenia poszczególnych gospodarstw.

Do pierwszej kategorii można zaliczyć stosunkowo proste do obliczenia wskaźniki związane z zajmowaną powierzchnią oraz długością dróg w przeliczeniu na jednostkę powierzchni [Nowak 1956]. Wskaźniki te mają jednak charakter ogólny i nie umożliwiają pełnej oceny poszczególnych sieci transportowych. Pozwalają one jednak na wstępną, ogólną ocenę zagęszczenia sieci transportowej na rozpatrywanym obszarze. Optymalna gęstość sieci transportu rolniczego w sposób oczywisty powiązana być musi z istniejącą na danym obszarze strukturą przestrzenną gruntów, a zwłaszcza istniejącym rozdrobnieniem gospodarstw oraz zróżnicowaniem klas bonitacyjnych i użytków gruntowych [Woch 2001]. Istniejący związek pomiędzy optymalną gęstością sieci transportowej, a strukturą przestrzenną gruntów pośrednio potwierdzają dane na temat obszaru zajmowanego pod drogi, który najczęściej wynosi 1 do 3 % na obszarach z przewagą dużych gospodarstw [Hopfer i Urban 1984], natomiast w terenach w których dominują małe gospodarstwa drogi obejmują 5-8% obszaru wsi [Przybyłowski 1991, Harasimowicz 2002]. Wiedza na temat możliwych do uzyskania w wyniku scalenia parametrów przestrzennych gruntów daje podstawę do określenia optymalnych wskaźników gęstości sieci drogowej, które należy uwzględnić na etapie tworzenia wstępnego projektu nowego układu gruntowego.

Kolejnym możliwym do wykorzystania wskaźnikiem związanym z oceną istniejącego lub projektowanego układu drogowego jest wskaźnik wydłużenia dróg [Harasimowicz 1996]. Wskaźnik ten ma postać ilorazu odległości liczonej po drogach transportu rolnego oraz odległości prostoliniowej i może być obliczony dla każdej działki, dla gruntów poszczególnych gospodarstw oraz dla całego obiektu (najczęściej wsi). Ma on pewne znaczenie praktyczne, ponieważ niesie ze sobą ocenę zarówno samej sieci drogowej (jej kształtu i gęstości) jak i rozmieszczenia poszczególnych działek w gospodarstwie. Wartość omawianego wskaźnika nawet przy teoretycznie idealnym układzie transportowym, ale dużym rozdrobnieniu nie może mieć wartości zbliżonej do jedności dla wszystkich działek, ponieważ dojazd do każdej z nich musiałby przebiegać prostoliniowo. W praktyce przyjmuje on wartość od 1.2 do 1.5. Czym niższa wartość tego wskaźnika tym lepiej należy oceniać zarówno sieć dróg na danym terenie jak i rozmieszczenie poszczególnych działek w stosunku do swoich siedlisk. Porównanie wartości tego wskaźnika przed i po scaleniu może stanowić równie jeden z elementów analizy efektów wykonanej przebudowy struktury przestrzennej gruntów na danym obszarze.

W procesie oceny sieci transportowej istotne jest uwzględnienie również jakości poszczególnych jej elementów, która to cecha na dużej części obszarów wiejskich jest bardzo zróżnicowana. Występują bowiem zarówno odpowiednio szerokie i dobrze utwardzone drogi, jednak sąsiadują z nimi również te o niższych parametrach technicznych, nieutwardzone i często, z uwagi na warunki atmosferyczne, okresowo nieprzejezdne. W wielu przypadkach drogi stanowią własność prywatną lub mają nieuregulowany stan prawny, a ich lokalizacja nie pokrywa się z przebiegiem wykazanym na mapach ewidencyjnych.

Istniejąca sieć dróg publicznych nie zawsze zapewnia dojazd do wszystkich użytkowanych rolniczo gruntów. Skala tego zjawiska jest bardzo zróżnicowana i może dochodzić nawet do kilkudziesięciu procent obszaru wsi, chociaż najczęściej jest to wartość o wiele mniejsza. Uciążliwość ta łagodzona jest istnieniem wielu przejazdów o charakterze nieformalnym i zwyczajowym. Problem ten jednak w wielu przypadkach stanowi poważne utrudnienie w racjonalnym wykorzystaniu posiadanych przez gospodarstwa gruntów. Jest on jednocześnie, w obecnych czasach łatwy do automatycznej identyfikacji na postawie danych zawartych w informatycznych bazach danych ewidencji gruntów. Występowanie takich obszarów powinno stanowić jedną z przesłanek przy typowaniu obszarów do objęcia ich pracami scaleniowymi.

W trakcie wykonywania prac urządzeniowych, a w szczególności scaleń gruntów wraz z towarzyszącymi zabiegami związanymi z zagospodarowaniem poscaleniowym, możliwa jest zmiana niektórych parametrów sieci transportowej. Do takich zmian zaliczyć można:

– dostosowanie gęstości sieci transportowej do nowej struktury przestrzennej gruntów po scaleniu, co może oznaczać zarówno zmniejszenie jak i zwiększenie wspomnianego wskaźnika gęstości dróg,

– zwiększenie szerokości dróg, zlikwidowanie uciążliwych i trudnych do pokonywania przez maszyny rolnicze załamań i łuków, zaprojektowanie obszarów umożliwiających mijanie się pojazdów w wybranych lokalizacjach,

– zlikwidowanie zjawiska występowania działek nie posiadających bezpośredniego połączenia z publiczną siecią drogową, co oznacza jednoczesną likwidację konieczności poruszania się po drogach prywatnych,

– poprawę jakości dróg transportu rolnego poprzez częściowe lub pełne utwardzenie części z nich oraz wykonanie w uzasadnionych przypadkach towarzyszących tym drogom elementów odwadniających.

Do momentu zakończenia realizacji powiązanych ze scaleniem gruntów inwestycji związanych z nową lub modernizowaną siecią drogową może wystąpić okresowe pogorszenie jakości dojazdu do nowo wydzielonych pól uprawnych lub nawet całkowite uniemożliwienie takiego dojazdu. W najgorszej sytuacji są te obiekty scaleniowe, przy których projekt scalenia nie był powiązany finansowo z zagospodarowaniem poscaleniowym. Konieczność poszukiwania środków finansowych na zaprojektowanie i wykonanie dróg transportu rolnego w takich przypadkach powoduje często wieloletnie trudności w pełnym zagospodarowaniu wydzielonych w wyniku scalenia działek.

Istniejące metody optymalizacji układu gruntowego wsi nie uwzględniają działań zmierzających do zoptymalizowania układu transportowego. Najczęściej zakłada się przyjęcie, z niezbędnymi modyfikacjami, układu sieci transportowej wynikającej z projektu ogólnego scalenia gruntów na danym obszarze.

Drogi wykorzystywane do transportu rolnego stanowią, jak wspomniano zbiór bardzo zróżnicowany pod względem rodzaju nawierzchni, szerokości czy

nachylenia. Zmienność tych czynników uwzględniana jest przy obliczaniu odległości przeliczeniowej. Najczęściej przyjmowanym sposobem jej uzyskania jest odniesienie do drogi gruntowej dobrej jakości, która jest najczęściej spotykaną na obszarach rolniczych i posiada współczynnik przeliczeniowy równy jedności. Zmienność odległości przeliczeniowej danego odcinka sieci transportowej może zmieniać się w szerokim zakresie wartości od 0.2 do 3 [Harasimowicz 2002], czyli w przypadkach krańcowych piętnastokrotnie. Odrębnym zagadnieniem jest sposób szybkiego pozyskania wiarygodnych informacji o rodzaju nawierzchni dla dużych obszarów (obręb, gmina) dla celów prowadzonych analiz. Teoretycznie istnieje możliwość wykorzystania w tym celu analizy mapy ewidencyjnej numerycznej w powiązaniu z informacjami zawartymi na cyfrowych ortofotomapach, co umożliwia wyodrębnienie dróg gruntowych, asfaltowych czy biegnących przez trwałe użytki gruntowe. Najbardziej wiarygodne informacje umożliwiające kategoryzację elementów składowych sieci transportowej można uzyskać przez wykonanie inwentaryzacji w terenie.

2.1.8. Odległość gruntów od siedlisk

Niezwykle istotnym czynnikiem z punktu widzenia ekonomiki prowadzonej produkcji rolniczej jest odległość gruntów od siedlisk. Cecha ta ma szczególne znaczenie w procesie optymalizacji układu gruntowego wsi z tego powodu, że obok wielkości działek stanowi element, który można istotnie modyfikować w procesie scalenia gruntów. Głównym kryterium prezentowanej optymalizacji jest właśnie minimalizacja odległości pomiędzy działkami a siedliskami. Wpływ odległości na koszty ponoszone w związku z transportem jest oczywisty, jak też stosunkowo dobrze poznany [Stelmach i inni 1975, Przybyłowski 1991, Harasimowicz 2001, Woch 2007]. Przyjmuje się, że koszty transportu w jednostkach zbożowych w przeliczeniu na 1 ha przyjmują wartości od 0.23 (dla prędkości 20 km/h) do 0.94 (dla prędkości 5 km/h) [Harasimowicz 1996]. Na niektórych obszarach łączny wpływ rozdrobnienia gruntów w połączeniu z rozległą i skomplikowaną siecią transportową powoduje brak możliwości jakiejkolwiek racjonalnej gospodarki gruntami.

Redukcja odległości pomiędzy siedliskami gospodarstw, a należącymi do nich działkami nie jest możliwa w identycznym stopniu na różnych obszarach. Czynnikami różnicującymi te możliwości są przede wszystkim: rozmieszczenie siedlisk gospodarstw, układ sieci transportowej oraz zróżnicowanie jakości ziemi. W najkorzystniejszym wariancie mamy do czynienia z rozproszoną zabudową siedliskową, stosunkowo gęstą i regularną siecią transportową oraz małym zróżnicowaniem klas i użytków. W takim przypadku, w procesie przebudowy struktury przestrzennej można zredukować w sposób znaczący odległości gruntów od siedlisk. Dla odmiany wariant najmniej korzystny to zabudowa skupiona, stosunkowo rozległy obszar wsi w połączeniu z mało rozbudowaną siecią trans-

portową oraz takim rozmieszczeniem gruntów i użytków, które powoduje konieczność wydzielania wielu małych działek.

Jak można wywnioskować z tych dwóch przykładów, istniejąca struktura przestrzenna gruntów, w tym czynniki o charakterze trwałym jakimi są lokalizacja siedlisk oraz przestrzenne rozmieszczenie gruntów o różnej jakości, warunkują często możliwe do uzyskania efekty powadzonej kosztownej przebudowy tej struktury w procesie scalenia gruntów. Prognozowanie efektów prac scaleniowych nie jest łatwe. Możliwe są jednak różnego rodzaju oszacowania dokonywane na podstawie struktury obszarowej gospodarstw i układu siedlisk innych tego typu czynników. Jednym z lepszych sposobów szacowania efektów scalenia jest optymalizacja układu gruntowego umożliwiająca prognozowanie możliwych do uzyskania efektów prac scaleniowych, szczególności w zakresie możliwych do uzyskania: przybliżenia gruntów do siedlisk oraz wzrostu powierzchni działek. Te dwa elementy podlegają bowiem w procesie optymalizacji największym przekształceniom.

2.2. WARUNKI TWORZENIA POPRAWNEGO UKŁADU GRUNTOWEGO WSI

Tworzenie optymalnych w danych warunkach układów gruntowych jest ograniczane wieloma czynnikami, które można zaliczyć do trzech kategorii. Pierwszą z nich to czynniki o charakterze naturalnym, do których zaliczamy granice rzek, jezior, zwartych kompleksów leśnych oraz skarpy, uskoki czy wąwozy. Do drugiej kategorii można zaliczyć czynniki o charakterze antropogenicznym, charakteryzujące się dużą trwałością w czasie. Są to zarówno administracyjne granice zewnętrzne rozpatrywanego obszaru, granice zwartych terenów zainwestowanych, przebieg utwardzonych dróg, linii kolejowych i innych trwałych elementów zagospodarowania terenu. Trzecią kategorią czynników stanowiących ograniczenie w procesie tworzenia optymalnego układu gruntowego są istniejące uwarunkowania prawne (w tym wymogi ustawy o scalaniu i wymianie gruntów oraz zapisy instrukcji scaleniowej), istniejąca struktura obszarowa gospodarstw oraz życzenia uczestników postępowania.

Nowy układ gruntowy w procesie scalenia gruntów tworzony jest w kilku etapach, różniących się szczegółowością i zakresem dokonywanych ustaleń. Wstępna koncepcja projektowanego układu gruntowego przedstawiana jest w chwili obecnej już na etapie założeń wstępnych do projektu scalenia (w postaci zbliżonej do ogólnego projektu scalenia), który to dokument powstaje w ramach prac przygotowawczych uzasadniających między innymi podjęcie prac scaleniowych na danym obszarze. Opracowaniem precyzującym zawarte tam informacje, wykonanym już z udziałem zainteresowanych właścicieli gruntów jest ogólny projekt scalenia. Powinien on określać między innymi podstawowe parametry projektowe dotyczące przyszłego układu działek, takie jak przeciętna

ich wielkość i kształt oraz odległości między sąsiednimi drogami dojazdowymi do gruntów rolnych [Harasimowicz 2002]. Kierując się przyjętymi założeniami projektowymi w ramach ogólnego projektu scalenia, przyjęta zostaje ostateczna koncepcja sieci drogowej oraz określone zostają kierunki projektowania działek w poszczególnych kompleksach scaleniowych [Pijanowski 1992].

Kolejnym istotnym etapem tworzenia nowego układu gruntowego jest ustalenie tak zwanych niezmienników projektowych, czyli obszarów formalnie wchodzących w obszar scalenia, jednak za wyjątkiem drobnych korekt przebiegu granic, wyłączonych z procesu tworzenia nowego układu gruntowego. Najczęściej są to tereny zabudowane, lasy, sady oraz nieużytki. Czynności związane z wyodrębnieniem granic niezmienników wiążą się przeważnie z ostatecznym zaprojektowaniem nowej sieci drogowej. Zakończenie tego etapu tworzenia nowego układu gruntowego wiąże się z ustaleniem zasięgu kompleksów projektowych, ograniczonych najczęściej drogami, wodami lub innymi przeszkodami. Wstępną fazą projektowania działek poscaleniowych jest ustalenie udziałów gospodarstw w poszczególnych kompleksach projektowych, czyli tak zwana „ustawka" lub „rozstawka". W tej fazie określane są wstępnie dwa istotne parametry przestrzenne działek: odległości od siedlisk i powierzchnie. Ostateczny przebieg granic działek określany jest w procesie ich wydzielania w kompleksach projektowych zgodnie z określonymi udziałami gospodarstw w tych kompleksach oraz kierunkiem projektowania w nich działek. W przypadku poprawnie wykonanego etapu wstępnego naboru gruntów do kompleksów projektowych swoboda kształtowania ostatecznych kształtów wydzielanych działek jest już stosunkowo niewielka. Określona jest już między innymi wielkość działki (poprzez wielkość udziału gospodarstwa w kompleksie), jej długość (poprzez wymiary kompleksu oraz kierunek projektowania), a także położenie danej działki w stosunku do siedliska (poprzez położenie kompleksu). Skutkiem tego wydzielanie granic działek sprowadza się w duży stopniu do mechanicznego podziału danego kompleksu według przyjętych ustaleń, co stwarza możliwości automatyzacji tego procesu [Janus i Zygmunt 2005a i 2005b, Szeliga 1986].

Optymalizacja układu gruntowego powinna być powiązana szczególnie z fazą określania udziałów poszczególnych gospodarstw w kompleksach projektowych, która decyduje o dwóch ważnych parametrach przestrzennych działek: powierzchni i odległości od siedlisk. Końcowym efektem procesu optymalizacji powinno być wydzielanie jak największych działek z jednoczesną próbą minimalizacji odległości pomiędzy nimi a siedliskami gospodarstw, jednak warunek minimalizacji tej odległości w ramach całej wsi nie może być traktowany jako bezwzględny priorytet. Uwzględnić należy również konieczność zrównoważenia korzyści uzyskiwanych w tym procesie przez poszczególne gospodarstwa, jak również w ramach istniejących możliwości, życzenia uczestników postępowania scaleniowego.

2.3. MINIMALIZACJA ODLEGŁOŚCI GRUNTÓW OD SIEDLISK JAKO KRYTERIUM WYZNACZANIA GRANIC GOSPODARSTW

Jak wspomniano, podstawowym kryterium procesu optymalizacji, który ma na celu poprawę warunków funkcjonowania gospodarstw rolnych, powinna być minimalizacja odległości gruntów od siedlisk, połączona z wydzielaniem jak największych działek o regularnych kształtach [Hopfer i Żebrowski 1973 i 1979, Stelmach 1975]. Najprostszy model takiej optymalizacji pomija zwykle parametry przestrzenne istniejących gospodarstw, a nawet układ sieci drogowej [Harasimowicz 1985 i 1986]. Dane wejściowe w takim przypadku stanowią zbiór lokalizacji siedlisk oraz granice zewnętrzne rozpatrywanego obszaru. Z uwagi na wspomniany brak sieci transportowej można przyjąć prostoliniowy sposób określania odległości pomiędzy siedliskiem a dowolnym punktem rozpatrywanego obszaru. Tak określony model umożliwia sformułowanie podstawowych prawidłowości związanych z procesem wydzielania optymalnych granic pomiędzy gospodarstwami.

Minimalizację odległości do gruntów zapewnia w takim modelu przyporządkowanie każdego fragmentu rozpatrywanego obszaru do najbliższego mu siedliska. Granicami oddzielającymi grunty poszczególnych gospodarstw będą w tym przypadku linie równych odległości pomiędzy siedliskami [Harasimowicz 1986]. Przyporządkowanie gruntów do gospodarstw zgodnie z przedstawionymi zasadami zapewnia osiągnięcie najmniejszej przeciętnej odległości gruntów od siedlisk dla całego rozpatrywanego obszaru. Uwzględnienie struktury obszarowej gospodarstw sprawia, że granice pomiędzy gospodarstwami przebiegają według linii równych różnic odległości. Przedstawiony model przedstawia zasady tworzenia się optymalnych układów gruntowych przy założeniach, które w sposób oczywisty nie nawiązują do rzeczywistych warunków. Ma on jedynie charakter poznawczy, jak również stanowi podstawę dla bardziej szczegółowych modeli optymalizacji układów gruntowych.

Bardziej poprawny przebieg granic pomiędzy gospodarstwami minimalizujący odległość od gruntów otrzymamy, gdy przyjmiemy zbliżony do rzeczywistego układ sieci drogowej na rozpatrywanym obszarze oraz odpowiedni sposób pomiaru odległości gruntów od siedlisk [Harasimowicz i Janus 2005, 2006a i 2006b]. Zasady wyznaczenia granic pomiędzy gospodarstwami w takim przypadku pozostają niezmienne, komplikuje się jedynie sposób ich uzyskania. Podobnie jak w przypadku obliczeń nie uwzględniających kształtu sieci drogowej, granice pomiędzy gruntami przynależnymi do poszczególnych gospodarstw określone są w takim przypadku przebiegiem linii równych różnic odległości od poszczególnych siedlisk lub ich grup [Harasimowicz i Janus 2007d]. Przestrzenne rozmieszczenie wydzielonych gruntów jest jednak o wiele bardziej zróżnicowane, co jest związane z rozmieszczeniem elementów tworzących sieć drogową oraz lokalizacją siedlisk poszczególnych gospodarstw.

Zadanie związane z wyznaczeniem granic pomiędzy gospodarstwami z założeniem minimalizacji pokonywanych odległości między siedliskami, a gruntami gospodarstw jest stosunkowo proste pod względem obliczeniowym do momentu, kiedy zakładamy brak narzuconej struktury obszarowej rozpatrywanej grupy gospodarstw. Wybrany element obszarowy przydzielany jest bowiem temu gospodarstwu, do którego odległość jest najmniejsza. Rzeczywisty problem o charakterze obliczeniowym napotykamy dopiero w momencie założenia określonej, najczęściej zgodnej ze stanem istniejącym na danym obszarze, struktury obszarowej gospodarstw rolnych. Podejście takie przybliża omawianą problematykę do praktyki urządzeniowo-rolnej. W przypadku uwzględnienia wielkości gospodarstw oraz szeregu innych ich parametrów granice między tymi gospodarstwami zapewniające minimalne odległości od gruntów mogą być ustalone poprzez rozwiązanie mniej lub bardziej rozbudowanego modelu optymalizacyjnego.

2.4. ZDEFINIOWANIE ZADANIA OPTYMALIZACJI PRZYDZIAŁU GRUNTÓW DO GOSPODARSTW

Zadanie optymalizacji przydziału gruntów do gospodarstw można wiązać z podstawowym celem prowadzonych prac scaleniowych, którym jest zmniejszeniem kosztów funkcjonowania gospodarstw rolnych na rozpatrywanym obszarze [Hopfer i Żebrowski 1979 i 1980]. Koszty te zależne są od wielu czynników [Harasimowicz 1993, 2001 i 2002, Woch 2001, Mielewczyk 2007], z których najistotniejsze to wielkość i kształt pól uprawnych [Zalewski 1974, Pijanowski 1991, Harasimowicz 1992] oraz ich odległość od siedliska danego gospodarstwa [Hopfer i Żebrowski 1971, Stelmach i inni 1975, Kukiełka i Nowocień 1989, Przybyłowski 1991, Harasimowicz 1998a]. W ostatnim okresie zakres zagadnień związanych z procesem scalenia gruntów poszerzany jest o zagadnienia dotyczące ochrony środowiska oraz modernizację i rozbudowę infrastruktury technicznej, nie są one jednak ujęte w omawianym modelu optymalizacji

Dotychczasowe próby optymalizacji układu gruntowego wsi były podejmowane w okresie charakteryzującym się ograniczonymi możliwościami w zakresie wykorzystania wydajnych komputerów. Dodatkowym utrudnieniem było przechowywanie i udostępnianie materiałów geodezyjno-kartograficznych w postaci analogowej. Powodowało to daleko idące uproszczenia w trakcie modelowania obszaru poddawanego procesowi optymalizacji. Efektem tego było na przykład zawężenie tego procesu jedynie do określenia powierzchni lub wartości gruntów poszczególnych gospodarstw w wydzielonych kompleksach projektowych, bez podejmowania próby równoczesnego wydzielenia granic nowych działek ewidencyjnych na mapie.

Zakładając ustalony układ sieci transportowej na rozpatrywanym obszarze można przyjąć, że wpływ kształtu wydzielanych działek trudno jest uwzględnić w sposób bezpośredni przy definiowaniu modelu optymalizacji. Przy założonym w kompleksie projektowym kierunku projektowania oraz wynikających z wymiarów kompleksu długościach uprawowych działek, na ich kształt mamy wpływ głównie w postaci zmian szerokości uprawowych. Szerokości te powiązane są z powierzchnią działek, a zwiększanie wielkości obu tych czynników wpływa na obniżenie jednostkowych kosztów związanych z uprawą (rysunki 1 oraz 3).

Jednym z najistotniejszych czynników koniecznych i możliwych do uwzględnienia w procesie optymalizacji jest odległość pomiędzy siedliskiem, a gruntami danego gospodarstwa. Dotychczasowe próby optymalizacji dokonywane w latach osiemdziesiątych XX wieku, za wyjątkiem modeli o niewielkich rozmiarach, nie uwzględniały wartości tej odległości liczonej po rzeczywistych drogach transportu rolnego. Najczęściej stosowane metody wykorzystywały określenie odległości prostoliniowej, łatwej i szybkiej do uzyskania zarówno dokonując pomiaru bezpośrednio na mapie jak i z wykorzystaniem pozyskanych współrzędnych punktów, pomiędzy którymi miała być określona odległość [Harasimowicz 1985]. Natomiast modele danych, w których wykorzystano pomiar odległości z uwzględnieniem kształtu rzeczywistej sieci drogowej z uwagi na czasochłonność niezbędnych pomiarów przedstawiały stosunkowo niewielkie obszary. W przypadku szeregu opracowań i analiz struktury przestrzennej gruntów, wykorzystanie odległości prostoliniowej powoduje błąd pomiaru możliwy do zaakceptowania z uwagi na duże uogólnienie samego modelu rozpatrywanego obszaru [Banat i Janus 2002]. W takich przypadkach różnica pomiędzy odległością rzeczywistą a prostoliniową, wynosząca najczęściej od kilku do 50 % może być traktowana jako dopuszczalna. Różnice te mogą być jednak o wiele większe w przypadku obiektów o skomplikowanej sieci transportowej, w szczególności kiedy na rozpatrywanym obszarze istnieją takie elementy jak: zwarte tereny leśne, rzeki, jeziora, trasy kolejowe czy autostrady. Im bardziej sieć transportowa na danym obszarze ma skomplikowany kształt, tym większe jest prawdopodobieństwo wystąpienia niemożliwych do zaakceptowania różnic pomiędzy odległością prostoliniową, a odległością liczoną po drogach transportu rolnego.

Problematyka optymalizacji układów gruntowych przestała być podejmowana w Polsce w drugiej połowie lat osiemdziesiątych, co można wiązać z załamaniem się rozmiaru wykonywanych prac scaleniowych w tym samym okresie. Należy podkreślić, że żadna z podejmowanych prób optymalizacji układu gruntowego, nawet na etapie wstępnego rozmieszczenia gruntów na obszarze scalenia [Stelmach i inni 1975, Bednarz 1980, Banat i inni 1982, Stelmach i Winnicki 1997] nie zakończyła się wypracowaniem metod wykorzystywanych obecnie w praktyce urządzeniowej. Ponowny wzrost rozmiarów realizowanych

prac scaleniowych widoczny w ostatnich latach powoduje konieczność podjęcia na nowo tematyki oceny i optymalizacji układów gruntowych, wykorzystując przy tym nowe możliwości w zakresie przechowywania i udostępniania danych wejściowych oraz rosnąca moc obliczeniowa komputerów. Opisana metodyka przedstawia sposób optymalizacji rozmieszczenia gruntów z wykorzystaniem danych wykorzystywanych w rzeczywistym procesie scalenia gruntów, co daje szansę włączenia otrzymanych wyników w projekt scalenia.

Trudności związane z prawidłowym sformułowaniem, a następnie rozwiązaniem zadania optymalizacji układu gruntowego wiązać należy przynajmniej z dwoma przyczynami. Pierwsza związana jest z koniecznością precyzyjnego określenia liczbowego wpływu zmian poszczególnych cech przestrzennych gospodarstwa na ekonomiczny efekt jego działalności produkcyjnej. Wpływ ten był przedmiotem wielu badań [Blohm 1961, Stelmach 1971, Lasota 1980, Przybyłowski 1981, Hopfer i Urban 1984, Harasimowicz 2001, Woch 2001], chociaż występują w niektórych z nich zasadnicze braki dotyczące parametrów dostosowanych do aktualnie używanych technologii uprawowych. Druga przyczyna związana jest z koniecznością uwzględnienia wielu elementów, które należy wprowadzić do modelu, aby otrzymać wiarygodne i możliwe do zastosowania w praktyce wyniki. Do takich elementów można zaliczyć:

– rozmieszczenie, kształt i wielkość siedlisk gospodarstw,
– wielkość gospodarstw,
– ukształtowanie pionowe obszaru scalenia,
– sieć transportu rolnego na rozpatrywanym obszarze,
– zróżnicowanie jakości gleb oraz sposobu użytkowania gruntów,
– życzenia uczestników postępowania.

Konieczność uwzględnienia wszystkich lub przynajmniej większości wymienionych czynników, często wzajemnie na siebie oddziaływujących jest przyczyną nadmiernej rozbudowy modeli optymalizacyjnych, utrudniając lub uniemożliwiając ich budowę oraz rozwiązanie. Pomimo tych trudności, optymalizacja układów gruntowych, w którym głównym kryterium była minimalizacja odległości gruntów od siedlisk była i jest tematem podejmowanym w wielu opracowaniach zarówno w Polsce [Stelmach i inni 1975, Bałandynowicz 1978, Banat i inni 1982, Harasimowicz 1986] jak i na świecie [Kik 1980, Cay i Ayten 2006, Cay i Iscan 2006 i 2008, Ayranci 2007 i 2009], mających jednak charakter głównie teoretyczny. Wykorzystanie opisanych rozwiązań w praktyce urządzeniowo-rolnej napotykało natomiast na wiele przeszkód i ograniczało się do wskazań przy realizacji wstępnego naboru do kompleksów projektowych. Do głównych przyczyn takiego stanu rzeczy należy zaliczyć:

– wysoki stopień uproszczenia przetwarzanego modelu wsi, będący wynikiem mocy obliczeniowej możliwych do wykorzystania maszyn liczących, skutkujący jednak brakiem możliwości wykorzystania wyników takich obliczeń na rzeczywistym obiekcie scaleniowym,

– brak ścisłej współpracy (poza nielicznymi wyjątkami) środowisk naukowych podejmujących ten temat z jednostkami realizującymi prace urządzeniowo-rolne w praktyce.

Badania wpływu wielkości poszczególnych cech charakteryzujących rozłóg gospodarstw rolnych na ekonomiczne skutki ich działalności oraz zagadnienie optymalizacji ukształtowania rozłogu gruntów można rozpatrywać z punktu widzenia rachunku ekonomicznego. Teoretyczny model rozłogu optymalnego w odniesieniu do pojedynczego gospodarstwa jest znany i stosunkowo prosty. Optymalny kształt gospodarstwa jest najczęściej definiowany jako obszar zwarty, z centralnie położonym siedliskiem i siecią dróg transportu umożliwiająca szybki i wygodny dojazd do prostokątnych pól o odpowiedniej proporcji boków. O ile jednak optymalny układ pojedynczego gospodarstwa jest prosty do zaprezentowania, to konieczność uwzględnienia w procesie optymalizacji dużej ich liczby, często sięgającej kilkuset na obszarze dużej wsi sprawia, że zagadnienie to nie jest już jednoznaczne. W takim przypadku mamy bowiem do czynienia z rozbieżnymi interesami wielu właścicieli gruntów, często skomplikowanym układem sieci osadniczej i transportowej oraz dużym przestrzennym zróżnicowaniem jakości gruntów. Układ optymalny, biorąc od uwagę określone kryteria dotyczące całego optymalizowanego obszaru, nie musi być zarazem układem optymalnym z punktu widzenia poszczególnych właścicieli. Model optymalizacji minimalizujący straty w skali całego obszaru i jednocześnie równomiernie rozkładający korzyści w ramach poszczególnych gospodarstw jest jednak, jak się wydaje, możliwy do realizacji.

2.5. METODY UJĘCIA I ROZWIĄZANIA ZAGADNIENIA OPTYMALIZACJI UKŁADU GRUNTOWEGO

Przyjęcie minimalizacji odległości gruntów od siedlisk jako podstawowego kryterium optymalizacji układów gruntowych wyznacza jednocześnie możliwe kierunki tworzenia i rozwiązywania modeli optymalizacyjnych [Stelmach i Winnicki 1977, Bałandynowicz 1978, Hopfer i Żebrowski 1979, Harasimowicz 1985]. Najczęściej proponowanym sposobem ich rozwiązywania jest wykorzystanie metod programowania liniowego z uwagi na stosunkową łatwość zapisu takiego modelu w takim właśnie ujęciu [Stelmach i inni 1975, Bednarz 1980, Banat i inni 1982]. Jednak duża czasochłonność procesu formułowania i zapisu szeregu warunków wynikających z chęci uwzględniania istniejących przepisów regulujących proces scalenia oraz związany z tym wzrost złożoności obliczeniowej, powoduje wprowadzanie do modelu wielu istotnych uproszczeń i ograniczeń. Nadmierne upraszczanie przetwarzanego modelu skutkuje brakiem możliwości pełnego wykorzystania otrzymanych wyników w praktyce urządzeniowej. Uwaga ta jest aktualna również w odniesieniu do współcześnie podejmowanych prób optymalizacji tą metodą [Cay i Iscan 2006, Ayranci 2007 i 2009].

Znacznie uproszczonym i jednocześnie odmiennym podejściem do zagadnienia optymalizacji jest analiza efektów przemieszczeń elementów powierzchniowych, na które podzielony jest optymalizowany obszar [Harasimowicz 1986, Harasimowicz i Janus 2006 i 2007f]. Metoda ta pozwala na uwzględnienie warunków trudnych do sformułowania w modelu liniowym. Umożliwia jednocześnie rozwiązywanie zadań o dużych rozmiarach [Harasimowicz i inni 2008].

Niewątpliwie interesująca, choć jeszcze daleka od możliwości praktycznego zastosowania, wydaje się również koncepcja zastosowania do optymalizacji układu gruntowego wsi algorytmów genetycznych [Michalewicz 1996, Goldberg 1998], co pozwala na dowolnie długie przeszukiwanie przestrzeni możliwych rozwiązań. Wadą tego typu rozwiązań jest wynikający z samej specyfiki algorytmu brak pewności co do optymalności uzyskanego rozwiązania. Zaletą natomiast jest teoretyczna możliwość prowadzenia optymalizacji równocześnie w wielu kierunkach (na przykład przybliżenie gruntów do siedlisk z jednoczesnym uwzględnieniem życzeń uczestników scalenia). Wykorzystanie algorytmów genetycznych umożliwia również stosunkowo łatwe wykorzystanie do obliczeń jednocześnie dużej liczby komputerów.

2.5.1. Zastosowanie metod programowania liniowego

Zadanie optymalizacji przydziału gruntów do gospodarstw ze względu na ich odległość od siedlisk najczęściej jest rozwiązywane metodą programowania liniowego [Stelmach i inni 1975, Stelmach i Winnicki 1977, Banat i inni 1982, Cay i Iscan 2006], w tym również całkowitoliczbowego [Gass 1963, Korbut i Finkelsztein 1974, Garfinkel 1978]. Jednak aby możliwe było zastosowanie tych metod, wszystkie warunki ograniczające oraz funkcja celu muszą być możliwe do sprowadzenia do postaci liniowej.

Etapem wstępnym zarówno rzeczywistych prac scaleniowych, jak i przygotowania danych niezbędnych do próby realizacji optymalizacji rozmieszczenia gruntów jest szczegółowe zdefiniowanie zakresu informacji o przetwarzanym obszarze oraz pozyskanie szeregu danych dla każdego z gospodarstw [Banat i inni 1982, Ayranci 2009]. Można tutaj wyróżnić dwie grupy danych. Pierwsza definiuje z określoną precyzją obszar scalenia, w tym w szczególności jego kształt, podział na kompleksy projektowe, układ sieci transportowej, zróżnicowanie wartości gruntów oraz sposobów jej użytkowania na obszarze wsi. Druga grupa danych określa parametry poszczególnych gospodarstw. Należy zaliczyć do nich: powierzchnie i wartości gruntów gospodarstw, występujące kategoria określające jakość gruntów i sposoby ich użytkowania, życzenia dotyczące lokalizacji wydzielanych gruntów w nowym stanie.

Wymagania związane z uwzględnieniem odległości od gruntów wymagają dokonania podziału obszaru na kompleksy, w których wydzielane będą udziały poszczególnych gospodarstw. Podział ten może mieć charakter ogólny i sprowa-

dzać się do wydzielenia obszarów, które można utożsamiać z kompleksami projektowymi, występującymi w rzeczywistym procesie scalenia gruntów. Wydzielenie takie odbywa się najczęściej w wyniku uwzględnienia granic zewnętrznych obszaru opracowania, sieci transportowej, granic naturalnych oraz granic niezmienników projektowych. Rozwiązanie modelu w takiej postaci w sposób oczywisty może dać jedynie podstawowe wskazania co do optymalnej lokalizacji gruntów poszczególnych gospodarstw w określonych w taki sposób kompleksach, które nie uwzględniają zarówno zróżnicowania wartości kompleksów, sposobu ich użytkowania oraz życzeń uczestników scalenia. Poszerzenie zbioru danych wejściowych o te informacje pozwala na zdefiniowanie zbioru kompleksów projektowych, który charakteryzuje się następującymi uwzględnianymi przez model liniowy cechami:

– wartością całkowitą kompleksu (wyrażoną najczęściej w punktach),

– dominującym sposobem użytkowania gruntów lub zbiorem danych określających występujące w nim kategorie gruntów,

– zbiorem życzeń uczestników postępowania złożonych dla kompleksu,

– zbiorem odległości kompleksu do siedlisk.

Dla tak określonego zbioru kompleksów na obszarze scalenia, wielkość udziałów gospodarstwa o indeksie „j" w kompleksie o indeksie „i" (zmienna x_{ij}), tworzy zbiór zmiennych decyzyjnych przetwarzanego modelu, dla którego funkcją celu będzie minimalizacja odległości z siedlisk do gruntów. Funkcja celu stanowi w takim przypadku sumę udziałów gospodarstw (x_{ij}) w kompleksach i ich odległości od siedlisk. Można sformułować szereg warunków, które powinny być uwzględnione przy rozwiązywaniu modelu liniowego. Pierwszy z nich wynika z konieczności zachowania, z pewną określoną dopuszczalną odchyłką, wartości gospodarstw przed i po scaleniu W sposób oczywisty ogranicza to wielkość udziałów gospodarstw w poszczególnych kompleksach projektowych. Natomiast suma wartości wszystkich gospodarstw jest oczywiście równa wartości całego obiektu będąc sumą wartości poszczególnych kompleksów.

Następne warunki związane są z koniecznością zapobiegania nadmiernym zmianom powierzchni poszczególnych gospodarstw jaka może być wynikiem przemieszczeń gruntów między kompleksami o dużej różnicy wartości jednostkowej. Zakres takich zmian jest ograniczony przepisami do 20% powierzchni gruntów w stanie dotychczasowym (przy zachowaniu dotychczasowej wartości gruntów dopuszczającym różnicę o 3%).

Kolejny warunek związany jest z koniecznością ograniczenia zmian struktury użytków gruntowych posiadanych przez gospodarstwo przed i po scaleniu. Ograniczenia te wynikają wprost z zapisów ustawy o scalaniu i wymianie gruntów oraz praktyki urządzeniowej. Jeżeli ograniczymy się do określenia na rozpatrywanym obszarze jedynie dwóch najczęściej spotykanych rodzajów użytkowania gruntów (grunty orne i użytki zielone), wystarczającym staje się zapis ograniczenia jedynie na jeden z tych użytków. Jednak w przypadku więk-

szej liczby takich warunków (na przykład związanych z koniecznością zachowania określonej ilości gruntów o dobrej jakości) osobne ograniczenie musi być zapisane również na taki warunek, co znacznie komplikuje liczbę koniecznych do spełnienia warunków.

Ostatni warunek związany jest z koniecznością uwzględnienia życzeń uczestników postępowania. Warunki takie możemy zapisać w postaci szeregu nierówności, jednak przed ich sformułowaniem konieczna jest analiza mająca na celu wykrycie w wykazie życzeń sytuacji uniemożliwiających ich realizację. Istotną trudność stanowi rejestracja życzeń w wielu wariantach. Model, który uwzględnia podane wyżej warunki mógłby zapewnić, po jego rozwiązaniu, rozmieszczenie gruntów we wsi zgodnie z wymaganiami jakie są stawiane w procesie scalania gruntów. W praktyce rozwiązanie takiego modelu, z uwagi na jego znaczne rozmiary byłoby utrudnione, zarówno z powodu konieczności zapisu bardzo dużej liczby równań jak i z powodu ograniczeń możliwości obliczeniowych maszyn liczących, chociaż to drugie ograniczenie straciło na aktualności z uwagi na dynamiczny wzrost wydajności komputerów. Jednak w dalszym ciągu czas potrzebny na przygotowanie danych do obliczeń jest w przypadku tak rozbudowanego modelu barierą istotną, która spowodowała że rozwiązanie zagadnienia programowania liniowego dla modelów o podanej szczegółowości nie było realizowane w praktyce.

Podejmowane praktyczne próby realizacji optymalizacji metodami programowania liniowego wprowadzały w związku z tym szereg ograniczeń i uproszczeń przetwarzanego modelu. Można zauważyć, że największy wpływ na rozmiary przetwarzanych struktur danych mają dwa czynniki: liczba gospodarstw (które mogą być utożsamiane z ich siedliskami) oraz liczba kompleksów projektowych, na jakie dzielimy obszar podlegający optymalizacji. Oczywistym stają się zatem próby ograniczania rozmiaru modelu polegające na zmniejszeniu tych dwóch parametrów.

Zmniejszenie liczby gospodarstw może odbywać się na kilka sposobów. Pierwszym jest rezygnacja z rozpatrywania w modelu gospodarstw o małych powierzchniach, składających się z jednej działki ewidencyjnej lub ich większej liczby, ale w całości położonych w obszarach, które będą traktowane jako niezmienniki projektowe i nie będą brały udziału w procesie optymalizacji. Taka wstępna selekcja może na niektórych obszarach, zwłaszcza o znacznym rozdrobnieniu gruntów, dać znaczącą redukcję liczby rozpatrywanych gospodarstw. Drugi sposób redukcji liczby gospodarstw to łączenie ich w większe gospodarstwa ze względu na wspólne siedlisko. Metoda ta doprowadza jednocześnie formę gospodarstwa z postaci wynikającej z zapisów ewidencji gruntów do postaci zbliżonej do rzeczywistej. Najczęściej bowiem grunty użytkowane z jednego ośrodka gospodarczego, pod względem formalnym tworzące niezależne jednostki rejestrowe należące najczęściej do jednej rodziny, użytkowane są faktycznie jak jedno gospodarstwo. Trzeci sposób umożliwiający znaczącą redukcję liczby

przetwarzanych gospodarstw polega na łączeniu gospodarstw w grupy, jeśli są one położone w bliskiej odległości od siebie. Należy bowiem zauważyć, że w przypadku dokonywania optymalizacji rozmieszczenia gruntów ze względu na ich odległość od siedlisk można blisko położone siedliska traktować jako jedno, natomiast rozdział gruntów grupy gospodarstw pomiędzy jej uczestników można dokonać już po zakończeniu procesu optymalizacji, bez wpływu na przeciętną odległość gruntów w całej wsi.

Redukcja drugiego z czynników mających istotny wpływ na zmniejszenie rozmiarów modelu, jakim jest liczba kompleksów na jakie dzielimy wieś w procesie optymalizacji jest zagadnieniem trudniejszym od redukcji liczby gospodarstw. Ogólny zarys podziału obszaru na kompleksy wynika z ukształtowania jego granic zewnętrznych, występujących przeszkód naturalnych oraz granic utworzonych przez istniejącą i projektowaną sieć transportową. Taka postać podziału najbardziej zbliżona jest do formuły kompleksów projektowych wykorzystywanej w rzeczywistym procesie scalania gruntów i nie powinna być dalej generalizowana, ponieważ niezwykle trudne stanie się w takim przypadku przełożenie otrzymanych wyników obliczeń na postać możliwą do wykorzystania w toku prac projektowych. Nadmierne zmniejszenie liczby rozpatrywanych kompleksów uniemożliwia również dokonanie najważniejszego z celów prowadzonej optymalizacji jakim jest faktyczne przybliżenie gruntów do gospodarstw, co wymaga precyzyjnej lokalizacji proponowanych do wydzielenia ekwiwalentów. Zwiększenie liczby kompleksów związane jest równocześnie z automatycznym zwiększeniem złożoności obliczeniowej modelu. Rozwiązaniem pośrednim może być uwzględnienie liczby kompleksów obliczeniowych zgodnej z liczbą kompleksów projektowych, z dodatkowym uwzględnieniem zróżnicowania danego kompleksu na użytki zielone i grunty orne. Możliwa jest również eliminacja z procesu obliczeniowego kompleksów o niewielkich rozmiarach i nieregularnych kształtach, które najczęściej w procesie scalenia przypadają tym samym gospodarstwom, które posiadały te grunty przed scaleniem.

Przedstawiona postać modelu nawiązuje bezpośrednio do pierwszych polskich prób jego kompleksowego przedstawienia i rozwiązania [Stelmach i inni 1975, Stelmach i Winnicki 1977], które w różnej formie były później powtarzane i modyfikowane przez innych autorów [Bednarz 1980, Banat i inni 1982]. Zbliżoną postać modelu optymalizowanego obszaru można odnaleźć również we współczesnych opracowaniach zagranicznych [Cay i Iscan 2006 i 2008, Ayranci 2007 i 2009]. Postać ta może podlegać różnym modyfikacjom, które jednak nie zmieniają zasadniczej koncepcji tego podziału. W szczególności zmiany mogą iść w kierunku zwiększania lub zmniejszania szczegółowości modelu w zależności od celu prowadzonych prac, dostępnych danych wejściowych oraz możliwości obliczeniowych. Istotne modyfikacje mogą dotyczyć uwzględniania zróżnicowania wartości i sposobu użytkowania wydzielonych kompleksów projektowych

oraz życzeń uczestników postępowania scaleniowego. Cały czas pozostaje przy tym aktualny omówiony związek założonej szczegółowości rozwiązywanego modelu z czasem potrzebnym nie tylko na jego rozwiązanie, ale również na przygotowanie danych w formie umożliwiającej podjęcie działań optymalizacyjnych.

Model wsi, zapisany dla potrzeb rozwiązania go metodami programowania liniowego w postaci znacznie uproszczonej, pozwala co prawda na jego rozwiązanie w zadawalającym czasie, jest jednak związany z szeregiem wad i ograniczeń możliwości wykorzystania uzyskanych wyników w praktyce. Uproszczenia modelu spowodowane są koniecznością zmniejszenia rozmiarów przetwarzanych struktur danych, czemu towarzyszy istotne skrócenie czasu trwania procesów obliczeniowych, który zależy oczywiście również od przyjętej metodyki obliczeń oraz zastosowanych algorytmów. Czynnikami mającymi największy wpływ na zmniejszenie złożoności obliczeniowej modelu optymalizacji jest dążenie do zmniejszenia liczby przetwarzanych kompleksów projektowych oraz grupowanie siedlisk. Konsekwencją tych działań jest zmniejszenie dokładności wskazań optymalizacyjnych, w szczególności brak możliwości wskazania optymalnej lokalizacji gruntów danego gospodarstwa w ramach określonego kompleksu.

W przypadku operowania podziałem obszaru na kompleksy, wynikiem procesu obliczeniowego są jedynie dokładne wskazania co do lokalizacji gruntów danego gospodarstwa w poszczególnych kompleksach. Proces ten nie umożliwia zatem wyznaczenia w nich granic gruntów poszczególnych gospodarstw, a co za tym idzie ostatecznego kształtu granic działek ewidencyjnych nowego stanu. Rozwiązaniem może być podział obszaru podlegającego optymalizacji na małe elementy powierzchniowe, które przyporządkowane będą w procesie optymalizacji tylko jednemu gospodarstwu. Zmienne decyzyjne przyjąć mogą w takim przypadku tylko dwie wartości, oznaczające przyporządkowanie danego elementu do gospodarstwa lub brak takiego przyporządkowania. Pozwala to na zaliczenie sposobu rozwiązania rozpatrywanego zadania do metod programowania binarnego.

Próby optymalizacji układu gruntowego z wykorzystaniem metod programowania liniowego są podejmowane również obecnie, jednak otrzymywane wyniki nie pozwalają na bezpośrednie zastosowanie ich w praktyce urządzeniowej. Prace te mogą być ponadto utożsamiane bardziej z optymalizacją wstępnego naboru gruntów do kompleksów projektowych niż z faktyczną optymalizacją całego układu gruntowego, której rezultatem są granice nowych działek ewidencyjnych.

2.5.2. Rozwiązanie zagadnienia optymalizacji metodą oceny efektów przemieszczeń elementów powierzchniowych

Wykorzystanie metod programowania liniowego do optymalizacji rozmieszczenia gruntów ograniczone jest w praktyce nawet obecnie przez zbyt duże rozmiary tworzonego modelu. W przypadku utworzenia modelu opartego na podział wsi na niewielkie elementy powierzchniowe można ich optymalną przynależność do gospodarstw określić metodą oceny przemieszczeń elementów powierzchniowych [Harasimowicz 1986]. Metoda ta pozwala rozwiązywać zadania obejmujące nawet kilka milionów zmiennych decyzyjnych.

Suma elementów powierzchniowych przynależnych do poszczególnych gospodarstw jest jednocześnie równa wielkości tych gospodarstw (w rozumieniu ich powierzchni lub wartości, w zależności od przyjętego modelu podziału optymalizowanego obszaru). Możemy zatem rozpatrywać zmianę przynależności dwóch dowolnie wybranych elementów powierzchniowych, a następnie oszacować wpływ takiej zmiany na wartość funkcji celu, która przedstawia przeciętną odległość gruntów od siedlisk na rozpatrywanym obszarze. Można wykazać, że jeżeli efekt zmiany przynależności dowolnej pary elementów nie prowadzi do zmniejszenia przeciętnej odległości elementów powierzchniowych od siedlisk gospodarstw, to taka przynależność elementów powierzchniowych do poszczególnych gospodarstw jest optymalna, czyli że przeciętna odległość między siedliskami, a gruntami należącymi do gospodarstwa jest najmniejsza. Rozwiązanie to umożliwia równoległą kontrolę szeregu innych warunków istotnych przy tworzeniu nowego układu gruntowego oraz w uzasadnionych przypadkach, zwiększanie przeciętnej odległości w celu wyeliminowania szeregu jego wad.

2.6. SPOSOBY OKREŚLENIA POŁOŻENIA GRUNTÓW NA OBSZARZE WSI W PROCESIE OPTYMALIZACJI UKŁADU GRUNTOWEGO WSI

Sposoby ujęcia położenia gruntów we wsi różnią się szczegółowością. Sposób ujęcia tego położenia wpływa istotnie na postać modelu i wyniki optymalizacji [Hopfer i Żebrowski 1979, Harasimowicz 1985]. Przyjmowane rozwiązania w tym zakresie wiążą się najczęściej z możliwymi do wykorzystania danymi wejściowymi, możliwościami obliczeniowymi wykorzystywanych narzędzi, jak również z celem prowadzonych prac [Banat i Janus 2002].

Modele najprostsze zakładają uproszczony podział obszaru wsi na duże kompleksy, grupowanie sąsiednich zabudowań oraz prostoliniową metodę pomiaru odległości pomiędzy elementami modelu [Stelmach i inni 1985]. Rozwiązanie takich modeli może prowadzić do poprawnych wniosków, jednak uwarunkowane to jest odpowiednim układem gruntów badanej wsi. Modele bardziej złożone posługują się podziałem wsi na istniejące działki [Harasimowicz i inni

2006a], jak również wykorzystują niewielkie elementy powierzchniowe wyodrębnione za pomocą siatki kwadratów [Harasimowicz 1986], lub za pomocą pasków elementarnych powstałych przez podział kompleksów projektowych [Harasimowicz i Janus 2006c i 2009c].

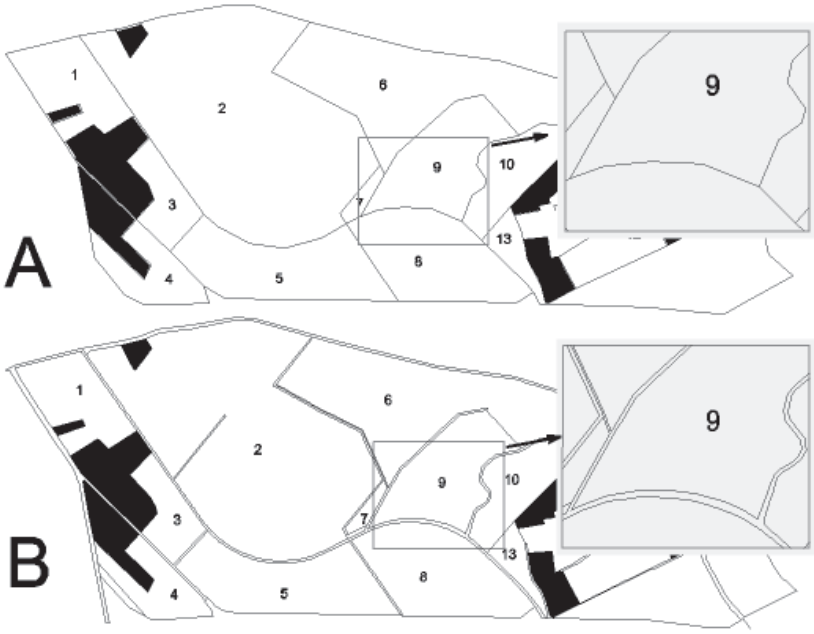
2.6.1. Podział na kompleksy projektowe

Podstawowym sposobem podziału obszaru, który może być przydatny w procesie optymalizacji jest podział na kompleksy wydzielone ze względu na układ istniejących i projektowanych dróg, cieków wodnych, granic administracyjnych i innych elementów dzielących dany obszar na podobszary o różnej powierzchni i najczęściej jednakowym rodzaju użytkowania [Stelmach i inni 1975, Harasimowicz 1985, Cay i Iscan 2006]. Można do tej grupy zaliczyć zarówno bardzo proste, schematyczne modele podziału wsi dokonywane dla celów przedstawienia lub analizy pewnych ogólnych zasad związanych z tworzeniem się układ gruntowego [Harasimowicz 1985], jak i przypadki wykorzystujące wszystkie dostępne informacje o kształcie granic kompleksów, otaczającej sieci drogowej czy też lokalizacji siedlisk gospodarstw [Harasimowicz i Janus 2007d].

W procesie scalenia gruntów podział na kompleksy służy najczęściej do wykonania operacji wstępnego naboru gruntów do tak określonych obszarów [Stelmach 1976, Bednarz 1980]. Czynność ta jest związana ze zbieraniem życzeń uczestników co do lokalizacji nowo wydzielanych gruntów, a jej wynik stanowi jedną z najważniejszych wskazówek dla projektanta scalenia w trakcie tworzenia nowego układu gruntowego. Przydziały uzyskane w wyniku procedury optymalizacyjnej oraz rzeczywistego naboru najczęściej różnią się od siebie. Wskazania otrzymane w wyniku wstępnego naboru w procesie scalenia są związane często z czynnikami trudnymi do modelowego ujęcia. Przykładem może być emocjonalne podejście do lokalizacji gruntów w określonych miejscach. Cechą charakterystyczną rzeczywistego naboru jest to, że może się wiązać z nadmiarem życzeń do wybranych kompleksów, przy jednoczesnej niedostatecznej ich ilości do pozostałych. Problem ten można jednak rozwiązać poprzez prawidłowy szacunek gruntów objętych scaleniem [Wilkowski 2002]. Prawidłowy efekt tej czynności sprawia, że atrakcyjność gruntów dla których może występować niedostatek chętnych, jest zwiększona poprzez obniżenie ich wartości szacunkowej. Przy najczęściej spotykanej, równowartościowej metodzie projektowania, oznacza to wydzielanie w tych kompleksach większych działek w porównaniu do innych lokalizacji.

Na rysunku 4 przedstawiono dwie najczęściej spotykane formy podziału obszaru scalenia na kompleksy. Pierwszy z nich to podział o charakterze schematycznym, natomiast drugi nawiązuje do rzeczywistego kształtu elementów stanowiących najczęściej granice kompleksów projektowych. Podziały te pomi-

mo podobieństwa, różnią się znacznie pod wieloma względami. Pierwszym jest czasochłonność przygotowania danych w obu postaciach, która jest wielokrotnie mniejsza w przypadku podziału schematycznego. Drugą najważniejszą różnicą są potencjalne zastosowania wyników obliczeń opartych na tych formach, ponieważ tylko przyjęcie rzeczywistego kształtu kompleksów projektowych umożliwia potencjalne wykorzystanie efektów optymalizacji wprost jako elementu tworzonego projektu scalenia gruntów.



Rysunek 4. Przykłady podziału optymalizowanego obszaru na kompleksy, których zasięg został przedstawiony w sposób uproszczony (przypadek A) oraz precyzyjny, uwzględniający wszystkie punkty załamania obwodnicy danego kompleksu (przypadek B)

Podział optymalizowanego obszaru na kompleksy projektowe można rozpatrywać zarówno przyjmując istniejący, naturalny układ tych kompleksów, jak również przy założeniu tworzenia przynajmniej na części obszaru gdzie istnieją takie możliwości nowego układu sieci drogowej. W takim przypadku mamy istotny wpływ na szerokość i kształt kompleksów, czyli w praktyce na odległość pomiędzy sąsiednimi drogami i długością uprawową działek. Sieć drogowa na obszarach wiejskich zapewnia połączenie pól uprawnych z siedliskami gospodarstw, stanowiąc jednocześnie granice kompleksów pól uprawnych decydując o ich długościach uprawowych oraz kształcie. Poprawne kształty wydzielanych działek mogą być zachowane jeśli sąsiednie drogi przebiegają równolegle do

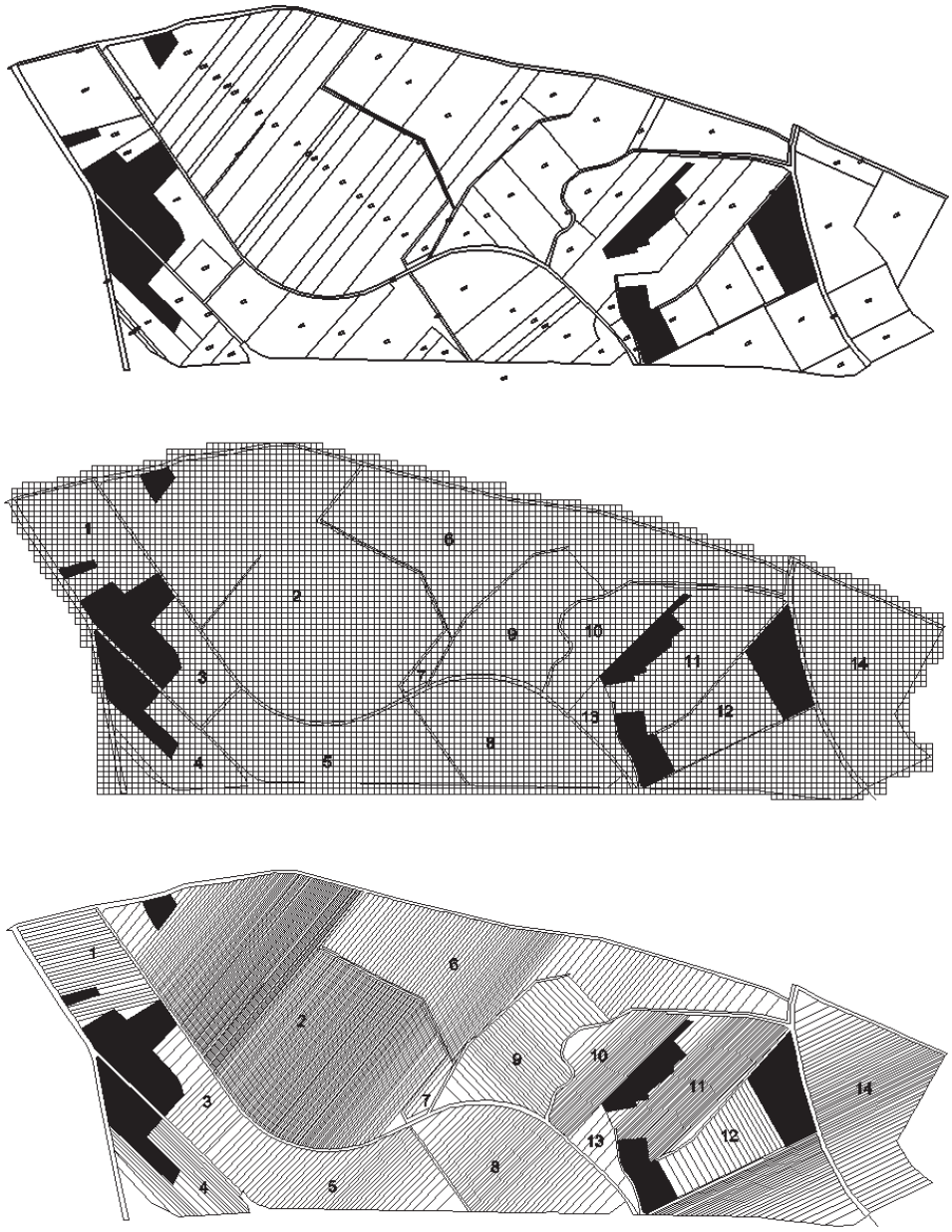
siebie. Odległość pomiędzy nimi powinna być zbliżona do optymalnej długości uprawowej działek. Odległość ta, dla obszarów o przewadze dużych gospodarstw rodzinnych, powinna wynosić pomiędzy 400 a 450 m, a dla obszarów o przewadze gospodarstw małych – pomiędzy 200 a 250 m [Harasimowicz 2002]. Podane wartości mogą się zmieniać w przypadku obszarów o urozmaiconej rzeźbie terenu, na których występują przeszkody terenowe wymuszające określone zagęszczenie sieci drogowej. W takich przypadkach gęstość sieci transportowej może wzrastać nawet dwukrotnie [Porta 1983]. Natomiast w przypadku dużych gospodarstw produkcyjnych, w których uprawiane pola osiągają rozmiary powyżej 30 ha, odległości pomiędzy drogami mogą dochodzić do 800 m [Hopfer i Żebrowski 1981]. Poprawne odstępy pomiędzy projektowanymi drogami są zatem ściśle powiązane z istniejąca na danym terenie strukturą obszarową gospodarstw rolnych, a dokładniej z poprawnymi długościami działek jakie mogą być przy danej strukturze obszarowej wydzielone w wyniku prac scaleniowych.

W praktyce podział na kompleksy projektowe przyjmowany jest najczęściej w sposób zbliżony do sposobu wyznaczania ich dla potrzeb projektów ogólnych scalenia gruntów lub założeń do tych projektów. Metody te przyjmują istniejący układ sieci transportowej modyfikując go w sposób mający na celu umożliwienie dojazdu do wszystkich obszarów wsi oraz likwidację nadmiernych długości uprawowych.

2.6.2. Podział wykorzystujący istniejący układ gruntowy

Kolejnym ze sposobów podziału obszaru na elementy powierzchniowe jest wykorzystanie istniejącego układu działek ewidencyjnych [Harasimowicz i inni 2006a i 2006b]. W szczególności na obszarach o dużym rozdrobnieniu gospodarstw może on stanowić dobrą alternatywę dla innych metod podziału, zwłaszcza w przypadku istnienia stosunkowo gęstej sieci transportowej, zapewniającej dostęp do większości istniejących działek. Proces optymalizacji z wykorzystaniem takiego zbioru elementów powierzchniowych może być utożsamiany z zakrojoną na dużą skalę operacją wymiany gruntów, zwłaszcza w przypadku przyjęcia istniejącej struktury powierzchniowej gospodarstw rolnych za wielkość niezmienną.

Dużą zaletą takiego sposobu podziału wsi jest brak konieczności wykonywania dodatkowych operacji obliczeniowych w celu uzyskania danych dotyczących przebiegu granic nowych działek. Współczesne metody przechowywania i udostępniania danych geometrycznych o działkach ewidencyjnych umożliwiają wygodne pozyskiwanie danych w formatach, które bezpośrednio lub przy niewielkim nakładzie pracy mogą być wykorzystane w procesie optymalizacji przy takiej metodzie podziału. Przykładem może być plik w formacie SWDE zawierający obwodnice działek ewidencyjnych wraz z informacjami o przyporządkowaniu ich do poszczególnych jednostek rejestrowych.



Rysunek 5. Przykłady różnych sposobów podziału optymalizowanego obszaru: z wykorzystaniem istniejącego układu gruntowego (u góry), siatki kwadratów (pośrodku), oraz pasków elementarnych (u dołu)

2.6.3. Podział na elementy oparty o siatkę kwadratów

Kolejnym sposobem podziału optymalizowanego obszaru na elementy powierzchniowe jest podział na jednakowe pod względem kształtu elementy (najczęściej kwadraty) o założonej powierzchni, która powinna być dostosowana do specyfiki opracowywanego obszaru, w tym struktury obszarowej gospodarstw, gęstości sieci transportowej oraz celu prowadzonych prac optymalizacyjnych [Harasimowicz 1986]. Można przyjąć, że pojedynczy kwadrat o powierzchni kilku arów to wartość wystarczająca zarówno dla badania zasad kształtowania optymalnych granic gospodarstw, jak również dla określania udziałów gruntów gospodarstw w poszczególnych kompleksach projektowych w procesie optymalizacji układu gruntowego. Idea omawianego podziału przedstawiona jest na rysunku 5.

Omawiany podział należy rozpatrywać w nawiązaniu do pozostałych elementów modelu, a w szczególności do przebiegu sieci transportowej oraz granic kompleksów projektowych. Zakładając, że wszelkie pomiary odległości będziemy dokonywać do środka elementu powierzchniowego możemy pozostawić przebieg istniejących granic (obszaru opracowania, sieci transportowej, granic niezmienników projektowych oraz granic kompleksów projektowych) w postaci niezmienionej, ponieważ w faktycznym procesie obliczeniowym bierze udział jedynie zbiór punktów nie mających bezpośredniego kontaktu z pozostałymi elementami składowymi przetwarzanego modelu.

Przyjęcie zasady przyporządkowania elementu powierzchniowego do kompleksu na podstawie położenia jego środka prowadzi do niewielkich różnic pomiędzy faktycznymi powierzchniami poszczególnych kompleksów, a powierzchniami obliczonymi jako suma elementów powierzchniowych przynależnych do danego kompleksu. Różnice te nie wpływają w sposób istotny na uzyskiwane wyniki pod warunkiem przyjęcia odpowiednio małej powierzchni elementu powierzchniowego, jak również z uwagi na fakt że tego rodzaju model nie jest wykorzystywany w zastosowaniach wymagających dużej dokładności obliczeń.

Zastosowania modelu opartego o regularną siatkę kwadratów, pomimo jego pozornego oderwania od rzeczywistych kształtów zarówno istniejących jak i projektowanych działek gruntowych są dosyć szerokie. Taki podział pozwala na badanie zasad kształtowania się granic pomiędzy gospodarstwami bez ograniczeń wynikających z konieczności kształtowania granic gospodarstw w poprawnie uformowane działki. Przypadkiem szczególnym takiego rozwiązania jest brak istnienia na rozpatrywanym obszarze jakiejkolwiek sieci transportowej oraz określonej struktury obszarowej gospodarstw. Jak wykazały przeprowadzone badania [Harasimowicz 1986], granice pomiędzy gospodarstwami przyjmują w takim przypadku kształt zgodny z wykresami hiperbol o ogniskach zlokalizowanych w miejscach siedlisk gospodarstw.

Istnieje również możliwość wykorzystania podziału obszaru na elementy związane z regularną siatką kwadratów w procesie optymalizacji odległości do gruntów mierzonej wzdłuż dróg transportu rolnego. Granice pomiędzy gospodarstwami w rozwiązaniu optymalnym przebiegają podobnie jak poprzednio wzdłuż linii równych różnic odległości z siedlisk z tym, że linie te mogą przechodzić w „obszary wspólne", w których mogą występować (w określonych granicach zmian) elementy powierzchniowe dwóch lub więcej gospodarstw. Skutkiem tego jest duży zakres nieoznaczoności rozwiązania który można wykorzystać do poprawy rozłogu wydzielanych działek.

2.6.4. Podział na paski elementarne wydzielane zgodnie z kierunkiem projektowania działek w kompleksie

Istotną odmianą podziału obszaru wsi na niewielkie elementy powierzchniowe jest podział kompleksów projektowych na elementy o jednakowej powierzchni lub wartości, które mają kształt pasków. Wydzielane są one zgodnie z przyjętym kierunkiem projektowania działek w danym kompleksie [Harasimowicz i Janus 2006c, Harasimowicz i inni 2009a] (rysunek 5).

Podział taki pomimo czasochłonności jego wykonania [Harasimowicz i Janus 2009c i 2009d] posiada szereg zalet:

– ścisłe nawiązanie do metod projektowania działek w trakcie postępowania scaleniowego,

– duża dokładność opisu położenia gruntów w stosunku do siedlisk,

– łatwość wydzielania działek po optymalizacji, które składać się będą z określonej liczby sąsiednich pasków,

– możliwość korekty rozwiązania poprzez wymiany pasków elementarnych pomiędzy gospodarstwami

Model ten został wykorzystany w prezentowanej metodzie optymalizacji układu gruntowego wsi.

3. PODZIAŁ KOMPLEKSÓW PROJEKTOWYCH NA PASKI ELEMENTARNE WYDZIELANE ZGODNIE Z KIERUNKIEM PROJEKTOWANIA DZIAŁEK

Podstawą budowy większości modeli optymalizacji rozmieszczenia gruntów we wsi jest dokonanie odpowiedniego podziału optymalizowanego obszaru, a następnie określenie odległości zbioru wydzielonych elementów od siedlisk gospodarstw rolnych. Wyróżniono cztery sposoby wyodrębniania gruntów na terenie wsi (kompleksy, istniejące działki gruntowe, regularna siatka kwadratów, paski elementarne) możliwe do wykorzystania w procesie optymalizacji. Zarówno podział wsi przy pomocy siatki kwadratów, jak i wykorzystanie istniejących działek lub kompleksów dla określenia położenia gruntów we wsi pozwala, w wyniku optymalizacji rozmieszczenia tych gruntów względem zabudowań gospodarczych, na określenie położenia gospodarstw w kompleksach projektowych, które minimalizują ich odległość od siedlisk. Najkorzystniejsze pod względem odległości do siedlisk przydziały elementów powierzchniowych do gospodarstw nie prowadzą jednak najczęściej do uzyskania poprawnych rozłogów tych gospodarstw pod względem wielkości i kształtu działek gruntowych. Rozłogi te obejmują bowiem istniejące, niewłaściwie uformowane działki lub, w dużej mierze przypadkowy układ elementów powierzchniowych położonych w danym kompleksie. Wymaga to szeregu dodatkowych etapów o charakterze projektowo-obliczeniowym, mających na celu uzyskanie działek o regularnych kształtach, zbliżonych do kształtów wydzielanych w rzeczywistych postępowaniach scaleniowych. Z tego powodu wymienione wyżej trzy pierwsze metody podziału mogą mieć zastosowanie głównie do określania udziałów gospodarstw w poszczególnych kompleksach, bez ostatecznego określania granic nowych działek. Podział optymalizowanego obszaru na małe elementy wydzielane zgodnie z kierunkiem projektowania działek w kompleksie (paski elementarne) wydaje się rozwiązaniem najlepszym z punktu widzenia możliwości kształtowania w wyniku procesu optymalizacji nowego układu gruntowego, ponieważ umożliwia w rezultacie wydzielanie granic poszczególnych działek oraz określanie ich przynależności do poszczególnych gospodarstw.

Podział kompleksów scaleniowych na paski elementarne związany jest ściśle z założonym kierunkiem projektowania działek w tych kompleksach. Przyjęta powierzchnia paska elementarnego powinna być niewielka w stosunku

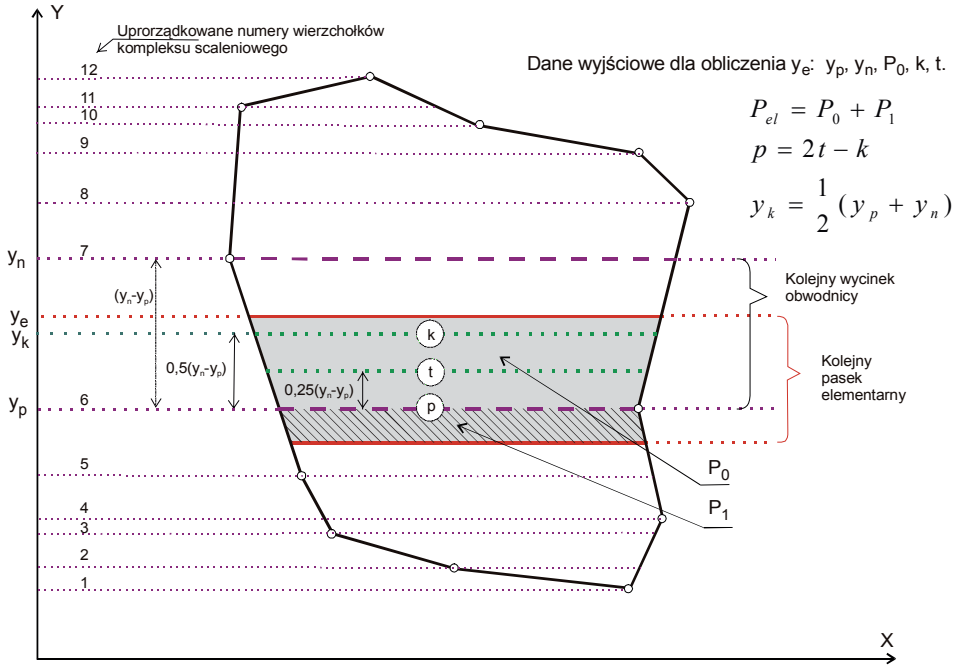
do przewidywanej docelowej wielkości działek na rozpatrywanym obszarze nie powinna być większa od 5-10% ich średniej powierzchni. Wynika z tego, że powierzchnia pojedynczego elementu powierzchniowego może zawierać się dosyć szerokim zakresie wartości w zależności od istniejących parametrów struktury przestrzennej gruntów. Przyjęcie takich założeń pozwala na tworzenie wynikowych działek scaleniowych z odpowiednio dużej liczby pasków elementarnych. Posługując się podziałem kompleksów scaleniowych na paski elementarne można optymalizację odległości gruntów od siedlisk gospodarstw próbować połączyć z jednoczesnym wyznaczeniem granic działek i oceną ich kształtów. Wykonanie optymalizacji przy wykorzystaniu takiego podziału daje możliwość nie tylko poprawy jakości scalenia, ale również zmniejszenia jego pracochłonności poprzez automatyzację procedur dotyczących rozmieszczenia ekwiwalentów scaleniowych na terenie wsi oraz związanych z projektowaniem nowych działek.

3.1. ZASADY WYZNACZANIA GRANIC PASKÓW ELEMENTARNYCH W KOMPLEKSACH

Na rysunku 6 przedstawiono przykładowy kompleks projektowy, który będzie dzielony na paski elementarne. Dane geometryczne definiujące kompleks zostały poddane transformacji, w wyniku której kierunek poziomej osi układu współrzędnych („x”) jest zgodny z przyjętym kierunkiem projektowania działek. Uporządkowanie wierzchołków tworzących obwodnicę kompleksu według zwiększającej się współrzędnej „y” umożliwia wygodny podział tego kompleksu na wycinki powierzchniowe zawarte między prostymi równoległymi do osi „x”, które przechodzą przez kolejne wierzchołki. Przykładowy kompleks projektowy przedstawiony na rysunku 6 posiada 12 wierzchołków, co w rezultacie prowadzi do wydzielenia 11 wycinków powierzchniowych. Takie rozwiązanie umożliwia proces wydzielania pasków sprowadzić do rozpatrywania tylko takich fragmentów kompleksu zawartego między kolejnymi uporządkowanymi jego wierzchołkami, które nie zawierają już żadnych innych punktów załamań granic kompleksu. Powstałe wycinki powierzchniowe przyjmują zawsze kształt trapezu, a ich powierzchnie można w prosty sposób obliczyć przecinając obwodnicę kompleksu prostą przebiegającą przez środki tych wycinków. Obliczenie punktów przecięcia w tym przypadku jest dodatkowo ułatwiony, ponieważ prosta przecinająca kompleks nigdy nie przechodzi przez żaden wierzchołek jego obwodnicy.

Proces obliczeniowy związany z wydzielaniem granic każdego paska elementarnego związany jest z przeglądaniem zbioru uporządkowanych wierzchołków obwodnicy kompleksu oraz związanych z tymi wierzchołkami wycinków kompleksu utworzonych przez równoległe do osi „x” linie przebiegające przez te wierzchołki. Jeżeli powierzchnia pierwszego rozpatrywanego wycinka „P_1” jest mniejsza od powierzchni wydzielanego paska elementarnego „P_{el}”, to

możemy potraktować tę powierzchnię jako część paska elementarnego, a następnie wyznaczyć powierzchnię, która pozostała do wydzielenia: $P_0 = P_{el} - P_1$.



Źródło: [Harasimowicz, Janus i Ostrągowska 2009a]

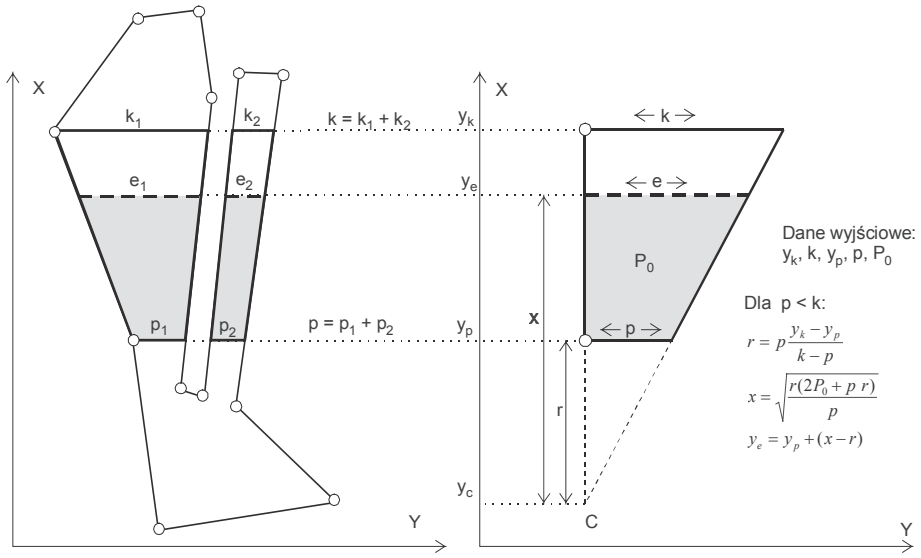
Rysunek 6. Zasada wyznaczenie granicy kolejnego paska elementarnego w kompleksie projektowym wykorzystująca uporządkowany zbiór wierzchołków kompleksu

Doprowadza to przy przeglądnięciu określonej liczby wierzchołków do sytuacji, w której powierzchnia rozpatrywanego wycinka kompleksu będzie większa od pozostałej do wydzielenia powierzchni „P_0", Oznacza to, że szukana granica przebiegać będzie w obrębie analizowanego wycinka. W celu określenia współrzędnej "y_e" (rysunek 6), która identyfikuje granice wydzielanego paska należy ustalić następujące dane dotyczące aktualnie przetwarzanego wycinka kompleksu: współrzędnej „y" początku (y_p) i końca (y_n) rozpatrywanego wycinka kompleksu scaleniowego, czyli dwóch kolejnych współrzędnych uporządkowanych wierzchołków jego obwodnicy oraz długości dwóch odcinków („t" i „k") będących rezultatem przecięcia obwodnicy kompleksu prostymi równoległymi do osi „x" i przebiegającymi przez środek danego wycinka (o współrzędnej $y_k = y_p + 0,5(y_n - y_p)$) oraz przez czwartą część jego szerokości ($y_{k1} = y_p + 0,25(y_n - y_p)$. Przecięcia te, jak zauważono wcześniej, nigdy nie przechodzą przez żaden

z wierzchołków kompleksu. Po kolejnych przekształceniach dane umożliwiającej ustalenia współrzędnej „y_e" umożliwiającej wydzielenie paska elementarnego można przedstawić w następującej postaci: znanej współrzędnej „y_p", obliczonej współrzędnej $y_k = 0{,}5(x_p + y_n)$, oraz dwóch długości przecięć obwodnicy kompleksu odpowiadających tym współrzędnym: „p"= (2t – k) oraz „k".

Przedstawiony na rysunku 6 stosunkowo prosty przypadek podziału kompleksu scaleniowego może być niekiedy bardziej złożony. Jak wspomniano, zależnie od kształtu kompleksu wydzielane paski elementarne mogą się składać z większej niż jeden liczby nie połączonych ze sobą elementów powierzchniowych, traktowanych jednak w trakcie procedury optymalizacyjnej jako jeden element.

Na rysunku 7 (po stronie lewej) pokazano podział kompleksu, w którym wydzielany pasek elementarny składa się z dwóch wycinków powierzchniowych. Każdy przypadek takiego rodzaju może być sprowadzony do znacznie prostszego zadania przedstawionego po prawej stronie rysunku 7, przy czym odpowiadające sobie przecięcia obwodnic powinny mieć równe długości. Odcinek oznaczony jako „p" równy jest sumie odcinków „p_1" i „p_2", podobnie jak



Źródło: [Harasimowicz, Janus i Ostrągowska 2009a]

Rysunek 7. Zagadnienie wyznaczenia granic paska elementarnego w przypadku kompleksów o skomplikowanym kształcie sprowadzone do rozpatrywania wycinka trójkąta

odcinek oznaczony jako „k" równy jest sumie odcinków „k_1" i „k_2". Przedstawione uproszczenie rozpatrywanego przypadku pozwala na wyznaczenie współrzędnej „y_e" określającej przebieg granicy paska elementarnego, w sposób ujed-

nolicony dla każdego możliwego kształtu dzielonego kompleksu. Przy obliczaniu współrzędnej „y_e" wykorzystuje się pomocniczy punkt oznaczony na rysunku 7 literą „C", stanowiący przecięcie prostych przechodzących przez rozpatrywane elementy kompleksu. W zależności od długości odcinków „p" i „k" punkt „C" może znajdować się po dwóch stronach rozpatrywanego wycinka, co tylko nieznacznie wpływa na ostateczną postać wzorów określających współrzędną „y_e". W przypadku, kiedy p < k, szukana współrzędną „y_e" określona jest poprzez następujące wzory:

$$r = p\frac{y_k - y_p}{k - p} \tag{1}$$

$$x = \sqrt{\frac{r(2p_0 + p\,r)}{p}} \tag{2}$$

$$y_e = y_p + (x - r) \tag{3}$$

$$r = p\frac{y_k - y_p}{p - k} \tag{4}$$

$$x = \sqrt{\frac{r(p\,r - 2p_0)}{p}} \tag{5}$$

$$y_e = y_p + (r - x) \tag{6}$$

Po ostatecznym określeniu współrzędnej „y_e" wyznaczającej przebieg granic wydzielanego paska elementarnego należy dokonać ponownego przecięcia rzeczywistej obwodnicy kompleksu prostą przechodzącą przez tę granicę. Czynność ta umożliwia wprowadzenie do obwodnicy kompleksu dodatkowych wierzchołków związanych z pojawieniem się nowych granic. Dane te są wystarczające do określenia współrzędnych punktów obwodnicy wydzielonego paska oraz obwodnicy dzielonego kompleksu. Daje to możliwość wydzielania kolejnego paska elementarnego przez powtarzanie przedstawionych procedur aż do wyczerpania powierzchni dzielonego kompleksu.

3.2. MODYFIKACJA ZADANIA PODZIAŁU ZE WZGLĘDU NA WYDZIELANIE PASKÓW ELEMENTARNYCH O JEDNAKOWEJ WARTOŚCI

W poprzednim rozdziale w sposób uproszczony opisano metodę podziału kompleksu projektowego na elementy równopowierzchniowe. Można takiemu modelowi podziału zarzucić, że nie oddaje wiernie warunków jakie są najczęściej spotykane w rzeczywistych pracach urządzeniowych. Z niewielkimi wyjątkami, na obszarze scalenia określa się granice wielu konturów szacunkowych, wydzielanych najczęściej z uwzględnieniem przebiegu granic występujących na

danym terenie klas bonitacyjnych. Uwzględniane są również lokalizacje obszarów, które w odczuciu lokalnej społeczności posiadają zwiększoną lub zmniejszoną wartość wynikającą z danej klasy bonitacyjnej, jak również strefy odległości od zabudowy oraz inne konieczne do uwzględnienia w danym przypadku czynniki. Wartość szacunkowa wydzielonych w ten sposób obszarów najczęściej zawiera się w przedziale od 1 do 100, jednak zróżnicowanie wartości może być niekiedy o wiele większe, zwłaszcza jeśli wysoko zostaną wyszacowane tereny leżące na obszarach przeznaczonych do zabudowy, lub też wartość szacunkowa konturów podana zostanie w złotówkach. Potencjalne bardzo duże zróżnicowanie wartości konturów szacunkowych nawet w pojedynczym kompleksie projektowym (a właściwym jest przecież rozpatrywanie takiego zróżnicowania dla całego rozpatrywanego obszaru) powoduje, że układ granic będących wynikiem podziału kompleksu na obszary o równej powierzchni w znacznym stopniu odbiega od analogicznego układu granic wykonanego z uwzględnieniem wartości konturów szacunkowych na obszary o równej wartości.

Wykazane różnice pomiędzy podziałem równopowierzchniowym a równowartościowym uniemożliwiają w praktyce wykorzystanie wyników optymalizacji wykonanej w oparciu o podział obszaru na elementy o równej powierzchni, zwłaszcza na obszarach o dużym zróżnicowaniu wartości gruntów. Przyczyną tego jest sama istota modelu optymalizacji, oparta o analizę efektów przemieszczeń identycznych w założeniu elementów powierzchniowych. Na obszarach o dużym zróżnicowaniu wartości wydzielone elementy o równej powierzchni mogą różnić się nawet wielokrotnie pod względem wartości, co w praktyce uniemożliwia analizę skutków ich wymian. Rozwiązaniem tego problemu jest wprowadzenie podziału kompleksów projektowych na elementy o jednakowej wartości, które to zadanie stanowi stosunkowo niewielką modyfikację opisanego podziału na elementy o równej powierzchni. Przyjęty sposób podziału nie wpływa na konieczność modyfikacji samego procesu optymalizacji, który operuje pojęciem elementu powierzchniowego niezależnie od tego, czy podział dokonany został metodą równowartościową czy równopowierzchniową.

W celu przybliżenia koncepcji podziału równowartościowego [Harasimowicz i Janus 2006c], rozpatrzmy pojedynczy kompleks projektowy. Załóżmy na wstępie, że obszar dzielonego kompleksu pokrywa się w całości z jednym konturem szacunkowym o wartości W, która wyrażona jest w punktach na 1 ha powierzchni. Wprowadźmy jednocześnie pojęcie odcinka przeliczeniowego, którego długość przeliczeniowa zależy od jego długości rzeczywistej oraz uwzględnia jednocześnie wartość konturu szacunkowego do którego należy rozpatrywany odcinek. Przeliczenia rzeczywistej długości odcinka D (wyrażoną w metrach) na długość przeliczeniową DW (wyrażoną w punktach na metr) uwzględniającą wartość konturu w którym mierzony odcinek się znajduje, dokonujemy korzystając ze wzoru:

$$DW = D\frac{W}{10000} \tag{7}$$

Można zauważyć, że przeprowadzając z uwzględnieniem powyższych założeń podziału kompleksu na elementy równopowierzchniowe dokonujemy, z uwagi na jednolitą wartość całego kompleksu, równocześnie podziału na elementy równowartościowe. Mamy jednak do czynienia z prostym przypadkiem, kiedy w kompleksie występuje tylko jeden kontur szacunkowy. Rozpatrzmy w takim razie kolejny przypadek, w którym w kompleksie projektowym występuje duża liczba takich konturów. Opisując rozwiązanie tego zagadnienia, wygodnie posłużyć się analogią takiego przypadku do sposobu obliczania długości odcinka przy podziale równopowierzchniowym w przypadku, kiedy linie dzielące kompleks na kolejne segmenty przecinały jego granice w kilku miejscach (rysunek 8). We wspomnianym przypadku przecięcia te nie komplikowały procesu obliczeniowego, ponieważ całe zagadnienie zostało sprowadzone do rozpatrywania pojedynczego wycinka trójkąta. W analogiczny sposób możemy uwzględnić dowolne zróżnicowanie konturów szacunkowych w kompleksie, również w przypadku jednoczesnego występowania skomplikowanego kształtu samego kompleksu projektowego. Całkowita długość przeliczeniowa DW odcinka przebiegającego przez *n* konturów szacunkowych będzie stanowiła sumę długości przeliczeniowych odcinków składowych przebiegających przez n klas D_1, D_2….aż do D_n (rysunek 8).

$$DW = \sum_{i=1}^{n} DiWi \tag{7a}$$

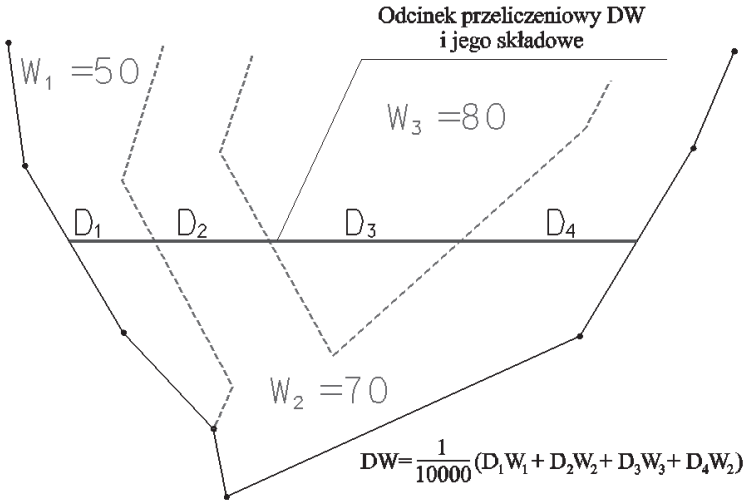
gdzie:

DW – odcinek przeliczeniowy [punkty/m],

D_i – odcinki składowe przebiegające przez kolejne kontury szacunkowe „i” [m],

w_i – wartość gruntów w konturze „i”.

Stosując przeliczenia rzeczywistych odcinków kompleksu na odcinki przeliczeniowe należy oczywiście zaliczyć do punktów kluczowych kompleksu oprócz wszystkich jego załamań jego granic również punkty załamania poszczególnych konturów szacunkowych oraz przecięcia tych zbiorów elementów. Po dokonaniu takich ustaleń, wszystkie kolejne etapy procesu wydzielania elementów powierzchniowych są identyczne jak dla omówionego już podziału równopowierzchniowego. Jedyne różnice to znacznie zwiększony zbiór punków kluczowych wyznaczających granice segmentów kompleksu projektowego oraz posługiwanie się w obliczeniach odcinkami przeliczeniowymi. Można na tej podstawie wywnioskować, że największa różnica pomiędzy podziałem równopowierzchniowym a równowartościowym jest widoczna w czasie trwania procesu obliczeniowego mającego na celu wyodrębnienie zbioru elementów powierzchniowych.



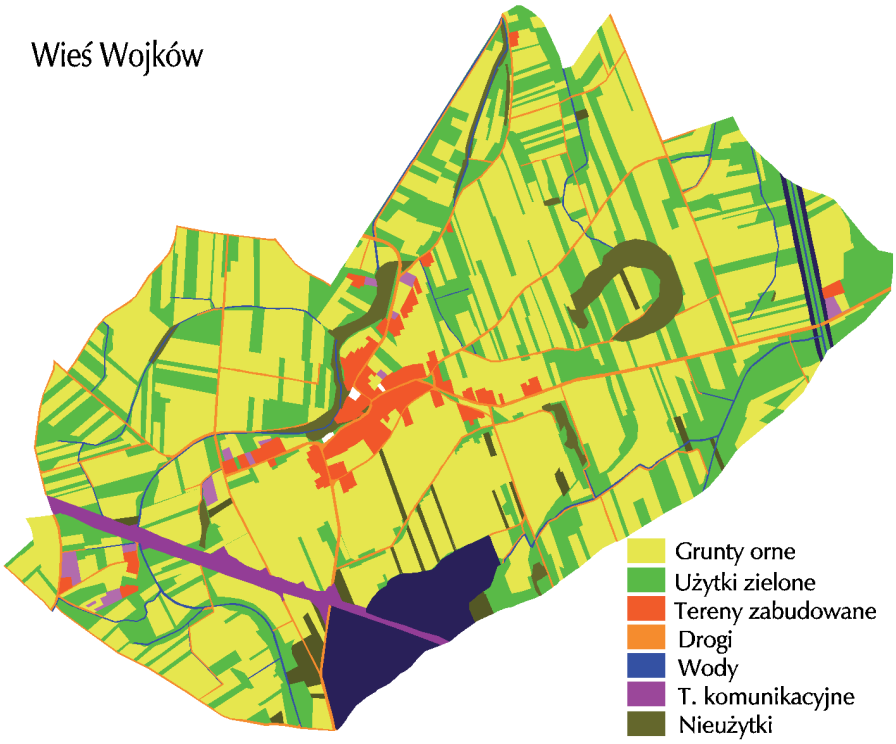
Rysunek 8. Odcinek przeliczeniowy DW i jego składowe określone przez układ konturów szacunkowych

Dalsze rozważania związane z prezentacją procesu optymalizacji wykorzystywać będą podział na elementy równopowierzchniowe. Wszystkie etapy opisanego procesu optymalizacji zachowają jednak swoją aktualność i niezmienność również w przypadku podziału kompleksów projektowych na elementy równowartościowe. Jedyna różnica oprócz samego procesu wydzielania elementów, uwidacznia się na etapie wstępnego przyporządkowania elementów powierzchniowych do poszczególnych gospodarstw, ponieważ w przypadku elementów o równej powierzchni suma przydzielonych elementów musi odpowiadać powierzchni gospodarstwa, a w przypadku elementów o równej wartości - łącznej wartości gospodarstwa.

3.3. PODZIAŁ OBSZARU WSI NA KOMPLEKSY PROJEKTOWE I USTALENIE KIERUNKÓW PROJEKTOWANIA DZIAŁEK

Prawidłowy podział wsi na kompleksy projektowe w dużej mierze warunkuje możliwości ukształtowania nowego układu gruntowego w procesie optymalizacji. Czynność ta może być wykonana dopiero po określeniu, weryfikacji i ewentualnym pomiarze niezmienników projektowych oraz szczegółowym zaprojektowaniu sieci drogowej. Podział ten może być również wykonany w sposób przybliżony na podstawie ogólnego projektu scalenia gruntów lub też, w przypadku wykonywania opracowań o charakterze studialnym, na podstawie

dostępnych materiałów geodezyjno-kartograficznych wspomaganych aktualnymi zdjęciami lotniczymi w formie ortofotomapy. Omawiany podział stanowi podstawę całego procesu optymalizacji, w związku z czym ewentualne błędy popełnione na tym etapie będą skutkowały błędami również w tworzonym układzie gruntowym. Najważniejszymi elementami tego procesu są: poprawne określenie sieci transportu rolnego, identyfikacja istniejących granic naturalnych oraz ustalenie kierunków projektowania działek.



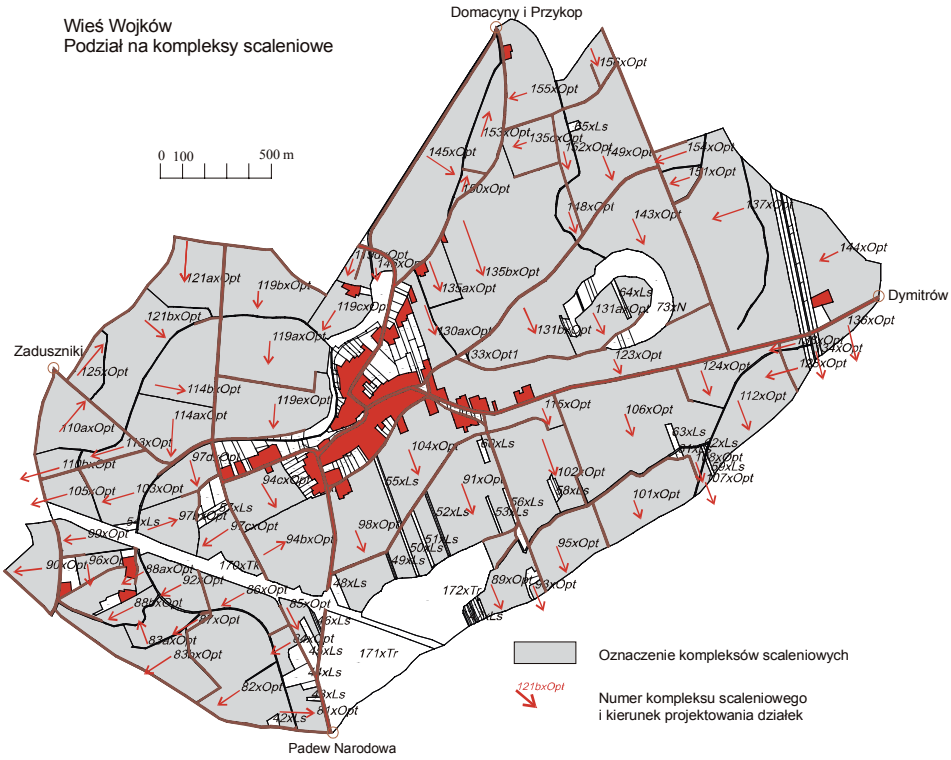
Rysunek 9. Użytkowanie gruntów wsi Wojków

Procedura wyznaczania zasięgu użytków gruntowych może być dokonana w praktyce przy pomocy dowolnego oprogramowania używanego do badania poprawności topologii mapy numerycznej, niezbędne jest jednak dokonanie niewielkich zmian działania poszczególnych procedur obliczeniowych. W trakcie prac wykorzystano zmodyfikowaną wersję programu Mk-Topo działającego w środowisku graficznym MicroStation. Nakładka ta umożliwia uzyskanie mapy użytkowania obszaru na podstawie mapy klasyfikacji gruntów lub szacunku porównawczego. Wyróżniono następujące grupy użytków: tereny zabudowane, sady, drogi, wody, nieużytki, tereny różne, tereny kolejowe, lasy oraz użytki

rolne, do których zaliczono łąki, pastwiska i grunty orne (rysunek 9). Wydzielenie grupy użytków rolnych miało na celu określenie tych obszarów, które podlegać będą procesowi optymalizacji. Wydzielone obszary zabudowane pozwoliły na wyodrębnienie parcel budowlanych, które posłużyły następnie do ustalenia położenia siedlisk gospodarstw. Przyjęto założenie, że siedliskiem gospodarstwa jest największa należąca do niego parcela budowlana.

Rysunek 10. Podział wsi na obszary objęte optymalizacją (kolor szary) oraz wyłączone z tego procesu

Opis każdego wydzielonego konturu składa się z jego kolejnego numeru, oznaczenia symbolem „x" oraz identyfikatora określającego charakter konturu (rysunek 11). Przykładowo, oznaczenie „170xTk" informuje, że kontur posiada kolejny numer 170, a jego obszar zajęty jest przez tereny komunikacyjne (w tym przypadku linię kolejową). Łącznie wyodrębniono 150 konturów użytków gruntowych. Na rysunku 11 kontury scaleniowe przeznaczone do podziału na paski elementarne i przeznaczone do procedury optymalizacji zawierają w nazwie symbol „Opt".



Źródło: [Harasimowicz, Janus i Ostrągowska 2009a]

Rysunek 11. Podział obszaru wsi Wojków na kompleksy z zaznaczeniem kierunków projektowania działek

Kolejny etap przetworzenia danych dotyczy podziału rozpatrywanego obszaru na trzy części: grunty wyłączone ze scalenia, objęte podziałem na paski elementarne oraz przeznaczone do optymalizacji bez dokonywania takiego podziału (rysunek 10). W przypadku podziału dużego, zwartego konturu użytków rolnych na mniejsze kompleksy do kolejnego numeru konturu dodawano kolejną literę alfabetu. Umożliwia to rozpatrywanie w tych podkompleksach odmiennych kierunków projektowania w nich działek. Obszary objęte optymalizacją a nie dzielone na paski elementarne oznaczono przez dodanie cyfry 1 na końcu nazwy.

Z grupy obszarów objętych użytkami rolnymi czyli przeznaczonych do optymalizacji wyłączono niewielkie kontury użytków rolnych położonych w bezpośrednim sąsiedztwie zabudowań. Obszary takie stanowią przeważnie uzupełnienie istniejących działek siedliskowych lub przeznaczone są na cele budowlane. Obszary tego typu bardzo rzadko zmieniają właściciela w rzeczywistym procesie scalenia z uwagi na ich wysoka wartość szacunkową. Rozpatry-

wane grunty wyłączone ze scalenia oznaczono w tworzonych plikach danych symbolem „R” (rysunek 11).

Wydzielone ostatecznie obszary przeznaczone do procedury optymalizacji stanowią zwarte obszary, w których zostaną zaprojektowane grupy działek o identycznym przebiegu granic (kierunku uprawy). Kompleksy takie oznaczone zostały symbolem „Opt”. Do tego typu obszarów włączone zostały niewielkie fragmenty nieużytków oraz terenów zakrzaczonych, będące w rzeczywistych procesach scaleniowych zwykle poddane po ich zakończeniu procesowi rekultywacji

W przypadku występowania kompleksów gruntów o małym obszarze lub skomplikowanym kształcie, utrudniającym nowy podział na działki zdecydowano o pozostawieniu istniejącego podziału na działki, co jest zgodne ze sposobem postępowania z takimi obszarami w procesie scalenia gruntów. Kompleksy te, oznaczone symbolem „Opt1”, będą objęte optymalizacją uwzględniającą istniejące granice działek, bez podziału tych kompleksów na paski elementarne (rysunek 11).

Ustalone podczas wydzielania kompleksów scaleniowych kierunki projektowania powinny być przedstawione na odrębnej warstwie mapy numerycznej lub przynajmniej posiadać unikalne atrybuty, tak by mogły być łatwo zidentyfikowane i zapisane. Kierunki projektowania powinny być przedstawione w postaci odcinków, których jeden z końców położony jest dokładnie w punkcie wpisania nazwy kompleksu. Przyjęcie takiego rozwiązania ułatwia przyporządkowanie kierunku projektowania do odpowiedniego kompleksu. Na rysunku 11 kierunki projektowania działek w kompleksach scaleniowych przedstawiono w postaci czerwonych strzałek rozpoczynających się w punkcie wpisania nazwy kompleksu.

Przebieg granic kompleksów projektowych nie przebiega zawsze zgodnie z przebiegiem granic działek ewidencyjnych. Granice takie prowadzone są często po granicy gruntów wyłączonych ze scalenia (niezmienników), takich jak tereny budowlane czy lasy, które nie stanowią granicy działek ewidencyjnych. Proces identyfikacji granic kompleksów projektowych prowadzić może zatem do podziału niektórych działek ewidencyjnych na „parcele scaleniowe”, co związane jest z wyznaczaniem granic niezmienników. Niezmienniki projektowe obejmują wszystkie fragmenty wsi (wraz z zachowanym ich wewnętrznym podziałem na działki), które są wyłączone z procesu optymalizacji. Obszary te nie zawierają granic kompleksów scaleniowych, co ułatwia ich włączenie do mapy przedstawiającej układ po przeprowadzonej optymalizacji.

3.4. PROGRAM KOMPUTEROWY REALIZUJĄCY PODZIAŁ WSI NA PASKI ELEMENTARNE

Dla potrzeb procesu optymalizacji procedura podziału obszaru wsi na paski elementarne została wykonana w formie programu komputerowego, co zapewnia szybkość działania oraz możliwość powtarzania obliczeń dla różnych zestawów danych wejściowych [Harasimowicz i Janus 2009c]. Działanie programu związane jest z przetwarzaniem zawartości plików tekstowych zawierających obwodnice kompleksów. Podział każdego kompleksu na paski poprzedza zapis jego obwodnicy do odrębnej struktury danych (tabeli), a następnie odczytanie współrzędnych kierunku projektowania działek w tym kompleksie. Współrzędne wierzchołków obwodnicy kompleksu są poddawane procesowi transformacji, w wyniku czego oś układu współrzędnych jest zgodna z przyjętym kierunkiem projektowania działek. Ostatni wstępny etap procesu obliczeniowego jest związany z uporządkowaniem wierzchołków obwodnicy zgodnie z wielkościami ich współrzędnej „y". Rozpatrywany program komputerowy został skonstruowany z wykorzystaniem algorytmu, który został przedstawiony w rozdziale 3.1.

Po wydzieleniu każdego kolejnego paska elementarnego następuje uaktualnienie obwodnicy kompleksu o punkty będące wynikiem podziału. Informacje te są niezbędne do zachowania spójności zbioru współrzędnych załamań zbioru pasków elementarnych ze zbiorem współrzędnych załamań kompleksów projektowych pokrywających się zazwyczaj z granicami dróg. Uzupełnienie to jest istotne dla poprawnego utworzenia grafu służącego do obliczania macierzy odległości w procesie optymalizacji. Aby takie obliczenia były możliwe, przynajmniej jeden wierzchołek obwodnicy wydzielanych elementów powierzchniowych musi być jednocześnie wierzchołkiem przetwarzanego grafu.

Proces wydzielania pasków elementarnych jest powtarzany w ramach przeglądu uporządkowanych wycinków obwodnicy kompleksu, aż do osiągnięcia ostatniego z uporządkowanych wierzchołków. Prowadzi to do podziału całego jej obszaru na paski elementarne. Ostatni pasek elementarny jest wydzielany wtedy, gdy jego obszar jest większy od połowy przyjętej jego wzorcowej powierzchni. Powierzchnia ostatniego paska nie będzie zatem najczęściej równa takiej powierzchni. Będzie się ona zawierać w przedziale od 0,5 do 1,5 powierzchni paska. Liczba tego typu elementów jest stosunkowo niewielka i co najwyżej równa liczbie dzielonych kompleksów. Traktowanie takich elementów w procesie optymalizacji jako elementów o założonej powierzchni (wartości) nie prowadzi tym samym do powstawania istotnych błędów.

Końcowym efektem podziału kompleksu scaleniowego na paski elementarne są trzy zbiory danych. Pierwszy z nich zawiera obwodnicę kompleksu uzupełnioną wierzchołkami wydzielonych elementów powierzchniowych. Drugi przechowuje informacje o dodatkowych odcinkach tworzących boki pasków elementarnych, nie stanowiących równocześnie boków kompleksów projektowych. Trzeci zbiór danych zawiera oznaczenia utworzonych pasków i współrzędne ich wpisania. Dane zawarte w tych zbiorach danych stanowią podstawę dalszych etapów procesu optymalizacji układu gruntowego wsi.

Przyjęte zasady podziału obszaru kompleksu projektowego na paski elementarne powodują, że dość często nie stanowią one zwartego obszaru, składając się z kilku odrębnych elementów. Nie stanowi to przeszkody w procesie optymalizacji, ponieważ ostatecznie wydzielana działka ewidencyjna składa się z wielu pojedynczych elementów powierzchniowych. Jednak dla wykonania obliczeń odległości pomiędzy siedliskami gospodarstw, a zbiorem elementów powierzchniowych konieczne jest zestawienie współrzędnych obwodnicy każdego elementu powierzchniowego nawet jeśli składa się z kilku nie sąsiadujących ze sobą części. Tworzenie takich danych następuje w odrębnej procedurze, na podstawie współrzędnych odcinków powstałych przez przecięcie obwodnicy kompleksu przez określoną granicę kolejnego paska elementarnego (rysunki 6 i 7).

Przedstawiony podział kompleksu projektowego na paski elementarne dokonywany jest każdorazowo w zmienionym układzie współrzędnych dostosowanym do danego kompleksu (z uwagi na przyjęty kierunek projektowania). Uzyskany podział wymaga zatem ponownej transformacji do układu wyjściowego. Przeliczenie współrzędnych do układu wyjściowego dotyczy jednak tylko nowych punktów, które pojawiły się w wyniku podziału. Nie ulegające zmianie punkty tworzące obwodnice dzielonego kompleksu scaleniowego są przepisywane z odpowiedniej struktury danych.

Wyniki podziału kompleksów zapisywane są w sześciu plikach wynikowych (rysunek 12), które dla odróżnienia od plików dotyczących pojedynczego kompleksu mają na początku swojej nazwy wyraz „Wies" oraz podwójne podkreślenie w miejscu wpisu numeru kompleksu. Zbiory te zawierają następujące dane [Harasimowicz i Janus 2009d]:

1. obwodnice wszystkich wydzielonych kompleksów (WiesWojkowUr__ObwKom.txt),
2. obwodnice kompleksów projektowych (Wies_Wojkow_Ur_Obw _Kom.txt),
3. dodatkowe odcinki pasków elementarnych (WiesWojkowUr__Dod Kom.txt),

4. wykaz oznaczeń pasków elementarnych (WiesWojkowUr__GrObEl .txt),
5. listę działek tworzących paski elementarne i punkty wpisania ich nazw na mapę (WiesWojkowUr__DzialPas.txt),
6. współrzędne punktów wpisania nazw działek (WiesWojkowUr__Dzial Pas.txt__WypisDzialPas.txt).

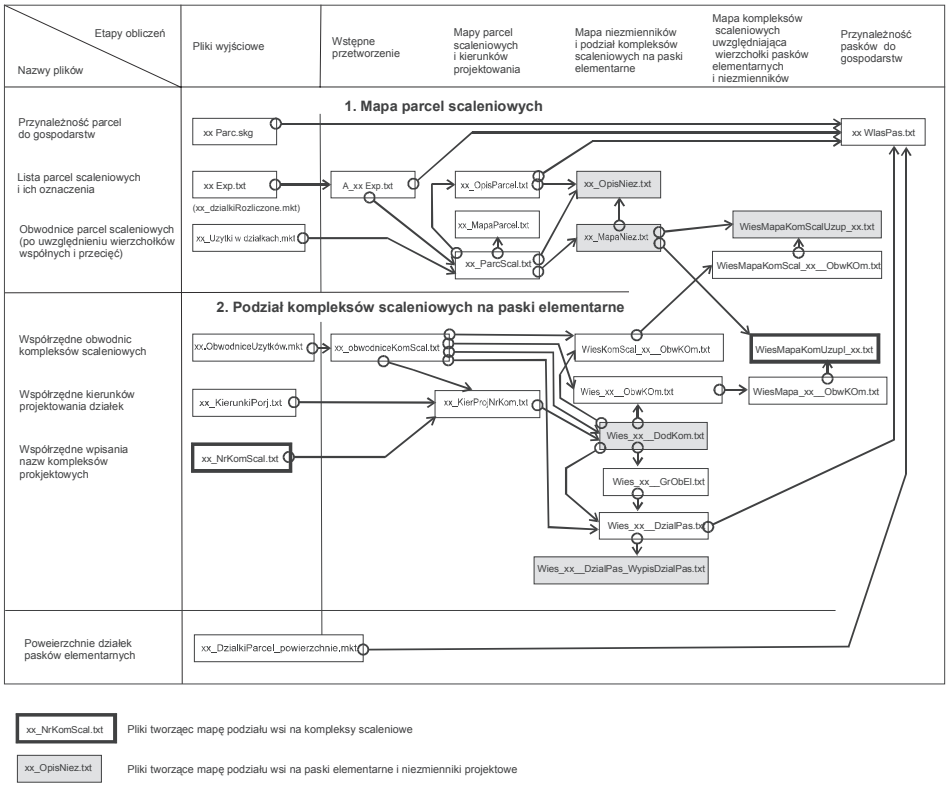
Wydzielenie w danym kompleksie projektowym elementu powierzchniowego o zadanej powierzchni według założonego kierunku projektowania, a następnie obliczenie jego odległości od siedliska jest zadaniem stosunkowo prostym. Realizacja tego zadania dla obszaru o powierzchni kilkuset lub kilku tysięcy ha wymaga jednak długiego czasu ze względu na dużą liczbę wydzielanych pasków elementarnych oraz najczęściej proporcjonalne do wielkości obszaru rozmiary zbioru elementów tworzących sieć drogową. W przeciętnej wsi o powierzchni kilkuset hektarów można wydzielić nawet kilka tysięcy pasków elementarnych o powierzchni kilku lub kilkunastu arów. Związane jest to z koniecznością obliczenia kilkuset tysięcy odległości wydzielonych pasków od zbioru siedlisk. Warunkiem umożliwiającym skuteczną realizację optymalizacji układu gruntowego prezentowaną metodą była automatyzacja procesów wydzielania pasków elementarnych oraz wyznaczenia elementów macierzy odległości pasków od siedlisk gospodarstw.

Ogólny schemat procesu przetwarzania danych w trakcie podziału wsi na paski elementarne przedstawiony został na rysunku 12. Wykorzystywane zbiory danych można podzielić na dwie grupy. Pierwsza grupa związana jest z informacjami możliwymi do pozyskania z zasobu powiatowych ośrodków dokumentacji geodezyjno-kartograficznej dla praktycznie każdego z potencjalnych obiektów. Część z nich definiuje elementy geometrii przetwarzanego obiektu, na którą składają się działki ewidencyjne, użytki gruntowe oraz kontury klasyfikacyjne, a część zawiera informacje pochodzące z części opisowej operatu ewidencji gruntów i budynków. Na tej podstawie możliwa jest identyfikacja gruntów poszczególnych gospodarstw rolnych na rozpatrywanym obszarze.

Druga grupa danych to informacje, które pochodzą z ogólnego lub szczegółowego projektu scalenia gruntów (w przypadku kiedy proces optymalizacji związany jest z trwającym lub zakończonym postępowaniem scaleniowym), mogą też być wynikiem symulacji pewnych czynności, których efekt jest warunkiem koniecznym rozpoczęcia prac projektowych nad nowym układem gruntowym zarówno w rzeczywistym postępowaniu scaleniowym, jak i w procesie optymalizacji układu gruntowego. Do danych takich można zaliczyć utwo-

rzenie układu kompleksów projektowych oraz przyjęcie dla każdego z nich kierunku projektowania działek.

Proces przetwarzania danych przy pomocy opracowanego programu komputerowego obejmuje kilka podstawowych etapów związanych z tworzeniem mapy parcel wydzielonych ze względu na charakter użytkowania i przebieg granic kompleksów scaleniowych, wyodrębnianiem niezmienników projektowych oraz podziałem kompleksów projektowych na paski elementarne.

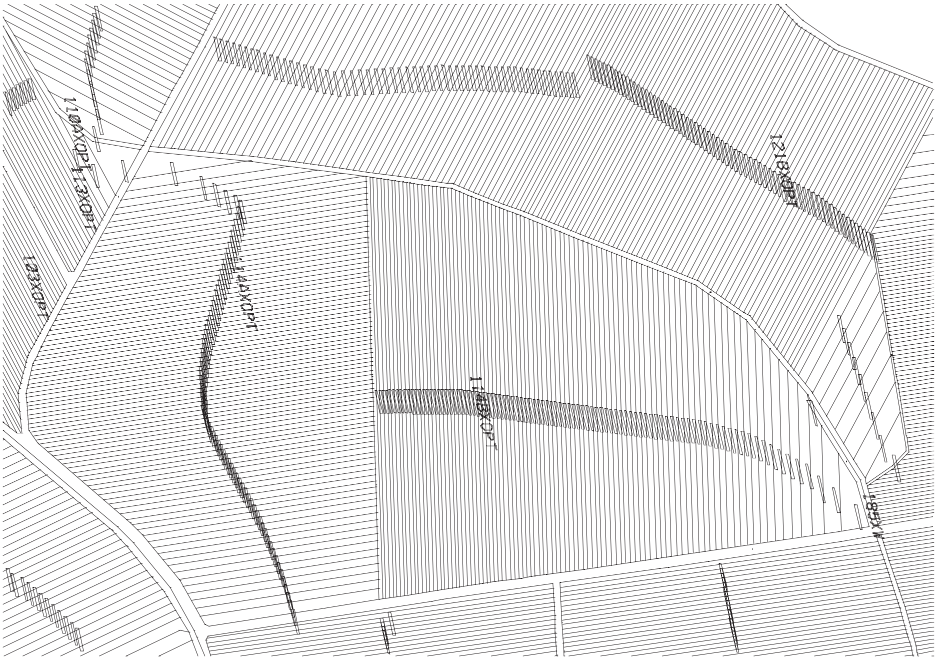


Źródło: [Harasimowicz, Janus i Ostrągowska 2009a]

Rysunek 12. Ogólny schemat przetwarzania plików w procesie tworzenia mapy podziału wsi na elementy powierzchniowe

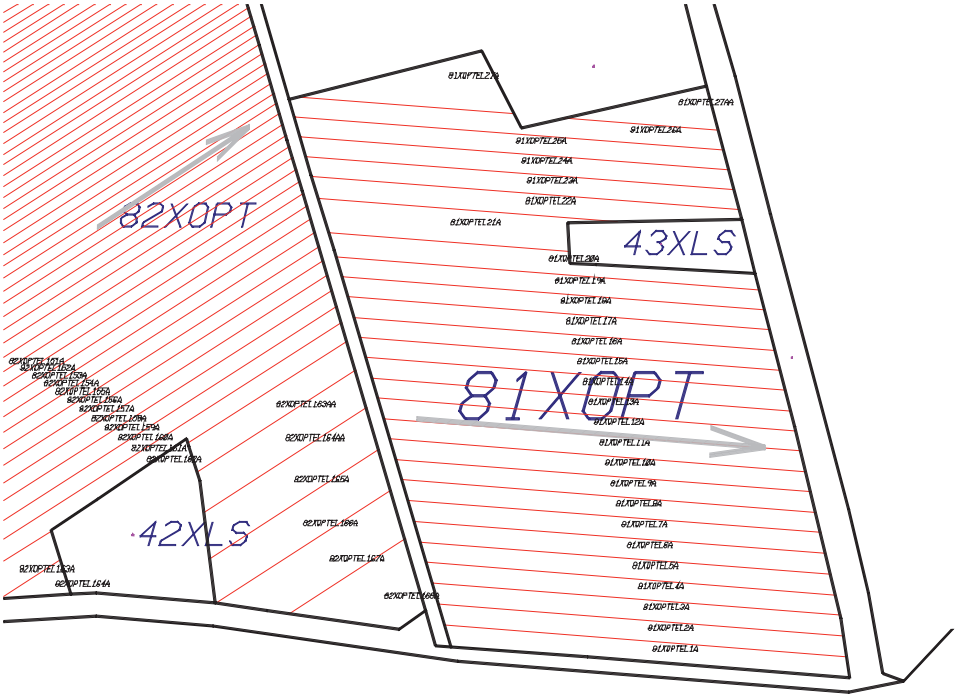
Końcowym efektem tego etapu procesu optymalizacji jest mapa granic niezmienników, podziału wsi na paski elementarne oraz mapa granic kompleksów uwzględniających wierzchołki wszystkich pasków elementarnych oraz rozmieszczenie niezmienników projektowych. Uzyskane zbiory danych umożliwiają obliczenie wartości elementów macierzy odległości pasków elementar-

nych od siedlisk gospodarstw, co kończy budowę modelu optymalizowanego obszaru. Na rysunkach 13 i 14 pokazane zostały fragmenty mapy numerycznej wsi Wojków przedstawiające jej podział na paski elementarne Na rysunkach tych widoczne są fragmenty kompleksów, w których kształt wydzielonych pasków elementarnych (o powierzchni 10 arów) wykazuje duże zróżnicowanie. Szerokości tych pasków zmieniają się w granicach do kilku do kilkunastu metrów. Wielkości i wymiary pasków elementarnych przedstawionych na rysunku 13 pozwalają na efektywne składanie z tych pasków pól o obszarze z zakresu od 0,5 do 1,0 ha.



Rysunek 13. Podział kompleksów scaleniowych na paski elementarne o powierzchni 10 arów (Wieś Wojków)

Taką wielkość pól założono w ogólnym projekcie scalenia rozpatrywanej wsi. Natomiast rysunek 14 przedstawia w zbliżeniu podział innego kompleksu o nazwie „81xOpt”. Mały obszar tego kompleksu pozwolił na czytelne pokazanie oznaczeń wykorzystanych w trakcie procesu obliczeniowego. Na rysunku tym widoczna jest również dopuszczalna przez model sytuacja, kiedy pasek elementarny składa się z więcej niż jednego zwartego obszaru.



Rysunek 14. Przykład podziału kompleksu scaleniowego nazwie 81XOpt na paski elementarne o powierzchni 10 arów. W górnej części optymalizowanego kompleksu widoczny jest element powierzchniowy składający się z dwóch części

4. UTWORZENIE MACIERZY ODLEGŁOŚCI POMIĘDZY SIEDLISKAMI A ZBIOREM ELEMENTÓW POWIERZCHNIOWYCH

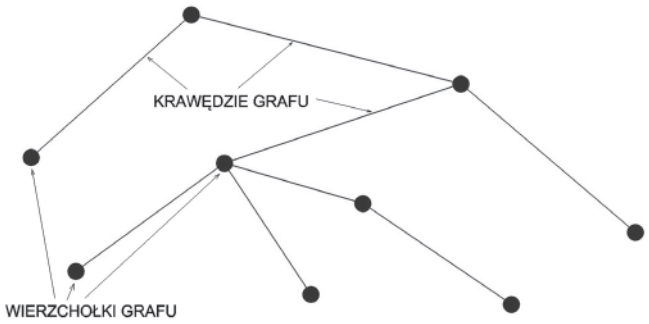
Jednym z podstawowych części składowych modelu optymalizacji układu gruntowego jest macierz odległości pomiędzy zbiorem elementów powierzchniowych na które podzielono optymalizowany obszar, a siedliskami gospodarstw rolnych [Harasimowicz i Janus 2007b]. Zawartość tej macierzy wykorzystywana jest zarówno w procesie uzyskania pierwotnego rozwiązania optymalnego, jak i w kolejnych etapach jego udoskonalania, związanych z wprowadzaniem szeregu korekt. Budowa modelu, który mógłby być wykorzystany w praktyce urządzeniowej wymaga wykorzystania precyzyjnych metod pozyskiwania odległości pomiędzy wybranymi elementami mapy numerycznej obszaru, uwzględniającej rzeczywisty kształt i parametry sieci transportowej na danym obszarze [Harasimowicz i Janus 2005, 2006a, 2006b, Harasimowicz, Janus i Ostrągowska 2006, 2006c, 2007 i 2008]. Obliczenie wartości elementów macierzy odległości, które uwzględniałyby rzeczywisty przebieg dróg transportu rolnego jest możliwe przy wykorzystaniu do tego celu elementów teorii grafów w postaci algorytmów wyznaczających najkrótsze ścieżki w grafie. Metoda ta pozwala na szybkie wyznaczenie szukanych odległości w przypadkach modeli o praktycznie dowolnie dużych rozmiarach.

Teoria grafów stanowi obecnie istotne narzędzie przydatne do opisywania zjawisk oraz rozwiązywania szeregu zagadnień z wielu odległych od siebie dziedzin, najczęściej typowo technicznych, ale również przyrodniczych oraz humanistycznych [Deo 1980, Wilson 2004]. Niektóre z elementów tej teorii są również możliwe do praktycznego zastosowania w obszarze związanym z planowaniem, realizacją i oceną efektów prac urządzeniowych. Istotą procesu mającego na celu obliczenie najkrótszych odległości pomiędzy siedliskami gospodarstw, a zbiorem elementów powierzchniowych jest potraktowanie wszystkich odcinków sieci drogowej jako elementów składowych grafu. Przedstawienie sieci transportowej w taki sposób umożliwia przeprowadzenie obliczeń najkrótszych tras łączących dowolne dwa punkty takiego grafu (najczęściej będą to odległości pomiędzy siedliskiem, a danym elementem powierzchniowym na obszarze wsi), w wyniku czego utworzona zostaje macierz odległości pomiędzy siedliskami oraz elementami powierzchniowymi.

Praktyczne wykorzystanie znanych od dawna algorytmów grafowych do celów związanych z oceną i optymalizacją prac urządzeniowych jest zagadnieniem stosunkowo nowym [Harasimowicz i Janus 2005 i 2006a], co jest spowodowane dwiema zasadniczymi przyczynami. Pierwszą z nich jest fakt, że wektorowy sposób przedstawiania treści map ewidencyjnych, niezbędny do tego rodzaju obliczeń, stał się dominujący dopiero od początku lat dziewięćdziesiątych XX wieku. Drugą przyczyną jest rosnąca wydajność komputerów, która stosunkowo niedawno dała możliwość przeprowadzenia czasochłonnych obliczeń dla modeli wiernie odwzorowujących obszar pojedynczej wsi lub gminy.

4.1. SIEĆ TRANSPORTOWA GOSPODARSTW ROLNYCH JAKO GRAF

Grafem [Wilson 2004] nazywamy strukturę danych, składającą się z dwóch zbiorów: zbioru **wierzchołków** (węzłów) grafu oraz zbioru **krawędzi** grafu. Każda krawędź grafu łączy ze sobą dwa wierzchołki grafu (rysunek 15).



Rysunek 15. Przykład grafu

Wyróżnić można przynajmniej kilka cech grafów, które można wiązać z odwzorowaniem sieci transportowej gospodarstw rolnych. W takim przypadku mamy najczęściej do czynienia z grafami prostymi, o nieujemnych wagach, spójnymi oraz niekierowanymi.

Grafem prostym nazywamy taki graf, w którym istnieje co najwyżej jedna krawędź łącząca daną parę wierzchołków (węzłów) grafu. Graf widoczny na rysunku 15 jest grafem prostym. Taki typ grafu reprezentować będzie sieć transportową optymalizowanego obszaru.

Graf o nieujemnych wagach krawędzi nazywamy graf, w którym wszystkie krawędzie mają wagę większą lub równą zero. Z grafami takimi mamy do czynienia zawsze w przypadku zagadnień, gdzie materiałami wejściowymi są dane o charakterze kartograficznym. Takimi grafami są między innymi

grafy przetwarzane w omawianym procesie optymalizacji, ponieważ są wielkościami związanymi bezpośrednio lub za pomocą odpowiedniego współczynnika z odległością pomiędzy jego węzłami. Właściwość ta umożliwia wykorzystanie w procesie obliczania najkrótszych odległości jednego z grupy algorytmów wymagających takiej właśnie formy grafu.

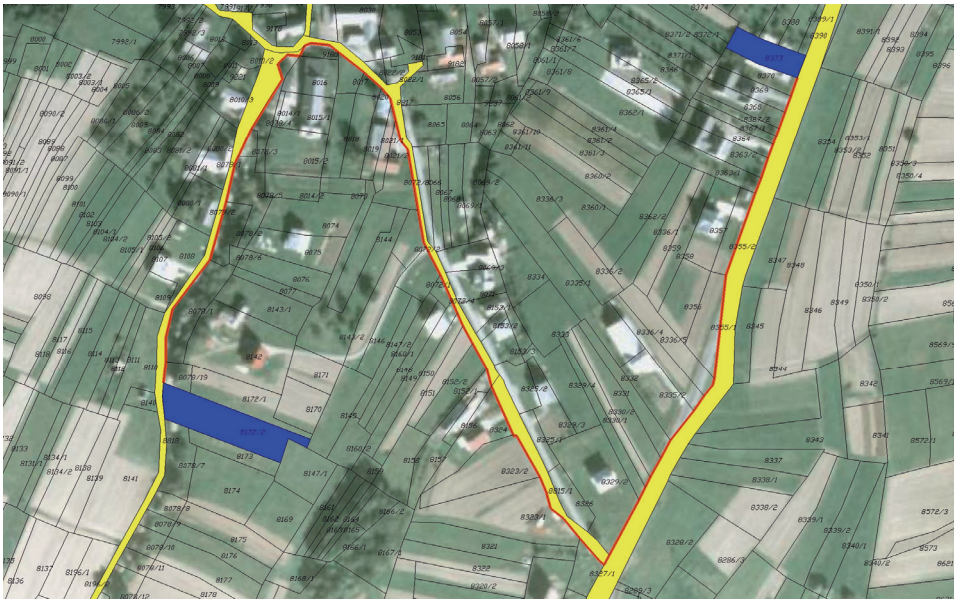
Graf nazywamy **grafem spójnym** jeżeli nie można go przedstawić w postaci sumy dwóch innych grafów. Inaczej, graf spójny to taki w którym dla każdego wierzchołka grafu istnieje trasa do dowolnego innego wierzchołka w grafie. Z definicji tej wynika, że przed utworzeniem macierzy odległości niezbędnej w procesie optymalizacji powinno się doprowadzić przetwarzany graf do spójności.

Grafem skierowanym nazywać będziemy graf, w którym dopuszczamy istnienie jedynie krawędzi umożliwiających przejście z wierzchołka w do wierzchołka v, ale nie ma możliwości realizacji takiej czynności w kierunku przeciwnym.

W **grafie nieskierowanym** każda krawędź umożliwia przemieszczenie się w pomiędzy węzłami położonymi jej końcu w obu kierunkach i z taką sytuacją będziemy mieli najczęściej do czynienia w przypadku grafów przetwarzanych w procesie optymalizacji.

Graf przetwarzany w celu obliczenia najkrótszych tras łączących siedliska gospodarstw z poszczególnymi elementami powierzchniowymi stanowi zapis istniejącej na rozpatrywanym obszarze sieci transportowej gospodarstw rolnych (rysunek 16). Jest to zbiór odcinków wydzielonych najczęściej z granic działek ewidencyjnych oraz użytków gruntowych, wzbogacony o elementy pozyskane z ortofotomapy lub inwentaryzacji terenowej. Charakter tych elementów jednoznacznie wskazuje, że opisywany graf jest grafem prostym, ponieważ wszystkie wierzchołki połączone są pojedynczymi krawędziami. Charakter obszaru na którym dokonuje się transport o charakterze rolniczym pozwala również wykluczyć istnienie często spotykanych w miastach odcinków dróg jednokierunkowych, przez co możemy założyć, że przetwarzany graf będzie należał do grupy grafów nieskierowanych, o wagach (długościach krawędzi) zawsze dodatnich. Można dopuścić występowanie krawędzi grafów przecinających się, oznaczających na przykład przejazd jednej drogi nad drugą, chociaż w praktyce będą to przypadki bardzo rzadkie. Powyższe informacje mają istotne znaczenie dla procesu wyboru odpowiedniego algorytmu, za pomocą którego obliczone zostaną najkrótsze ścieżki w grafie.

Długości krawędzi grafu przyjmowane są domyślnie jako odległości wynikające ze współrzędnych początku i końca danej krawędzi. Długości te mogą być w razie potrzeby skorygowane o odpowiednio dobrane współczynniki. Wiąże się to z kategoryzacją poszczególnych fragmentów dróg oraz uwzględnieniem tak wydzielonych kategorii w procesie obliczeniowym. Sprowadza się to do określenia współczynników przeliczeniowych i odniesieniu ich do rzeczywistych długości krawędzi grafu.



Rysunek 16. Przykład przedstawienia sieci transportowej obszaru wiejskiego w postaci grafu (krawędzie grafu zaznaczono kolorem czerwonym)

W przypadku obliczeń prowadzonych na obszarach o dużych deniwelacjach terenu możliwe jest również uwzględnienie przewyższeń pomiędzy poszczególnymi wierzchołkami grafu, poprzez uwzględnienie ich w postaci odpowiedniej korekty odległości. Dane do takiej korekty pochodzą z przetworzenia posiadanych informacji o grafie w przestrzeni dwuwymiarowej wraz z danymi z modelu trójwymiarowego rozpatrywanego obszaru. Dokładność tego modelu nie musi być bardzo duża, ponieważ najmniejszą uwzględnianą jednostką różnicy wysokości pomiędzy elementami modelu jest najczęściej 10 lub 100 m. Istnieje również możliwość uwzględnienia parametrów przejazdów dokonywanych bezpośrednio po polu uprawnym. Przejazd taki charakteryzuje się większą trudnością przejazdu oraz wrażliwością na warunki atmosferyczne lub pory roku. Proponowany model optymalizacji, w którym kompleksy projektowe podzielone zostały na podłużne elementy powierzchniowe zgodnie z kierunkiem projektowania i przy założeniu przynajmniej jednostronnej dostępności sieci drogowej wydzielanych elementów, pozwolił na rezygnację z uwzględniania tego rodzaju kategorii przejazdów.

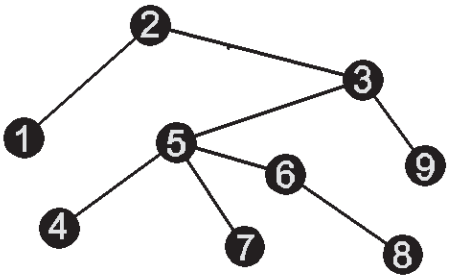
Najczęściej spotykaną formą przedstawiania grafu jest postać, w której punkty, przedstawiające węzły grafu połączone są za pomocą linii (krawędzi grafu). Postać taka jest wygodna dla opisu pewnych zagadnień, które rozwiązujemy z wykorzystaniem tych struktur danych. Łatwo ją ponadto przedstawiać za pomocą graficznych programów wektorowych, jak również pozyskiwać

niezbędne do budowy grafu dane z map przechowywanych w tego typu programach. Forma taka jest jednak mało wygodna, jeżeli musimy wykonać przy pomocy grafu obliczenia dla bardzo dużych struktur danych. Istnieje kilka alternatywnych sposobów reprezentacji grafów, o wiele bardziej przydatnych z punktu widzenia wydajnego przetwarzania danych.

Pierwszą z nich jest macierz sąsiedztwa, zawierająca dane na temat połączeń między wierzchołkami. Macierz taka jest macierzą kwadratową, której wiersze i kolumny dotyczą wierzchołków grafu. Element macierzy znajdujący się na przecięciu i-tego wiersza oraz j-tej kolumny zawiera wartość przechowującą informację o istnieniu krawędzi łączącej wierzchołek i z j (0 lub 1) lub wartość odległości rzeczywistej lub przeliczeniowej (przy czym wartość -1 może oznaczać brak połączenia danych wierzchołków). Zakładamy przy tym, że reprezentowany jest w tym przypadku graf prosty o krawędziach nieujemnych, ponieważ jedynie w takim przypadku podana postać macierzy ma sens. Drugą popularną reprezentacją grafu jest lista sąsiedztwa. Jest to struktura danych przechowująca dla każdego z wierzchołków grafu listę jego sąsiednich wierzchołków, krawędzi lub obie te informacje jednocześnie. Przykładowy graf oraz odpowiadające mu postacie macierzy lub listy sąsiedztwa przedstawiony został na rysunku 17.

A

1	2
2	1 3
3	2 5 9
4	5
5	3 4 6 7
6	5 8
7	5
8	6
9	3



B

	1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	0	1	0	0	0	0	0	0	0
2	1	0	1	0	0	0	0	0	0
3	0	1	0	0	1	0	0	0	1
4	0	0	0	0	1	0	0	0	0
5	0	0	1	1	0	1	1	0	0
6	0	0	0	0	1	0	0	1	0
7	0	0	0	0	1	0	0	0	0
8	0	0	0	0	0	1	0	0	0
9	0	0	1	0	0	0	0	0	0

C

	1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	-1	136	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1
2	136	-1	168	-1	-1	-1	-1	-1	-1
3	-1	168	-1	-1	158	-1	-1	-1	82
4	-1	-1	-1	-1	111	-1	-1	-1	-1
5	-1	-1	158	111	-1	90	99	-1	-1
6	-1	-1	-1	-1	90	-1	-1	108	-1
7	-1	-1	-1	-1	99	-1	-1	-1	-1
8	-1	-1	-1	-1	-1	108	-1	-1	-1
9	-1	-1	82	-1	-1	-1	-1	-1	-1

Rysunek 17. Przykładowe formy zapisu grafu w różnych strukturach danych: lista sąsiedztwa (A), macierz sąsiedztwa (B i C)

4.2. WYKORZYSTANIE ALGORYTMU DIJKSTRY DO OBLICZENIA NAJKRÓTSZYCH TRAS PRZEJAZDÓW Z SIEDLISK DO ELEMENTÓW POWIERZCHNIOWYCH

Algorytmy grafowe stanowią zbiór matematycznych metod uzyskania rozwiązań problemów, których zapis może być dokonany poprzez transformację do modelu mającego postać grafu. Najbardziej znane z tych zagadnień związane są z rozwiązywaniem różnych problemów transportowych, takich jak problem komiwojażera czy też odnalezienie najkrótszej ścieżki w grafie. Właśnie ostatnia grupa zagadnień stanowi rozwiązanie problemu związanego z obliczeniem najkrótszych odległości łączących siedliska gospodarstw z użytkowanymi działkami. Rozwiązać go można korzystając z jednego z opracowanych algorytmów, z których najbardziej znane to algorytmy: Bellmana-Forda, Floyda-Warshalla Dijkstry, Johnsona oraz A* [Sedgewick 2003, Wilson 2004].

Zagadnienie odnalezienia najkrótszej ścieżki jest wykorzystywane przy rozwiązywaniu szeregu problemów z wielu odległych nieraz dziedzin. Jego rozwiązanie polega na znalezieniu w grafie najkrótszego połączenia pomiędzy dwoma określonymi wierzchołkami. Natomiast szczególnymi przypadkami tego problemu jest obliczenie najkrótszej ścieżki od jednego wierzchołka do wszystkich innych oraz obliczenie najkrótszej ścieżki pomiędzy wszystkimi parami wierzchołków w przetwarzanym grafie.

Do obliczenia wartości elementów macierzy odległości niezbędnych w procesie optymalizacji układu gruntowego wybrano jako najkorzystniejszy, algorytm Dijkstry. Jego cechy powodują, że nadaje się on bardzo dobrze do pozyskania informacji o odległościach pomiędzy siedliskiem gospodarstwa a bardzo dużym zbiorem elementów powierzchniowych, ponieważ cały zbiór tych odległości jest wyznaczany jednocześnie w wyniku realizacji algorytmu na zbiorze danych. Oprócz zbioru odległości, istnieje możliwość zapamiętania i późniejszej identyfikacji (na przykład w celu przedstawienia na mapie w formie graficznej) najkrótszej trasy pomiędzy punktem startowym, a poszczególnymi węzłami składowymi przetwarzanego grafu.

Zasadę działania algorytmu Dijkstry można w skrócie przedstawić w następujący sposób [Sedgewick 2003]:

– rozpatrujemy graf **G**, w którym **w(i,j)** to waga jego krawędzi (odległość pomiędzy węzłami **i** oraz **j**,

– jeden z wierzchołków grafu oznaczamy jako źródłowy i oznaczamy jako **s**,

– tworzymy tablicę **d** odległości od węzła źródłowego dla wszystkich pozostałych wierzchołków **v** grafu,

– przyjmujemy, że dla przyjętego węzła źródłowego **d[s]=0**, natomiast dla wszystkich pozostałych węzłów **d[v]** = ∞,

– tworzymy kolejkę priorytetową składającą się na początku ze wszystkich wierzchołków grafu, w której priorytetem jest aktualna odległość węzłów grafu od źródła,

– dopóki kolejka nie jest pusta, wykonujemy następujące operacje: identyfikujemy w kolejce wierzchołek **u** o najniższym priorytecie, usuwając go jednocześnie z kolejki (w pierwszym kroku algorytmu będzie to wierzchołek źródłowy **s**),

– dla każdego wierzchołka **v** sąsiadującego z wierzchołkiem **u** dokonujemy sprawdzenia, czy **d[u] + w(u,v) < d[v]** (czy poprzez wierzchołek **u** da się dojść do **v** kosztem niższym niż dotychczas ustalony). Jeśli warunek jest spełniony, dokonujemy korekty wartości tabeli odległości od wierzchołka źródłowego dla danego wierzchołka **d[v]: = d[u] + w(u,v),**

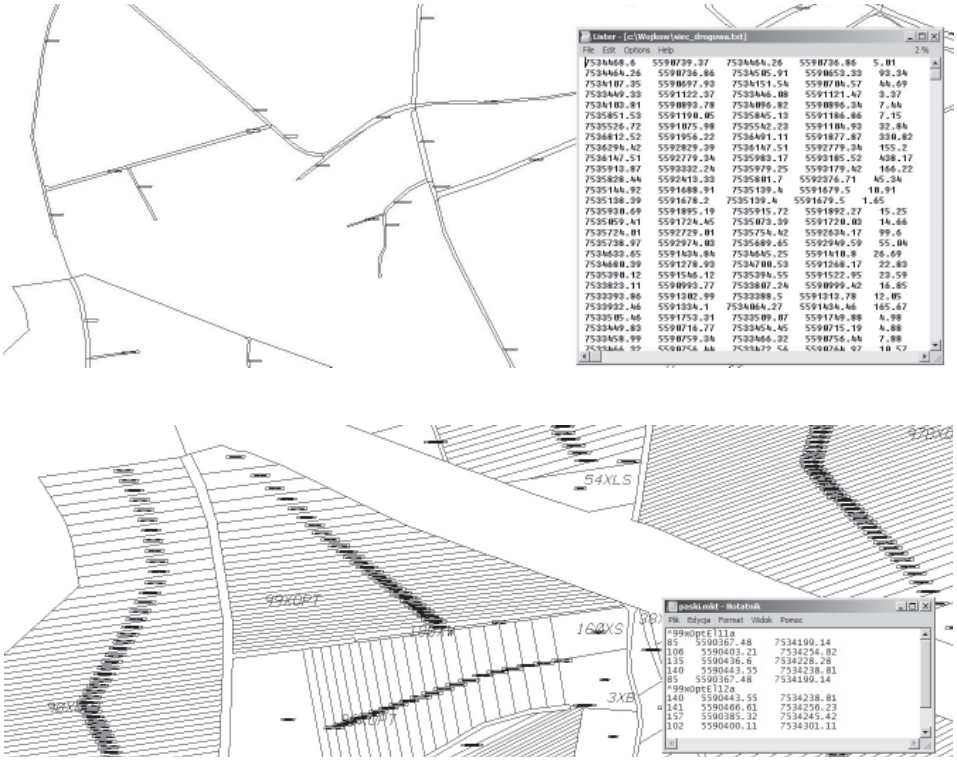
– po zakończeniu procesu obliczeniowego (po wyczerpaniu kolejki), tablica **d** zawiera najkrótsze odległości do wszystkich wierzchołków przetwarzanego grafu,

– w celu zapamiętania najkrótszej trasy, możemy w dodatkowej tablicy **p** przechowywać dla każdego wierzchołka numer jego bezpośredniego poprzednika, co pozwala na odtworzenie pełnej ścieżki od źródła do każdego wierzchołka. Tabela ta na początku nie jest wypełniona wartościami, które następuje w momencie dokonywania zmian w tabeli odległości **d.**

4.3. OBLICZENIE WARTOŚCI ELEMENTÓW MACIERZY ODLEGŁOŚCI

Na rysunku 18 przedstawiono dwa podstawowe zbiory danych wejściowych wykorzystywane w procesie wyznaczania wartości wszystkich elementów macierzy odległości wykorzystywanej w procesie optymalizacji. Pierwszy z nich przedstawia odcinki tworzące sieć transportową, natomiast w drugim zdefiniowane zostały obwodnice pasków elementarnych. Zawartość tych plików nie jest jednak wystarczająca do obliczenia macierzy odległości. Niezbędnym elementem jest dostarczenie informacji o położeniu punktów (węzłów) startowych, od których będą obliczane poszczególne odległości. Punkty te odpowiadają położeniu siedlisk poszczególnych gospodarstw posiadających grunty na optymalizowanym obszarze. Dla potrzeb omawianego procesu obliczeniowego przyjęto założenie, że pojedyncze siedlisko zeprezentowane jest przez zbiór punktów. Najczęściej mamy do czynienia z przypadkiem, kiedy reprezentuje on obwodnicę parceli budowlanej związanej z danym gospodarstwem.

Jak wynika z powyższych informacji, do obliczenia macierzy odległości w procesie optymalizacji wystarczające są dane zawarte w trzech plikach tekstowych. Niekiedy celowe jest utworzenie dodatkowego pliku z przynależnością poszczególnych elementów powierzchniowych do poszczególnych gospodarstw.



Rysunek 18. Elementy składowe sieci transportowej (u góry) oraz paski elementarne (na dole) w postaci graficznej oraz reprezentujące je zbiory tekstowe

Dane reprezentujące przebieg sieci transportowej, obwodnice elementów powierzchniowych oraz położenie punktów (węzłów) startowych należy sprawdzić pod względem spójności utworzonego przez te elementy grafu. W omawianym procesie optymalizacji ewentualne konieczne do spełnienia tego warunku modyfikacje i uzupełnienia grafu wykonywane są automatycznie przez odpowiednio zaprojektowane procedury obliczeniowe. Efektem tego jest możliwość realizacji algorytmu Dijkstry wyznaczającego najkrótsze ścieżki w grafie dla każdego ze zbioru węzłów startowych. Istotna cecha algorytmu jaką jest wyznaczenie w jednym jego przebiegu najkrótszej odległości rozpatrywanego siedliska do wszystkich węzłów przetwarzanego grafu, pozwala na wypełnienie jednorazowo całego wiersza macierzy, związanego z danym siedliskiem. Obliczenie wartości elementów całej macierzy można zatem opisać w następujących krokach:

– zestawienie pierwotnego grafu sieci transportowej,
– pobranie kolejnego siedliska gospodarstwa z listy,
– pobranie danych o krawędziach rozpatrywanych pasków elementarnych,

– realizacja algorytmu Dijkstry,
– zapis wynikowego wiersza macierzy.

Końcowym efektem tych czynności jest zbiór danych (macierz odległości siedlisk gospodarstw do zbioru elementów powierzchniowych), wykorzystany następnie w procesie optymalizacji układu gruntowego [Harasimowicz i Janus 2007b]. Macierz ta może zostać zapisana do postaci pliku tekstowego, w celu oddzielenia długotrwałego procesu jej wyznaczania od pozostałych etapów obliczeń. Możliwy jest również podział procesu obliczenia elementów macierzy odległości na części przetwarzane na różnych komputerach.

5. KSZTAŁTOWANIE UKŁADU GRUNTOWEGO WSI Z WYKORZYSTANIEM PODZIAŁU JEJ OBSZARU NA ELEMENTY POWIERZCHNIOWE

Informacje zawarte w rozdziałach wcześniejszych stanowiły podstawę do zaproponowania takiego sposobu kształtowania wiejskiego układu gruntowego, który wykorzystuje podział rozpatrywanego obszaru na elementy powierzchniowe wydzielane w poszczególnych kompleksach zgodnie z przyjętym kierunkiem projektowania w nich działek [Harasimowicz i Janus 2006a, 2006b, 2007b i 2007f, Harasimowicz, Janus i Ostrągowska 2006a, 2008 i 2009a]. Prezentacja poszczególnych etapów optymalizacji powiązano z omówieniem odpowiednich procedur obliczeniowych.

Efektem przedstawionej optymalizacji jest układ gruntowy wsi, który mógłby być uzyskany na danym obszarze w wyniku przeprowadzenia scalenia gruntów. Będzie się on pod wieloma względami różnił od układu będącego efektem rzeczywistego postępowania, ponieważ nie uwzględnia tak istotnego czynnika jakim w procesie scalenia gruntów są życzenia uczestników związane z lokalizacją wydzielanych ekwiwalentów gruntowych w zamian za grunty posiadane w starym stanie. Pochodząca bezpośrednio z przetworzenia operatu ewidencji gruntów mapa optymalizowanego obszaru nie uwzględnia również szeregu elementów, które w trakcie rzeczywistych prac scaleniowych, najczęściej w wyniku pomiarów w terenie wnoszone są na podkład projektowy, wpływając przy tym na nowy układ działek. Do takich elementów należą na przykład przebieg skarp czy też położenie pojedynczych drzew. Można jednak proponowaną metodę dostosować do warunków praktycznych poprzez uwzględnienie lokalizacji wydzielanych gruntów sugerowanych przez uczestników postępowania, a tym bardziej wykorzystanie granic kompleksów projektowych czy też kierunków projektowania, które powstały już po przeprowadzeniu wstępnych prac pomiarowych na danym obszarze.

Uzyskany w wyniku procesu optymalizacji układ gruntów charakteryzuje zbliżona do najmniejszej odległość gruntów do siedlisk oraz poprawny na miarę istniejących możliwości i przyjętych wartości odpowiednich parametrów rozłóg działek. W dużej mierze zautomatyzowany proces opracowywania takiego projektu sprawia, że wymagany nakład pracy jest stosunkowo niewielki, co stwarza możliwości szeregu jego praktycznych zastosowań.

Opracowana optymalizacja układu gruntowego bierze pod uwagę dwa podstawowe kierunki poprawy rozłogu działek i gospodarstw. Są to: przybliżenie gruntów do siedlisk oraz wielkość i kształt działek, przy czym zakres ich optymalizacji jest zróżnicowany. W pełni uwzględniono optymalizację położenia gruntów w stosunku do siedlisk, która dotyczy minimalizacji odległości między tymi elementami. Istotnym czynnikiem, który umożliwił osiągnięcie założonych celów jest przyjęty sposób podziału kompleksu na elementy powierzchniowe, którym jest zbiór niewielkich pasków elementarnych (najczęściej o powierzchni kilku arów) wydzielanych w kompleksach projektowych zgodnie z kierunkiem projektowania działek. Efektem prowadzonej optymalizacji jest taki przydział elementarnych pasków do gospodarstw (a następnie ich połączenie w zwarte działki), który pozwala uzyskać najmniejszą przeciętną odległość do siedlisk.

Poprawny rozłóg gruntów gospodarstw uzyskiwany jest w dwóch etapach. Pierwszy z nich związany jest z pracami przygotowawczymi poprzedzającymi zasadniczą część procesu projektowego i związany jest z opracowaniem zarysu ogólnego projektu scalenia gruntów (w przypadku jego braku) lub przetworzeniem do odpowiedniej postaci najważniejszych elementów już istniejącego opracowania. Projektując na tym etapie nowy układ drogowy i ustalając granice kompleksów projektowych mamy możliwość właściwego ukształtowania granic nowych działek. Dotyczy to zwłaszcza odległości między sąsiednimi drogami wyznaczającymi granice kompleksów projektowych, które należy dostosować do poprawnej długości uprawowej działek, o ile warunki terenowe lub uwarunkowania finansowe (w przypadku rzeczywistego scalenia) umożliwiają swobodne kształtowanie przebiegu sieci transportowej.

Drugi ze wspomnianych etapów formowania działek gruntowych wiąże się z zapewnieniem ich poprawnej powierzchni. Uzyskiwany w wyniku minimalizacji odległości gruntów od siedlisk przydział pasków elementarnych do gospodarstw może być rozmieszczony w wielu kompleksach projektowych w postaci udziałów o bardzo różnych powierzchniach, bardzo często niewystarczających do uformowania poprawnego pola uprawnego, tożsamego w tym przypadku z działką ewidencyjną. Opracowana metoda optymalizacji rozwiązuje ten problem w postaci odpowiednich korekt wydzielania udziałów gospodarstw w kompleksach projektowych. Sprawiają one, że udziały gospodarstw w poszczególnych kompleksach projektowych - o ile jest to możliwe - są zawsze większe od założonej wielkości, przy czym korekty te dokonywane są w ramach nieoznaczoności rozwiązania i nie prowadzą do zwiększenia odległości od gruntów.

Aby wyniki optymalizacji jak najbardziej zbliżyć do efektów rzeczywistego postępowania scaleniowego na rozpatrywanym obszarze, powinniśmy dysponować, oprócz danych zawartych na mapie ewidencji gruntów i budynków oraz związanej z nimi części opisowej, informacjami zbliżonymi do tych jakie

pozyskuje się dla opracowywanego obszaru przed rozpoczęciem prac projektowych w trakcie scalenia. Procedurę optymalizacji przydziału gruntów do gospodarstw należy poprzedzić w związku z tym wykonaniem następujących czynności:

– opracowaniem wstępnego projektu scalenia lub pozyskaniem takiego projektu jeśli istnieje lub podobnego opracowania jakimi są założenia do projektu scalenia gruntów,

– ustaleniem granic „niezmienników" czyli obszarów należących do obszaru scalenia, jednak wyłączonych z procesu projektowania nowych granic działek,

– ustaleniem granic kompleksów projektowania działek obejmujących obszar objęty scaleniem,

– ustaleniem kierunków projektowania działek w kompleksach.

Mając przygotowane powyżej wymienione dane, można przeprowadzić zarówno obliczenia dotyczące podziału wydzielonych kompleksów scaleniowych na elementy powierzchniowe (paski elementarne), jak i te związane z obliczeniem elementów macierzy odległości wydzielonych elementów powierzchniowych od siedlisk gospodarstw. Obie te czynności mogą być dokonane za pomocą przygotowanych programów komputerowych, co zasadniczo upraszcza realizację tych zadań i sprowadza się do przygotowania poprawnych zbiorów wejściowych oraz przyjęcia wartości odpowiednich parametrów. Proces przygotowania danych prowadzi w efekcie do uzyskania szeregu plików wyjściowych, zawierających następujące informacje:

– obliczone elementy macierzy odległości wszystkich rozpatrywanych elementów powierzchniowych na jaki podzielono optymalizowany obszar (głównie pasków elementarnych) od zbioru zidentyfikowanych siedlisk,

– zestawienie wszystkich działek w stanie istniejącym objętych scaleniem wraz z ich przynależnością do gospodarstw oraz kompleksów projektowych,

– listę rozpatrywanych gospodarstw, których grunty uczestniczą w procesie optymalizacji wraz z powierzchnią lub wartością tych gruntów,

– listę zdefiniowanych kompleksów projektowych (scaleniowych) wraz z danymi geometrycznymi określającymi przebieg ich granic,

– listę wydzielonych elementów powierzchniowych wraz z ich obwodnicami.

Tak przygotowane dane umożliwiają dokonanie optymalizacji rozmieszczenia pasków elementarnych w stosunku do siedlisk gospodarstw. Wydzielone elementy mają identyczne powierzchnie lub wartości, co umożliwia zapisanie modelu określającego zmienność odległości do gruntów przy pomocy zmiennych przyjmujących tylko dwie wartości (binarnych). Zmienne te odnoszą się do posiadających małą powierzchnię lub wartość elementów powierzchniowych,

wyodrębnionych w kompleksach projektowych. Dla zbioru takich elementów określone są odległości do wszystkich siedlisk z wykorzystaniem rzeczywistego kształtu sieci transportowej. Powierzchnia lub wartość pojedynczego elementu wynika z istniejącej lub projektowanej struktury przestrzennej gruntów na rozpatrywanym obszarze tak , aby pojedyncza działka wydzielona w procesie optymalizacji mogła być utworzona przynajmniej z kilku elementów. Podsumowując, 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 zbioru niewielkich obszarów (pasków elementarnych),

– zmienne decyzyjne modelu są zmiennymi binarnymi, czyli przyjmują wartości 0 lub 1,

– model uwzględnia podstawowe warunki scalenia gruntów odnoszące się do powierzchni lub wartości gospodarstw, z założoną możliwością ich rozbudowy dotyczącą uwzględnienia struktury użytków, zróżnicowania jakości gleb lub życzeń uczestników postępowania scaleniowego,

– funkcję celu stanowi przeciętna odległość gruntów od siedlisk we wsi, czyli średnia odległość a siedlisk do wyodrębnionych elementów powierzchniowych.

Rozpatrywany model można zapisać w postaci następujących warunków [Harasimowicz 1986, Harasimowicz i Janus 2007f]:

$$\begin{aligned} &\sum_{i=1}^{m} x_{ij} = gp_j \qquad j = 1,2,\ldots,n \\ &\sum_{j=1}^{n} x_{ij} = 1 \qquad i = 1,2,\ldots,m \\ &\sum_{i=1}^{m} \sum_{j=1}^{n} l_{ij}\, x_{ij} = min, \end{aligned} \tag{8}$$

gdzie:

n – liczba gospodarstw posiadająca grunty na optymalizowanym obszarze,

m – liczba wydzielonych w kompleksach elementów powierzchniowych (pasków elementarnych),

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,

gp_j – powierzchnia gospodarstwa „j” wyrażona liczbą pasków elementarnych.

Przyjęty model optymalizacji rozmieszczenia gruntów gospodarstw we wsi jest pod względem obliczeniowym prosty, co jest jednak związane z bardzo dużymi jego rozmiarami. W przeciętnej wsi liczba przetwarzanych elementów powierzchniowych może dochodzić do kilkunastu tysięcy co przemnożone przez liczbę gospodarstw daje liczbę kilkuset tysięcy lub kilku milionów zmiennych decyzyjnych. Nieskomplikowana forma modelu daje jednak możliwość jego rozwiązania efektywnym algorytmem ograniczającym się do analizy efektów wymian pasków elementarnych między gospodarstwami, zestawionymi w macierzy oceny przemieszczeń [Harasimowicz i Janus 2007b].

Rozwiązanie przedstawionego modelu określa jeden z możliwych przydziałów wydzielonych elementów powierzchniowych do gospodarstw, zapewniający najmniejszą odległość gruntów od siedlisk. Uzyskany przydział elementów ma jednak wiele istotnych wad, przez co stanowi jedynie podstawę do dalszych etapów procesu optymalizacji. Uzyskane przez poszczególne gospodarstwa udziały w kompleksach projektowych są często nadmiernie rozdrobnione, co niekorzystnie wpływa na rozłóg tych gospodarstw, ponieważ z udziałów tych tworzona jest ostatecznie duża liczba działek o małych powierzchniach. Również korzyści odniesione w wyniku minimalizacji odległości gruntów do siedlisk w skali całego obiektu nie są równomiernie rozłożone pomiędzy poszczególne gospodarstwa. Stwarza to konieczność modyfikacji uzyskanego rozwiązania, czemu służą opracowane korekty [Harasimowicz, Janus i Ostrągowska 2009b] prowadzone głównie w ramach nieoznaczoności rozwiązania optymalnego. Daje to możliwość dokonywania wielu modyfikacji przydziału gruntów bez istotnego zwiększania wartości funkcji celu.

Wykorzystywane przy opisie procesu optymalizacji dane przykładowe dotyczą obrębu ewidencyjnego Wojków, położonego w gminie Padew Narodowa, w powiecie mieleckim. Obszar wsi wynosi niecałe 677 ha. Dominują w niej użytki rolne (blisko 83 %), a rolnictwo stanowi główne źródło dochodów ludności. We wsi Wojków wyodrębniono około 100 gospodarstw rolnych. Dane dotyczące gospodarstw są efektem przetworzenia informacji o istniejących jednostkach rejestrowych, z uwzględnieniem adresów zamieszkania właścicieli. Za gospodarstwo rolne uznano grunty użytkowane wspólnie z jednego siedliska, co wydaje się być dobrym przybliżeniem do rzeczywistych gospodarstw. Taka definicja odpowiada faktycznemu sposobowi użytkowania gruntów na obszarach wiejskich. Grunty występujące w kilku jednostkach rejestrowych należących do członków rodziny mieszkających razem użytkowane są najczęściej jako jedna gospodarczo całość. Do wyodrębnionych około stu gospodarstw należy niewiele ponad połowa gruntów wsi. Pozostałe grunty, oprócz różnego rodzaju gruntów jednostek samorządu terytorialnego oraz Skarbu Państwa, należą do różniczan, czyli osób zamieszkałych poza obszarem wsi. Większa ich część zamieszkuje tereny przyległe do opracowywanego obszaru. Grunty rozpatrywanej wsi dzielą się na 1028 działek o średniej powierzchni 0,65 ha.

Obszar wsi został poddany scaleniu gruntów, które zakończyło się w 2004 roku [Harasimowicz i Janus 2007c]. Ułatwiło to opracowanie zbliżonego do rzeczywistego modelu optymalizacyjnego, ponieważ przyjęto taki układ dróg i kompleksów projektowych, jaki występował przy opracowywaniu szczegółowego projektu scalenia. Z tego też powodu uzyskane efekty dotyczące optymalizacji oprócz układu gruntowego mogły być wykorzystane między innymi do oceny zrealizowanego scalenia gruntów w rozpatrywanej wsi.

5.1. CHARAKTERYSTYKA DANYCH WEJŚCIOWYCH I WSTĘPNE ETAPY ICH PRZETWARZANIA

Jednym z istotnych materiałów źródłowych dla omawianej optymalizacji układu gruntowego jest ewidencyjna mapa numeryczna, która przedstawiona została na rysunku 19. Informacje w takiej postaci umożliwiają zautomatyzowane pobieranie niezbędnych plików opisujących współrzędne załamań granic działek i ich wzajemny układ.

Na podstawie operatu ewidencyjnego identyfikowane są występujące na optymalizowanym obszarze gospodarstwa rolne i określana jest aktualna przynależność działek do tych gospodarstw. Przyjęto, że główną cechą wyodrębniającą poszczególne gospodarstwa rolne są działki siedliskowe położone na terenie badanej wsi. Oprócz gospodarstw rolnych wyodrębniono grunty należące do różnego rodzaju instytucji oraz osób nie zamieszkałych w badanej wsi, czyli tak zwanych „różniczan". Wyróżniono (w formie odrębnych gospodarstw) grunty różniczan bliskich, zamieszkałych w poszczególnych wsiach sąsiadujących z badaną, oraz grunty pozostałych różniczan (dalekich) jako jedno odrębne gospodarstwo. Pomiar odległości do gruntów różniczan z sąsiednich wsi dokonywany był od miejsc wjazdu z tych wsi do wsi będącej przedmiotem analizy. Dla różniczan dalekich odległości do gruntów mierzone były od centrum optymalizowanej wsi.

Stosunkowo rozbudowaną i pracochłonną procedurę przygotowywania danych niezbędnych do optymalizacji układu gruntowego można podzielić na siedem etapów:

1. przygotowanie i wstępne przetworzenie danych wyjściowych z części graficznej oraz opisowej ewidencji gruntów i budynków,
2. wyodrębnienie gospodarstw na rozpatrywanym obszarze,
3. wyznaczenie granic kompleksów projektowych i ich podział na obszary objęte scaleniem i z niego wyłączone (niezmienniki), wykonanie projektu nowej sieci drogowej oraz określeniem zasięgu użytków gruntowych takich jak: tereny budowlane, wody oraz lasy,
4. przecięcie istniejącego układu działek ewidencyjnych przez granice kompleksów projektowych prowadzące do sporządzenia mapy parcel scalenio-

wych powstałych przez wydzielenie z istniejących działek części objętych różnymi rodzajami użytkowania oraz wyłączonych ze scalenia,

5. ustalenie dla każdego z kompleksów kierunków projektowania, a następnie podział kompleksów projektowych na niewielkie paski elementarne oraz określenie wstępnego przydziału tych pasków do gospodarstw,

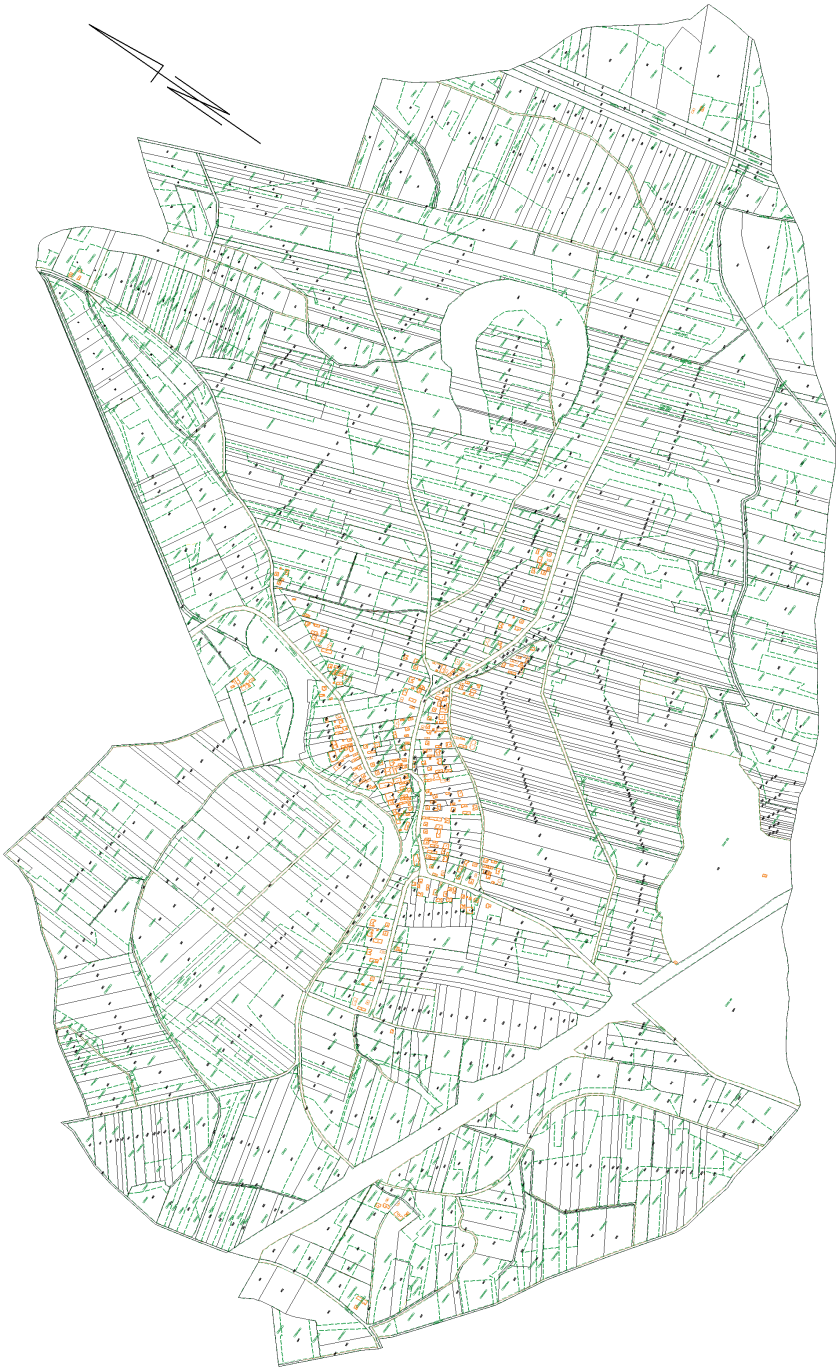
6. przygotowanie danych do obliczenia elementów macierzy odległości między siedliskami gospodarstw, a wszystkimi rozpatrywanymi elementami powierzchniowymi,

7. obliczenie wartości elementów macierzy odległości połączone z ostatecznym przygotowaniem plików do optymalizacji układu gruntowego.

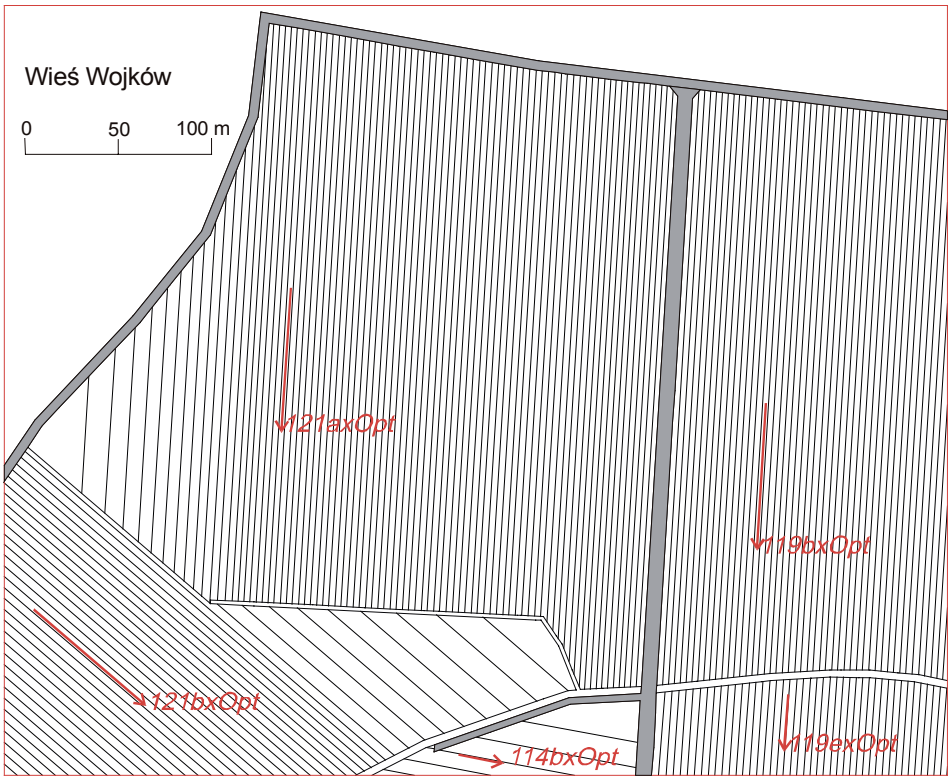
Podział na kompleksy projektowe uwzględnia nie tylko proponowany układ drogowy, ale również granice głównych użytków gruntowych a zwłaszcza terenów budowlanych, dróg, wód i lasów, które są przeważnie wyłączone ze scalenia. Granice kompleksów projektowych określają obszar, który będzie przedmiotem podziału pomiędzy gospodarstwa w procedurze optymalizacyjnej. Natomiast znajomość przebiegu granic użytków umożliwia między innymi lokalizację siedlisk. Przyjęto, że siedliskiem gospodarstwa jest należąca do niego największa działka budowlana. Podział rozpatrywanej wsi Wojków na kompleksy przedstawiony jest na rysunku 11.

Udziały gospodarstw w obszarze przeznaczonym do scalenia można wstępnie określić przez przecięcie istniejącego układu działek granicami kompleksów. Rezultatem takiego przecięcia jest możliwość dokonania podziału wszystkich gruntów gospodarstw na objęte scaleniem oraz wyłączone ze scalenia (najczęściej są to tereny budowlane, wody i lasy). Jednym z efektów tej czynności jest również mapa niezmienników zawierająca granice działek w kompleksach nie objętych scaleniem. Działki niezmienników we wsi Wojków wyróżnione są na rysunku 11 kolorem czerwonym.

Kolejny etap przygotowania danych wyjściowych wiąże się z podziałem kompleksów scaleniowych na niewielkie paski elementarne wydzielane zgodnie z kierunkami projektowania działek. Przykład takiego podziału wykonanego dla wybranego fragmentu wsi Wojków przedstawia rysunek 20. Efekt tej czynności, wraz z określoną następnie wstępną przynależnością poszczególnych obszarów do gospodarstw jest wyjściowym materiałem dla obliczenia wartości elementów macierzy odległości i zestawienia plików niezbędnych dla optymalizacji układu gruntowego we wsi. Proces sporządzania mapy niezmienników i pasków elementarnych jest w dużym stopniu zautomatyzowany.



Rysunek 19. Numeryczna mapa ewidencji gruntów i budynków wsi Wojków



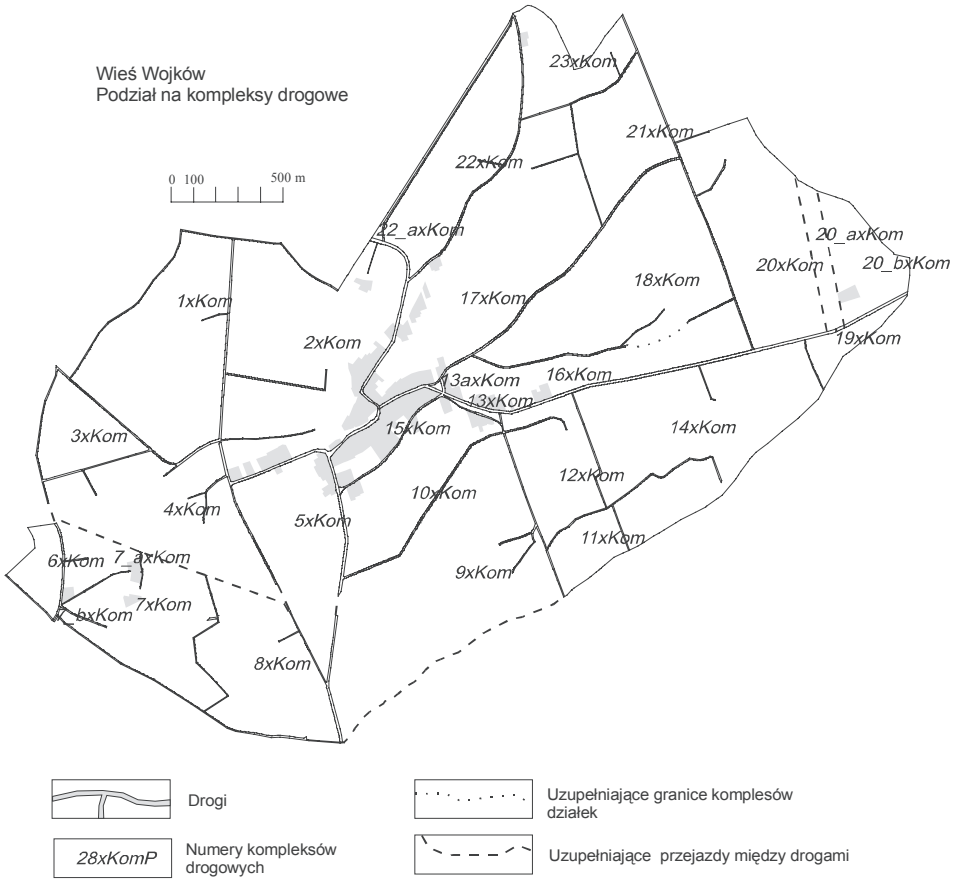
Rysunek 20. Fragment mapy pasków elementarnych i niezmienników wymaganej do obliczenia macierzy odległości siedlisk do gruntów

Na podstawie mapy pasków elementarnych oraz niezmienników tworzone są następujące pliki niezbędne w procesie obliczenia macierzy odległości:

1. obwodnice działek, występujących na mapie pasków elementarnych i niezmienników (plik WojkowPasN.txt),
2. lista działek z rodzajem użytku lub położeniem w kompleksie (plik WojkowPasExp.txt),
3. przynależności działek, pasków elementarnych i niezmienników do gospodarstw (plik WojkowPasParc.skg),
4. współrzędne punktów załamań elementów mapy (plik WojkowPas.pk1).

Dla obliczenia wartości elementów macierzy odległości, oprócz danych określających położenie elementów powierzchniowych (pasków elementarnych oraz wybranych obszarów bez podziału na paski) niezbędne są również informacje dotyczące układu sieci drogowej. Istniejącą sieć drogową należy podzielić na odcinki drogowe zawarte między sąsiednimi skrzyżowaniami oraz określić

zasięg kompleksów drogowych wyznaczających obszary obsługiwane przez tworzące te kompleksy drogi. Sieć drogowa w uzasadnionych przypadkach musi być uzupełniona o odcinki umożliwiające przejazd przez skrzyżowania, cieki wodne czy obszary komunikacyjne. Podział obszaru wsi Wojków na kompleksy drogowe przedstawia rysunek 21. Podział ten jest z zasady mniej szczegółowy niż podział na kompleksy projektowe. W granicach jednego kompleksu drogowego może występować bowiem więcej niż jeden kompleks projektowy.



Rysunek 21. Układ sieci transportu rolnego wsi Wojków z podziałem na kompleksy drogowe

Dodatkowe podziały związane są z występowaniem przeszkód terenowych (miedze) lub wydzieleniem mniejszych obszarów, dla których można przyjmować odmienne kierunki projektowania działek. Duży kompleks drogowy, z rozmiarów którego wynikają nadmierne długości uprawowe działek może być ponadto podzielony w połowie w sposób powodujący jednostronny dostęp

działek do dróg. Na podstawie mapy zawierającej podziały dotyczące sieci drogowej tworzone są dwa pliki zawierające współrzędne obwodnic kompleksów drogowych oraz współrzędne krawędzi poszczególnych odcinków dróg uzupełnione przejazdami przez skrzyżowania.

Przygotowane w powyższy sposób wymienione pliki opisujące położenie elementów powierzchniowych i niezmienników scaleniowych oraz charakteryzujące sieć dróg umożliwiają obliczenie macierzy odległości zbioru rozpatrywanych elementów od siedlisk gospodarstw. Sam proces obliczeniowy wykonywany jest przy pomocy opracowanego programu komputerowego, którego działanie powiązane jest z przygotowaniem pozostałych danych niezbędnych w procesie optymalizacji. W efekcie uzyskiwane są trzy pliki wykorzystywane w kolejnych etapach optymalizacji układu gruntowego:

1. plik zawierający odległości z siedlisk do obszarów nie dzielonych na paski, pasków elementarnych oraz niezmienników scaleniowych (plik WojkowPas_PrzOdlGosp.txt),
2. plik przechowujący listę działek występujących w macierzy odległości oraz ich powierzchnie i przynależności do gospodarstw (plik WojkowPasDzialGosp.txt),
3. plik przedstawiający listę gospodarstw i ich powierzchnie (plik WojkowPasGospWies.txt).

Czwarty niezbędny na tym etapie plik, zawierający listę kompleksów scaleniowych i ich powierzchnie (o nazwie WojkowPas_uzytki_powierzchnie.mkt) uzyskiwany jest bezpośrednio z mapy podziału wsi na kompleksy i nie wymaga wstępnego przetworzenia. Należy zaznaczyć, że macierz odległości obejmuje jedynie te gospodarstwa, dla których ustalone zostały numery działek siedliskowych lub wprowadzono współrzędne punktu wyjazdu z siedliska, od którego mierzone są odległości do gruntów. Gospodarstwa, dla których nie określono w żaden sposób położenia siedlisk nie są uwzględniane w macierzy odległości. Pełna lista gospodarstw i należące do tych gospodarstw działki przed scaleniem określone są w odpowiednich plikach odnoszących się do wyjściowej mapy numerycznej badanej wsi.

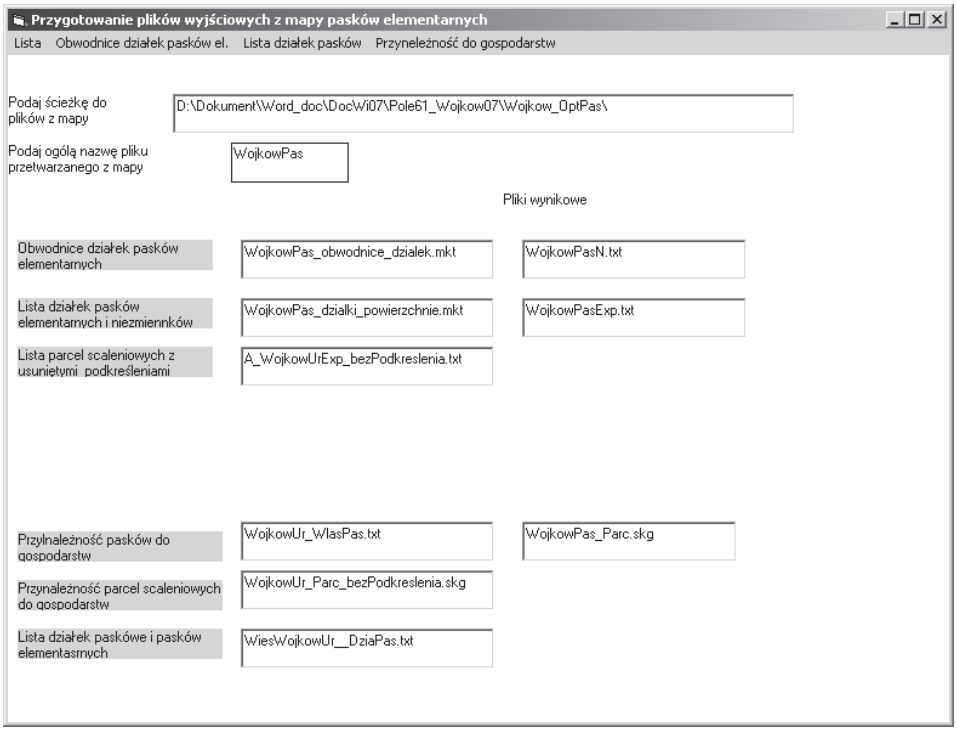
5.2. WSTĘPNA OPTYMALIZACJA PRZYDZIAŁU ELEMENTÓW POWIERZCHNIOWYCH DO GOSPODARSTW

5.2.1. Zestawienie plików wejściowych

Optymalizacją przydziału gruntów do gospodarstw objęte są głownie paski elementarne wydzielone w kompleksach projektowych, jednak mogą być w tym procesie uwzględniane również elementy powierzchniowe będące efektem podziału małych, niekształtnych kompleksów, których podział na paski nie jest celowy. Działki takie poddawane są podziałowi na umowne elementy powierzchniowe [Harasimowicz, Janus i Ostrągowska 2009a], których granice nie

są określone, podobnie jak w przypadku optymalizacji wykorzystującej istniejący podział na działki ewidencyjne. Tak wydzielonym elementom powierzchniowym przypisuje się odległości od siedlisk równe odległości działki do której należą. Rozwiązaniem alternatywnym jest zaliczenie takich obszarów do grupy niezmienników, z jednoczesnym odpowiednim zmniejszeniem wartości wydzielanych ekwiwalentów właściwym gospodarstwom.

Proces optymalizacji przydziału pasków elementarnych do gospodarstw rozpoczyna się od wskazania lokalizacji niezbędnych plików tekstowych z danymi (rysunek 22). Trzy pliki wyjściowe zawierające macierz odległości (WojkowPas_PrzOdlGosp.txt), przydziały działek do gospodarstw (WojkowPasDzialGosp.txt) oraz listę wszystkich gospodarstw we wsi występujących w macierzy odległości (WojkowPasGospWies.txt) uzyskiwane są w trakcie obliczania elementów macierzy odległości. Natomiast plik tekstowy z listą i powierzchniami kompleksów scaleniowych (WojkowPas_uzytki_powierzchnie .mkt) tworzony jest wprost z mapy parcel scaleniowych, wyodrębnionej na podstawie przecięcia działek ewidencyjnych starego stanu z warstwą użytków gruntowych.

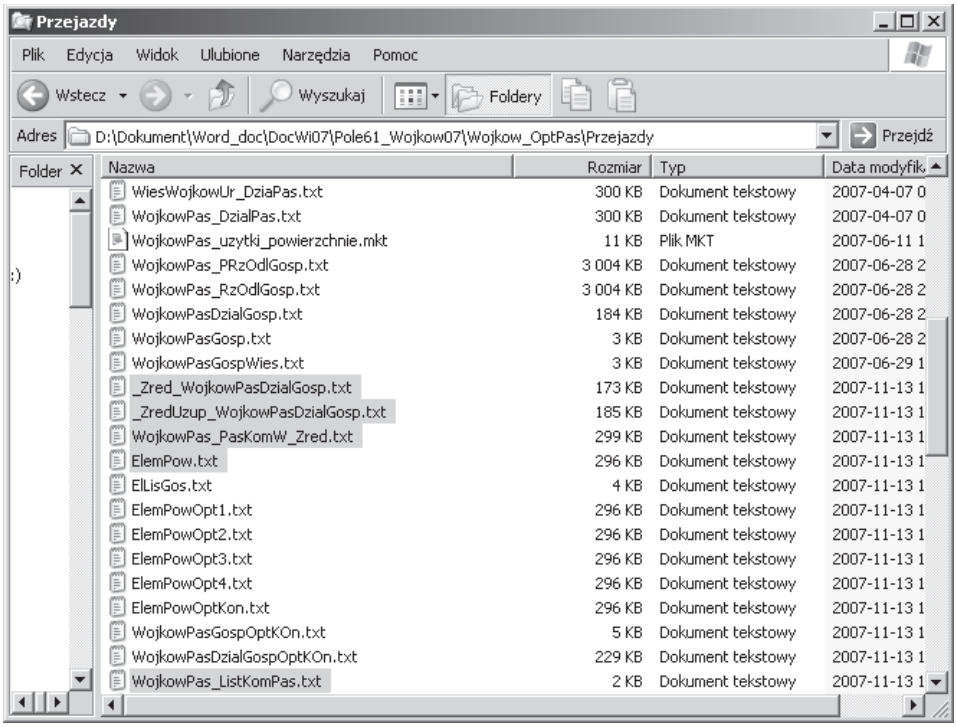


Rysunek 22. Wygląd formularza pozwalającego na przygotowanie plików służących do obliczenia elementów macierzy odległości pasków elementarnych od siedlisk gospodarstw

Obok pełnej listy gospodarstw, z którymi związane są poszczególne wiersze macierzy odległości, należy utworzyć osobną listę tych gospodarstw, które zostaną objęte optymalizacją (zapisaną w pliku o nazwie WojkowPasGosp.txt). Utworzenie jej polega na usunięciu z pierwotnej listy wszystkich tych gospodarstw, które z różnych powodów zostaną pominięte w utworzonej macierzy odległości. Są to na przykład grunty należące do tych jednostek rejestrowych, które w całości znajdują się na obszarach zdefiniowanych jako niezmienniki projektowe. Dotyczy to zwłaszcza dużej grupy jednostek rejestrowych posiadających tylko działki siedliskowe na obszarach zabudowanych, nie prowadzących najczęściej działalności rolniczej.

5.2.2. Budowa modelu

Budowa modelu opisującego zakres zmian przynależności pasków elementarnych do gospodarstw wiąże się z przetworzeniem szeregu danych wejściowych do postaci pięciu plików wynikowych (rysunek 23):



Rysunek 23. Zawartość katalogu roboczego po optymalizacji przydziału pasków do gospodarstw (zaznaczone pliki odnoszą się do budowy modelu, pliki znajdujące się powyżej dotyczą danych wyjściowych, pozostałe zawierają wyniki optymalizacji)

1. Zred_WojkowPasDzialGosp.txt – lista pasków i innych obszarów objętych optymalizacją,

2. Zred_Uzup_WojkowPasDzialGosp.txt – wykaz elementów objętych optymalizacją uzupełniony o powierzchnie wyrażone w hektarach,

3. Wojkow_Pas_KomW_Zred.txt – lista pasków elementarnych objętych optymalizacją wraz z numerem działki reprezentującym pasek, numerem kompleksu, powierzchnią w ha i liczbą działek, nazwą gospodarstwa,

4. ElemPow.txt – lista wszystkich elementów powierzchniowych objętych optymalizacją z nazwa działki i gospodarstw do którego należy,

5. WojkowPas_ListKomPas.txt – lista kompleksów objętych optymalizacją.

5.2.3. Wstępna optymalizacja przydziału elementów powierzchniowych do gospodarstw

Zasadniczy etap tego procesu optymalizacji połączony jest z analizą zmian przyporządkowania elementów powierzchniowych do poszczególnych gospodarstw. Związane jest to z wielokrotnym przeglądem zbioru tych elementów oraz takim wprowadzaniem zmian, które powodują zbliżanie gruntów do siedlisk gospodarstw. W trakcie kolejnych przeglądów dokonywane są wymiany elementów powierzchniowych między gospodarstwami prowadzące do zmniejszenia wartości funkcji celu, będącej sumą odległości z siedlisk gospodarstw do należących do nich elementów powierzchniowych. Proces optymalizacji można rozdzielić na etapy, z których każdy obejmuje pełny przegląd wszystkich elementów powierzchniowych. Dla rozpatrywanego w trakcie przeglądu elementu powierzchniowego analizowane są efekty jego wymiany ze wszystkimi pozostałymi elementami, za wyjątkiem należących do tego samego gospodarstwa co element rozpatrywany.

Efekt wymiany elementu powierzchniowego „i" (należącego do gospodarstwa „k") z elementem powierzchniowym „j" (należącym do gospodarstwa „l") w odniesieniu do wartości funkcji celu można określić w sposób następujący:

$$D_{ij} = -l_i^k - l_j^l + l_i^l + l_j^k \tag{9}$$

gdzie:

D_{ij} – zmiana funkcji celu spowodowana wymianą elementu powierzchniowego „i" na „j" pomiędzy dwoma gospodarstwami,

l_i^k – odległość elementu powierzchniowego „i" od siedliska gospodarstwa „k", do którego należy przed wymianą. Analogiczna interpretacja dotyczy pozostałych oznaczeń użytych we wzorze 9 – symbole „l" i "k" oznaczają gospodarstwa, natomiast „i" i "j" – elementy powierzchniowe.

Zmianę funkcji celu powodowaną rozpatrywaną wymianą elementów powierzchniowych („i” na „j”) można wyrazić przy pomocy różnic odległości do tych elementów z siedlisk gospodarstw:

$$D_{ij} = (l_j^k - l_j^l) - (l_i^k - l_i^l) = R_j^{lk} - R_i^{kl} \tag{10}$$

Różnicę odległości do elementu powierzchniowego „i” i „j” z siedlisk gospodarstw „k” i „l” wyrażają wzory (istotna jest kolejność wymienianych gospodarstw):

$$\begin{aligned} R_i^{kl} &= l_i^k - l_i^l \\ R_j^{kl} &= l_j^k - l_j^l \end{aligned} \tag{11}$$

Zmiana funkcji celu spowodowana wymianą elementu powierzchniowego „i” na „j” może być wyznaczona przez odjęcie od różnicy odległości do elementu powierzchniowego „j” od siedlisk gospodarstw „k” i „l” podobnej różnicy odległości do elementu powierzchniowego „i”.

Wyrażanie zmian wartości funkcji celu przez różnice odległości z siedlisk do elementów powierzchniowych upraszcza zarówno sam proces optymalizacji, jak również interpretację jej efektów. Zakres zmienności rozpatrywanych różnic odległości mierzonych wzdłuż rzeczywistych przebiegów dróg jest stosunkowo niewielki w porównaniu ze zmiennością odległości do tych elementów. Zależnie od układu sieci drogowej oraz położenia siedlisk można wyróżnić pewną liczbę obszarów, w obrębie których różnice odległości elementów powierzchniowych od wybranej grupy siedlisk są identyczne. W przypadku rozpatrywania jedynie dwóch gospodarstw występuje najczęściej kilka obszarów o identycznych różnicach odległości z siedlisk, natomiast obszary, na których odległość ta jest zmienna obejmują od kilku do kilkunastu procent wielkości wsi.

Linie równych różnic odległości związane z siedliskami gospodarstw określają optymalne ukształtowanie granic między gospodarstwami, które zapewnia najmniejsze nakłady na transport. Posługiwanie się różnicami odległości do elementów powierzchniowych ułatwiające rozważania dotyczące kształtowania rozłogów dwóch gospodarstw staje się jednak o wiele bardziej złożone w przypadku wzięcia pod uwagę większej ich grupy. Biorąc to pod uwagę, w opracowanej procedurze optymalizacyjnej do określania zmian wartości funkcji celu posłużono się odległościami do elementów powierzchniowych a nie różnicami tych odległości.

Uwzględniając powyższe, po przeglądnięciu wszystkich potencjalnych wymian rozpatrywanego elementu powierzchniowego „i” z pozostałymi, wstępnie zatwierdzana jest ta wymiana, która spowoduje największą zmianę (zmniejszenie) wartości funkcji celu (DD_i) określoną przy pomocy wskaźnika D_{ij}.

$$DD_i = \min D_{ij} \tag{12}$$

Wymiana ta jest ostatecznie zatwierdzana dopiero wtedy, jeżeli spełnia dodatkowe warunki. Przy wymianie elementów powierzchniowych między gospodarstwami pomijane są te, w których uczestniczą działki budowlane oraz te działki rolne, które przylegają do działek siedliskowych innego gospodarstwa. Wprowadzony został również warunek dotyczący pomijania wymian prowadzących do niewielkich zmian funkcji celu. Wymiany takie nie wpływają istotnie na zbliżenie gruntów do siedlisk i mogą powodować nieuzasadnione zmiany przynależności gruntów do gospodarstw.

Występujące w niektórych przypadkach niepożądane wymiany elementów powierzchniowych związane z tym etapem optymalizacji są przeważnie wynikiem uproszczeń przyjętych przy tworzeniu grafu sieci drogowej i obliczaniu związanych z nią elementów macierzy odległości. Do takich przypadków należy zaliczyć określanie przejazdów przez drogi lub skrzyżowania między istniejącymi wierzchołkami konturów drogowych, co powoduje, że w niektórych przypadkach nie przebiegają one prostopadle do kierunku drogi. Przyjęcie progowej wartości parametru DD_i na właściwym poziomie eliminuje niecelowe wymiany elementów powierzchniowych, co skraca czas optymalizacji pogarszając jedynie nieznacznie jej efekt. Biorąc pod uwagę szerokości wydzielanych pasków elementarnych, które wynoszą przeciętnie od kilku do kilkunastu metrów przyjęto, że uwzględniane będą wymiany elementów powierzchniowych zmniejszające funkcję celu o więcej niż 10 m:

$$DD_i \leq -10\,\mathrm{m} \tag{13}$$

Wartość powyższa może się różnić dla różnych obiektów, jednak powinna zawierać się w przedziale od 5 do 15 metrów.

Wprowadzenie najkorzystniejszej wymiany rozpatrywanego elementu powierzchniowego polega na zmianie przynależności wybranej pary elementów powierzchniowych między gospodarstwami. Każdy kolejny przegląd elementów powierzchniowych wykorzystuje aktualny ich przydział do poszczególnych gospodarstw.

Pełny przegląd efektów wymian wszystkich elementów powierzchniowych z pozostałymi kończy jeden etap optymalizacji. Jego rezultatem jest lista elementów powierzchniowych zawierająca aktualny ich przydział do gospodarstw. Jest ona zapisywana w katalogu roboczym w postaci pliku, w którego nazwie podany jest numer etapu. Przykładowo, po zakończeniu pierwszego etapu lista elementów powierzchniowych zapisywana jest w pliku o nazwie ElemPowOpt1.txt (rys. 23).

Wykonanie jednego pełnego przeglądu nie przesądza o braku możliwości wykonania innych wymian pozwalających na dalsze zmniejszenie odległości do gruntów, z uwagi na zmieniające się informacje o przynależności elementów powierzchniowych do gospodarstw. Jednak każdy kolejny etap przeglądu będzie

prowadził do coraz mniejszych zmian wartości funkcji celu. Kolejny przegląd zbioru elementów powierzchniowych jest podejmowany wtedy, kiedy można oczekiwać, że przyniesie on dalsze, istotne zmniejszenie odległości do gruntów. Przyjęto zasadę, że o kontynuacji procesu optymalizacji decydować będzie obniżenie funkcji celu uzyskane w przeglądzie (etapie) poprzednim:

$$DDD_{etap} = \min DD_i \tag{14}$$

Omawiany etap optymalizacji można uznać za zakończony, gdy w poprzedzającym etapie nie zostało uzyskane wystarczające zmniejszenie funkcji celu. W celu ograniczenia czasu trwania obliczeń, nawiązując jednocześnie do wcześniej wprowadzonego warunku na pomijanie wymian elementów powierzchniowych prowadzących do nieistotnych zmian odległości do gruntów przyjęto, że kolejny przegląd będzie wykonywany, gdy największe obniżenie funkcji celu w poprzednim przeglądzie przekroczy 100 m, czyli że:

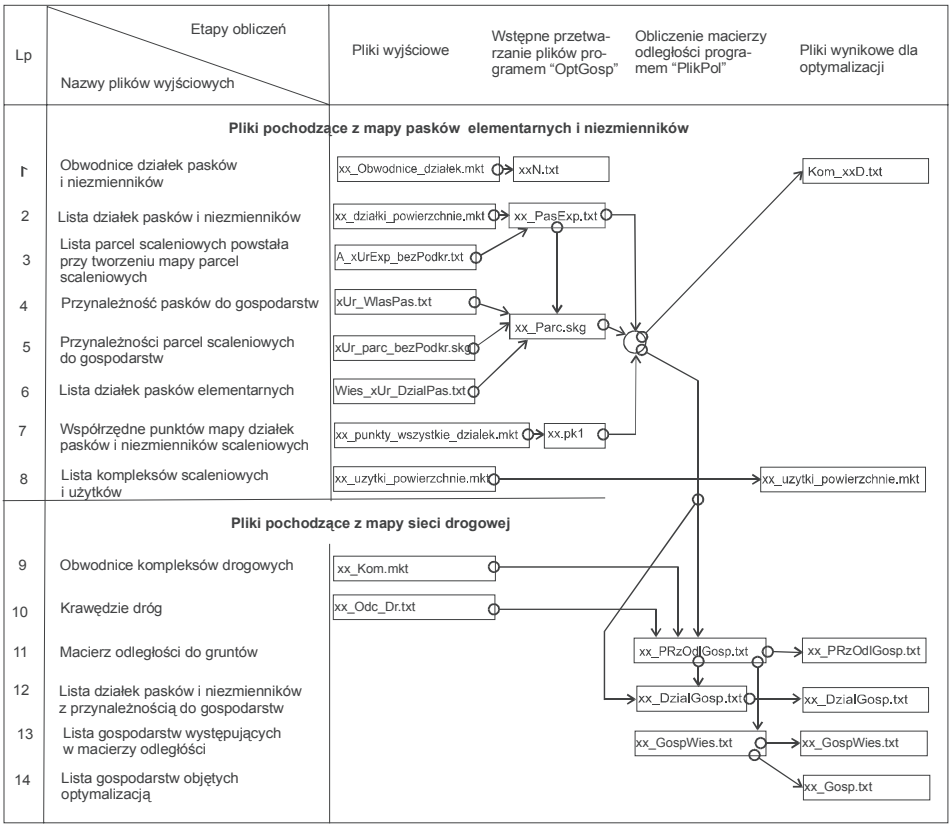
$$DDD_{etap} < -100\,\mathrm{m} \tag{15}$$

Aby proces optymalizacji został zakończony, ograniczenie związane z zatwierdzeniem zmian przynależności elementów powierzchniowych powinno być mniej rygorystyczne niż ograniczenie warunkujące podejmowania kolejnych etapów optymalizacyjnych (przeglądów). Na podstawie analizy przeprowadzonych procesów optymalizacyjnych ustalono, że w przypadku rozpatrywania dużych macierzy odległości, ograniczenia dotyczące przejścia do kolejnych etapów optymalizacji powinny być przynajmniej pięciokrotnie silniejsze niż odnoszące się do zatwierdzania wymian poszczególnych par elementów powierzchniowych.

Zakończenie tego etapu procesu optymalizacji umożliwia zapis jego wyniku do trzech plików tekstowych mających w swej nazwie skrót „OptKon". Zawierają one listę elementów powierzchniowych i ich aktualny przydział do gospodarstw (plik ElemPowOptKon.txt), listę działek lub ich części przydzielanych poszczególnym gospodarstwom (plik WojkowPasDzialGospOptKon.txt) oraz listę gospodarstw, gdzie zapisano przeciętne odległości do gruntów przed i po optymalizacji (plik WojkowPasGospOptKon.txt). Lista elementów powierzchniowych po optymalizacji zawiera identyczną kolejność oraz te same informacje co lista tych elementów przed optymalizacją. Uwaga ta dotyczy wszystkich poszczególnych etapów. Pozwala to na analizę zmian zarówno wartości funkcji celu, jak i zmian przynależności poszczególnych elementów w trakcie całego procesu optymalizacji.

Na rysunkach 24 i 25 przedstawiono schematy tworzenia plików wymaganych przy optymalizacji rozmieszczenia pasków elementarnych w stosunku do siedlisk, pozwalający na prześledzenie kolejności ich przetwarzania w trakcie budowy modelu obszaru, wstępnego procesu optymalizacji i późniejszych

korekt. Schematy te ilustrują również proces dochodzenia do takiego przydziału elementów powierzchniowych do gospodarstw, które cechuje najkrótsza ich odległość do siedlisk.

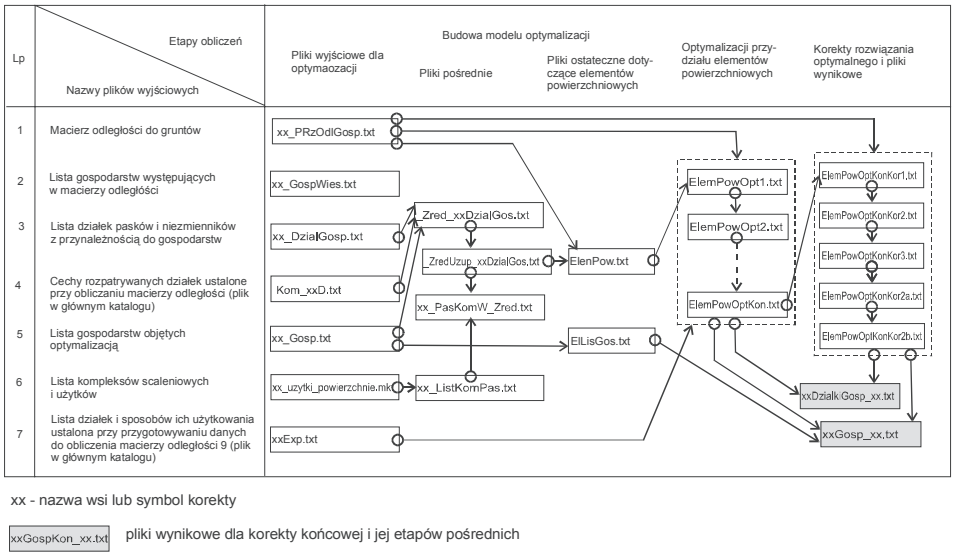


xx - nazwa wsi

Rysunek 24. Schemat tworzenia i wzajemnych powiązań plików wymaganych przy optymalizacji rozmieszczenia elementów powierzchniowych

Rozwiązanie omawianego modelu uwzględniające jedynie minimalizację odległości do gruntów nie jest jednoznaczne, ponieważ niezależnie od otrzymanego rozwiązania istnieje wiele innych przydziałów elementów powierzchniowych do gospodarstw, które uzyskują minimalną odległość tych elementów do siedlisk lub są do niej zbliżone. Liczba takich przydziałów zależy przede wszystkim od wzajemnego rozmieszczenia siedlisk gospodarstw na danym obszarze oraz od jego podziału na kompleksy projektowe. Występowanie wielu przydziałów gruntów w sposób zbliżony minimalizujących przeciętną ich odle-

głość od siedlisk we wsi może być utożsamiane z nieoznaczonością rozwiązania optymalnego. Zakres tej nieoznaczoności teoretycznie może przyjmować bardzo szeroki zakres wartości – od jej zupełnego braku (w przypadku zabudowy rozproszonej, kiedy każdemu fragmentowi obszaru można jednoznacznie przyporządkować najbliższe siedlisko) aż do prawie pełnej nieoznaczoności, która występować może teoretycznie w przypadku zabudowy bardzo skupionej. W praktyce cecha ta będzie przyjmowała różne wartości pośrednie, co oznacza, że w ramach uzyskanej już minimalnej przeciętnej odległości gruntów na obszarze optymalizowanej wsi istnieje jeszcze możliwość dokonywania znaczących modyfikacji uzyskanego układu gruntowego (w postaci przydziału elementów powierzchniowych do poszczególnych gospodarstw), które pozwolą uzyskać układ poprawny również z punktu widzenia kryteriów, które nie zostały bezpośrednio włączone do wstępnego procesu optymalizacji. Modyfikacje te są w omawianym procesie realizowane poprzez szereg korekt pierwotnego rozwiązania optymalnego, z których każda realizowana jest w ramach nieoznaczoności rozwiązania optymalnego lub z niewielkim, określonym przyrostem wartości funkcji celu jaką jest przeciętna odległość gruntów na rozpatrywanym obszarze.



Rysunek 25. Schemat budowy modelu i procesu optymalizacji rozmieszczenia elementów powierzchniowych

5.3. WSTĘPNA OPTYMALIZACJA PRZYDZIAŁU GRUNTÓW DO GOSPODARSTW ROLNYCH NA PRZYKŁADZIE WSI WOJKÓW

Wieś Wojków charakteryzuje się znacznym rozdrobnieniem gruntów, pomimo tego, że obecny ich układ jest wynikiem zakończonego w 2004 roku scalenia. Można to wiązać z istniejącą strukturą obszarową gospodarstw (niewielka średnia powierzchnia gospodarstwa wynosząca 3.6 ha, bardzo dużo jednostek rejestrowych o powierzchni poniżej 1 ha) oraz skomplikowanym rozmieszczeniem użytków gruntowych. Obszar rozpatrywanej wsi dzieli się na 1028 działek ewidencyjnych, w obrębie których można wyróżnić 908 parcel użytków rolnych o średnim obszarze 0,61 ha. Jedynie około połowa (497) tych parcel należy do gospodarstw, których właściciele zamieszkują w badanej wsi. Utrudnia to właściwe gospodarowanie oraz stanowi utrudnienie zarówno w rzeczywistym procesie scalenia, jak i w trakcie optymalizacji. Na rozpatrywanym obszarze można zidentyfikować 94 gospodarstwa rolne, których siedliska położne są na jej terenie. Przeciętnie na jedno takie gospodarstwo o powierzchni niespełna 4 ha przypada około 6 parcel użytków rolnych.

Procesem optymalizacji układu gruntowego we wsi Wojków objęty został obszar 532.14 ha, co stanowi około 95% użytków rolnych oraz nieco ponad 80% powierzchni wsi. W procesie optymalizacji uczestniczą tylko użytki rolne. Pominięto w związku z tym w trakcie budowy modelu tereny budowlane, wody, lasy oraz niewielkie obszary użytków rolnych położone w pobliżu zabudowań i ściśle z nimi powiązane, traktując je podobnie jak w rzeczywistym procesie scalenia, jako niezmienniki. Pozostały obszar podzielono na 73 kompleksy projektowe (rysunek 11), biorąc pod uwagę układ drogowy będący rezultatem przeprowadzonego scalenia, granice zewnętrzne rozpatrywanej wsi, istniejący układ rowów, wód stojących oraz przebieg przecinającej obszar wsi linii kolejowej. Kompleksy te podzielono na paski elementarne o powierzchni 10 arów zgodnie z kierunkami projektowania działek. Kierunki projektowania w poszczególnych kompleksach przyjęto w sposób identyczny jak w zakończonym postępowaniu scaleniowym. Ogółem wydzielono 5404 paski elementarne, z których 5291 objętych zostało optymalizacją. Pominięte 103 paski elementarne należą do gospodarstw, których siedliska nie zostały zidentyfikowane na mapie ewidencyjnej. Oprócz wydzielonych pasków elementarnych do modelu optymalizacyjnego włączono również 18 działek znajdujących się w kompleksach nie dzielonych na paski elementarne z powodu ich zbyt małego obszaru lub nieregularnego kształtu.

Na całym obszarze objętym scaleniem wyodrębniono ostatecznie 5326 elementów powierzchniowych o powierzchni 10 arów. Na tę liczbę elementów powierzchniowych składa się 5291 elementów w kształcie pasków oraz 35 elementów powierzchniowych reprezentujących 18 działek znajdujących się w kompleksach, które nie były dzielone na elementy powierzchniowe.

Dla 94 gospodarstw jednoznacznie zidentyfikowano położenie działek siedliskowych. Położenie siedlisk gospodarstw mających siedliska w sąsiednich wsiach ustalono na granicy wsi Wojków przy drogach dojazdowych biegnących od strony tych wsi. Siedlisko dotyczące gruntów różniczan dalekich (nie należących do jednej z otaczających obszar scalenia wsi) zostało ustalone w centralnej części obszaru zabudowanego wsi Wojków. Sporządzona dla wsi Wojków macierz odległości zawiera ponad pół miliona elementów, a obliczenie ich wartości było najbardziej czasochłonną częścią procesu optymalizacji.

Przeciętna odległość optymalizowanych gruntów do siedlisk gospodarstw we wsi Wojków w stanie wyjściowym wynosi 1597,26 m (tabela 1). Grunty gospodarstw biorących udział w optymalizacji obejmują 555 udziałów w kompleksach scaleniowych. Liczba tych udziałów jest niewiele mniejsza od liczby działek objętych optymalizacją i należących do gospodarstw położonych w danej wsi wynoszącej 497. Wynika z tego, że w poszczególnych kompleksach rozpatrywane gospodarstwa posiadają przeważnie tylko po jednej działce. Powierzchnie udziałów gospodarstw w poszczególnych kompleksach (czyli w tym przypadku również działek) nie są zbyt duże, co nawiązuje do średniej powierzchni działki przed optymalizacją wynoszącej 0,61 ha. Ponad połowa tych udziałów (364) nie jest większa od 1 ha, a 24 udziały są mniejsze od 10 arów (tabela 1). Przypadki w których dane gospodarstwo posiada więcej niż jeden udział w kompleksie dotyczą najczęściej gospodarstw, które w procesie optymalizacji traktowane są jako jedno, a w ewidencji należą do dwóch jednostek rejestrowych. Takim przykładem są grunty należące do małżonków, którzy posiadają odrębne jednostki rejestrowe, faktycznie wspólnie użytkując posiadane grunty. Stosunkowo częste wydzielanie gruntów stanowiących własność małżonków w postaci odrębnych działek było jedną z cech charakterystycznych zakończonego scalenia gruntów we wsi Wojków.

Przeprowadzony proces wstępnej optymalizacji, związany z przydziałem elementów powierzchniowych do gospodarstw zawierał 4 etapy wiążące się z pełnym przeglądem wszystkich elementów powierzchniowych (tabela 1) Zasadnicze zmniejszenie średniej odległości do gruntów wynoszące 585 m zostało uzyskane już po pierwszym przeglądzie elementów powierzchniowych (etap 1). Uzyskane zmniejszenie odległości wiązało się jednak z wyraźnym pogorszeniem rozłogów gospodarstw przejawiającym się między innymi w postaci zwiększenia liczby udziałów gospodarstw w poszczególnych kompleksach. Ich liczba w kompleksach wzrosła z 555 do 581, co w praktyce wiązałoby się z większą liczbą mniejszych działek. Najbardziej niekorzystne zmiany dotyczą udziałów najmniejszych. Liczba udziałów o powierzchni do 20 arów zwiększyła się dwukrotnie, a udziałów mniejszych od 10 arów czterokrotnie.

Redukcja przeciętnej odległości do gruntów w kolejnych 3 etapach optymalizacyjnych była znacznie mniejsza i wynosiło od kilkunastu do kilku metrów, przy równie małych zmianach liczby i wielkości udziałów gospodarstw

w kompleksach. Ostatecznie, w wyniku wstępnej optymalizacji przynależności elementów powierzchniowych do gospodarstw średnia odległość z siedlisk do gruntów uległa zmniejszeniu o około 615 m, do wartości 982,2 m (tabela 1), czyli o blisko 40% w stosunku do wartości wyjściowej. Nowy przydział elementów powierzchniowych do gospodarstw zapewniający znaczne zbliżenie gruntów do siedlisk wiąże się jednak ze sporym zmniejszeniem powierzchni działek wydzielanych poszczególnym gospodarstwom. W rozwiązaniu optymalnym nastąpiło również niewielkie zmniejszenie liczby udziałów gospodarstw w kompleksach (do 530) połączone jednak ze znacznym zwiększeniem liczby udziałów o najmniejszym obszarze (do 10 arów).

Tabela 1. Etapy wstępnej optymalizacji układu gruntowego we wsi Wojków

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		Liczba udziałów gospodarstw w kompleksach scaleniowych			
			Działki	paski	wszystkich	do 1 ha	do 20 arów	do 10 arów
Przed optymalizacją	1597,26	-	18	5291	555	364	74	24
Etap1	1011,77	10/100	23	5291	581	402	157	93
Etap 2	993,79	10/100	21	5291	536	359	146	81
Etap 3	987,36	10/100	21	5291	532	356	151	90
Etap 4	984,13	10/100	21	5291	530	354	148	88
Po optymalizacji wstępnej	982,20	10/100	21	5291	530	354	148	88

Źródło: opracowanie własne.

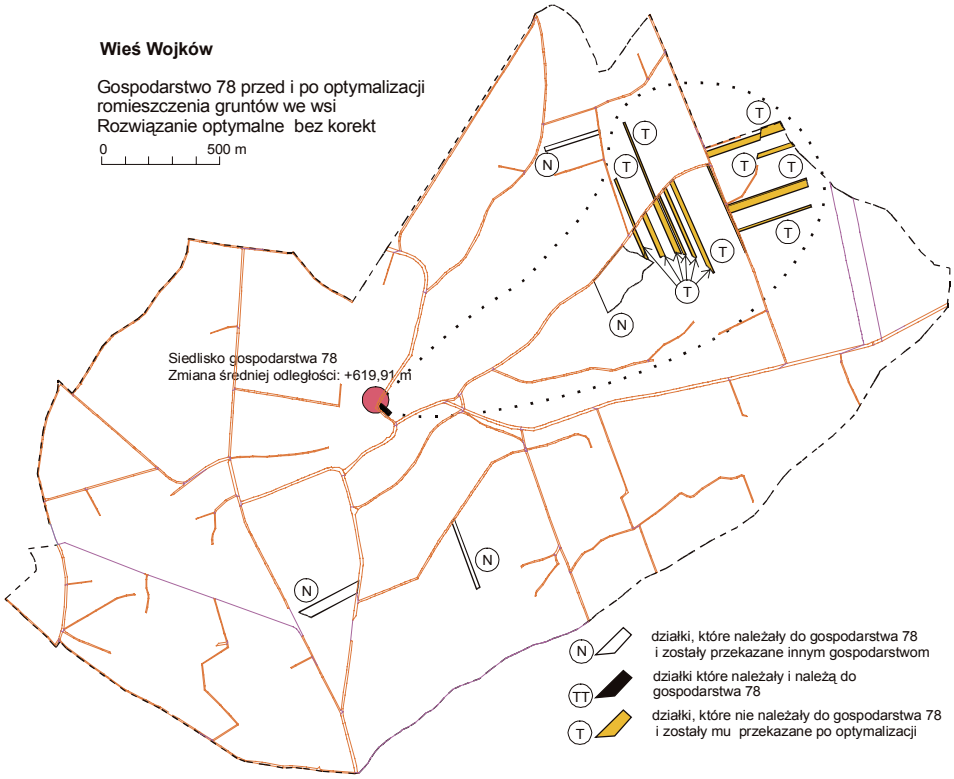
Uzyskane w omawianym rozwiązaniu optymalnym korzyści w postaci zmniejszenia odległości do gruntów rozkładają się w sposób nierównomierny na poszczególne gospodarstwa. Obok gospodarstw w których nastąpiło niekiedy znaczne zmniejszenie odległości do gruntów występują takie, w których odległość ta uległa dużemu zwiększeniu. W pierwotnym rozwiązaniu optymalnym, w przypadku 18 gospodarstw wystąpiło zwiększenie odległości do gruntów przekraczające 200 m. Zaproponowanie w procesie scalenia takiego układu gruntów mogłoby być przyczyną braku jego akceptacji ze strony właścicieli tych gospodarstw, chyba że odległość gruntów od siedlisk byłaby uwzględniona w szacunku porównawczym.

Obserwowane pogorszenie rozłogów gospodarstw i pojawiające się niekorzystne, jednostkowe przyrosty odległości w uzyskanym rozwiązaniu są w dużym stopniu związane z nieoznaczonością rozwiązania optymalnego i dzięki

temu można je zwykle skutecznie wyeliminować. Istnieje stosunkowo duża liczba odmiennych przydziałów elementów powierzchniowych do gospodarstw, które pozwalają uzyskać najmniejszą odległość do gruntów, a otrzymane rozwiązanie optymalne jest jednym z takich przydziałów, powstałym w zasadzie w sposób przypadkowy. Wady uzyskanego rozwiązania biorą się z nieuwzględnienia w modelu warunków zapewniających poprawną wielkość wydzielanych działek w kompleksach projektowych oraz związanych z unikaniem zwiększania odległości do gruntów w poszczególnych gospodarstwach. Wady te mogą być przeważnie wyeliminowane przez korekty tego rozwiązania dokonywane w ramach jego nieoznaczoności lub z niewielkim przyrostem wartości funkcji celu [Harasimowicz, Janus i Ostrągowska 2009b].

Omówione wady rozmieszczenia elementów powierzchniowych w stosunku do siedlisk gospodarstw potwierdza wynik optymalizacji odnoszący się do gospodarstwa o numerze 78. Wybrane gospodarstwo należy do tej grupy gospodarstw, w której odległość do gruntów po wstępnej optymalizacji uległa istotnemu przyrostowi. Średnia odległość w rozpatrywanym gospodarstwie zwiększyła się w wyniku optymalizacji z 1165 m do 1785 m, czyli o ponad 50%. Na rysunku 26 przedstawiono przestrzenne rozmieszczenie elementów powierzchniowych należących do gospodarstwa 78 po przeprowadzeniu optymalizacji układu gruntowego w całej wsi. Przed optymalizacją gospodarstwo 78 składało się z 4 działek rozrzuconych po całym obszarze wsi w różnych kompleksach (rysunek 26). Wszystkie działki były większe od 20 arów, a powierzchnia jednej z nich przekroczyła 1 ha (tabela 5). Po optymalizacji grunty omawianego gospodarstwa zostały wydzielone również w czterech kompleksach położonych jednak w zdecydowanie większych odległościach od siedliska niż przed tym zabiegiem. Elementy przydzielone gospodarstwu 78 rozmieszczone są w sposób przypadkowy tworząc 13 odrębnych działek, składających się z dwóch do czterech pasków elementarnych. Grunty rozpatrywanego gospodarstwa są usytuowane praktycznie przy jednej drodze biegnącej z siedliska gospodarstwa położonego w centralnej części wsi do wschodniej jej granicy. Z uwagi na skupioną zabudowę rozpatrywanej wsi większość gruntów położonych przy tej drodze, należących do różnych gospodarstw może być wymieniana między tymi gospodarstwami bez istotnego wpływu na średnią odległość do gruntów w całej wsi. Lokalizacja większości wydzielonych działek gospodarstwa 78 znajdujących się w dużych odległościach od siedliska może być zatem skorygowana z korzyścią dla tego gospodarstwa i bez wpływu na osiągnięty efekt optymalizacji w ujęciu całego obszaru, kosztem gospodarstw które uzyskały największe przybliżenie swoich gruntów do siedlisk.

Efektem końcowym tego etapu optymalizacji układu gruntowego są trzy 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.



Rysunek 26. Działki należące do gospodarstwa 78 po wstępnej optymalizacji gruntów we wsi (Wieś Wojków)

5.4. OPTYMALNY PRZYDZIAŁ GRUNTÓW DO GOSPODARSTW NA TLE STREF RÓŻNIC ODLEGŁOŚCI Z SIEDLISK

Możliwa do uzyskania na danym obszarze minimalizacja odległości pomiędzy gruntami gospodarstw a ich siedliskami zależy od wielu czynników, takich jak: kształt i wielkość wsi, układ sieci drogowej, rozmieszczenie siedlisk czy struktura przestrzenna gospodarstw. W przypadku zabudowy zwartej przyjmuje się, że przeciętna odległość gruntów od siedlisk nie powinna przekraczać 1 km [Woch 2001]. W przypadku zabudowy rozproszonej możliwa do uzyskania odległość może być mniejsza, jednak w dużej mierze zależne jest to od przestrzennego rozmieszczenie różnych użytków i klas gruntów.

Jako kryterium poprawności przydziału gruntów do gospodarstw w procesie optymalizacji można przyjąć ich położenie w stosunku do linii i stref różnic odległości z działek do siedlisk [Harasimowicz 1986]. Wpływ tych dwóch

elementów na optymalizację podziału gruntów przedstawiono na przykładzie dwóch gospodarstw położonych we wsi Wojków. Do opisu położenia gruntów wykorzystano granice działek ewidencyjnych, rezygnując w tym przypadku z podziału na paski elementarne. Wariant taki dopuszcza opracowany program optymalizacji układu gruntowego wsi [Harasimowicz, Janus i Ostrągowska 2006b].

5.4.1. Strefy różnic odległości z siedlisk do gruntów rozpatrywanych gospodarstw

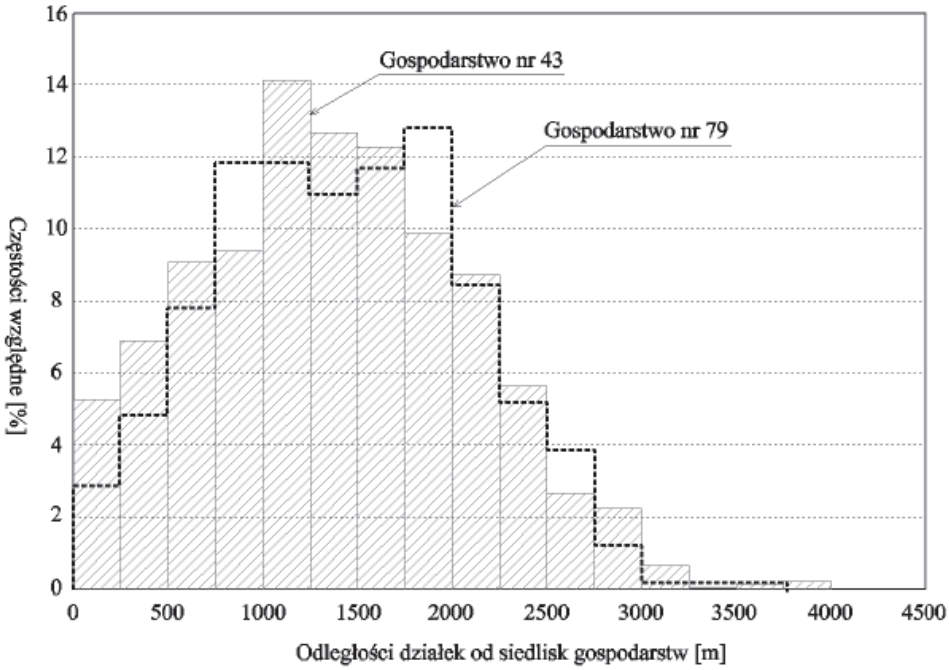
Przydział gruntów do gospodarstw, mający decydujący wpływ na koszty transportu rolnego, może być analizowany przy pomocy zarówno odległości działek od siedlisk jak i różnic odległości do tych działek [Harasimowicz, Janus i Ostrągowska 2009b]. Ocena przydziału gruntów do gospodarstw, a zwłaszcza interpretacja zmian tego przydziału, dokonywana na podstawie analizy odległości z siedlisk do działek gruntowych jest stosunkowo trudna ze względu na znaczną zmienność tych odległości, ich przypadkowy charakter oraz brak czytelnych zasad określających zróżnicowanie tej zmienności między poszczególnymi gospodarstwami. Na zakres zmian odległości gruntów do siedlisk wpływają przede wszystkim rozmiary wsi, położenie terenów budowlanych oraz układ sieci transportowej, uwzględniający różnorodne przeszkody terenowe w postaci potoków oraz linii kolejowych. Istotny jest również sposób dostępności działek do dróg oraz występowanie obszarów nie posiadających połączenia z siecią drogową.

Rozkłady odległości do gruntów mają najczęściej maksimum, a ich kształt oraz zakres zmienności zależy od kształtu wsi i położenia siedlisk gospodarstw. Przedział zmienności odległości do działek od siedlisk położonych w centrum wsi można powiązać z jej długością i najczęściej zawiera się w przedziale od 1.2 do 1.5 długości wsi. Siedliska leżące przy granicach wsi mają zdecydowanie największy przedział zmienności odległości do gruntów. Kształt rozkładów odległości gruntów od siedlisk związany jest głównie z kształtem sieci transportowej. Wykresy rozkładów charakteryzują się niewielką asymetrią prawostronną, która maleje wraz ze wzrostem wydłużenia wsi.

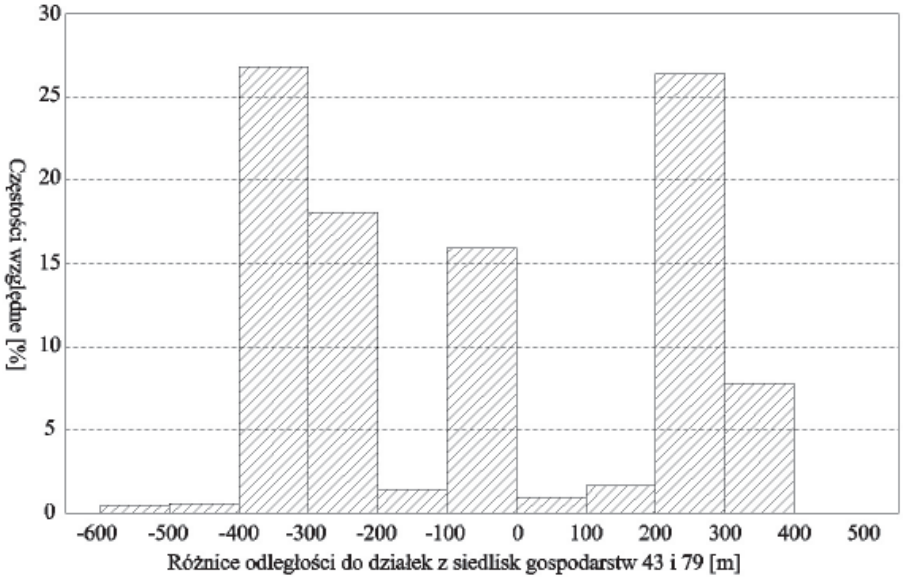
Na rysunku 27 przedstawiono przykładowe rozkłady odległości z siedlisk do działek w odniesieniu do gospodarstw o numerach 43 i 79. Siedliska obu tych gospodarstw leżą w pobliżu centrum wsi, co może być przyczyną dużego podobieństwo rozpatrywanych rozkładów. Charakteryzują się one nieznaczną skośnością oraz zbliżonym zakresem zmienności odległości od zera do około trzech kilometrów. Przeciętna odległość z siedliska gospodarstwa 43 do należących do niego działek równa jest 1382 m, przy czym najczęściej występują działki należące do przedziału od 1000 do 2000 m. Uzyskany rozkład liczebności działek można wiązać z kształtem wsi Wojków, której długość wynosi około 4 km.

W przypadku gospodarstwa o numerze 79, z uwagi na większa odległość od centrum wsi otrzymano w wyniku nieco większą przeciętną odległość do gruntów wynoszącą 1438 m oraz bardziej spłaszczony kształt wykresu rozkładu odległości do gruntów. Niewielka różnica widoczna jest również z postaci nieznacznego zwiększenia liczebności działek o większych odległościach od siedliska.

Porównując ze sobą dane dwóch gospodarstw dotyczące odległości do gruntów i różnic tych odległości można zauważyć, że otrzymane kształty wykresów znacznie się od siebie różnią (rysunki 27 i 28). Do każdej działki można przeważnie (chociaż nie w każdym przypadku) dojechać z dwóch siedlisk tą samą drogą, pokonując wcześniej odcinek łączący te siedliska. Na rysunku 28 przedstawiony jest wykres rozkładu liczebności różnic odległości do działek we wsi Wojków z siedlisk gospodarstw 43 oraz 79. Zmienność tych różnic odległości ograniczona jest odległością pomiędzy samymi siedliskami rozpatrywanych gospodarstw, wynosząca około 600 m. Cechą charakterystyczną jest to, że różnice odległości do gruntów koncentrują się w kilku przedziałach klasowych. W przypadku gospodarstw 43 i 79 można wyróżnić pięć przedziałów klasowych, w których znajduje się od 8 do 27 % różnic odległości do działek, co łącznie obejmuje ponad 95% wszystkich zarejestrowanych wartości.



Rysunek 27. Rozkłady liczebności odległości działek położonych we wsi Wojków od siedlisk dla gospodarstw o numerach 43 i 79



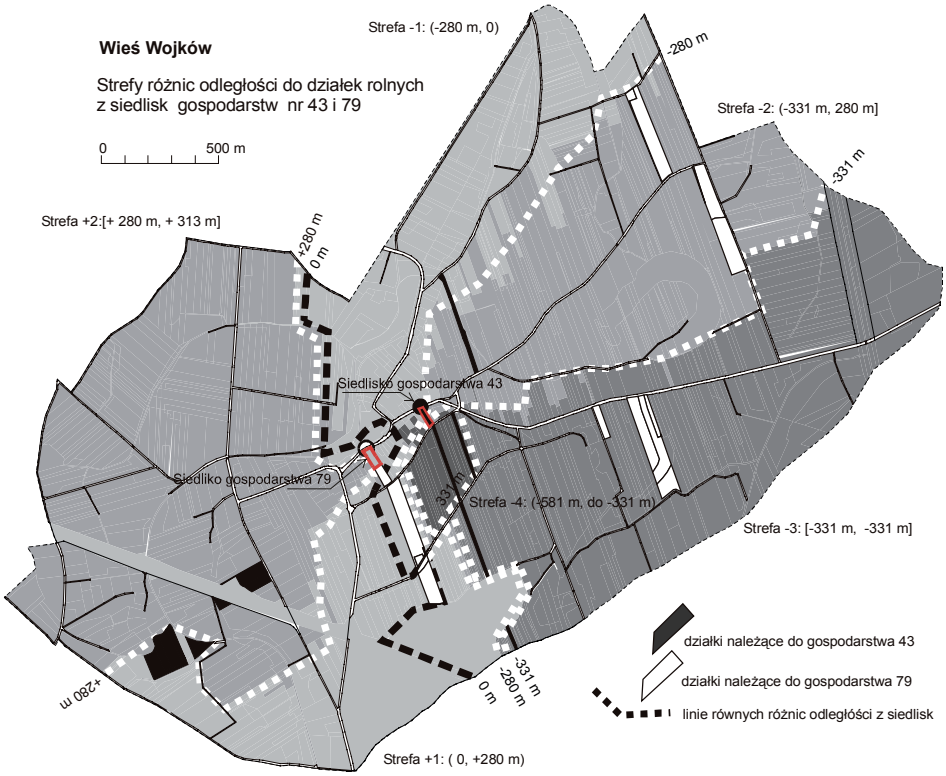
Rysunek 28. Rozkłady liczebności różnic odległości działek położonych we wsi Wojków od siedlisk gospodarstw 43 i 79

Przedstawiony na rysunku 28 rozkład zbioru różnic odległości do gruntów z siedlisk dwóch gospodarstw wynika stąd, że zdecydowana większość elementów w tym zbiorze (najczęściej ponad 90%) przyjmuje tylko kilka różnych wartości, które wiązać można z odległościami pomiędzy skrzyżowaniami dróg lub skrzyżowaniami a wyjazdami z siedlisk gospodarstw. Z tego powodu wszystkie działki, do których najkrótsza trasa biegnąca z obu siedlisk przebiega przez to samo skrzyżowanie posiadają tę samą różnicę odległości dla obu gospodarstw. Natomiast ciągły zakres zmienności różnic odległości do działek z siedlisk gospodarstw obejmuje zazwyczaj zaledwie kilka procent działek położonych w danej wsi, w zależności od wzajemnego układu siedlisk i skomplikowania sieci transportowej.

Każdy przedział, w którym występuje duża liczba różnic odległości jest zatem konsekwencją przejazdu przez określone skrzyżowanie lub obok jednego z siedlisk rozpatrywanej pary gospodarstw. W odniesieniu do gospodarstw 43 i 79 można wyróżnić pięć takich przedziałów: trzy dotyczą działek położonych bliżej siedliska gospodarstwa 43 (przedziały: (-400,-300), (-300,-200) i (-100,0)) oraz dwa przedziały grupujące działki położone bliżej gospodarstwa 79 (przedziały: (200,300), (300,400)). We wszystkich wyróżnionych przedziałach występuje przynajmniej jedna charakterystyczna różnica odległości, wspólna dla

większej grupy działek do których dojazdy z obu siedlisk pokrywają się na końcowych odcinkach i przebiegają przez ten sam punkt sieci transportowej. Jak wynika z rysunku 28, zmienność różnic odległości z siedlisk do gruntów jest niewielka i ogranicza się do kilku wartości uzyskiwanych przez przeważającą liczbę działek. Ułatwia to rozważania związane z oceną przydziałów gruntowych do obu gospodarstw. Można zauważyć, że wymiany działek o tej samej różnicy odległości z siedlisk nie prowadzą do zmian średniej odległości gruntów w tych gospodarstwach, a co za tym idzie również w całej wsi. Strefy różnic odległości z siedlisk gospodarstw 43 i 79 przedstawione na rysunku 29 odpowiadają dość dokładnie pięciu określonym wcześniej przedziałom klasowym rozkładu liczebności działek W rezultacie wyodrębnionych zostało 5 stref odległości, z czego trzy obejmują działki położone bliżej gospodarstwa 43 (strefy: -1, -2 i -3) oraz dwie położone dalej (strefy: „+1" i „+2"). Wyróżnione strefy wyczerpują pełną zmienność różnic odległości do wszystkich działek z obu siedlisk , która zawiera się w przedziale od -581 do +373 m. Poszczególne strefy obejmują również sąsiadujące przedziały różnic odległości, w których zmieniają się one w sposób ciągły i są reprezentowane przez stosunkowo nieliczne, pojedyncze działki. Strefa oznaczona symbolem „-1" obejmuje różnice odległości od -280 do 0 m i dotyczy dużej grupy działek, do których dojazd prowadzi przez skrzyżowanie położone między siedliskami obu gospodarstw i drogę biegnącą przez tę strefę w górnej części rysunku 29 tworzącą podstrefę nr 6 (tabela 2). Różnica odległości do tych działek z siedlisk rozpatrywanych gospodarstw wynosi -21 m i jest równa różnicy odległości z siedlisk do skrzyżowania dróg położonego na początku tej strefy. Podstrefa nr 6 składa się z 245 działek, czyli 14.2% wszystkich rozpatrywanych działek. Do omawianej strefy zaliczono również 5 działek (0.3%), do których różnica odległości jest mniejsza niż 21 m (podstrefa 7) oraz dość liczną grupę działek (68 działek, co stanowi 3,9%) o różnicach odległości zmieniających się w granicach od -280 do -21 m (podstrefa nr 5). Duża grupa działek o zmieniającej się różnicy odległości zaliczona do rozpatrywanej strefy wynika ze sporego zakresu zmian różnic odległości objętych tą strefą, która stanowi ponad połowę pełnej zmienności różnicy odległości do wszystkich działek leżących bliżej gospodarstwa 43.

Dokładne granice omawianych stref różnic odległości do działek zaznaczone są na rysunku 29 przy użyciu różnych stopni szarości. Nawiązują one do kształtów poszczególnych grup działek ewidencyjnych. Taki przebieg granic stref różnic odległości jest konsekwencją pomiaru odległości, który jest wykonywany do poszczególnych działek, a nie równomiernie rozmieszczonego zbioru punktów czy zbioru wyodrębnionych niewielkich elementów powierzchniowych. Wykreślona na rysunku 29 liniami przerywanymi granica między strefami różnic odległości ma natomiast kształt bardziej regularny, skorygowano bowiem zasięg poszczególnych działek na przebieg tej granicy.



Rysunek 29. Strefy różnic odległości do działek rolnych z siedlisk gospodarstw 43 i 79 oraz działki należące do tych gospodarstw przed optymalizacją rozmieszczenia gruntów

Zasięg omawianej strefy określają dwie linie równych różnic odległości, z których jedna przebiega przez pierwszy wyjazd z siedliska gospodarstwa 43, czyli kolejny punkt wyznaczający różnice odległości wspólną dla większej grupy działek. Gdyby siedlisko gospodarstwa 43 posiadało tylko jeden wyjazd do gruntów, to kolejna strefa różnic odległości obejmowałaby wszystkie działki położone za linią równych różnic odległości wynoszącą -280 m przebiegającą przez ten wjazd. Przedstawione na rysunku dwie dodatkowe strefy różnic odległości mogły się pojawić dzięki istnieniu drugiego wyjazdu z siedliska gospodarstwa 34 położonego w dolnej jego części przy innej drodze.

Strefa oznaczona jako „-2" ograniczona jest dwoma liniami równych różnic odległości z siedlisk, wynoszącymi odpowiednio -331 m oraz -280 m. Omówiona linia różnic odległości o wartości -280 m przebiegająca przez pierwszy wyjazd z siedliska gospodarstwa 43 oddziela między innymi grunty, z których dojazd następuje z drogi biegnącej przez strefę „-1" od gruntów z dojazdem z drogi biegnącej przez strefę „-2". Natomiast druga linia ograniczająca strefę „-2"

odpowiada różnicy odległości pomiędzy skrzyżowaniem dróg rozpoczynających strefę „-3”, a drugim wyjazdem z siedliska gospodarstwa 43 oraz z siedliska gospodarstwa 79. Rozpatrywana strefa odległości składa się z dwóch podstref znaczonych jako „3 „i „4” (tabela 2). Podstrefa „3” obejmuje znaczną grupę działek (stanowiących 17% łącznej ich liczby), do których dojazd przebiega w większości przypadków przez drogę biegnącą środkiem strefy z centrum wsi do jej granic decydując o wydzieleniu strefy „-2”. Działki należące do tej podstrefy posiadają różnice odległości z siedlisk w granicach od -297 do -280 m. Druga podstrefa „4” (tabela 2) tworząca strefę „-2” obejmuje działki posiadające różnice odległości z siedlisk w granicach od -331 do -297 m. Tworzy ją zaledwie kilkanaście działek (0,9%) położonych w pobliżu siedliska gospodarstwa 43 i granicy ze strefą „-3”.

Strefy różnic odległości oznaczone symbolami „3” i „4” są związane z drugim wyjazdem z siedliska gospodarstwa 43. Strefa „-3” wiąże się jedynie z działkami, do których dojazd odbywa się z wykorzystaniem skrzyżowania dróg na jej początku. Strefę tę tworzą działki, których różnica odległości z drugiego wyjazdu z siedliska gospodarstwa 43 i z siedliska gospodarstwa 79 wynosi 331 m i odpowiada różnicy odległości do skrzyżowania początkującego rozpatrywaną strefę. Zasięg strefy „-3” określa zbiornia drogi położonej na jej obszarze i biegnącej od centrum do granic wsi Wojków. Do omawianej strefy należy 441 działek, czyli ponad 25% całkowitej ich liczby.

Kolejna z wydzielonych stref różnic odległości (strefa „-4”) obejmuje działki, które uzyskały największe różnice odległości przekraczające 331 m. Strefa ta jest ograniczona ze wszystkich stron tylko jedną linią różnic odległości. Należą do niej działki, których różnice odległości z siedlisk zmieniają się w granicach od -581 do -331 m. Maksymalna różnica odległości dotyczy działek położonych w pobliżu drugiego wyjazdu z siedliska gospodarstwa 43. Rozpatrywana strefa różnic odległości obejmuje niewielki obszar, do którego należy zaledwie 1,4% działek. Można to wiązać z brakiem na jej terenie drogi, której zbiornia grupowałaby większą liczbę działek o określonej różnicy odległości z siedlisk.

Omówione cztery strefy różnic odległości obejmowały działki położone bliżej siedliska gospodarstwa 43. Oprócz nich na rysunku 29 występują również dwie strefy z działkami położonymi bliżej gospodarstwa 79. Zlokalizowane są po przeciwnej stronie linii równych odległości z siedlisk rozpatrywanych gospodarstw, a należące do nich działki posiadają dodatnie różnice odległości z tych siedlisk. Wyróżnione na rysunku 29 dwie strefy „+1” i „+2” rozgranicza linia równych różnic odległości wynoszących +281 m przebiegająca przez siedlisko gospodarstwa 79.

Strefę „+1” tworzą trzy podstrefy o symbolach „8”, „9” i „10”. Do podstrefy 9 należy 6,8% działek wsi Wojków leżących przy drodze przebiegającej przez jej obszar. Dojazd do tej drogi następuje przez skrzyżowanie położone na

początku strefy „+1”, którego różnica odległości do drugiego wyjazdu z siedliska gospodarstwa 43 i siedliska gospodarstwa 79 wynosi 215 lub 216 m w zależności od trasy dojazdu.

Podstrefa 8 tworzona jest przez działki posiadające różnice odległości z siedlisk od 0 do 215 m. Stosunkowo duży obszar tej podstrefy wynika ze szerokiego zakresu zmian różnicy odległości należących do niej działek oraz występowania kilku związanych z nią odcinków dróg.

Podstrefa 10 obejmuje działki uzyskujące różnice odległości z siedlisk od 216 do 281 m. Są one położone między zbiornią drogi biegnącej przez podstrefę 9 , a linią równych różnic odległości przebiegającą przez siedlisko gospodarstwa 79. Liczebność działek należących do podstrefy nie jest duża i wynosi zaledwie 1,3% całkowitej ich liczby.

Strefa „+2” obejmuje działki, które uzyskują następujące różnice odległości z siedlisk rozpatrywanych dwóch gospodarstw: 281, 185 i 313 m. Zróżnicowanie różnic odległości dla tej strefy wynika z pomiaru odległości od gruntów do różnych punktów obwodnicy działki siedliskowej (przejazdy po granicy takiej działki mają długość równą zero). Rozpatrywana strefa jest największą spośród wszystkich i obejmuje 26,0% ogólnej liczby działek.

Podstawowym warunkiem wyodrębnienia strefy odległości i wystąpienia większej grupy działek o wspólnej różnicy odległości z siedlisk jest istnienie odpowiednio usytuowanej drogi zapewniającej dojazd do tych działek. Działki, które można zaliczyć jednoznacznie do jednej ze stref o określonej różnicy odległości stanowią przeciętnie około 90% wszystkich działek do nich należących. Udział tych działek w poszczególnych strefach odległości wydzielonych na rysunku 29 zmienia się jednak w dosyć szerokim zakresie od 60 do 100% (tabela 2).

Aby uzyskać pełną zmienność różnic odległości do działek w poszczególnych strefach odległości, do wyznaczonych grup działek o wspólnej różnicy odległości dołączane są pojedyncze działki uzyskując różnice odległości zawierające się przedziałach zawartych między odległościami sąsiadujących stref. Brak istotnych zmian różnic odległości w wydzielonych strefach sprawia, że mogą być w nich wymieniane działki obu rozpatrywanych gospodarstw bez wpływu na średnią odległość do gruntów. Natomiast zmniejszenie lub zwiększenie średniej odległości z siedlisk może być uzyskane przez wymiany działek gospodarstw znajdujących się w różnych strefach.

Przedstawiony szczegółowy opis stref różnic odległości nie był miejscami całkowicie czytelny głównie ze względu na zbyt dużą skalę rysunku 29. Przebieg granic stref różnic odległości dość złożony już przy dwóch gospodarstwach, decyduje o optymalnym przydziale gruntów do gospodarstw i daje wyobrażenie o zakresie nieoznaczoności rozwiązania czyli również możliwości jego modyfikacji.

Tabela 2. Liczebności działek w poszczególnych strefach odległości od siedlisk dla gospodarstw 43 i 79

Lp.	Różnica odległości do działek lub zakres jej zmienności [m]	Liczba działek	Względna liczba działek, dla których różnica odległości:		Strefa odległości	Wartość różnicy odległości przyjmowana przez większość działek w strefie (wspólna różnica odległości strefy) [m]	Względna liczba działek uzyskujących wspólną różnicę odległości w strefie [%]
			przyjmuje określoną wartość	zmienia się w określonym przedziale			
1	(-581, -331)	24		1,4	Strefa -4: (-581,-331)	-	-
2	-331	441	25,5		Strefa -3: (-331,-331)	331	100,0
3	(-331,-297)	16		0,9	Strefa -2: (-331,-280)	280 i 297	95,0
4	-297 i -280	294	17,0				
5	(-280,-21)	68		3,9	Strefa-1: (-280,0)	21	77,2
6	-21	245	14,2				
7	(0,-21)	5		0,3			
8	(0,215)	48		2,8	Strefa +1: (0,280)	215 i 216	62,3
9	215 i 216	117	6,8				
10	(216,281)	23		1,3			
11	281, 285 i 313	449	26,0		Strefa +2: (280,313)	281, 285 i 313	100,0
	Razem	1730	89,4	10,6			89,4

Źródło: opracowanie własne

5.4.2. Optymalny przydział gruntów do gospodarstw

Analizę przydziałów gruntów do dwóch 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 i działek poszczególnych gospodarstw. Optymalny przydział działek do gospodarstw ma miejsce wtedy, gdy istnieje taka linia równych różnic odległości do gruntów, która rozdziela wszystkie działki jednego i drugiego gospodarstwa [Harasimowicz, Janus i Ostrągowska 2009b]. Przedstawiona na rysunku 29 linia równych odległości do działek przedstawia podział wsi pomiędzy dwa gospodarstwa charakteryzujący się najmniejszą odległością od gruntów. Zwiększając obszar gruntów należących do jednego gospodarstwa granica między gospodarstwami przesuwać się będzie w kierunku drugiego gospodarstwa. Przykładowo,

linia równych różnic odległości wynoszących -280 m określa w rozpatrywanym przypadku najkorzystniejszy podział wsi między gospodarstwa związany z ich określoną powierzchnią. Analogicznie można oceniać poprawność przydziału działek do gospodarstw. Można uznać go za poprawny, jeżeli działki obu gospodarstw leżą po przeciwnej stronie jakiejś związanej z tymi gospodarstwami linii równych różnic odległości.

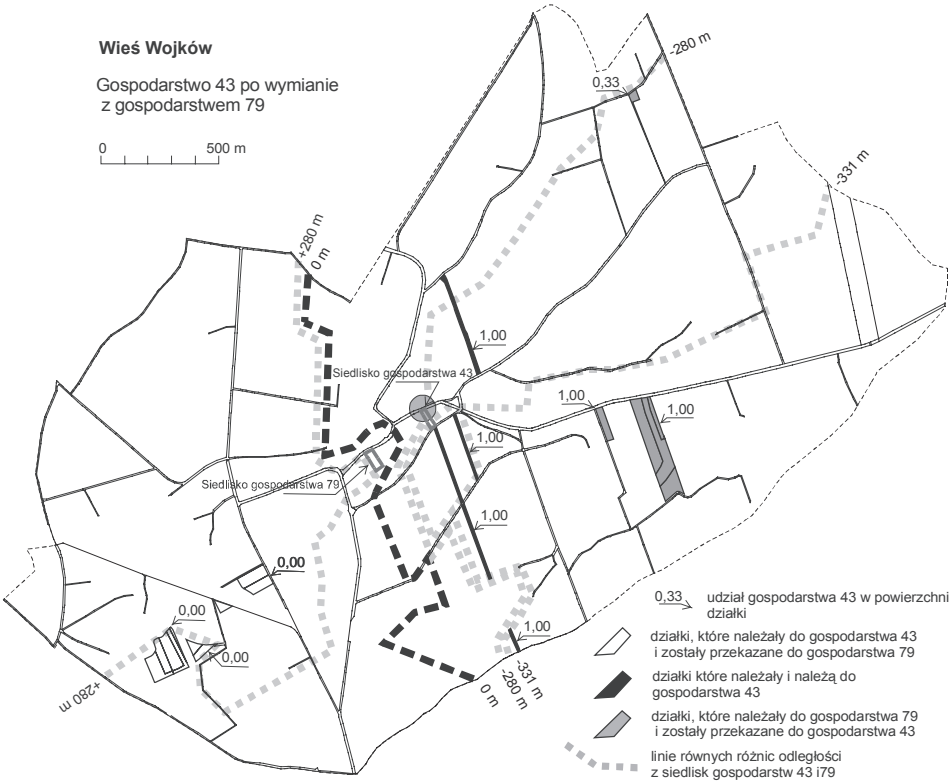
W niektórych przypadkach układu dróg i działek linie równych różnic odległości mogą przechodzić w obszary równych różnic odległości. Optymalny przebieg granicy między gospodarstwami w obszarze równych różnic odległości do działek jest nieoznaczony. Działki gospodarstw położone w obszarze równych różnic odległości mogą być w dowolny sposób wymieniane (z zachowaniem ekwiwalentności obszarowej lub wartościowej takiej wymiany) bez wpływu na przeciętną odległość gruntów od siedlisk.

Na rysunku 29 przedstawiono rozłogi gospodarstw o numerach 43 i 79 przed optymalizacją rozmieszczenia ich gruntów na tle wyznaczonych stref różnic odległości do działek z siedlisk tych gospodarstw. Siedliska rozpatrywanych gospodarstw leżą w pobliżu centrum wsi, a odległość pomiędzy nimi wynosi około 300 m. Powoduje to, że w praktyce niekorzystna przynależność działek do gospodarstw może spowodować przyrost średniej odległości do gruntów maksymalnie o 300 m. Grunty należące do obu rozpatrywanych gospodarstw rozrzucone są po całym obszarze wsi. W każdym gospodarstwie występują zarówno działki położone w małej odległości zabudowań, jak również działki leżące w dalej, przy granicy wsi.

Średnie odległości do gruntów rozpatrywanych gospodarstw różnią się znacznie. Gospodarstwo 43 charakteryzuje się przeciętną odległością do gruntów wynoszącą 2134 m (tabela 3, rysunek 30). Przyczyną dużej odległości jest kilka działek położonych po lewej stronie wsi odciętych od zabudowań torem kolejowym, co wydłuża trasę dojazdu o blisko 50%. Przeciętna odległość do gruntów w gospodarstwie 79 jest natomiast znacznie mniejsza i wynosi 1392 m, mimo że część jego działek leży w podobnie dużych odległościach od jego siedliska jak w gospodarstwie 43. Działki te posiadają jednak dobre połączenia drogowe z siedliskiem gospodarstwa, dzięki czemu kształty tras dojazdu zbliżone są do prostoliniowych.

Widoczna na rysunku 29 linia równych odległości do działek z siedlisk gospodarstw (najciemniejsza linia równych różnic odległości) oddziela od siebie działki położone bliżej obu siedlisk. Identyfikuje tym samym te działki, które powinny należeć do poszczególnych gospodarstw, aby przeciętna odległość do gruntów była najmniejsza. Istniejący przydział działek do gospodarstw odbiega od najkorzystniejszego przydziału. Jedynie dwie działki gospodarstwa o numerze 79 położone są bliżej siedliska tego gospodarstwa niż siedliska drugiego z rozpatrywanych gospodarstw. Podobnie jest w przypadku działek należących do gospodarstwa o numerze 43. Przeważająca część jego gruntów znajduje się

w strefie bardziej odległej od jego siedliska niż od siedliska drugiego gospodarstwa. Takie wzajemne rozmieszczenie gruntów analizowanych gospodarstw umożliwia przybliżenie tych gruntów do siedlisk w drodze ich wymiany.



Rysunek 30. Działki gospodarstwa 43 po wymianie z gruntami gospodarstwa 79, której wynikiem jest zbliżenie gruntów do siedlisk w obu gospodarstwach przeciętnie o około 150 m

Wyniki optymalizacji w odniesieniu do rozpatrywanych gospodarstw przedstawia rysunek 30. Na rysunku zostały zaznaczone działki należące do tych gospodarstw przed i po ich wymianie, która miała na celu zbliżenie gruntów do siedlisk w obu tych gospodarstwach. W trakcie optymalizacji wymiany obejmowały kolejne działki gospodarstwa 43 leżące w kolejnych strefach o największych różnicach odległości z siedlisk (od strefy +2, różnica odległości 280 m) na działki położone w strefach o możliwie najmniejszych różnicach odległości (strefa -3, różnica odległości 331 m). Wymiany, w których uczestniczyły całe działki zostały zakończone na małej działce położonej w górnej części wsi, w pobliżu linii równych różnic odległości oznaczonej jako „-280 m". W przypadku tej działki jej mała część przejęta została w trakcie wymiany przez gospo-

darstwo 43. Pozostała część rozpatrywanej działki po wymianie w dalszym ciągu należy do gospodarstwa 79, ponieważ wyczerpane zostały możliwości wymian gruntów między analizowanymi gospodarstwami zmniejszające odległość tych gruntów od siedlisk. Jedynie 5 działek należących do gospodarstwa 43 zaznaczonych na rysunku 30 czarnym kolorem pozostało w nim po wymianie gruntów z gospodarstwem 79. Są to działki położone w niewielkich odległościach od siedliska gospodarstwa 43, w strefach o najmniejszych różnicach odległości z siedlisk obu gospodarstw.

Na rysunku 31 przedstawiono rozłogi gospodarstw o numerach 43 i 79 po zakończonej optymalizacji rozmieszczenia gruntów w stosunku do siedlisk. W tabeli 3 zamieszczono podstawowe wielkości charakteryzujące te gospodarstwa przed i po tej czynności. W stanie wyjściowym przeciętna odległość z siedlisk do gruntów w obu gospodarstwach wynosiła 1630 m i w wyniku dokonanej wymiany gruntów uległa zmniejszeniu o 130 m. Proces optymalizacji odmiennie wpłynął na przeciętne odległości do działek w poszczególnych gospodarstwach. W gospodarstwie 43 średnia odległość do gruntów zmniejszyła się o ponad połowę do wartości 1100 m, natomiast w gospodarstwie 79 uległa ona niewielkiemu zwiększeniu o ponad 300 m, co stanowi wzrost o 25%.

Tabela 3. Przeciętne odległości do działek z siedlisk gospodarstw 43 i 79 przed i po optymalizacji rozmieszczenia gruntów

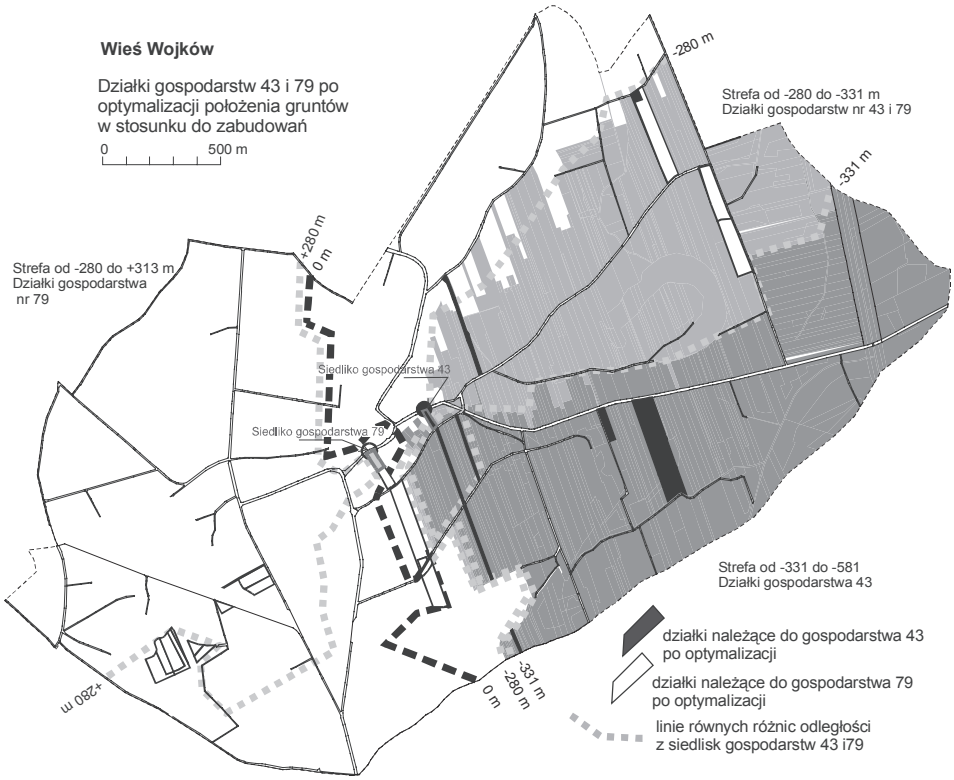
Oznaczenie gospodarstwa	Przeciętna odległość z siedlisk do gruntów [m]		Zmiana przeciętnej odległości [m]	Przeciętna odległość do wszystkich działek we wsi
	przed optymalizacją	po optymalizacji		
Gospodarstwo 43	2134	1013	–1131	1677
Gospodarstwo 79	1392	1731	+339	1412
Razem gosp. 43 i 79	1630	1501	–130	1544

Źródło: opracowanie własne.

Lokalizacja działek gospodarstw po wykonaniu optymalizacji rozmieszczenia ich gruntów w stosunku do przebiegu linii równych różnic odległości z siedlisk potwierdza poprawność jej założeń. W strefie różnic odległości z siedlisk od -331 do -280 m, która została oznaczona na rysunku 31 jaśniejszym stopniem szarości znajdują się działki obu gospodarstw.

W strefie tej, której powstanie i kształt można wiązać ze skrzyżowaniem w pobliżu siedliska gospodarstwa o numerze 43, możliwe są zamiany gruntów należących do rozpatrywanych gospodarstw bez wpływu na przeciętną odległość gruntów od siedlisk obu gospodarstw. W rozwiązaniu optymalnym zachowana została w większości przypadków istniejąca przed optymalizacją przynależność działek do gospodarstw, ponieważ wymiany gruntów w tej strefie były stosunkowo niewielkie. Rozpatrywana strefa dzieli wieś na dwie części, w których występują działki jednego lub drugiego gospodarstwa. W jednej z tych części

obejmującej działki uzyskujące różnice odległości z siedlisk większe od -280 m, występują jedynie działki należące do gospodarstwa o numerze 79. Druga część zaznaczona na rysunku 31 drugim ciemniejszym stopniem szarości, obejmuje działki o różnicy odległości z siedlisk mniejszej od -331 m i grupuje wyłącznie działki gospodarstwa o numerze 43 zaznaczone na rysunku kolorem czarnym.



Rysunek 31. Działki gospodarstw 43 i 79 po optymalizacji rozmieszczenia gruntów na tle stref różnic odległości

Przedstawiony przykładowy proces optymalizacji dotyczył dwóch gospodarstw i dlatego jego efekty mogły być dokładnie uzasadnione na podstawie przebiegu linii równych różnic odległości z siedlisk. Przebieg tego typu granic dla większej liczby gospodarstw jest bardziej złożony ze względu na dużą liczbę czynników wzajemnie na siebie oddziaływujących, co znacznie utrudnia precyzyjną ich lokalizację w formie graficznej oraz interpretacje, jednak zasady określające poprawną lokalizację gruntów poszczególnych gospodarstw zachowują ważność bez względu na stopień skomplikowania rozpatrywanego modelu.

5.5. KOREKTY PRZYDZIAŁU ELEMENTÓW POWIERZCHNIOWYCH DO GOSPODARSTW

Uzyskane w wyniku optymalizacji układu gruntowego rozwiązanie posiada szereg przedstawionych wcześniej wad i stanowi w związku z tym jedynie punkt wyjścia do przeprowadzenia szeregu korekt wykonywanych w ramach nieoznaczoności tego rozwiązania optymalnego [Harasimowicz, Janus i Ostrągowska 2009a]. W kolejnych podrozdziałach dokonano szczegółowej charakterystyki poszczególnych korekt pierwotnego rozwiązania, korzystając z danych wykorzystanych w procesie optymalizacji układu gruntowego wsi Wojków.

Opracowana metoda optymalizacji rozmieszczenia gruntów w stosunku do siedlisk gospodarstw dotyczy nie tylko pasków elementarnych, ale również działek wydzielanych w kompleksach, które są zbyt małe lub posiadają kształt utrudniający ich podział według ustalonego kierunku projektowania. Stwarza to konieczność przygotowania dwóch odrębnych korekt dotyczących przydzielania elementów powierzchniowych należących do działek oraz pasków elementarnych położonych w kompleksach projektowych.

Korekty dotyczące działek mają na celu przede wszystkim zapobieganie nieuzasadnionym ich podziałom w trakcie przydzielania występujących w nich elementów powierzchniowych do gospodarstw. Działki wydzielane w ramach podziału małych i nieforemnych kompleksów powinny w całości być przydzielane odpowiednim gospodarstwom, a ich podział może następować jedynie w sytuacjach koniecznych, na przykład wtedy gdy powierzchnia gospodarstwa jest mniejsza od powierzchni danej działki. Opracowano trzy wstępne korekty wydzielania elementów powierzchniowych w działkach, które dotyczą wyeliminowania zbędnych zmian przynależności działek do gospodarstw (**korekta 1**), zmniejszania liczby działek w których wydzielane są grunty poszczególnych gospodarstw (**korekta 2**) oraz zmniejszania 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 również dotyczą wszystkich pasków elementarnych, ponieważ daje to nieco lepszą podstawę dla ostatecznego przydzielania tych pasków do gospodarstw jako efektu zasadniczej grupy korekt dotyczących tylko pasków elementarnych.

Opracowane korekty powinny prowadzić do uzyskania przez gospodarstwa odpowiednio dużej liczby pasków elementarnych w poszczególnych kompleksach tak , by wydzielane na podstawie tych udziałów działki miały poprawny rozłóg.

Pierwsza z opracowanych korekt przydziału pasków elementarnych, oznaczona jako **korekta A,** wiąże się z wydzielaniem odpowiednio dużych udziałów gospodarstw w kompleksach projektowych. Następna korekta (oznaczona jako

korekta B) wiąże się jedynie z przemieszczaniem pasków w obrębie kompleksów projektowych. Obejmuje ona grupowanie elementów powierzchniowych przydzielonych poszczególnym gospodarstwom w zwarte działki. Kolejna modyfikacja rozwiązania (**korekta C**) wiąże się ze zmniejszeniem nadmiernych przyrostów odległości występujących w niektórych gospodarstwach. Efektem tej czynności jest ponowne, chociaż stosunkowo małych rozmiarów rozdrobnienie udziałów gospodarstw w kompleksach, które po raz drugi grupowane są w wyniku **korekty D.** Ostatnia z korekt (**korekta E),** dokonuje lokalnych zmian układu działek w kompleksach eliminując grupy działek o niewielkiej powierzchni i nadmiernym wydłużeniu.

5.5.1.Wstępne korekty przydziału elementów powierzchniowych

5.5.1.1. Korekta dotycząca wyeliminowania zbędnych zmian przynależności elementów powierzchniowych do gospodarstw (korekta wstępna pierwsza)

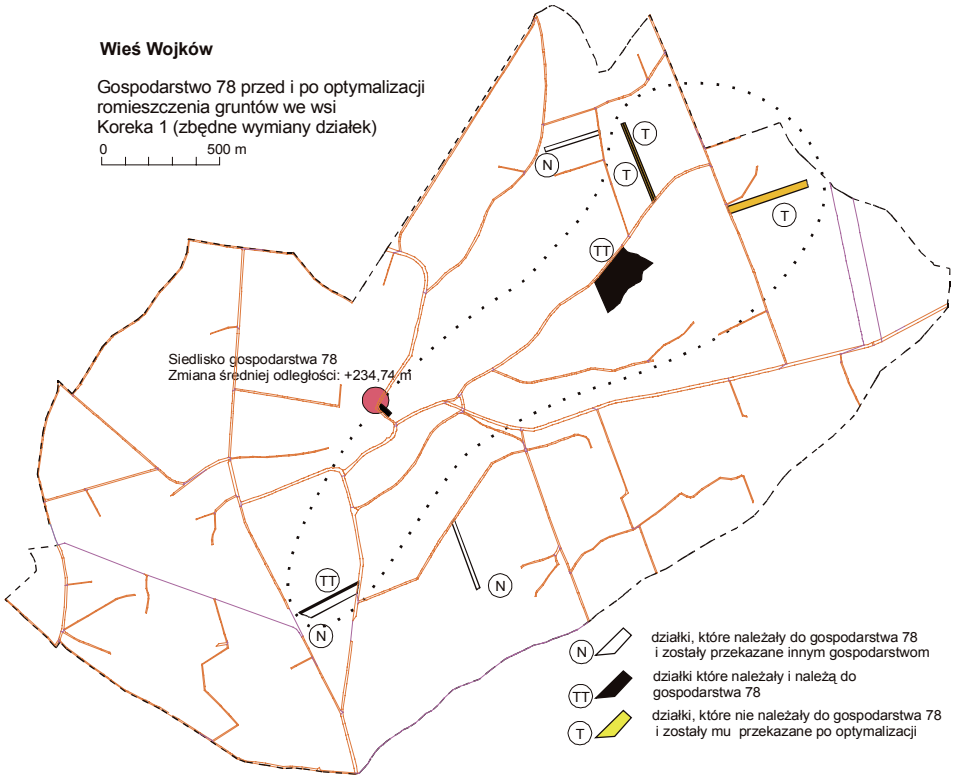
Scalenie gruntów nie powinno wiązać się ze zmiana położenia gruntów poszczególnych właścicieli jeżeli nie jest to konieczne do poprawy ich rozłogu. Ta wynikająca z praktyki obserwacja stanowi podstawę korekty, która w miarę możliwości eliminuje zbędne zmiany przynależności gruntów do gospodarstw, nie mające uzasadnienia w znaczącej redukcji odległości gruntów od siedlisk. Rozpatrywana korekta ma na celu przywrócenie, w możliwie największym stopniu wyjściowego przydziału tych gruntów w ramach nieoznaczoności rozwiązania optymalnego lub niewielkiego przyrostu funkcji celu. Polega ona na przeglądaniu listy elementów powierzchniowych (pierwszy przegląd), a następnie ocenie możliwości przywrócenia ich przynależności do gospodarstw, do których należały przed optymalizacją. Zachowanie istniejącego stanu posiadania gruntów jest zazwyczaj korzystne, dlatego przyjęto, że brane będą pod uwagę korekty przydziału elementów powierzchniowych zwiększające funkcję celu (suma długości przejazdów do elementów powierzchniowych) nawet o blisko 200 m (wartość parametru D_{ij} <200 m). Przyjęto również, że prowadzona korekta będzie obejmowała 3 przeglądy listy elementów powierzchniowych, które powinny umożliwić wprowadzenie wszystkich niezbędnych zmian. Stwierdzono doświadczalnie, że przyjęta tolerancja dla wymian elementów powierzchniowych skutecznie eliminuje zbędne wymiany tych elementów, nie zwiększając w istotny sposób odległości do gruntów. We wsi Wojków przeprowadzona korekta zbędnych zmian przynależności elementów powierzchniowych do gospodarstw spowodowała przyrost przeciętnej odległości do gruntów zaledwie o 8 m (tabela 4).

Tabela 4. Wyniki poszczególnych korekt optymalizacji układu gruntowego wsi Wojków

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 przeglądów	działki	paski	wszystkich	do 1 ha	do 0,2 ha	do 0,1 ha	
Przed optymalizacją	1597,28	-	-	18	5291	555	364	74	24	
Optymalizacja wstępna	982,20	10	kilka	21	5291	530	354	148	88	
Korekty wstępne										
Korekta wstępna 1: zbędnych przemieszczeń elementów powierzchniowych	990,17	200	3	20	5291	665	485	224	66	
Korekta wstępna 2: zmniejszenie liczby działek	990,17	50	3	18	5291	657	487	226	133	
Korekta wstępna 3: usunięcie przyrostów odległości	990,29	100	2	18	5291	653	484	217	127	
Korekty wypełniające kompleksy poprawnymi udziałami gospodarstw										
Korekta A: ograniczająca liczbę udziałów gosp. w kompleksach	1025,92	250	do 200	18	5291	208	19	2	0	
Korekta B: wydzielanie dużych działek	1023,82	-	-	18	5404	208	19	2	0	33
Korekty uwzględniające ograniczenie nadmiernego przyrostu odległości do gruntów										
Korekta A: ograniczająca liczbę udziałów gosp. w kompleksach	1016,72	150	do 200	18	5291	231	19	2	0	18
Korekta B: wydzielania dużych działek	1016,07	-	-	18	5404	231	19	2	0	18
Korekta C: zmniejszania przyrostów odległości	1008,94	100	1	18	5291	256	51	2	0	2
Korekta D: wydzielania dużych działek	1008,42	-	-	18	5404	256	51	2	0	3

Źródło: opracowanie własne.

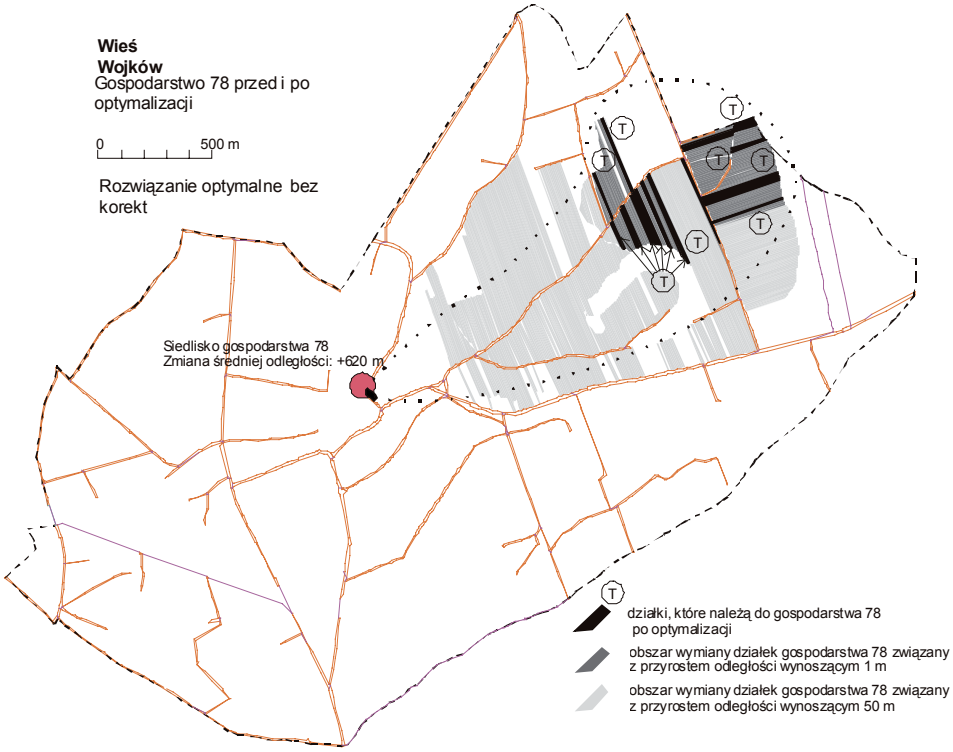
Na rysunku 32 przedstawiono działki przydzielone do gospodarstwa o numerze 78 po korekcie zbędnych zmian elementów powierzchniowych. Przeprowadzona korekta spowodowała dość duże zmiany w liczbie oraz położeniu działek należących do tego gospodarstwa w stosunku do stanu po optymalizacji wstępnej przedstawionego na rysunku 26. Do gospodarstwa należą obecnie 2 działki (jedna w całości i część drugiej), które należały do niego przed optymalizacją. Oznaczone zostały na rysunku 32 symbolem „TT".



Rysunek 32. Rozmieszczenie działek należących do gospodarstwa 78 po korekcie zbędnych wymian działek

W stosunku do stanu po optymalizacji wstępnej nastąpiło znaczne powiększenie obszaru, który pokrywa się ze stanem dotychczasowym. Tylko niewielka część gruntów gospodarstwa 78, stanowiąca około 20 % jego powierzchni, będzie wymagać przemieszczenia w inny rejon. Duża skuteczność omawianej korekty w przypadku tego gospodarstwa wiąże się z poprawnym położeniem jego gruntów w stosunku do siedliska. Większość działek tego gospodarstwa położona jest w przedstawionej na rysunku 33 strefie wyznaczającej obszar, w którym

powinny być usytuowane należące do niego grunty tak , aby przeciętna ich odległość w całej wsi była najmniejsza.



Rysunek 33. Strefy przedstawiające możliwości wymian gruntów należących po wstępnej optymalizacji do gospodarstwa 78

Przedstawione zmiany świadczą o skuteczności dokonanej korekty, która spowodowała ponowne przejęcie części posiadanych przez gospodarstwo gruntów z jednoczesnym istotnym zmniejszeniem przeciętnej odległości gruntów od siedlisk tego gospodarstwa, która w stosunku do stanu po optymalizacji wstępnej zmniejszyła się z 1785 do 1400 m (tabela 5). W wyniku korekty za przejęte przez gospodarstwo 78 grunty zostały z niego usunięte niewielkie, rozproszone działki obejmujące paski oznaczone na rysunku 32 literą „T", które do niego nie należały w stanie wyjściowym. Rozpatrywane gospodarstwo jest przykładem sytuacji, w której przeciętna odległość gruntów całej wsi osiąga wartość optymalną, jednak w przypadku wybranych gospodarstw może się to wiązać ze znacznym zwiększeniem tej odległości. Dzieje się tak zwłaszcza w przypadku gospodarstw, które przed optymalizacją miały wyjątkowo korzystny rozłóg

w stosunku do reszty gospodarstw na danym obszarze. W przypadku gospodarstwa 78 średnia odległość do gruntów w stosunku do stanu przed optymalizacją po korekcie jest o 234,75 większa (tabela 5), i będzie przedmiotem korekty zmniejszającej nadmierne przyrosty odległości.

Tabela 5. Efekty optymalizacji gruntów gospodarstwa o numerze 78 związane ze zmianą odległości do gruntów, liczby działek i udziałów w kompleksach projektowych

Etap optymalizacji	Średnia odległość z siedlisk do gruntów [m]	Zmiany przeciętnej odległości	Liczba działek	Liczba udziałów gospodarstw w kompleksach scaleniowych			
				wszystkich	do 1 ha	do 0,2 ha	do 0.1 ha
Przed optymalizacją	1165,26	-	4	4	3	-	-
Optymalizacja wstępna	1785,17	+619,91	13	4	2	1	-
Korekty wstępne							
Korekta 1: zbędnych przemieszczeń elementów pow.	1400,00	+234,74	5	4	2	2	-
Korekta 2: zmniejszenie liczby działek	1400,00	+234,74	5	4	2	2	-
Korekta 3: usunięcie przyrostów odległości	1243,67	+78,41	7	6	5	3	-
Korekty uzupełniające kompleksy poprawnymi udziałami gospodarstw							
Korekta A: ograniczająca liczbę udziałów gosp. w kompleksach	1099,59	-65,67	6	1	-	-	-
Korekta B: wydzielanie dużych działek	981,24	-183,52	1	1	-	-	-

Źródło: opracowanie własne.

Korekta eliminująca zbędne przemieszczanie elementów powierzchniowych pomiędzy gospodarstwami dokonywana jest zawsze jako pierwsza i najczęściej nie ma potrzeby jej ponownego stosowania, ponieważ będące jej efektem zmiany przynależności elementów powierzchniowych do gospodarstw są zwykle zachowywane również w kolejnych korektach.

5.5.1.2. Korekta przydziału elementów powierzchniowych do gospodarstw dotycząca zmniejszenia liczby działek (korekta wstępna druga)

W rozwiązaniu minimalizującym odległość gruntów od siedlisk udziały gruntowe gospodarstw w działkach dobierane są w dużym stopniu przypadkowo spośród wielu jednakowo korzystnych możliwości W rezultacie powstaje pewna liczba działek, w których dane gospodarstwo ma niewielkie udziały gruntowe. Przypadki takie związane są tylko z takimi obszarami, które nie zostały podzielone na paski elementarne i gdzie elementami podziału powierzchniowego pozostały istniejące działki oraz udziały w nich określone. Redukcję liczby działek umożliwia opracowana korekta przydziału elementów powierzchniowych do

gospodarstw (korekta wstępna druga), która jest wykonywana po zakończeniu korekty pierwszej dotyczącej redukcji zbędnych przemieszczeń elementów powierzchniowych. Korekta ta nie ma zupełnie znaczenia w odniesieniu do przydziału pasków elementarnych ponieważ z zasady składają się one tylko z jednego elementu powierzchniowego. W rozpatrywanym przykładzie dotyczącym wsi Wojków omawiana korekta dotyczy jedynie kilkunastu elementów powierzchniowych wydzielonych w istniejących działkach, nie dzielonych na paski elementarne (tabela 4).

Zasadnicza część omawianej procedury polega na przeglądaniu elementów powierzchniowych (udziałów) występujących w poszczególnych działkach. Dla danej działki określane jest gospodarstwo, posiadające w niej największą liczbę elementów powierzchniowych, którego udział w tej działce będzie powiększany (gospodarstwo będzie „wprowadzane" do działki). Z rozpatrywanej działki wybierane są elementy powierzchniowe, nie należące do gospodarstwa wprowadzanego w celu rozpatrzenia możliwości ich wymiany na elementy powierzchniowe aktualnie należące do tego gospodarstwa i położone w innych działkach. Akceptowane są tylko te wymiany elementów powierzchniowych, które odbywają się w ramach rozszerzonego obszaru wspólnego dla rozpatrywanego elementu powierzchniowego czyli takie, które nie prowadzą do znaczącego przyrostu funkcji celu. Ustalono doświadczalnie, że ten przyrost funkcji celu nie powinien być większy niż 50 m.

Na obszarze wsi Wojków przed optymalizacją rozmieszczenia gruntów gospodarstw zidentyfikowano 18 działek położonych w kompleksach, które nie są dzielone na paski elementarne. Liczba tych działek wzrosła nieznacznie w wyniku optymalizacji do 21, co wiąże się z podziałem kilku z nich i przydzieleniu powstałych w ten sposób części różnym gospodarstwom. W wyniku zastosowania omawianej korekty liczba działek zmniejszyła się do 18, czyli jest równa liczbie działek przed optymalizacją i każda z nich przydzielona jest tylko jednemu gospodarstwu.

Omawiana korekta nie wprowadziła dużych zmian w przynależności gruntów do gospodarstw we wsi Wojków, ponieważ w przypadku tej wsi dotyczy stosunkowo nielicznej grupy działek. W przedstawionym na rysunku 32 gospodarstwie nr 78 występują jedynie paski elementarne co powoduje, że korekta 2 nie dotyczy tego gospodarstwa. Przydział pasków elementarnych do rozpatrywanego gospodarstwa po korekcie 2 jest zatem taki sam jak po korekcie 1. Występujące w rozpatrywanej korekcie dość silne ograniczenie zakresu wyboru elementów powierzchniowych do wymiany, dopuszczające zmianę wartości funkcji celu tylko o 50 m spowodowało, że w wyniku jej przeprowadzenia średnia odległość gruntów od siedlisk nie uległa żadnym zmianom i wynosi nadal 1400 m (tabela 5).

5.5.1.3. Korekta przydziału elementów powierzchniowych do gospodarstw dotycząca usunięcia nadmiernych przyrostów odległości (korekta wstępna trzecia)

Celem optymalizacji rozmieszczenia gruntów gospodarstw we wsi jest uzyskanie najmniejszej odległości tych gruntów od siedlisk gospodarstw z punktu widzenia całego rozpatrywanego obszaru. Optymalizacja ta nie bierze jednak równocześnie pod uwagę zmian odległości w poszczególnych gospodarstwach, dlatego są one bardzo zróżnicowane i mogą w wyniku optymalizacji ulegać zwiększeniu.

W omawianej wsi Wojków optymalizacja przydziału działek gruntowych do gospodarstw spowodowała przeciętne przybliżenie gruntów do siedlisk o około 600 m. W większości gospodarstw (69%) nastąpiło zmniejszenie odległości do gruntów, dochodzące w wybranych przypadkach nawet do 2000 m. Przeciętne zmniejszenie odległości w tej grupie gospodarstw wyniosło natomiast około 615 m. Obok grupy gospodarstw w których nastąpiło przybliżenie gruntów do siedlisk, w rozwiązaniu optymalnym pojawiły się gospodarstwa, w których nastąpił stosunkowo duży przyrost odległości do gruntów wynoszący przeciętnie około 300 m. W przypadku kilku gospodarstw zwiększenie przeciętnej odległości miedzy siedliskiem a gruntami przekroczyło 1000 m. Zdarzające się nadmierne przyrosty odległości w gospodarstwach powodują konieczność wprowadzenia do modelu optymalizacji rozwiązań eliminujących tego typu przypadki.

Przyrosty odległości do gruntów niektórych gospodarstw są w dużym stopniu efektem występowania zjawiska nieoznaczoności rozwiązania optymalnego. Umożliwia to tym samym korektę przydziału elementów powierzchniowych do gospodarstw, prowadzącą do wyeliminowania większości znaczących przyrostów odległości występujących w niektórych gospodarstwach, przy niewielkich zmianach przeciętnej odległości do gruntów.

Wybór elementów powierzchniowych do ewentualnych wymian między gospodarstwami, mających na celu zmniejszenie przyrostów odległości gruntów od siedlisk, prowadzony jest w dwóch przeglądach. Pierwszy przegląd dotyczy wyboru „wyjściowych elementów powierzchniowych" do wymiany należących do tych gospodarstw („gospodarstwa wyjściowe"), które uzyskały w wyniku optymalizacji nadmierny przyrost odległości do gruntów przekraczający 100 m. Dla każdego tak wybranego elementu powierzchniowego dobierany jest inny element powierzchniowy (drugi przegląd) w ten sposób, by ich wymiana w możliwie największym stopniu zmniejszała przyrost odległości w „gospodarstwie wyjściowym " , nie pogarszając efektów wykonanych już etapów optymalizacji. Przy doborze elementów powierzchniowych do wymiany przyjęto w przypadku wsi Wojków następujące założenia:

– przyrost funkcji celu związany z wymianą elementów powierzchniowych nie będzie większy od 100 m (D_{ij}<100 m, oba elementy powierzchniowe należą do jednego obszaru wspólnego),

– wymiana elementów powierzchniowych pozwoli na istotne (ponad 100 m) zmniejszenie odległości do gruntów w wyjściowym gospodarstwie, do którego należy wyjściowy element powierzchniowy,

– wymieniane elementy powierzchniowe nie należą do działek budowlanych,

– dobierany element powierzchniowy do wymiany jest odległy od siedliska gospodarstwa do którego należy o więcej niż 50 m,

– dobierany element powierzchniowy do wymiany zmienił przynależność do gospodarstwa w procesie wstępnej optymalizacji,

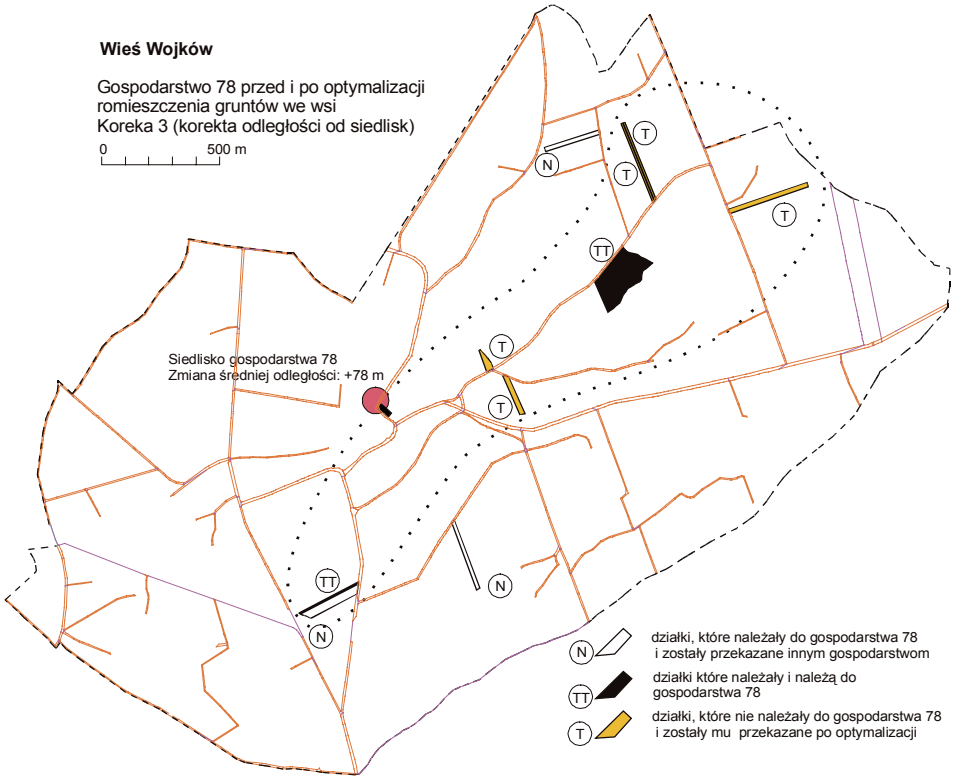
– dobierany element powierzchniowy do wymiany należy do gospodarstwa, które po optymalizacji uzyskało zmniejszenie odległości do gruntów większe niż 10% średniego zmniejszenia tej odległości w całej wsi, co w praktyce sprowadza się do realizacji wymian między gospodarstwami, których odległość do gruntów wzrosła z takimi, które pod tym względem uzyskały największe indywidualne korzyści .

– Dla wszystkich elementów powierzchniowych spełniających wymienione warunki określane jest ich przybliżenie do gospodarstwa wyjściowego po wymianie z elementem wyjściowym (parametr DG_{ij}), które nie może być mniejsze od 100 m. Ostatecznie wymieniany jest ten element powierzchniowy, którego wymiana z wyjściowym pozwoli na największe zmniejszenie odległości w gospodarstwie wyjściowym. Ustalono doświadczalnie, że dwa przeglądy przeprowadzone według podanych zasad są wystarczające do wyczerpania możliwości redukcji nadmiernych przyrostów odległości dokonywanych w ramach nieoznaczoności rozwiązania.

W omawianym gospodarstwie 78 po korekcie odległości gruntów od siedlisk pojawiły się dwie nowe działki położone w pobliżu jego siedliska, co spowodowało jednoczesne zmniejszenie obszaru najbardziej odległej z posiadanych przez gospodarstwo działki (rysunek 34).

Dokonane zmiany dały w rezultacie zmniejszenie przeciętnej odległości do gruntów w rozpatrywanym gospodarstwie z 1400,00 do 1243,67 m (tabela 5). Uzyskana odległość gruntów od siedliska w omawianym gospodarstwie jest większa od odległości przed optymalizacją tylko o 78 m, dlatego proces obliczeniowy związany z omawiana korektą nie był dalej kontynuowany.

Po zakończeniu korekty eliminującej nadmierne przyrosty odległości gruntów od siedlisk ich wartości nie przekraczają w żadnym gospodarstwie 100 m. Przeciętny przyrost odległości do gruntów w gospodarstwach, w których taki przyrost zaobserwowano zmniejszył się z 300 do 61 m. Omawiana korekta została przeprowadzona głownie w ramach nieoznaczoności rozwiązania optymalnego, dzięki czemu nie miała istotnego wpływu na przeciętną odległość gruntów od siedlisk w całej wsi. Odległość ta po tej korekcie wynosi 990,29 m i uległa zwiększeniu w stosunku do wyjściowej jedynie o 0,12 m (tabela 4).



Rysunek 34. Działki gospodarstwa 78 po korekcie eliminującej nadmierne przyrosty odległości do siedliska

Wykonanie trzech pierwszych korekt o charakterze wstępnym pozwala na poprawne przydzielenie do gospodarstw gruntów powstałych z podziału kompleksów nie dzielonych na paski elementarne ze względu na zbyt mały obszar lub nieforemny kształt. Działki te najczęściej ostatecznie w całości przejmowane są przez określone gospodarstwa (korekta 2), z reguły bez dokonywania zmian ich dotychczasowej przynależności (korekta 1). Wstępne korekty eliminują również nadmierne przyrosty odległości w niektórych gospodarstwach (korekta 3). Korekty te nie eliminują jednak podstawowej wady pierwotnego rozwiązania optymalnego, jaką jest nadmierne rozproszenie udziałów gospodarstw w kompleksach projektowych uniemożliwiającej wydzielanie odpowiednio dużych działek.

Po zakończeniu dotychczasowych etapów optymalizacji najbardziej widocznym efektem opracowanej procedury optymalizacyjnej jest znaczne zmniejszenie przeciętnej odległości z siedlisk do gruntów. Przydział elementów powierzchniowych nie jest jednak poprawny pod względem liczby i wielkości

udziałów gospodarstw w kompleksach, ponieważ są one często o wiele bardziej rozdrobnione niż przed optymalizacją. We wsi Wojków liczba udziałów gospodarstw w kompleksach przed optymalizacją była równa 555. Liczba ta w wyniku optymalizacji zmniejszyła się wprawdzie do 530 udziałów, wzrosła natomiast dwa do czterech razy liczba udziałów mniejszych od 20 arów (tabela 4). Trzy pierwsze korekty odnoszące się głownie do działek zaprojektowanych w nietypowych kompleksach projektowych zapobiegły zbędnym podziałom tych działek tak, że ich liczba uległa zmniejszeniu z 21 do 18 i jest równa ich liczbie przed optymalizacją. Korekty te doprowadziły jednak do znacznego zwiększenia liczby udziałów gospodarstw w kompleksach i zmniejszenia ich powierzchni. Liczba tych udziałów zwiększyła się po trzeciej korekcie do 653, przy dalszym zwiększaniu liczby najmniej korzystnych udziałów najmniejszych. Udziały o powierzchni do 10 arów zwiększyły na przykład swoją liczebność aż pięciokrotnie.

Zwiększenie rozdrobnienia gruntów po optymalizacji i wstępnych korektach potwierdza przykład gospodarstwa 78, które po trzeciej korekcie posiada udziały w sześciu kompleksach wydzielone w siedmiu przeważnie bardzo małych działkach (tabela 5).

5.5.2. Zasadnicze korekty przydziału pasków elementarnych do gospodarstw w kompleksach projektowych

Rezultaty wstępnych etapów optymalizacji potwierdzają konieczność dalszych zmian uzyskanego rozwiązania dotyczących liczby udziałów w kompleksach, a co za tym idzie, wielkości i kształtu wydzielanych gospodarstwom działek. Poprawną długość działek zapewnia właściwe zaprojektowana sieć drogowa i podział na kompleksy projektowe, który nie zmienia się w trakcie optymalizacji. Korekty rozwiązania optymalnego po wstępnych jego modyfikacjach mogą być ograniczone do zmian wielkości udziałów w kompleksach projektowych.

Korekty przydziału pasków elementarnych do gospodarstw polegają na wielokrotnej zmianie przynależności wybranych par pasków elementarnych do gospodarstw prowadzących do odpowiedniego powiększania udziałów gospodarstw w kompleksach projektowych. Taką pojedynczą zmianę przynależności pary pasków elementarnych do gospodarstw można określić jako wymianę tych pasków między gospodarstwami. Elementy do wymiany dobierane są poprzez przegląd pełnej ich listy. Jako pierwszy wybierany jest, na podstawie odpowiednich kryteriów tak zwany **pasek wyjściowy** ,położony w **kompleksie wyjściowym** i należący do **gospodarstwa wyjściowego** (pierwszy przegląd pasków). Warunki doboru pasków wyjściowych formułowane są w ten sposób, by wyodrębnić paski, których przydział do gospodarstw w danym kompleksie nie jest właściwy. Warunkiem takim jest zwykle zbyt mała liczba pasków należących do gospodarstwa wyjściowego w kompleksie wyjściowym.

Do paska wyjściowego wybierany jest do wymiany drugi pasek określany jako **pasek dobierany** (drugi przegląd pasków). Pasek dobierany należy do **gospodarstwa dobieranego** i położony jest w **kompleksie dobieranym**. Kryterium doboru paska dobieranego powinno być tak sformułowane, by po wymianie wybranej pary pasków nastąpiła poprawa udziałów gruntowych gospodarstw w kompleksach projektowych.

Opracowane korekty przydziału pasków elementarnych do gospodarstw obejmują wiele odrębnych przeglądów pasków elementarnych różniących się głównie sposobem doboru pasków wyjściowych i dobieranych. We wszystkich kryteriach doboru występują różnorodne warunki, których spełnienie przyczynia się do poprawy branych pod uwagę cech rozłogu gospodarstw.

5.5.2.1. Korekta ograniczająca liczbę małych udziałów gospodarstw w kompleksach projektowych (korekta A)

Celem korekty ograniczającej liczbę małych udziałów w kompleksach projektowych (oznaczonej jako korekta A) jest ograniczenie do minimum małych udziałów, których występowanie w kompleksach prowadzi do tworzenia się działek o małej powierzchni. Cel ten realizowany jest w sposób zbliżony do tradycyjnej metody wydzielania udziałów gospodarstw polegającej na zapełnianiu kolejnych najmniejszych kompleksów udziałami odpowiednio dużych gospodarstw oraz wydzielania udziałów kolejnych najmniejszych gospodarstw w odpowiednio dużych kompleksach. Postępowanie takie prowadzi do zmniejszania liczby pozostałych do zapełnienia kompleksów i wydzielanych gospodarstw o zwiększających się przeważnie obszarach, co powoduje że najtrudniejsze do poprawnego rozmieszczenia udziały przydzielane są w pierwszej kolejności.

Korekta ograniczająca liczbę małych udziałów może być wykonywana niezależnie od innych procedur związanych z optymalizacją układu gruntowego, ponieważ wszystkie wymagane do jej przeprowadzenia dane odczytywane są z zewnętrznych plików tekstowych. Do przeprowadzenia korekty wymagane są wyszczególnione poniżej zbiory danych:

– obliczony zbiór elementów macierzy odległości (WojkowPas_PrzOdl Gosp.txt),

– wyjściowy przydział elementów powierzchniowych do gospodarstw przed optymalizacją (ElemPow.txt),

– listę pasków w kompleksach, które będą optymalizowane (WojkowPas_PasKomW_Zred.txt).

– aktualny przydział elementów powierzchniowych do gospodarstw, który będzie poddany korekcie (ElemPowOptKOnKor3.txt lub inny).

– lista gospodarstw poddanych optymalizacji (WojkowPasGospOpt-Kon.txt),

– lista wszystkich gospodarstw występujących w macierzy odległości (WojkowPasGospWies.txt),

– lista kompleksów projektowych wraz z ich powierzchniami (Wojkow-Pas_ListKomPas.txt).

Zasadniczą korektę przydziału pasków elementarnych do gospodarstw poprzedza wykonanie obliczeń o charakterze pomocniczym, które obejmują:

– utworzenie tablicy z udziałami gospodarstw w kompleksach na podstawie listy pasków elementarnych,

– utworzenie tablicy z listą pasków elementarnych w kompleksach, które są objęte optymalizacją i będą poddane korekcie.

Utworzenie listy pasków poddawanych optymalizacji polega na usunięciu z pełnego ich zbioru tych, które należą do gospodarstw nie objętych z różnych powodów prowadzoną optymalizacją i zestawienie ich poszczególnymi kompleksami. Tablica ta, po jej modyfikacjach zapisywana jest w odrębnym pliku wynikowym. Utworzenie tablicy z udziałami gospodarstw w kompleksach pozwala na ocenę poprawności tych udziałów i poddanie ich odpowiedniej korekcie.

W ramach ustaleń wstępnych wprowadzanych jest pięć parametrów decydujących o sposobie przeprowadzenia omawianej korekty:

1. powierzchnia działki wzorcowej PDzWz = 20 pasków (w przypadku wsi Wojków wynosi ona 2 ha),

2. maksymalny przyrost odległości dopuszczający wymianę pasków elementarnych, DDD= 250 m,

3. powierzchnia małego gospodarstwa, które objęte zostanie wstępnym przydziałem elementów powierzchniowych, PowGosM = 20 pasków (2 ha),

4. minimalny udział w kompleksie, który będzie powiększany, PMin = 10 pasków (we wsi Wojków przyjęto 1 ha),

5, minimalna powierzchnia kompleksu, który będzie objęty wstępnym przydziałem elementów powierzchniowych, PowKomM = 20 pasków.

Podstawowe znaczenie w obecnie rozpatrywanej korekcie ma minimalny udział gospodarstwa w kompleksie (PMin), który określa minimalną wielkość udziałów gospodarstw ustalanych w trakcie przydzielania pasków elementarnych do gospodarstw. Udział ten nawiązywać powinien do wielkości działki, która może być uznana za najkorzystniejszą dla gospodarstw występujących w rozpatrywanej wsi. Ustalając wielkość rozpatrywanego parametru odpowiadającą poprawnej powierzchni działki należy kierować się głównie wielkością gospodarstw występujących w danej wsi. W przypadku wsi Wojków, gdzie dominują gospodarstwa o obszarze 3 do 5 ha można założyć, że powinny się one składać z 2 do 3 działek o obszarach nie mniejszych od 1 ha. W takiej sytuacji

minimalny udział gospodarstw w kompleksie powinien być równy 1 ha, czyli 10 pasków elementarnych.

Przyjęcie założenia, że wydzielane udziały będą większe od określonej powierzchni minimalnej (PMin) oznacza, że kompleksy i gospodarstwa mniejsze od podwójnej powierzchni minimalnej należy wydzielać w taki sposób, by należały do jednego gospodarstwa lub były położone w jednym kompleksie. Zgodnie z tą zasadą przyjęto, że minimalna powierzchnia kompleksu (PowGosM) oraz powierzchnia małego gospodarstwa (PowGosM), które będą objęte wstępnym przydziałem elementów powierzchniowych będzie wynosić 2 ha, czyli 20 pasków elementarnych.

Aby umożliwić uzyskanie szerokiego zakresu możliwości przydzielania pasków do gospodarstw przyjęto, że dopuszczalny przyrost odległości związany z wymianą pasków zwiększający udziały gospodarstw w kompleksach może być równy 250 m. W przypadkach związanych z zapełnianiem małego kompleksu udziałem jednego gospodarstwa warunek dopuszczalnego przyrostu odległości do gruntów ulegał będzie znacznemu złagodzeniu, ponieważ podział takich kompleksów jest szczególnie niekorzystny. Domyślnie przyjęta wartość ta może być oczywiście wyższa w przypadku optymalizacji wsi o odpowiednio dużym obszarze.

Procedura rozdzielania odpowiednio dużych udziałów gospodarstw w kompleksach składa się z wielu powtarzających się cykli przydziałowych, w których kolejno zapełniane są udziałami najmniejsze kompleksy i wydzielane udziały najmniejszym gospodarstwom. Jeden cykl przydziału pasków elementarnych obejmuje trzy odrębne części (procedury) dotyczące:

1. przeglądu małych kompleksów,
2. przegląd małych gospodarstw,
3. przeglądu głównego wydzielania udziałów gospodarstw w kompleksach.

Pierwsze dwa przeglądy mają charakter wstępny i dotyczą zapełniania kompleksów mniejszych od ustalonej minimalnej powierzchni kompleksu (PowKomM) udziałami pojedynczych, odpowiednio dużych gospodarstw oraz wydzielania gospodarstw mniejszych od ustalonej minimalnej powierzchni gospodarstwa (PowGosM) w odpowiednio dużych kompleksach.

Przegląd główny dotyczący wydzielania udziałów gospodarstw większych od założonej powierzchni minimalnej „PMin" wykonywany jest wtedy, gdy najmniejszy niewypełniony kompleks jest większy od założonej powierzchni minimalnej, czyli wtedy, gdy procedura przeglądu małych kompleksów nie może być już kontynuowana. Przegląd ten dotyczy najmniejszego w danym momencie nie zapełnionego kompleksu, którego obszar jest większy od ustalonej powierzchni minimalnej, czyli pozwalającej na wydzielenie przynajmniej dwóch poprawnych udziałów gospodarstw (PMin). Przy zachowaniu tych warunków możliwe jest ustalenie w ramach przeglądu głównego takiego udziału gospodar-

stwa nie mniejszego od założonej powierzchni minimalnej, który nie prowadzi do powstania pozostałości gospodarstwa i kompleksu mniejszych od tej powierzchni. Kolejno powtarzane kroki algorytmu prowadzą do zmniejszania liczby pozostających do zapełnienia i rozdziału kompleksów oraz gospodarstw, aż do całkowitego wyczerpania ich liczby.

Po każdym przydziale pasków elementarnych do gospodarstw dokonywanych w obrębie trzech wymienionych procedur są one odpowiednio oznaczane. Stanowi to podstawę do określenia zbioru pozostałych udziałów gospodarstw w kompleksach oraz nieprzydzielonych jeszcze powierzchni poszczególnych gospodarstw i kompleksów. Te pozostałe udziały decydują o wyborze i przebiegu procedur wykonywanych w ramach pozostałych cykli przydziału pasków do gospodarstw.

Przedstawiony w ogólnych zarysach sposób przyporządkowania pasków elementarnych pomiędzy gospodarstwa, zawierający warunki tworzenia odpowiednio dużych udziałów gospodarstw w kompleksach, może w stosunkowo rzadkich przypadkach nie być skuteczny. choć w praktyce sytuacja taka nie powinna pojawiać się zbyt często. W takim przypadku rozwiązaniem jest osłabianie warunku dotyczącego dopuszczalnego przyrostu odległości związanego z wymianą pasków oraz odpowiednie zmniejszenie wielkości przyjętych parametrów dotyczących wielkości minimalnej powierzchni działki, kompleksu i gospodarstwa.

Wykonanie każdego cyklu przydziału elementów powierzchniowych do gospodarstw wiąże się najczęściej z ustaleniem jednego do maksymalnie trzech przydziałów do gospodarstw, co wiąże się z kolejnym eliminowaniem gospodarstw lub kompleksów po ich całkowitym przydziale lub zapełnieniu. W rzadkich przypadkach wykonanie całego cyklu nie prowadzi do przydzielenia żadnego elementu powierzchniowego, co wymaga odpowiedniej zmiany parametrów omawianej procedury (złagodzenia warunków) tak, aby umożliwić dokonanie takiego przydziału w następnym cyklu. Można przyjąć, że każde dwa cykle przydzielania pasków do gospodarstw umożliwiają wyeliminowanie przynajmniej jednego kompleksu lub gospodarstwa, głownie w ramach dwóch pierwszych procedur rozpatrywanych cykli. Oznacza to, że wymagana do całkowitego przydziału pasków do gospodarstw liczba cykli może dochodzić do podwojonej liczby kompleksów i gospodarstw.

5.5.2.1.1. Wstępny przegląd małych kompleksów

Celem wstępnego przeglądu małych kompleksów jest zapełnienie najmniejszego kompleksu, którego powierzchnia jest mniejsza od minimalnej powierzchni kompleksu (PowKomMin), udziałem jednego odpowiednio dużego gospodarstwa. Pierwszym etapem procedury jest identyfikacja gospodarstwa, któremu mogą być przekazane elementy położone w rozpatrywanym komplek-

sie, a następnie ich wymiana. Omawiany przegląd rozpoczyna się od wyboru odpowiedniego kompleksu. Jest to wykonalne tylko wtedy, gdy istnieją kompleksy posiadające powierzchnie nie przydzielone wcześniej do gospodarstw, mniejsze od minimalnej założonej powierzchni kompleksu. Dla wybranego kompleksu tworzone są dwie listy gospodarstw, które będą brane pod uwagę przy przydzielaniu pasków tego kompleksu. Pierwsza z nich obejmuje gospodarstwa mające udziały w wybranym kompleksie zestawione według pozostałych ich udziałów w tym kompleksie większych od wartości „PMin", natomiast druga – mniejszych. Wybór gospodarstwa do zapełnienia rozpatrywanego kompleksu następuje przez przegląd należących do niego pasków i ocenie efektów ich potencjalnych wymian z paskami położonymi poza tym kompleksem. Rozpatrywane są kolejne wymiany pasków kompleksu (pierwszy przegląd) z paskami należącymi do kolejnych gospodarstw umieszczonych na listach (drugi przegląd).

Do wypełnienia kompleksu wybrane zostaje gospodarstwo spełniające dwa warunki:

1. posiada obszar pozwalający na zapełnienie kompleksu, czyli jest większe od powierzchni rozpatrywanego kompleksu powiększonej o powierzchnię działki minimalnej (PMin),

2. zidentyfikowano przynajmniej jeden pasek należący do gospodarstwa wybranego, którego wymiana z paskiem kompleksu powoduje przyrost odległości do gruntów mniejszy od 250 m (wartość parametru DDD = 250 m).

Warunek drugi jest istotny jedynie dla gospodarstw, które nie posiadają żadnych udziałów w rozpatrywanym kompleksie, ponieważ dla gospodarstw posiadających takie udziały jest on zawsze spełniony. W przypadku, gdy żadne z gospodarstw nie spełnia przedstawionych warunków, następuje zwiększenie dopuszczalnego przyrostu odległości o kolejne 250 m. W takiej sytuacji jedynym warunkiem znalezienia gospodarstwa do zapełnienia kompleksu jest odpowiednio duża jego powierzchnia. Natomiast w przypadku, gdy nie ma odpowiednio dużych gospodarstw do zapełniania kompleksów, możliwe jest zazwyczaj wydzielanie ich w całości w odpowiednio dużych kompleksach, co jest ujęte w ramach procedury przeglądu małych gospodarstw.

Po identyfikacji gospodarstwa które zostanie wykorzystane do zapełnienia małego kompleksu następują wymiany należących do tego gospodarstwa pasków z paskami kompleksu, przy których pomijany jest warunek na przyrost odległości do siedlisk związanych z tymi wymianami, ponieważ jest on zwykle spełniony. Wszystkie paski w małym kompleksie przydzielane jednemu gospodarstwu są oznaczane, co eliminuje zarówno je oraz rozpatrywany kompleks z dalszych analiz. Ich przyporządkowanie jest oznaczane w aktualizowanej na bieżąco tablicy zawierającej pozostałe, nie przydzielone jeszcze udziały gospodarstw w kompleksach.

5.5.2.1.2. Wstępny przegląd małych gospodarstw

Celem wstępnego przeglądu małych gospodarstw jest wydzielenie gruntów wybranego gospodarstwa o małej powierzchni w całości, w jednym kompleksie przy możliwie jak najmniejszym przyroście odległości do gruntów. Wybór kompleksu do wydzielenia najmniejszego (w danym momencie procesu obliczeniowego) gospodarstwa dokonywany jest przez dwukrotny przegląd listy elementów powierzchniowych elementarnych. W trakcie pierwszego przeglądu brane są pod uwagę jedynie te kompleksy, w których najmniejsze gospodarstwo ma już jakieś udziały, co wiąże się z prawdopodobnym niewielkim przyrostem odległości po wydzieleniu najmniejszego gospodarstwa w jednym z takich kompleksów. W drugim przeglądzie, który następuje w przypadku kiedy wykonanie pierwszego nie zakończyło się powodzeniem, warunek ten jest pomijany.

Drugim warunkiem wyboru kompleksu do wydzielenia małego gospodarstwa jest jego odpowiednia powierzchnia. Powinna być ona większa od pozostałej powierzchni gospodarstwa, powiększonej o powierzchnie działki minimalnej (PMin) tak ,aby ewentualny pozostały obszar mógł być przydzielony innemu gospodarstwu w postaci prawidłowej działki. W przypadku braku odpowiednio dużego i dogodnie położonego kompleksu w stosunku do siedliska rozpatrywanego najmniejszego gospodarstwa, przegląd ten jest pomijany. Może być on wznowiony, gdy w efekcie pozostałych przeglądów paski najmniejszego gospodarstwa zostaną przeniesione do innych kompleksów spełniających wymagania tego przeglądu.

Po wyborze kompleksu następuje wydzielenie w nim udziału gospodarstwa dokonywane w ramach ponownego przeglądu listy elementów powierzchniowych. W trakcie tego przeglądu identyfikowane są wszystkie pozostałe elementy należące do rozpatrywanego gospodarstwa położone poza wybranym kompleksem. Po ich identyfikacji są one wymieniane na elementy wybranego kompleksu w ten sposób, by będący efektem tej operacji przyrost odległości był jak najmniejszy.

Po przeniesieniu wszystkich pozostałych elementów powierzchniowych najmniejszego gospodarstwa do wybranego kompleksu , są one odpowiednio oznaczane i eliminowane z procesu obliczeniowego związanego z kolejnymi przeglądami omawianej korekty.

5.5.2.1.3. Główny przegląd zapełniania kompleksów o dużej powierzchni

Główny przegląd zapełniania kompleksów jest stosowany po zakończeniu przeglądów wstępnych. Są już wtedy zapełnione najczęściej wszystkie kompleksy i gospodarstwa mniejsze od odpowiednich powierzchni minimalnych (określonych wartościami parametrów PowKomM oraz PowGosM). Podczas wstęp-

nych przeglądów małych kompleksów i gospodarstw zapełniane są w pierwszej kolejności te z nich, których obszar jest mniejszy od minimalnego udziału gospodarstwa. Udziały gospodarstw w takich kompleksach będą z konieczności mniejsze od zakładanej wielkości działki. W dalszym procesie przydzielania elementów powierzchniowych do gospodarstw powinny powstawać jednak tylko udziały większe od założonej wartości parametru PMin. Główny przegląd dotyczy w praktyce zapełniania kompleksów większych i obejmuje w danym przeglądzie zawsze najmniejszy z nich. Podstawowym jego celem jest zapełnianie kolejnego pod względem powierzchni kompleksu odpowiednio dużym udziałem gospodarstwa (zawsze większym od określonej minimalnej powierzchni działki PMin), przy jednoczesnym zachowaniu pozostałości gospodarstwa i kompleksu większych od wartości PMin lub też przy wyczerpywaniu powierzchni (wartości) danego kompleksu lub gospodarstwa w całości.

Główny przegląd tej korekty rozpoczyna identyfikacja kompleksu, który będzie nim objęty. Dla wybranego, najmniejszego z dużych kompleksów określany jest największy udział gospodarstwa w tym kompleksie, który będzie przedmiotem dalszych modyfikacji. W ramach wstępnych ustaleń określany jest zatem kompleks objęty przeglądem (**kompleks przeglądany**) oraz gospodarstwo mające w nim największy udział (**gospodarstwo wybrane**). Następnie obliczyć należy wartość dwóch parametrów dla wybranego gospodarstwa i kompleksu, którymi są: liczba elementów powierzchniowych gospodarstwa wybranego poza kompleksem przeglądanym (parametr DPG) oraz liczba elementów powierzchniowych przeglądanego kompleksu nie należących do gospodarstwa wybranego (parametr DPK). Wielkość tych parametrów określana jest w następujący sposób:

$$\begin{aligned} DPG &= PaskiGos - UdzGos \\ DPK &= PaskiKom - UdzGos \end{aligned} \tag{16}$$

gdzie:

PaskiGos – liczba pozostałych pasków wybranego gospodarstwa,
PaskiKom – liczba pasków w rozpatrywanym kompleksie,
UdzGos – udział wybranego gospodarstwa w rozpatrywanym kompleksie.

Powiększanie udziałów gospodarstw w kompleksach realizowane jest w następujący sposób: w trakcie przeglądu dwóch zbiorów: pasków należących do rozpatrywanego kompleksu oraz wszystkich pasków elementarnych dobierane są do kolejne pozostałe paski kompleksu i paski wybranego gospodarstwa położone poza tym kompleksem. Do momentu osiągnięcia przez dane gospodarstwo liczby pasków elementarnych odpowiadającej minimalnej powierzchni

działki pomijany jest warunek dotyczący przyrostu odległości do gruntów. Dalsze wymiany pasków prowadzące do zwiększania udziałów wybranego gospodarstwa warunkuje możliwy przyrost odległości wynoszący 250 m. Liczbę pasków wybranego gospodarstwa możliwych do wprowadzenia do kompleksu przeglądanego określają dwa parametry: liczba dobieranych pasków ze względu na wielkość gospodarstwa DDPG i liczba dobieranych pasków ze względu na wielkość kompleksu DDPK.

Parametry te określone są poprzez następujące wzory:

$$\begin{aligned} DDPG &= DDG - PMin \\ DDPK &= DDk - PowKomM \end{aligned} \tag{17}$$

gdzie:

DDG – liczba pasków wybranego gospodarstwa poza przeglądanym kompleksem,

DDK – liczba pasków kompleksu w wyłączeniem pasków wybranego gospodarstwa,

PowKomM, PMin – przyjęta minimalna powierzchnia kompleksu i działki.

W momencie, kiedy liczba wprowadzonych do kompleksu pasków wybranego gospodarstwa osiągnie ustaloną liczbę dobieranych pasków ze względu na wielkość kompleksu (DDPK), dalszy proces dobierania pasków i przeglądanie kompleksu jest przerywany. Jeżeli natomiast liczba wprowadzanych pasków zrówna się z liczbą dobieranych pasków ze względu na wielkość gospodarstwa (DDPG), to do kompleksu przeglądanego wprowadzone są wszystkie pozostałe paski gospodarstwa wybranego.

Zakończenie omawianego przeglądu kończy pełny cykl dobierania pasków do gospodarstw i wiąże się z przejściem do następnego, jeśli nie wszystkie elementy zostały przydzielone do gospodarstw. Cykle powtarzają się aż do momentu przydzielenia wszystkich pasków, co kończy proces przydziału. W szczególnych przypadkach, po wykonaniu kolejnego cyklu przydziału, żaden pasek nie zostaje przydzielony gospodarstwom. Rozwiązaniem jest jednorazowe osłabienie warunków przydzielania pasków. Polega ono na zmniejszaniu powierzchni kompleksu minimalnego (PowKomM) o połowę oraz ustalaniu powierzchni działki minimalnej jako połowy kompleksu minimalnego. Jeżeli korekta parametrów nie powoduje przydzielenia pasków do gospodarstw, to jest ponawiana aż do dokonania odpowiedniego przydziału. Następnie następuje powrót do parametrów wyjściowych. Przyjęcie możliwości modyfikacji wartości parametrów rozpatrywanej korekty w trakcie jej ponawiania powoduje, że prowadzi ona zawsze do rozdziału wszystkich pasków elementarnych między poszczególne gospodarstwa.

5.5.2.2. Korekta ograniczająca liczbę małych udziałów gospodarstw we wsi Wojków

5.5.2.2.1. Pełna korekta ograniczająca liczbę małych udziałów

Korekta ograniczająca liczbę małych udziałów wykonywana jest po wstępnej optymalizacji przynależności elementów powierzchniowych do gospodarstw oraz po wykonaniu korekt wstępnych. Na tym etapie procesu obliczeniowego przydział gruntów do gospodarstw jest jeszcze nadmiernie rozdrobniony. We wsi Wojków około 100 gospodarstw posiadło na tym etapie 653 udziały w kompleksach o przeciętnym obszarze 8,1 pasków elementarnych czyli 81 arów (tabela 6). Większość udziałów (484) ma powierzchnię mniejszą od 1 ha, a 344 nie przekracza 20 arów.

Tabela 6. Zmiany liczby udziałów gospodarstw w kompleksach jako efekt kolejnych procedur wchodzących w zakres korekty ograniczającej liczbę małych udziałów

Oznaczenie przeglądu	Opis przeglądu	Liczby udziałów w kompleksach			Średnia odległość [m]	Liczba cykli przydziału
		wszystkich	do 1 ha (10 pasków)	do 0,2 ha		
Stan przed optymalizacją		553	364	98	1597	-
Stan po korektach wstępnych		653	484	344	990	-
GrupMalKom, GrupMalgos i GrupGlow	Pełna korekta ograniczająca liczbę małych udziałów	208	19	2	1026	112
GrupMalGosp i GrupGlow	Przegląd małych gospodarstw i przegląd główny z wyłączeniem warunku na wielkość kompleksu	221	27	3	1015	167
GrupMalKom i GrupGlow	Przegląd małych kompleksów i przegląd główny z wyłączeniem warunku na wielkość kompleksu	216	27	3	1031	168
GrupGlow	Przegląd główny dotyczący wydzielania udziałów w kompleksach z wyłączeniem warunku na wielkość kompleksu	234	59	3	998	241
GrupMalKom i GrupMalGos	Przegląd małych kompleksów i przegląd małych gospodarstw	167	19	2	1400	101
GrupMalKom i GrupMalGos	Przegląd małych kompleksów i przegląd małych gospodarstw z uwzględnieniem minimalizacji przyrostów odległości	167	19	2	1254	102

Źródło: opracowanie własne.

Korektę ograniczającą liczbę małych udziałów przeprowadzono dla obszaru wsi Wojków w pełnym jej zakresie, obejmującym przegląd małych gospodarstw i kompleksów oraz przegląd główny. Przyjęto podane wcześniej następujące wartości parametrów: PowKomM = PowGosM = 20, PMin = 10, PDzW = 20. Realizacja korekty pozwoliła skutecznie obniżyć liczbę udziałów gospodarstw prowadząc tym samym do zwiększenia ich obszarów.

Głównym celem omawianej korekty jest wyeliminowanie udziałów gospodarstw w kompleksach mniejszych od 1 ha, dając tym samym możliwość projektowanie dużych działek. Cel ten został osiągnięty przez odpowiedni dobór parametrów. Przyjęto między innymi, że powierzchnia minimalnego udziału gospodarstwa w kompleksie określająca pożądaną wielkość działki będzie równa 1 ha. W rezultacie udało się praktycznie wyeliminować udziały mniejsze od 1 ha. Po omawianej korekcie z początkowej liczby 484 pozostało tylko 19 udziałów mniejszych od 1 ha, które nie mogły być usunięte z powodu zbyt małej powierzchni gospodarstw lub kompleksów.

Korekta A zmniejszająca liczbę małych udziałów gospodarstw spowodowała znaczne zmniejszenie całkowitej liczby udziałów i zwiększenie ich obszarów. Średnia powierzchnia udziału gospodarstwa w kompleksie we wsi Wojków zwiększyła w wyniku tej korekty do około 28 elementów powierzchniowych. Udział ten jest ponad trzy razy większy niż po korektach wstępnych (wynosił wtedy 8.1 elementu). Podobnie zmniejszyła się liczba wszystkich udziałów gospodarstw. Wykonanie korekty A doprowadziło do zmniejszenia wszystkich udziałów gospodarstw w kompleksach z 653 (po korekcie wstępnej trzeciej) do zaledwie 208 udziałów. Przeprowadzony zabieg skutecznie wyeliminował bardzo małe udziały gospodarstw, które dominowały po korektach wstępnych (ponad 300 udziałów). Po wykonaniu korekty udziały gospodarstw obejmujące jeden i dwa paski elementarne zostały praktycznie całkowicie wyeliminowane, a ich liczba ograniczona została do przypadków koniecznych. Pozostałe 2 udziały o wielkości 2 pasków dotyczą jednego kompleksu i jednego gospodarstwa o tak małych obszarach.

Przedstawione korzystne zmiany liczby udziałów gospodarstw w kompleksach i wielkości tych udziałów po wykonaniu omawiaj korekty wiązały się z pewnym zwiększeniem odległości do gruntów. Przeciętna odległość do gruntów we wsi Wojków po wykonaniu korekty A zmniejszającej liczbę małych udziałów wynosi 1025 m i jest większa od uzyskanej po wstępnej optymalizacji rozmieszczenia działek o około 44 m. Przyrost jest jednak niewielki w porównaniu z analogiczną odległością do gruntów przed optymalizacją układu gruntowego, która wynosiła 1597 m. Stosunkowo nieduży przyrost odległości związany z omawianą korektą A jest efektem wprowadzonych ograniczeń na przyrost tej odległości. Wymiany pasków elementarnych między gospodarstwami nie mogły bowiem powodować przyrostów odległości większych niż 250 m.

5.5.2.2.2. Korekty cząstkowe obejmujące wybrane przeglądy pełnej korekty A zmniejszającej liczbę małych udziałów

Korekta mająca na celu ograniczenie liczby małych udziałów składa się z trzech niezależnych przeglądów wykonywanych w postaci szeregu cykli przydziałowych. Jej pełne wykonanie we wsi Wojków wymagało 112 cykli i trwało

około 3 minuty. W tabeli 6 przedstawiono wybrane zestawy przeglądów kończące się rozdziałem wszystkich pasków między gospodarstwa wraz z efektami ich działania. Uzyskane rezultaty pozwalają na pełniejszą charakterystykę poszczególnych przeglądów i ocenę ich roli w procesie przydziałów pasków elementarnych do gospodarstw.

Główny przegląd dotyczący wydzielania udziałów może być wykonywany niezależnie, z pominięciem przeglądów wstępnych, choć objęcie tym przeglądem zbyt małych gospodarstw i kompleksów może prowadzić do powstawania udziałów mniejszych od założonej powierzchni minimalnej. Przegląd główny umożliwia wydzielanie udziałów większych od minimalnej powierzchni udziału jedynie wtedy, gdy zapełnione są wszystkie kompleksy i gospodarstwa mniejsze od minimalnej powierzchni gospodarstwa i kompleksu równej podwójnej powierzchni udziału minimalnego (PowKomMin < 2*PMin). Rezygnacja z warunku dotyczącego minimalnej wielkości kompleksu obejmowanego przeglądem głównym znacznie upraszcza i przyspiesza jego wykonanie.

Wykonanie korekty A jedynie z udziałem przeglądu głównego prowadzi jednak do uzyskania znacznie gorszych rezultatów oraz pewnego wydłużenia czasu jej trwania z uwagi na podwojenie liczby wymaganych cykli przydziałowych. Poprzez użycie jedynie przeglądu głównego powstaje o około 10% więcej wszystkich udziałów gospodarstw w kompleksach oraz ponad 2 razy więcej udziałów o powierzchniach mniejszych od 1 ha (59 udziałów) niż przy zastosowaniu pełnej korekty A. Przeciętna odległość do gruntów po wykonaniu korekty przy pomocy jedynie przeglądu głównego wynosi 998 m i jest większa od uzyskanej w stanie wyjściowym zaledwie o 8 m.

Rozszerzenie przeglądu głównego o jeden z przeglądów wstępnych (małych gospodarstw lub małych kompleksów) poprawia jej efekt, jest on jednak nadal wyraźnie gorszy niż w przypadku użycia wszystkich trzech przeglądów. Poprawa jest widoczna najbardziej w liczbie udziałów mniejszych od 1 ha, która po dołączeniu do przeglądu głównego jednego ze wstępnych przeglądów zmniejszyła się o około 50%. W podobnej proporcji zmniejszyła się liczba wykonanych cykli przydziałowych (z 241 do około 170). Mniej zauważalne zmiany dotyczą liczby wszystkich udziałów gospodarstw w kompleksach projektowych. Realizacja przeglądu głównego połączonego z przeglądem małych gospodarstw lub małych kompleksów zmniejszyła liczbę przydziałów gospodarstw odpowiednio o 13 i 18 przydziałów, jednak w dalszym ciągu jest to wartość większa o kilkanaście udziałów od uzyskiwanej po wykonaniu pełnej korekty A. Zwiększenie liczby udziałów gospodarstw mniejszych od 1 ha obserwowane w korekcie ograniczonej jedynie do przeglądu głównego jest wynikiem objęcia tym przeglądem zbyt małych gospodarstw i kompleksów mniejszych od ustalonej ich minimalnej powierzchni. Dołączenie do przeglądu głównego jednego z przeglądów wstępnych, eliminujących małe kompleksy lub gospodarstwa usuwa jedną z przyczyn powstawania niewielkich udziałów gospodarstw. Lepsze wyniki

dotyczące wielkości udziałów gospodarstw po rozszerzeniu głównego przeglądu o jeden z przeglądów wstępnych wiążą się ze zwiększeniem odległości do gruntów, które wynoszą odpowiednio 1015 i 1031 m. Odległości te są nieznacznie większe od uzyskanej w ramach pełnej korekty A ograniczającej liczbę małych udziałów.

Zaskakująco dobre rezultaty dotyczące wielkości udziałów uzyskano w przypadku korekty ograniczającej się do dwóch pierwszych przeglądów małych kompleksów i gospodarstw. Uzyskany przydział gruntów do kompleksów wiąże się jednak ze znacznie większą odległością do gruntów co raczej wyklucza jej stosowanie w praktyce.

Wymagania dotyczące wielkości udziałów gospodarstw w kompleksach projektowych sformułowane w pełnej korekcie ograniczającej liczbę małych udziałów wydają się najkorzystniejsze. Uzyskiwane w rezultacie wielkość udziałów w kompleksach przypadku pełnej korekty A przesądzać powinna o jej wyborze w trakcie realizacji procedur optymalizacji układu gruntowego. Pełna korekta A ograniczająca liczbę małych udziałów umożliwia skuteczną minimalizację liczby udziałów mniejszych od 1 ha i uzyskiwanie stosunkowo niedużych przyrostów odległości do gruntów, co daje podstawę do jej pozytywnej oceny.

5.5.2.2.3. Wpływ doboru parametrów na wyniki określenia udziałów gospodarstw w kompleksach projektowych

Otrzymany w wyniku procesu optymalizacji układ gruntowy jest w dużej mierze zależny od wartości przyjętych parametrów, których modyfikacje umożliwiają dostosowanie modelu optymalizacji do warunków rozpatrywanego obiektu.

W przypadku korekty A ograniczającej liczbę małych udziałów występuje pięć parametrów pozwalających na zdefiniowanie sposobu ustalania udziałów gospodarstw i ich wielkości. Zakładając, że celem korekty jest uzyskanie udziałów gospodarstw większych od założonego obszaru istotne znaczenie mają jedynie dwa parametry, którymi są minimalna wielkość udziału gospodarstwa (Pmin) oraz dopuszczalny przyrost odległości do gruntów występujący przy wymianie pasków elementarnych (DDD). Pozostałe trzy parametry są albo funkcją minimalnej powierzchni udziału gospodarstwa w kompleksie, lub ich znaczenie dla korekty A jest niewielkie. W tabeli 7 przedstawiono zmiany liczby udziałów gospodarstw w kompleksach we wsi Wojków zależnie od przyjmowanej wielkości parametrów tej korekty. W pierwszym wierszu tej tabeli (z liczbą porządkową równą zero) zamieszczono wyniki korekty odnoszące się do parametrów dostosowanych do warunków wsi Wojków, które umożliwiają utworzenie działek większych od 1 ha. Efektem korekty jest wydzielenie 208 udziałów gospodarstw, z czego 19 udziałów jest mniejszych od 1 ha i wynikają one ze zbyt małej powierzchni gospodarstwa lub kompleksu. Omawianą korektą objętych było 11 kompleksów i 9 gospodarstw mniejszych od 1 ha.

Stosunkowo niewielki wpływ na wielkość udziałów gospodarstw w kompleksach projektowych wywiera w rozpatrywanej korekcie powierzchnia działki wzorcowej (PDzW). Parametr ten określa graniczną wielkość udziałów, które nie powinny być usuwane z kompleksu. Powierzchnia działki wzorcowej, która występuje w dwóch procedurach dotyczących przeglądu małych gospodarstw i przeglądu głównego może w określonych przypadkach prowadzić do powstawania udziałów gospodarstw mniejszych od ustalonego minimalnego udziału w kompleksie. Zmniejszeniu powierzchni działki wzorcowej do 10 elementów powierzchniowych (tabela 7) spowodowało oczekiwany, chociaż niewielki przyrost liczby wszystkich udziałów do 210, ale również zwiększenie udziałów o powierzchni mniejszej od 1 ha (22 udziały). Zwiększenie powierzchni działki wzorcowej powoduje zauważalne zmniejszenie liczby udziałów. Zupełne wyeliminowanie działania rozpatrywanego parametru następuje wtedy, gdy jego powierzchnia jest większa od największego kompleksu projektowego, co wiąże się z uzyskaniem najmniejszej liczby wszystkich udziałów. Wyeliminowanie oddziaływania powierzchni działki wzorcowej we wsi Wojków (PDZWz = 1000) spowodowało zmniejszenie liczby udziałów o około 10% w porównaniu z ich liczbą uzyskaną dla wielkości parametru = 2 ha (tabela 7). Ustalenie wielkości powierzchni działki wzorcowej zależne jest od celu prowadzonej korekty i uzyskiwanych efektów. Przyjęcie rozpatrywanego parametru we wsi Wojków w wysokości 20 elementów powierzchniowych nie spowodowało zwiększenia liczby udziałów o powierzchni mniejszej od 1 ha.

Głównym warunkiem uniemożliwiającym powstawanie udziałów mniejszych od ustalonego obszaru minimalnego (PMin) jest, aby powierzchnie minimalnego kompleksu (PowKomM) i gospodarstw (PowGosM) były dwa razy większe od tego obszaru minimalnego. Nie zachowanie tego warunku polegające na zmniejszeniu powierzchni minimalnego kompleksu i gospodarstwa z 20 do 10 elementów powierzchniowych, czyli jej zrównanie z minimalną powierzchnia udziału gospodarstwa w kompleksie spowodowało we wsi Wojków zwiększenie liczby wszystkich udziałów do 229 oraz zwiększenie liczby udziałów o powierzchni od 1 ha do liczby 34 udziałów. Podobne zwiększenie liczby udziałów gospodarstw w kompleksach obserwuje się przy zmniejszaniu minimalnej powierzchni kompleksu lub gospodarstwa, przy czym jest ono wyraźnie większe w przypadku zmniejszania minimalnej powierzchni kompleksu. Zmniejszenie minimalnej powierzchni kompleksu do 10 pasków, przy zachowaniu pozostałych parametrów na poziomie uznanym za najkorzystniejszy (wiersz zerowy tabeli 7) powoduje zwiększenie liczby udziałów mniejszych od 1 ha, do 21 udziałów. Natomiast zmiana dotycząca minimalnej powierzchni gospodarstwa wywołuje mniejszy przyrost liczby rozpatrywanych udziałów (do 26).

Tabela 7. Zmiany liczby udziałów gospodarstw w kompleksach zależnie od przyjętych wielkości parametrów korekty ograniczającej liczbę tych udziałów (korekta A)

Lp.	Wielkości poszczególnych parametrów					Liczba udziałów w kompleksach			Średnia odległość [m]	Liczba cykli przydz.
	Zmiana odległości od siedliska „DDC" [m]	Minimalna powierzchnia kompleksu PowKomM [ha]	Powierzchnia gospodarstwa małego PowGosM [paski]	Minimalny udział w kompleksie „PMin" [paski}	Powierzchnia działki wzorcowej „PDzW" [paski]	wszystkich	o powierzchni do 1 ha	o powierzchni do dwóch pasków		
0	**250**	**20**	**20**	**10**	**20**	**208**	**19**	**2**	**1026**	**112**
1	250	20	20	10	10	210	22	2	1022	122
2	250	20	20	10	30	203	19	2	1013	120
3	250	20	20	10	50	198	19	2	1015	113
4	250	20	20	10	1000	197	19	2	1016	111
5	250	10	10	10	20	229	34	11	997	176
6	250	20	10	10	20	217	26	4	1029	159
7	250	10	20	10	20	219	31	3	995	126
8	250	30	30	10	20	197	20	2	1058	95
9	250	40	40	10	20	191	19	2	1089	88
10	250	1000	1000	10	20	167	19	2	1400	101
11	250	10	10	5	20	236	44	2	997	170
12	250	30	30	15	20	202	21	2	1093	99
13	250	40	40	20	20	189	20	2	1104	88
14	250	20	20	5	20	218	34	2	1021	117
15	250	20	20	15	20	213	24	2	1034	123
16	250	20	20	20	20	206	37	11	1032	134

Źródło: opracowanie własne

Ustalenie minimalnej powierzchni kompleksu i gospodarstwa na poziomie większym od podwójnego minimalnego udziału w kompleksie (PMin) pozwala uzyskać najmniejszą z możliwych liczbę udziałów mniejszych od minimalnego udziału w kompleksie. Przypadki takie (powierzchnie minimalnego kompleksu i gospodarstwa są większe od 2 ha) ujęte są w tabeli 7 w wierszach oznaczonych numerami 0, 2, 3, 4, 8, 9, 10, 12 i 13. W większości tych przypadków liczba udziałów mniejszych od 1 ha równa jest 19, czyli jest najmniejsza z możliwych przy występującej w badanej wsi liczbie gospodarstw i kompleksów mniejszych od 1 ha. Jedynie w trzech przypadkach liczba rozpatrywanych udziałów jest większa (od jeden do dwóch) od ich najmniejszej liczby. Powodem tego niewielkiego zwiększenia liczby udziałów gospodarstw w kompleksach większych

od założonej minimalnej wielkości udziału jest uproszczenie związane z procesem doboru kompleksów do przeglądu głównego. Warunkowany jest on jedynie jego powierzchnią, która powinna być większa od minimalnej powierzchni kompleksu. Przegląd główny jest więc niekiedy prowadzony w odniesieniu do gospodarstw mniejszych od ich powierzchni minimalnej, co może powodować powstawanie udziałów mniejszych od założonej minimalnej ich wielkości. Przypadki takie są jednak stosunkowo rzadkie, co potwierdzają wyniki podane w tabeli 7, natomiast przyjęte uproszczenia znacznie skracają liczbę cykli obliczeniowych.

Wpływ zwiększania wielkości minimalnego kompleksu i gospodarstwa do wartości większej od podwójnej powierzchni minimalnego udziału gospodarstwa w kompleksie na wyniki omawianej korekty przedstawiają wiersze 8, 9 i 10 tabeli 7. Dalsze zwiększanie powierzchni minimalnego kompleksu do 30, 40 i 1000 pasków prowadziło do zmniejszania się liczby wszystkich udziałów gospodarstw uzyskiwanych w wyniku przeprowadzenia korekty A. Liczba tych udziałów wynosiła odpowiednio 197, 191 oraz 167. Zmniejszeniu liczby udziałów towarzyszyło istotne zwiększenie średniej odległości do gruntów. Odległość ta uzyskana przy minimalnej powierzchni kompleksów wynoszącej 1000 pasków wynosi w badanej wsi 1400 m, co oznacza jej zwiększenie o blisko 50% w porównaniu z uzyskiwaną przy mniejszych powierzchniach minimalnego kompleksu i gospodarstwa. Odległość ta w przypadku dobierania najkorzystniej położonych kompleksów może zostać zmniejszona do 1254 m (tabela 6), choć nadal będzie znacznie większa od odległości uzyskiwanej przy mniejszej powierzchni minimalnego kompleksu i gospodarstwa.

Zwiększanie powierzchni minimalnego kompleksu i gospodarstwa wiąże się przede wszystkim z ograniczeniem stosowania przeglądu głównego. Jest on wykorzystywany wtedy, gdy wszystkie nie zapełnione w pełni kompleksy są większe od ustalonej minimalnej ich powierzchni. Przyjęcie powierzchni minimalnego kompleksu i gospodarstwa większej od największego kompleksu i gospodarstwa powoduje, że przegląd główny nie jest wykonywany. W takim przypadku naprzemienne stosowanie dwóch pozostałych przeglądów, czyli przeglądu małych gospodarstw i małych kompleksów, prowadzi do powtarzającego się zapełnienia najmniejszego kompleksu udziałem jednego dużego gospodarstwa oraz wydzielania całych gospodarstw w odpowiednio dużych kompleksach. Uzyskiwane w ten sposób przydziały gospodarstw w kompleksach są największe, a ich liczba jest najmniejsza z możliwych do uzyskania. Uzyskany przydział gruntów do gospodarstw, chociaż najkorzystniejszy ze względu na liczbę udziałów gospodarstw w kompleksach, wiąże się z wydzielaniem gruntów w kompleksach niekorzystnie usytuowanych względem siedlisk gospodarstw. Efektem tego jest zwiększenie odległości do gruntów. We wsi Wojków największe gospodarstwo obejmuje 496 pasków, a największy kompleks składa się z 321 pasków, dlatego pełne wyeliminowanie przeglądu głównego jest uzyski-

wane w przypadku przyjęcia powierzchni minimalnego kompleksu i gospodarstwa równej na przykład 1000 pasków (wiersz 10, tabela 7). Wprowadzenie takiego parametru do omawianej korekty sprawia, że uzyskuje się tylko 167 udziałów gospodarstw. Liczba tych udziałów jest zbliżona do sumy gospodarstw i kompleksów w rozpatrywanej wsi, która wynosi 173 (73 kompleksy i 100 gospodarstw).

Wpływ zmian głównego parametru omawianej korekty, którym jest minimalny udział gospodarstw (PMin) przy dostosowanej do niego (dwa razy większej) minimalnej powierzchni gospodarstwa i kompleksu (PowKomM, PowGosM) na liczbę i wielkość udziałów gospodarstw w kompleksach przedstawiony jest w wierszach 0, 11,12 i 13 tabeli 7. Powierzchnia minimalnego udziału gospodarstwa w kompleksie (5 pasków) umożliwia wydzielenie 236 udziałów gospodarstw, jednocześnie aż 44 udziały mają powierzchnie przekraczającą 1 ha. Omawiana korekta wymagała stosukowo dużej liczby cykli przydziałowych (170), co można wiązać z dużą liczbą udziałów gospodarstw. Nie zanotowano przy tym znaczącego przyrostu odległości do gruntów, która wynosi 997 m. Wartość ta jest tylko o około 7 m większa niż w stanie wyjściowym po trzeciej korekcie wstępnej. Zwiększenie minimalnego udziału gospodarstw odpowiednio do 10, 15 i 20 pasków wiąże się ze zmniejszaniem się liczby wszystkich udziałów oraz liczby koniecznych cykli przydziałowych, jednak również ze zdecydowanym zwiększeniem odległości do gruntów. Ustalenie wielkości minimalnego udziału gospodarstwa na poziomie 20 pasków powoduje zmniejszenie liczby wszystkich udziałów o ponad 20% (do 189 udziałów). Wiąże się to z 10% przyrostem odległości do gruntów, która po omawianej korekcie wynosi 1104 m. Jest to związane ze zmianami wyjściowego przydziału pasków do gospodarstw, który był najkorzystniejszy pod względem odległości gruntów od siedlisk.

Zachowanie wymaganych proporcji pomiędzy minimalnym udziałem gospodarstwa w kompleksie a wielkością minimalnego kompleksu i gospodarstwa powoduje, że w wyniku rozpatrywanych korekt nie powinny powstawać udziały mniejsze od udziału minimalnego. Potwierdzeniem tej prawidłowości jest liczba udziałów mniejszych od 1 ha. We wszystkich korektach, w których powierzchnia minimalnego udziału była większa lub równa 10 paskom elementarnym (wiersze 0, 12, 13), liczba udziałów mniejszych od 1 ha wynosi od 19 do 21, czyli nieznacznie tylko przekracza minimalną ich liczbę. Wiąże się to z pominięciem warunku na wielkość gospodarstw przy dobieraniu kompleksów do przeglądu głównego.

Wiersz zerowy oraz ostatnie trzy wiersze tabeli 7 przedstawiają wyniki omawianej korekty uzyskiwane przy zmianach powierzchni minimalnego udziału gospodarstwa w kompleksie od 5 do 20 pasków oraz przy stałej powierzchni minimalnego gospodarstwa i kompleksu równej 20 pasków. Zwiększająca się powierzchnia minimalnego udziału gospodarstwa (przy ustalonym obszarze kompleksu minimalnego) wpływa, podobnie jak we wcześniej oma-

wianych przykładach, na zmniejszenie liczby wszystkich udziałów, jednak zakres tego oddziaływanie jest znacznie mniejszy. Zwiększenie powierzchni udziału minimalnego z 5 do 20 pasków powoduje zmniejszenie udziałów gospodarstw w kompleksach z 218 do 206, czyli zaledwie o około 5%. Nie zaobserwowano natomiast istotnego wpływu wielkości minimalnego udziału na odległość do gruntów i liczbę cykli optymalizacyjnych, co można wiązać z niewielkimi zmianami wywoływanymi przez zmianę tylko jednego parametru rozpatrywanej korekty.

W wyniku analizy struktury obszarowej gospodarstw we wsi Wojków można przyjąć, że powinny być na jej obszarze wydzielane działki większe od 1 ha. Liczba udziałów mniejszych od 1 ha uzyskiwana w wyniku przeprowadzenia korekty A zależy od przyjętych wartości parametrów: minimalnej powierzchni działki oraz od minimalnej powierzchni kompleksu i gospodarstwa. Niezbędne dla uzyskania niewielkiej liczby udziałów mniejszych od 1 ha wielkości i wzajemne proporcje pomiędzy minimalnym udziałem gospodarstwa a powierzchnią minimalnego kompleksu zachowane zostały jedynie w jednym z rozpatrywanych przypadków (wiersz zerowy), w którym wynoszą one odpowiedni 10 i 20 pasków. Przyjęcie takich parametrów korekty pozwoliło uzyskać minimalną liczbę udziałów gospodarstw w kompleksach projektowych mniejszych od 1 ha wynoszącą tylko 19 udziałów. W pozostałych przypadkach liczba udziałów gospodarstw mniejszych od 1 ha jest o wiele większa i dochodzi do 37 udziałów, będąc tym samym blisko dwa razy większa od minimalnej liczby tych udziałów. Przyczynami zwiększonej liczby udziałów gospodarstw mniejszych od 1 ha były zarówno zbyt małe wartości minimalnego udziału gospodarstwa, jak również niewłaściwe proporcje między tym obszarem ,a powierzchniami minimalnego kompleksu i gospodarstwa. Przyjęcie minimalnej powierzchni udziału gospodarstw w kompleksie równego 5 paskom elementarnym (0,5 ha) spowodowało zwiększenie liczby udziałów gospodarstw mniejszych od 1 ha o 11, do wartości 34. Szczególnie niekorzystnie wpłynęła na liczbę udziałów do 1 ha zmiana proporcji między minimalnym udziałem gospodarstw a minimalną powierzchnią kompleksu, w wyniku której zrównano wartości obu z nich do 20 pasków elementarnych (wiersz 16, tabela 7). Realizacja korekty ograniczającej liczbę małych udziałów przy tak ustalonych parametrach prowadzi do uzyskania aż 37 udziałów mniejszych od 1 ha, pojawia się również 11 udziałów mniejszych od 20 arów, co pozwala taką wersję korekty traktować jako niedopuszczalną.

Dobór wielkości parametrów poszczególnych korekt zależy przede wszystkim od celu dokonywanej modernizacji struktury przestrzennej. Jeżeli celem tym jest wydzielanie działek większych od założonej powierzchni, to należy przyjąć tę powierzchnię jako powierzchnię działki minimalnej (PMin), a wielkość minimalnego kompleksu powinna być w takim przypadku równa podwojonej powierzchni działki minimalnej. Natomiast w celu wydzielenia na

danym terenie możliwie największych działek należy zrezygnować z przeglądu głównego, ustalając odpowiednio dużą powierzchnię minimalnego kompleksu i gospodarstwa większą od największego gospodarstwa i kompleksu. Uzyskane zostaną dzięki temu największe udziały gospodarstw w kompleksach, a ich liczba będzie najmniejsza, jednak będzie się to wiązało ze zwiększeniem odległości do gruntów. Powierzchnia działki wzorcowej (PDzWz) odgrywa stosunkowo nieznaczną rolę w rozpatrywanej korekcie, a jej oddziaływanie na liczbę i wielkość udziałów gospodarstw jest ograniczone. Przy doborze parametrów omawianej korekty należy szczególnie pamiętać o zachowaniu wymaganej proporcji między minimalną powierzchnią działki a minimalną wielkością kompleksu i gospodarstwa, ponieważ proporcje te mają znaczący wpływ na powstawanie wielu niekorzystnych małych udziałów.

5.5.2.3. Korekta łączenia udziałów gospodarstw w zwarte działki (korekta B)

Celem korekty łączenia udziałów gospodarstw w zwarte działki jest wyodrębnienie wszystkich elementów powierzchniowych położonych w danym kompleksie należących do określonego gospodarstwa, a następnie wydzielenie ich w postaci jednej działki. Czynność ta powinna minimalizować ewentualny związany z nią przyrost przeciętnej odległości gruntów od siedlisk.

Rozpatrywana korekta może być wykonana dopiero po zabiegu prowadzącym do uzyskania odpowiednio dużych udziałów gospodarstw w kompleksach, czyli korekcie A. Do przeprowadzenia korekty B niezbędne są następujące dane (w nawiasach nazwy zbiorów tekstowych przechowujących te informacje):

1. macierz odległości (WojkowPas_PrzOdlGosp.txt),
2. wyjściowy przydział elementów powierzchniowych do gospodarstw (ElemPow.txt),
3. aktualny przydział pasków do gospodarstw po korekcie A (ElemPowOptKonKor2aa.txt),
4. lista wszystkich gospodarstw, łącznie z nieuwzględnionymi w procesie optymalizacji (WojkowPas.gos),
5. lista gospodarstw objętych optymalizacją (WojkowPasGospOptKon.txt), która powinna być identyczna z listą gospodarstw we wsi ujętą w macierzy odległości (WojkowPasGospWies.txt),
6. lista wszystkich działek, po podziale na paski elementarne, jakie występują w macierzy odległości, zawierająca między innymi działki nie objęte optymalizacją i nie będące użytkami rolnymi (WojkowPasDzialGosp.txt),
7. lista kompleksów i ich obszarów (WojkowPas_ListKomPas.txt),
8. współrzędne wpisania numerów działek tworzących paski elementarne (WojkowPas_DzialPas.txt).

W pierwszej kolejności tworzona jest lista wszystkich pasków elementarnych w kompleksach, o układzie podobnym do listy pasków objętych optymali-

zacją, która występowała w poprzednich korektach, zapisywana następnie do pliku o nazwie WojkowPas_PasKomWCAkt.txt. Do tej listy wprowadzana jest również aktualna (po korekcie A) przynależność pasków elementarnych. Utworzony plik stanowi podstawę wykonania omawianej korekty.

Właściwa korekta łączenia udziałów gospodarstw w zwarte działki dokonywana jest w obrębie poszczególnych kompleksów. Na podstawie zestawionych informacji o paskach elementarnych należących do kompleksu określane są gospodarstwa mające udziały w rozpatrywanym kompleksie oraz wielkości tych udziałów. Wraz z ustaleniem wielkości udziałów gospodarstw w kompleksach obliczane są przeciętne odległości tych udziałów od początku kompleksu. Odległości te odnoszą się do punktów wpisania numerów działek rozpatrywanych pasków elementarnych, które znajdują się przeważnie w połowie ich długości. Natomiast początek kompleksu utożsamiany jest z punktem wpisania nazwy pierwszego paska tego kompleksu.

Tablica z udziałami gospodarstw w kompleksach jest sortowana według przeciętnej odległości tych udziałów od początku kompleksu, co jest podstawą do ustalenia nowego przydziału pasków do gospodarstw. Dla kolejnego gospodarstwa występującego na posortowanej liście gospodarstw przydzielane są kolejne paski rozpatrywanego kompleksu w liczbie równej udziałowi tego gospodarstwa. Lokalizacja utworzonych w ten sposób działek nawiązuje do pierwotnego położenia pasków elementarnych należących do tych gospodarstw. Po przeglądnięciu wszystkich kompleksów i ustaleniu nowego przydziału pasków do gospodarstw następuje zapisanie pliku z nowym przydziałem pasków do gospodarstw (WojkowPas_PasKomWcOst.txt).

Informacje zawierające nowe przyporządkowanie elementów powierzchniowych do gospodarstw umożliwiają utworzenie pozostałych plików wynikowych zawierających listę gospodarstw wraz z aktualną średnią odległością do gruntów (plik WojkowPasGospOptKonKor2b.txt) oraz listy działek objętych optymalizacją i podziałem na paski elementarne wraz i ich przynależnością do gospodarstw przed optymalizacją i po korekcie B (plik WojkowPasDzialGospOptKonKor2b.txt). Ostatecznym efektem korekty łączenia udziałów gospodarstw w zwarte działki są zbiory tekstowe, z których jeden, o nazwie WojkowPasDzialGospOptKonKor2b.txt można traktować jako skorowidz działek przedstawiający nowy układ gruntowy w rozpatrywanej wsi, który cechuje się odległością gruntów od siedlisk niewiele większą od minimalnej. Na podstawie tego pliku można utworzyć mapę wsi z nowym podziałem na działki ewidencyjne.

Zwarte udziały gospodarstw stanowią najczęściej grupy kilku lub kilkunastu sąsiadujących ze sobą pasków elementarnych. Ustalenie na ich podstawie granic nowych działek wymaga likwidacji wszystkich wspólnych granic sąsiadujących ze sobą pasków elementarnych należących do jednego gospodarstwa w ramach danego kompleksu, co realizuje jeden z elementów opracowanego programu komputerowego optymalizacji wsi. Utworzone w ten sposób obwod-

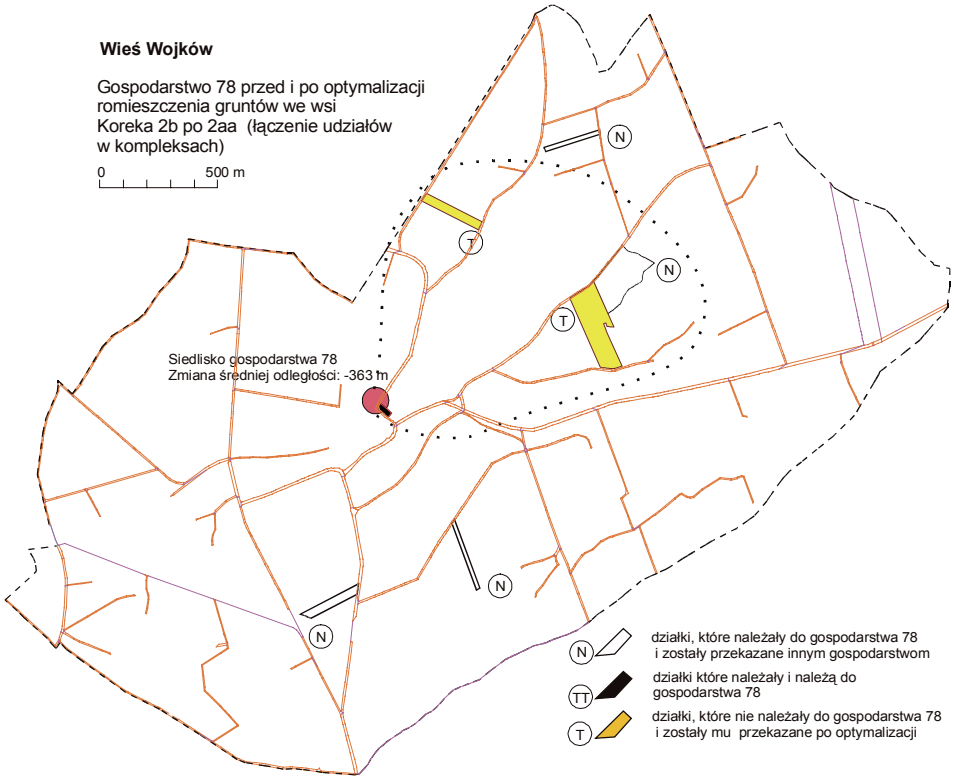
nice zwartych działek zapisywane są w pliku wynikowym o nazwie WojkowPas_ObwDzZwKom_Kor2b.tst. W pliku tym zapisywane są również współrzędne odcinków obwodnicy tworzonej działki, jej nazwa, oznaczenie gospodarstwa oraz nazwa kompleksu. Ostatecznym efektem procesu optymalizacji układu gruntowego jest zatem nowa mapa tego układu oraz skorowidz działek określający ich przynależność do gospodarstw.

5.5.2.4. Korekta łączenia udziałów gospodarstw we wsi Wojków

Korekta B związana z łączeniem udziałów gospodarstw w kompleksach nie prowadzi do zmian liczby pasków elementarnych należących do gospodarstw w poszczególnych kompleksach, a jedynie grupuje te udziały w ramach kompleksów w zwarte działki. Zastosowanie tej korekty jest celowe po zastosowaniu korekty A ograniczającej liczbę małych udziałów. Wykonanie rozpatrywanej korekty wiąże się ze zmianą położenia udziałów gruntowych gospodarstw w obrębie kompleksów, co może prowadzić do niewielkich zmian przeciętnej odległości do gruntów.

Korekta A eliminująca niewielkie udziały gospodarstw pozwoliła dla obszaru wsi Wojków uzyskać znaczące rezultaty dotyczące zmniejszenia liczby udziałów, co wiązało się jednak z przyrostem średniej odległości do gruntów, wynoszącym ponad 25 m. Dalsze zmiany przynależności pasków do gospodarstw, w ramach kompleksów projektowych, związane z korektą B łączenia udziałów gospodarstw spowodowała zmianę średniej odległości do gruntów o około 2 m. Potwierdza to możliwość dość swobodnego lokalizowania gruntów gospodarstw w obrębie kompleksów projektowych, ponieważ nie wpływa to w sposób istotny na średnią odległość do gruntów. Zmiany te mogą być jednak duże w odniesieniu do poszczególnych gospodarstw. Po wykonaniu korekt A i B grunty gospodarstw we wsi Wojków zostały wydzielone w postaci 208 udziałów tworzących zwarte działki. Z tej liczby jedynie 19 udziałów ma obszar mniejszy od 1 ha, co związane jest z występowaniem gospodarstw o tak małej powierzchni ogólnej. Na rysunku 35 przedstawiono wyniki korekty łączenia udziałów gospodarstw w kompleksach (korekta B) dla wybranego gospodarstwa 78 przeprowadzonej po korekcie ograniczającej liczbę kompleksów z udziałami gruntowymi gospodarstw (korekcie A). Efektem tej czynności było usytuowanie wszystkich gruntów rozpatrywanego gospodarstwa w dwóch kompleksach położonych w pobliżu siedliska, co wiązało się ze zmniejszeniem ich odległości w stosunku do stanu wyjściowego o 66 m (tabela 5). Wykonanie końcowej korekty B łączenia udziałów gospodarstw spowodowało, że paski elementarne należące do gospodarstwa 78 położone w 5 działkach zostały zgrupowane do dwóch działek korzystnie położonych w stosunku do siedliska. Przyczyniło się to do dalszego zmniejszenia odległości do gruntów o około 120 m (tabela 5). Po wykonaniu wszystkich korekt z udziałem korekty A grunty gospodarstwa 78

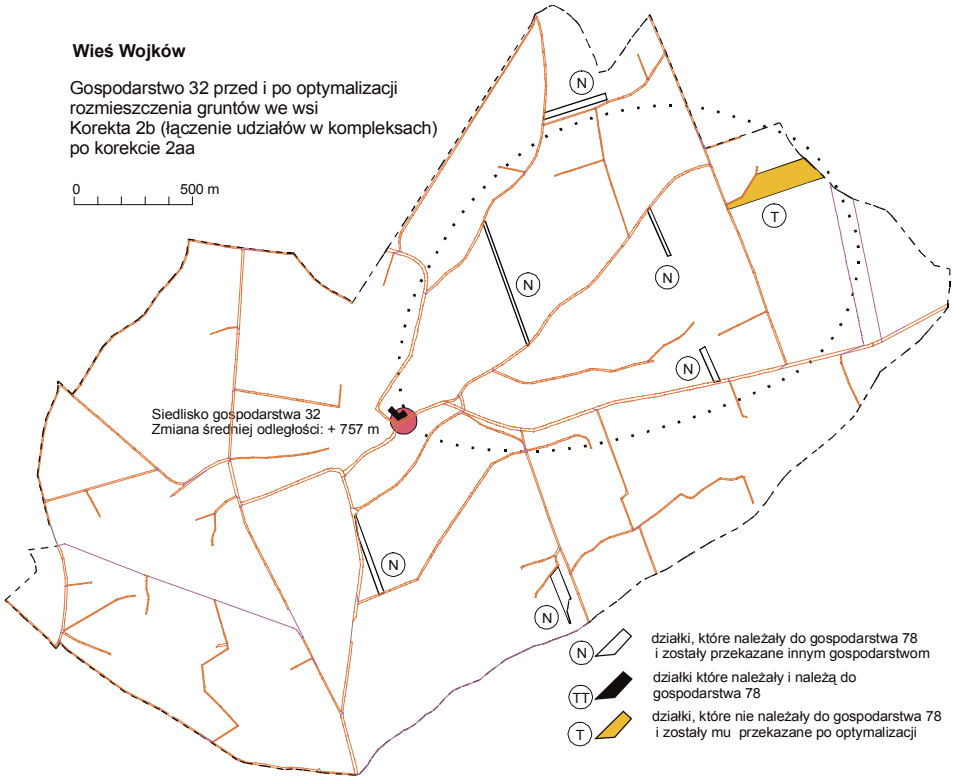
położone w stanie wyjściowym w 4 małych działkach, przeważnie mniejszych od 1 ha, zostały wydzielone w postaci dwóch działek o powierzchniach większych od 1 ha i położonych bliżej siedliska o 183 m.



Rysunek 35. Działki gospodarstwa o numerze 78 po korekcie ograniczającej liczbę kompleksów z udziałami gospodarstw (korekta A) i korekcie łączenia udziałów gospodarstw w kompleksach (korekta B)

W dwóch końcowych korektach nie wprowadzono warunków zabezpieczających przed nadmiernym wzrostem odległości w niektórych gospodarstwach. Przykład gospodarstwa, w którym taki wzrost odnotowano przedstawiony jest na rysunku 36. Zastosowanie skutecznego grupowania udziałów gospodarstw przy pomocy korekty A pozwoliło na wydzielenie gruntów gospodarstwa 32 w postaci jednej dużej działki, położonej jednak daleko od siedliska przy wschodniej granicy wsi (rysunek 36). Odległość tej działki od siedliska wynosi prawie 2 km i jest o 757 m większa od odległości przed optymalizacją. Duża odległość do gruntów w rozpatrywanym gospodarstwie nie wpływa nieko-

rzystnie na przeciętną odległość gruntów od siedlisk w całej wsi, ponieważ umożliwia przybliżenie gruntów w innych gospodarstwach. Może to być jednak powodem odmowy przyjęcia takiego przydziału gruntów przez omawiane gospodarstwo, jeżeli uwzględnione w szacunku gruntów zmniejszenie ich wartości powodowane oddaleniem od siedlisk lub inne rekompensaty nie będą wystarczające. Możliwa jest rozbudowanie dwóch ostatnich korekt o warunki eliminujące nadmierne przyrosty odległości, ale wiązałoby się to z dalszym zwiększeniem przeciętnej odległości od siedlisk.



Rysunek 36. Działki gospodarstwa 32 po korekcie ograniczającej liczbę małych udziałów (B) i korekcie łączenia udziałów gospodarstw w kompleksach

Zmiany całego układu gruntowego we wsi Wojków spowodowane optymalizacją wraz z korektami obrazują mapy przedstawione na rysunkach od 37 do 40. Na rysunku 37 pokazano granice działek ewidencyjnych przed optymalizacją układu gruntowego. Występuje na niej 1221 działek o średniej powierzchni 0,55 ha (tabela 8). Przedstawione na rysunku niezmienniki projektowe obejmują 403 działki, do których zaliczono tereny zabudowane oraz lasy, wody,

drogi itp. Przeciętna powierzchnia działek zaliczonych do niezmienników projektowych, do których należą głównie działki budowlane jest niewielka i wynosi 0,33 ha. Optymalizacją układu gruntowego objętych zostało 818 działek z użytkami rolnymi o średniej powierzchni równej 0,66 ha.

Tabela 8. Zmiany liczby i powierzchni działek związane z optymalizacją układu gruntowego we wsi Wojków

Lp	Grupy działek	Pow. [ha]	Liczba działek			Średnia powierzchnia działki [ha]		
			przed optymalizacją	po optymalizacji		przed optyma-lizacją	po optymalizacji	
				Po kor. C	Po kor. D		Po kor. C	Po kor. D
1	Cała wieś w tym 2 i 3:	676,64	1221	647	706	0,55	1,05	0,96
2	- niezmienniki projektowe	136,39	403	403	403	0,33	0,33	0,33
3	- pozostałe działki objęte optymalizacją w tym 3 i 5	539,95	818	244*	303	0,66	2,21	1,78
4	- różniczanie	266,24	559	83	101	0,47	3,20	2,63
5	- gospodarstwa miejscowe	273,71	267	161	202	1,02	1,70	1,36

* 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.

Źródło: opracowanie własne

Przyjęty na wstępie podział gruntowy we wsi Wojków powstał w wyniku scalenia gruntów wykonanego w 2004 roku. Pozwoliło to na znaczne uproszczenie procedury optymalizacyjnej, ponieważ możliwe było przyjęcie bez zmian układu drogowego i podziału wsi na kompleksy projektowe wraz z kierunkami projektowania działek. Pośrednim efektem tego są w zasadzie identyczne długości i kierunki dłuższych boków działek przed i po optymalizacji układu gruntowego (rysunki 37 i 38).

Układ gruntowy we wsi Wojków po jego optymalizacji przedstawiono na rysunku 38. W wyniku optymalizacji całkowita liczba działek zmniejszyła się o około 50% do 647 działek, a ich przeciętna powierzchnia zwiększyła się do 1,05 ha (tabela 8). Zmiany te są lepiej widoczne biorąc pod uwagę tylko obszar objęty optymalizacją. Liczba takich działek zmniejszyła się w tym przypadku blisko cztery razy i po optymalizacji wynosi zaledwie 244 działki. Spowodowało to powiększenie średniej powierzchni działek w tej grupie do 2,21 ha.

Liczba działek po optymalizacji podana w tabeli 8 jest nieco większa (o 36 działek) od liczby udziałów gospodarstw w kompleksach (208 udziałów)

podanej w tabeli 4. Jest to spowodowane pominięciem kilku niewielkich gospodarstw w procesie optymalizacji ze względu na brak danych o położeniu ich siedlisk (19 działek) oraz koniecznością podziału 17 działek z uwagi na zidentyfikowane trwałe przeszkody terenowe.

Rysunek 37. Układ gruntowy wsi Wojków przed optymalizacją

Porównanie układów gruntowych we wsi Wojków przed i po optymalizacji nie oddaje w pełni jego zmian ze względu na bardzo dużą liczbę różniczan, czyli osób nie zamieszkałych w rozpatrywanej wsi. Różniczanie zostali podzieleni na dwie grupy: różniczan bliskich, czyli mieszkających w sąsiednich wsiach i różniczan dalekich, których siedliska są zlokalizowane w pozostałych miejscowościach, często bardzo odległych od optymalizowanego obszaru. Różniczanie bliscy we wsi Wojków rozdzieleni zostali z kolei na 4 grupy zgodnie z nazwą wsi, w której mieszkają (Dymitrów, Padew Narodowa, Zaduszniki, Domacyny i Przykop). Jako siedliska tych różniczan przyjęto punkty wjazdu z odpowiednich wsi do Wojkowa. Różniczanie dalecy stanowią natomiast jedną grupę z siedliskiem w centrum wsi. Poszczególne grupy różniczan uzyskiwały w procesie optymalizacji wspólne, duże udziały gruntowe, które dopiero w dalszej kolejności będą rozdzielane między poszczególne gospodarstwa.

Rysunek 38. Układ gruntowy we wsi Wojków po optymalizacji (bez korekt zmniejszających nadmierne przyrosty odległości)

Różniczanie we wsi Wojków użytkują znaczącą część gruntów całej wsi. Należy do nich około połowa gruntów objętych optymalizacją (266,24 ha, tabela 8). Grunty te podzielone są na 559 działek o średniej powierzchni 0,47 ha. Natomiast gospodarstwa posiadające siedliska we wsi Wojków zajmują niewiele ponad połowę obszaru objętego optymalizacją, na który składa się 267 działek o średniej powierzchni 1,02 ha.

Po optymalizacji układu gruntowego liczba działek różniczan zmniejszyła się siedmiokrotnie i wynosi zaledwie 83 działki. Wydzielone udziały różniczan w kompleksach muszą jednak ulec podziałowi między poszczególnych właścicieli, co zapewne ostatecznie znacząco zwiększy liczbę działek różniczan. Rzeczywisty efekt optymalizacji układu gruntowego należy więc wiązać ze zmniejszeniem się liczby działek gospodarstw miejscowych. Liczba tych działek zmniejszyła się o niespełna połowę i wynosi 161 działek o średniej powierzchni 1,70 ha. Przeciętne gospodarstwo po optymalizacji składać się będzie z 1,5 działki. Biorąc pod uwagę dużą liczbę kompleksów projektowych (87 kompleksów dla 100 gospodarstw) jest to rezultat bardzo dobry. Na rysunkach 39 i 40

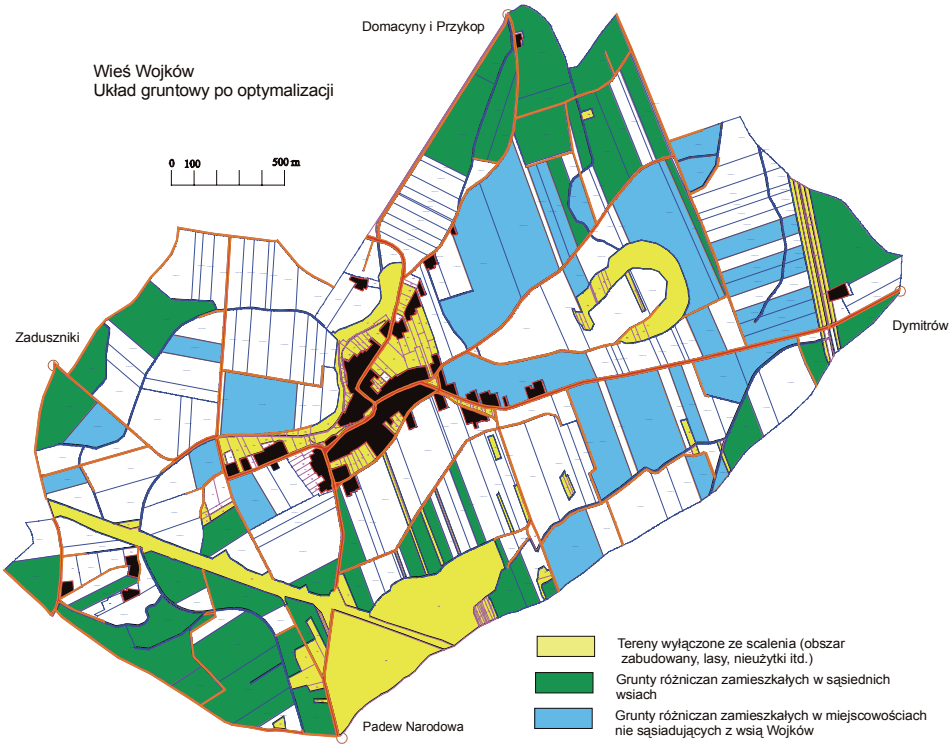
przedstawiono układy gruntowe wsi Wojków przed i po optymalizacji z zaznaczonymi odrębnymi kolorami gruntami różniczan dalekich i bliskich.

Rysunek 39. Istniejący układ gruntowy we wsi Wojków z zaznaczonymi działkami różniczan dalekich i bliskich

W stanie wyjściowym (przedstawionym na rysunku 39) będącym efektem zrealizowanego scalenia grunty różniczan dalszych oraz bliższych rozmieszczone są, poza stosunkowo nielicznymi wyjątkami, w pobliżu granic rozpatrywanych wsi sąsiednich. Również po zakończonej optymalizacji układu gruntowego grunty różniczan bliższych wydzielone zostały w pobliżu tych wsi podobnie jak miało to miejsce przed optymalizacją, choć w nieco innych rejonach (rysunek 40).

Zasadniczej zmianie uległo natomiast rozmieszczenie gruntów należących do różniczan dalekich. Jest to rezultatem założeń dotyczących tych gruntów przyjętych w trakcie budowy modelu optymalizacyjnego. Przyjęto założenie, że grunty różniczan dalszych są użytkowane przez gospodarstwa miejscowe (w formie dzierżawy) położone w rozpatrywanej wsi, co nawiązuje do często spotykanego sposobu uprawy takich gruntów. Z uwagi na brak możliwości pre-

cyzyjnej identyfikacji przyjęto, że siedlisko dla gruntów różniczan dalekich (punkt, od którego mierzona będzie odległość do gruntów) będzie położone w centrum zabudowy. W związku z tym po zakończonej optymalizacji udziały gruntowe różniczan dalekich rozmieszczone zostały na całym obszarze wsi Wojków w formie dość dużych działek, które mogą być docelowo podzielone na działki poszczególnych właścicieli.



Rysunek 40. Układ gruntowy we wsi Wojków po optymalizacji (bez korekt zmniejszających nadmierne przyrosty odległości) z zaznaczonymi działkami różniczan bliższych i dalszych

5.5.2.5. Korekta zmniejszająca nadmierne przyrosty odległości w gospodarstwach (korekta C)

Układ gruntowy otrzymany w wyniku dotychczas omówionych etapów procesu obliczeniowego charakteryzuje się dużą zmiennością odległości gruntów do siedlisk w poszczególnych gospodarstwach oraz występowaniem przypadków, w których odległość ta jest większa od odległości wyjściowej. Zjawisko to występuje, ponieważ optymalizowana była przeciętna odległość gruntów od siedlisk dla całego optymalizowanego obszaru a nie w poszczególnych

gospodarstwach. Redukcja nadmiernych przyrostów odległości w wybranych gospodarstwach, oznaczona jako korekta wstępna trzecia, dotyczyła pasków elementarnych, których układ zmieniał się w późniejszych korektach. Weźmy pod uwagę gospodarstwo złożone z dwóch pasków położonych blisko i daleko od siedliska. Efektem łączenia udziałów gospodarstw (korekta A) mogła być jedna działka położona albo blisko albo daleko od siedliska. Zmniejszenie nadmiernych przyrostów odległości występujących w niektórych gospodarstwach w odniesieniu do grupy pasków elementarnych związane jest z modyfikacją omówionej wcześniej korekty A oraz wykonaniem nowej, odrębnej korekty realizującej to zadanie.

5.5.2.5.1. Modyfikacja korekty „A”

Modyfikacje korekty A, ograniczającej liczbę małych udziałów gospodarstw w kompleksach projektowych, dotyczą jedynie przeglądu małych kompleksów i przeglądu małych gospodarstw. Ustalenia zawarte w tych procedurach dotyczą zwykle końcowych przydziałów elementów powierzchniowych do gospodarstw lub kompleksów i dlatego ograniczenia nadmiernych przyrostów odległości w gospodarstwach w tym właśnie etapie ma istotne znaczenie. W przypadku przeglądu małych gospodarstw wprowadzono warunek wydzielania takich gospodarstw (w przypadkach kiedy jest to możliwe) w tych kompleksach, których odległość od siedliska danego gospodarstwa jest nie większa od przeciętnej odległości wyjściowej przed optymalizacją. Dopiero w trzecim przeglądzie elementów powierzchniowych warunek ten jest pomijany, by umożliwić wydzielenie udziału gospodarstwa w kompleksie.

Bardziej rozbudowany warunek ograniczający nadmierne przyrosty odległości został wprowadzony do przeglądu małych kompleksów, jednak występuje on jedynie w pierwszym przeglądzie elementów powierzchniowych. Warunek ten dotyczy zarówno gospodarstwa, do którego należy wyjściowy element powierzchniowy, jak i tego, do którego należy element dobierany. Omawiany warunek dopuszcza wymianę elementów powierzchniowych jedynie w przypadku, kiedy jego efektem będzie redukcja nadmiernego przyrostu odległości lub zachowanie jej na poziomie dotychczasowym.

Również korekta B łączenia udziałów gospodarstw w kompleksach projektowych daje pewną możliwość zmniejszania nadmiernych przyrostów odległości, ograniczoną jednak rozmiarami poszczególnych kompleksów. W przypadku tej korekty kryterium wydzielania zwartych działek związane z przeciętną odległością działek danego gospodarstwa od początku kompleksu zostało rozszerzone o dodatkowy warunek dotyczący redukcji przyrostu odległości do gruntów w niektórych gospodarstwach. Gospodarstwa, które uzyskały po ostatniej korekcie A duży przyrost odległości do gruntów wydzielane są w takim przypadku najbliżej ich siedlisk, czyli na początku lub na końcu kompleksu,

zależnie od jego usytuowania w stosunku do zabudowań. Pozwala to na niewielką korektę odległości gruntów od siedlisk, zależną od długości kompleksu, rozmieszczenia siedlisk gospodarstw mających w nim udziały oraz układu łączących te elementy sieci transportowej.

5.5.2.5.2. Korekta „C" ograniczająca nadmierne przyrosty odległości

Zasadnicza korekta (oznaczona symbolem „C") mająca na celu ograniczenie nadmiernych przyrostów odległości wykorzystuje następujące zbiory danych:

– macierz odległości działek od siedlisk (WojkowPas_PrzOdlGos.txt),

– wyjściowy przydział elementów powierzchniowych do gospodarstw (ElemPow.txt),

– uzyskany po korekcie B aktualny przydział elementów powierzchniowych do gospodarstw (ElemPowOptKonKor2b.txt),

– listę wszystkich gospodarstw obejmującą między innymi gospodarstwa nie ujęte w macierzy odległości (WojkowPas.gos),

– listę gospodarstw objętych optymalizacją i ich odległości do gruntów (po korekcie B, plik WojkowPasGospOptKon_Kor2b.txt),

– listę wszystkich działek powstałych po podziale na paski elementarne, jakie występują w macierzy odległości uzupełnioną o powierzchnie działek i przynależności do kompleksów (WojkowPasDzialGosp1_Uzup.txt),

– listę kompleksów i ich powierzchnie (WojkowPas_ListKomPas.txt),

– aktualną (po korekcie B) listę rozpatrywanych pasków elementarnych (WojkowPas_KomPasWCOst_Zred.txt),

– listę gospodarstw występujących w macierzy odległości (WojkowPas_GospWies.txt).

Wymiany pasków elementarnych zmniejszające nadmierne przyrosty odległości w gospodarstwach dokonywane są w formie przeglądu wszystkich rozpatrywanych pasków elementarnych. Wyodrębniane są z nich takie **paski wyjściowe**, które należą do gospodarstw uzyskujących nadmierne przyrosty odległości (**gospodarstwa wyjściowe)**. Do zidentyfikowanego w ten sposób paska wyjściowego dobierany jest pasek i gospodarstwo spełniające następujące warunki:

– wymiana rozpatrywanych pasków nie spowoduje zwiększenia funkcji celu o więcej niż 100 m, czyli odbywa się w rozszerzonym obszarze nieoznaczoności rozwiązania optymalnego,

– po wymianie odległość do paska należącego do gospodarstwa wyjściowego zmniejszy się o więcej niż 100 m,

– powierzchnia gospodarstwa dobieranego jest większa od minimalnej jego powierzchni (PGosM=20 pasków), co osłabia przyrost odległości w tym gospodarstwie,

– wymieniane paski nie należą do tego samego kompleksu projektowego,

– obszary udziałów gospodarstw, do których należą rozpatrywane paski są równe lub przynajmniej jeden z nich jest większy od minimalnej powierzchni działki (PMin = 10 pasków).

Wymiany pasków dokonywane z zachowaniem wymienionych warunków nie będą powodować nadmiernego przyrostu funkcji celu, przyczyniając się jednocześnie do zmniejszania niekorzystnych przyrostów odległości. Stosunkowo duże powierzchnie gospodarstw dobieranych do wymiany pasków zabezpieczają przed nadmiernym przyrostem w nich odległości, ponieważ tylko jego część zmienia położenie na niekiedy mniej korzystne. Położenie rozpatrywanych pasków w różnych kompleksach wyklucza natomiast powstawanie wielu udziałów tego samego gospodarstwa w jednym kompleksie. Ogranicza to nieco możliwości eliminacji nadmiernych przyrostów odległości, ale pozwala zachować możliwość późniejszego łączenia udziałów gospodarstw w kompleksach w pojedyncze działki o odpowiednich powierzchniach.

Spełnienie ostatniego warunku zabezpiecza przed nadmiernym rozdrobnieniem działek tworzonych w efekcie wymian pasków zmniejszających nadmierne przyrosty odległości w gospodarstwach. W warunkach występowania dużej liczby małych gospodarstw, występuje jednak niekiedy konieczność podziału niektórych działek. Aby zabezpieczyć się przed ponownym nadmiernym rozdrobnieniem udziałów w kompleksach, w ramach omawianej korekty przyjęto założenie, że mogą powstawać działki o obszarach równych połowie minimalnej powierzchni działki występującej w poprzedzających korektach (PMin = 10 pasków).

Po identyfikacji pary pasków spełniających odpowiednie warunki następuje ustalenie liczby pasków, która będzie wymieniana między danymi gospodarstwami. Liczba ta zależy od udziałów wybranych gospodarstw w kompleksach, w których położone są rozpatrywane paski. Gdy udział któregoś z gospodarstw jest mniejszy od minimalnej powierzchni działki (PMin = 10 pasków) to liczba wymienianych pasków równa jest temu udziałowi, czyli wymiana dotyczy wszystkich pasków należących do takiego gospodarstwa i położonych w danym kompleksie. Natomiast kiedy oba udziały wybranych gospodarstw w rozpatrywanych kompleksach są większe od minimalnej powierzchni działki, to liczba wymienianych pasków równa jest połowie mniejszego z udziałów tych gospodarstw. Przyjęta zasada uniemożliwia w praktyce powstawanie działek (czyli udziałów gospodarstw w kompleksach) mniejszych od połowy minimalnej powierzchni działki. Wiążące się z omawianą korektą pewne zwiększenie rozdrobnienia działek jest nieuniknione, ponieważ w wielu przypadkach jest ono konieczne do zmniejszenia nadmiernych przyrostów odległości w gospodarstwach wydzielanych w postaci pojedynczych działek.

Po ustaleniu liczby rozpatrywanych pasków następuje ich wymiana, a następnie aktualizacja zarówno udziałów gospodarstw w kompleksach jak i odle-

głości gruntów tych gospodarstw od siedlisk. Wymiany pasków między gospodarstwami ograniczone są do jednokrotnego przeglądu wszystkich rozpatrywanych pasków i powiązanych z nimi gospodarstw, które uzyskały nadmierne przyrosty odległości do gruntów. Omawianą korektę kończy przepisanie niezbędnych danych dotyczących rozpatrywanych pasków elementarnych do ogólnej tablicy ze wszystkim wydzielonymi elementami powierzchniowymi, która jest między innymi podstawą do ustalenia nowego przydziału działek do gospodarstw i utworzenia mapy układu gruntowego. Uzyskany układ gruntowy cechuje nieco większe rozdrobnienia działek w porównaniu ze stanem poprzedzającym rozpatrywaną korektę. Jest to jednak związane ze znacznym zmniejszeniem zróżnicowania odległości gruntów gospodarstw od siedlisk, a w szczególności do wyeliminowania nadmiernych przyrostów odległości występujących w niektórych gospodarstwach.

5.5.2.6. Druga korekta łączenia udziałów gospodarstw w kompleksach w zwarte działki (korekta D)

Zmiany w przydziale pasków elementarnych do gospodarstw będące rezultatem przeprowadzenia korekty C są powiązane w niektórych przypadkach z ponownym rozbiciem udziałów gospodarstw w kompleksach na mniejsze części, a nawet na pojedyncze paski elementarne. Stwarza to konieczność powtórnego przeprowadzenia korekty B pozwalającej na grupowanie udziałów gospodarstw w zwarte działki. Jest to celowe również dlatego, że korekta B daje możliwość dalszej, niewielkiej eliminacji nadmiernych przyrostów odległości w drodze odpowiedniego przemieszczania zwartych udziałów gospodarstw w obrębie kompleksów. Dla zachowania porządku w numeracji następujących po sobie korekt, czynność ponownego grupowania udziałów oznaczona została jako korekta D.

W wyniku zastosowania omawianej korekty ponownie uzyskuje się zwarte udziały gospodarstw w kompleksach, połączone niekiedy ze zmniejszeniem nadmiernych przyrostów odległości do gruntów w gospodarstwach. Pliki uzyskiwane po powtórnej korekcie łączenia udziałów gospodarstw w zwarte działki mają identyczny układ i podobne nazwy jak pliki powstające po korekcie B. Są one wystarczającą podstawą dla utworzenia mapy nowego układu gruntowego oraz skorowidza działek.

5.5.2.7. Korekty zmniejszające nadmierne przyrosty odległości we wsi Wojków

Korekty optymalizacji układu gruntowego we wsi Wojków (bez uwzględnienia korekt eliminujących nadmierne przyrosty odległości), umożliwiły uzyskanie stosunkowo dobrych parametrów przestrzennych działek, przy możliwie korzystnym ich położeniu w stosunku do siedlisk. Nastąpiło przybliżenie

gruntów do siedlisk o około 30% połączone z dwukrotnym zwiększeniem przeciętnej powierzchni działek (tabela 4). Wadą uzyskanego rozwiązania jest duża liczba gospodarstw, w których odległość do gruntów uległa znacznemu zwiększeniu. W 33 gospodarstwach (co stanowi ponad 30 % całkowitej ich liczy), odległość do przydzielonych im działek zwiększyła się o więcej niż 100 m (tabela 4), co może oznaczać uzasadniony brak akceptacji tych gospodarstw dotyczący realizacji nowego układu gruntowego.

Uzyskane rezultaty wskazują na potrzebę kolejnych korekt uzyskanego rozwiązania zmierzających do eliminowania nadmiernych przyrostów odległości. W korektach zwiększających udziały gospodarstw i grupujących je w zwarte działki (oznaczonych symbolami A i B) wprowadzone zmiany dotyczące ograniczenia nadmiernych przyrostów odległości nie były zbyt duże i dotyczyły jedynie wydzielania udziałów małych gospodarstw i w małych kompleksach. Mimo ograniczonego zakresu tych zmian, na obszarze wsi Wojków spowodowały one istotne zmniejszenie liczby gospodarstw z nadmiernymi przyrostami odległości do gruntów. Liczba ta została ograniczona do 18, czyli o blisko połowę (tabela 4). Zmiany te wiążą się przy tym jedynie z korektą A dotyczącą grupowania udziałów gospodarstw w kompleksach projektowych, nie wystąpiły natomiast zupełnie w korekcie B. Można to powiązać ze znacznym rozdrobnieniem gospodarstw we wsi Wojków. Dzięki wprowadzonym zmianom liczne małe gospodarstwa zostały zlokalizowane w postaci pojedynczych udziałów w kompleksach położonych w niewielkiej odległości od siedlisk takich gospodarstw.

Uzyskane zmniejszenie przyrostów odległości w gospodarstwach wiąże się z niewielkim ponownym zwiększeniem liczby działek (udziałów w kompleksach). Wprowadzenie zmian dotyczących zmniejszania nadmiernych przyrostów odległości w rozpatrywanych korektach A i B spowodowało zwiększenie liczby udziałów gospodarstw z 208 do 231, czyli o około 15%. Zwiększenie to dotyczyło jednak tylko działek większych od jednego hektara, ponieważ w rozpatrywanych korektach nie zmieniono warunków dotyczących wielkości wydzielanych udziałów gospodarstw i przyjętych parametrów tych korekt. Zwiększenie rozdrobnienia udziałów gospodarstw w przypadku tego typu zabiegu jest oczywiste, ponieważ stanowi ono warunek ograniczenia przyrostów odległości do gruntów gospodarstw. Zaobserwowane niewielkie zmniejszenie przeciętnego oddalenia gruntów całej wsi (z 1025 do 1016 m) wynika natomiast z możliwości nieco bardziej korzystnego usytuowania zwiększonej liczby działek w stosunku do siedlisk.

Po przeprowadzeniu korekty C, mającej na celu wyeliminowanie nadmiernych przyrostów odległości przekraczających 100 m, nastąpiło dalsze zmniejszenie liczby takich gospodarstw. Doprowadziło to do prawie całkowitego ich wyeliminowania, nie udało się tego zrealizować jedynie w przypadku dwóch gospodarstw.

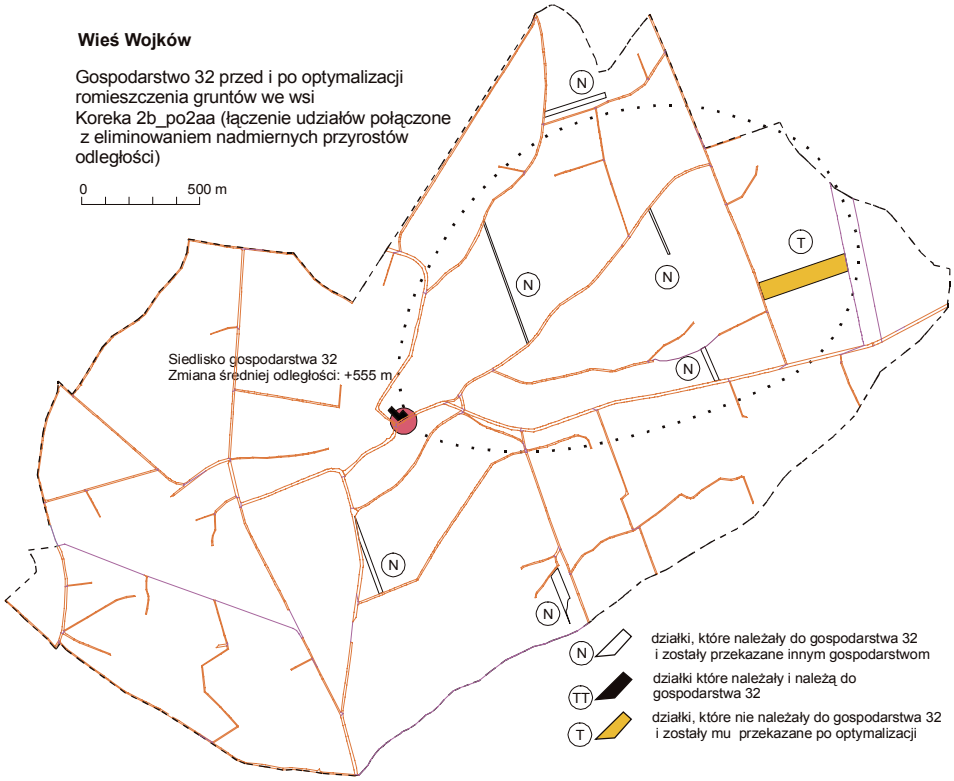
Zgodnie z warunkami przyjętymi w korekcie C, w wyniku podziału udziałów gospodarstw w kompleksach powstawały działki o powierzchniach zbliżonych do połowy założonej minimalnej powierzchni działki, czyli niewiele większe od 0,5 ha. Dzięki temu nie zwiększyła się liczba działek najmniejszych, o powierzchni 10 i 20 arów (tabela 4). Natomiast całkowita liczba działek zwiększyła się zaledwie o 25 działek. Procesowi podziału były poddawane głównie zwarte udziały o powierzchni od 1 do 2 ha, czego efektem był niemal dwukrotnie większy wzrost liczby działek o powierzchni poniżej 1 ha. Zgodnie z założeniami podziałowi poddawane były przede wszystkim pojedyncze udziały niewielkich gospodarstw, co umożliwiło znaczne zmniejszanie występujących w nich przyrostów odległości. Wzrastającemu rozdrobnieniu towarzyszyło nieznaczne zmniejszenie przeciętnej odległości do gruntów we wsi (o około 8 m), które po omawianej korekcie wynosi 1009 m (tabela 4).

Ponowne grupowanie udziałów gospodarstw w kompleksach w zwarte działki (korekta D) nie miało już większego wpływu na parametry uzyskanego układu gruntowego z punktu widzenia zmian odległości w poszczególnych gospodarstwach. Wynikało to głównie z niewielkiego zakresu tej korekty.

Przedstawione efekty korekt związanych z eliminowaniem nadmiernych przyrostów odległości występują w poszczególnych gospodarstwach w sposób zróżnicowany. Gospodarstwo 78 po optymalizacji i korektach zwiększających udziały w kompleksach zostało wydzielone w postaci dwóch dużych udziałów (rysunek 35), przy czym średnia odległość do gruntów zmniejszyła się o 184 m (tabela 5). Gospodarstwo to nie było bezpośrednio przedmiotem korekt dotyczących zmniejszania przyrostów odległości. Jednak po uwzględnieniu poprawek związanych z eliminacją nadmiernych przyrostów odległości w innych gospodarstwach, w rozpatrywanym gospodarstwie 78 zaszły zmiany dotyczące położenia jednej z działek przy zachowaniu jej parametrów przestrzennych. Po korekcie grupowania udziałów w kompleksach z uwzględnieniem korekt odległości (korekta A) nastąpił niewielki przyrost odległości do gruntów w stosunku do stanu wyjściowego, wynoszący około 16 m oraz zwiększenie tej odległości o blisko 100 m (od 1100 do 1182 m), odnoszące się do korekty nie uwzględniającej eliminacji przyrostów odległości (tabela 5). Bez zmian pozostała natomiast liczba wydzielonych udziałów w poszczególnych kompleksach. Dalszy przyrost odległości do gruntów nastąpił po wykonaniu korekty grupującej udziały w zwarte działki (z 1182 do 1208 m). Natomiast główna korekta C dotycząca zmniejszania przyrostów odległości nie wprowadziła w rozpatrywanym gospodarstwie żadnych zmian. Ostatecznie po wykonaniu wszystkich korekt z tej grupy rozpatrywane gospodarstwo zostało wydzielone w dwóch działkach większych od 1 ha, położonych w odległości 1218 metrów od siedliska, z niewielkim przyrostem odległości wynoszącym 53m.

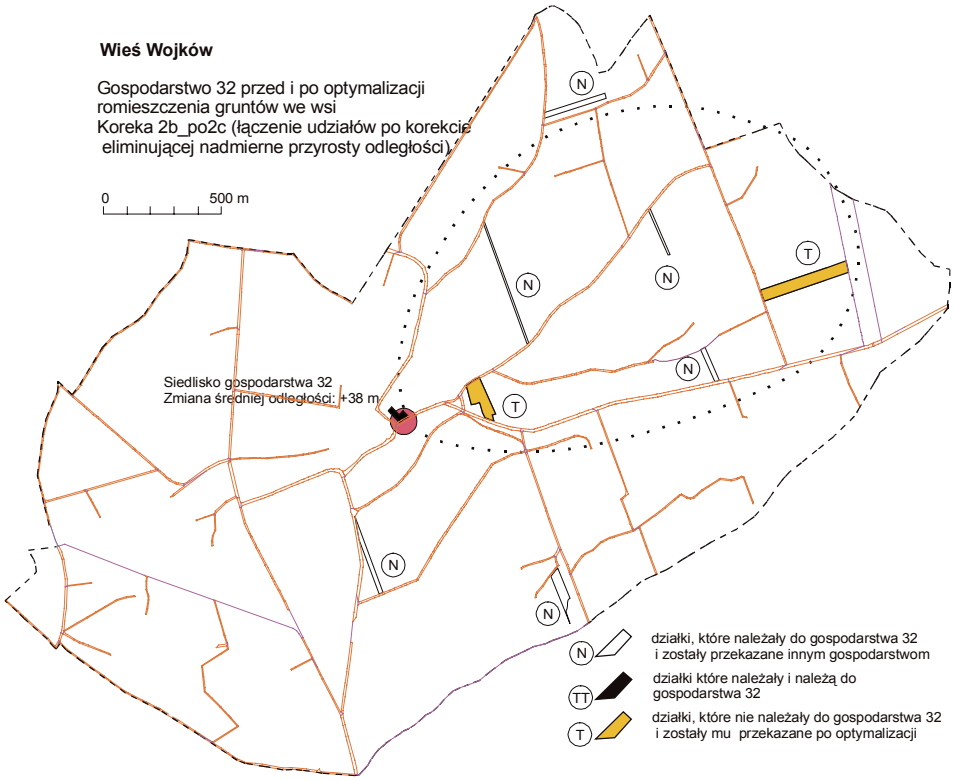
Inny przypadek przedstawia gospodarstwo 32, w którym odnotowano przyrost odległości do gruntów. Grunty tego gospodarstwa zostały wydzielone

w postaci jednej dużej działki położonej przy granicy wsi w dużej odległości do siedliska wynoszącej 1953 m (rysunek 36). Duża odległość do gruntów w tym gospodarstwie nie ma wpływu na przeciętną odległość do gruntów w całej wsi, ponieważ działka rozpatrywanego gospodarstwa położona jest w rozległej strefie nieoznaczoności rozwiązania optymalnego, zaznaczonej na rysunku 36 linią kropkowaną. Każda wymiana gruntów przydzielonych gospodarstwu 32 w tej strefie nie wpływa na przeciętną odległość do gruntów w całej wsi, wpływając jedynie na odległości w gospodarstwach uczestniczących w wymianie. Rozmiar i rozmieszczenie strefy nieoznaczoności rozwiązania optymalnego dla gospodarstwa 32 wskazuje zatem na bardzo duże możliwości zmniejszania w tym przypadku odległości do gruntów. Istnieje bowiem wiele gospodarstw, w których nastąpiło znaczne przybliżenie gruntów do siedlisk i których grunty mogą być wykorzystane do wymiany działek z gospodarstwem 32. Dokonanie takiej wymiany wymagać będzie najczęściej podziału wymienianego obszaru przynajmniej na dwie działki.



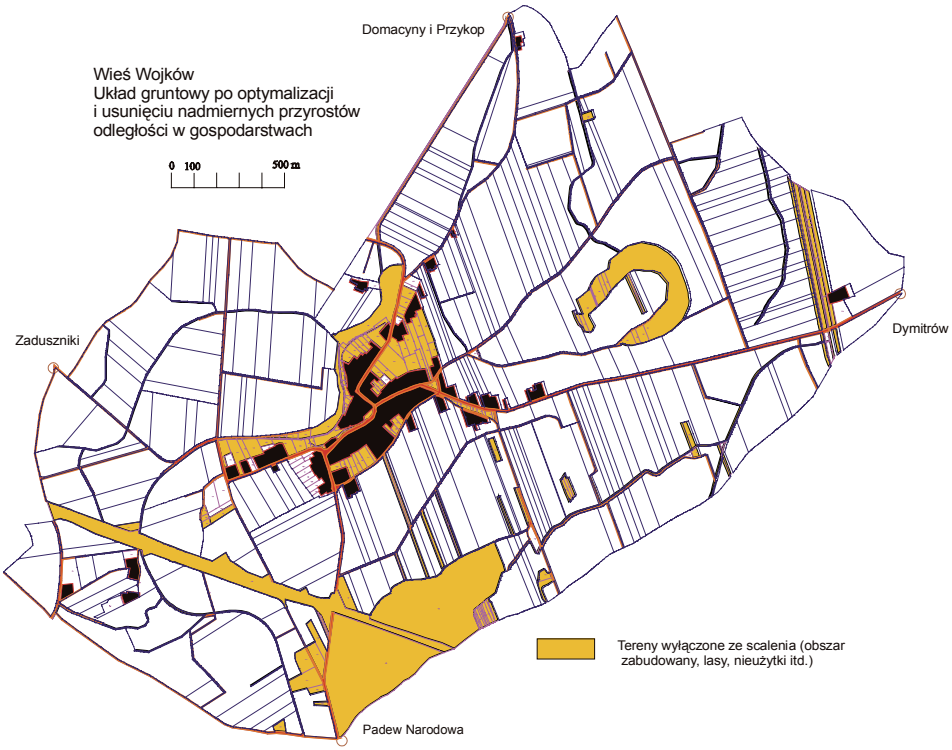
Rysunek 41. Działki gospodarstwa 32 po korekcie A ograniczającej liczbę małych udziałów) i korekcie B łączenia udziałów gospodarstw w kompleksach

Wykonanie korekt poprawiających rozłogi działek (korekty A i B) oraz uwzględniających eliminację przyrostów odległości do gruntów nie miało w przypadku gospodarstwa 32 zasadniczego wpływu na przyrost odległości. Jedynie w wyniku wykonania korekty grupującej udziały w kompleksach w zwarte działki nastąpiło korzystniejsze usytuowanie udziału rozpatrywanego gospodarstwa w kompleksie (rysunek 41). Pomimo tego odległości gruntów od siedliska są w dalszym ciągu większe (o około 555 m) niż przed optymalizacją. Zasadnicze zbliżenie gruntów gospodarstwa zostało dokonane w ramach korekty C dotyczącej eliminowania nadmiernych przyrostów odległości. W jej wyniku nastąpił podział jednej dużej działki na dwie części, z których jedna została wydzielona w pobliżu siedliska, co przyczyniło się do znacznego zmniejszenia przeciętnej odległości do gruntów. Odległość ta po korekcie C wynosi 1235 m i jest już tylko o 38 m większa od odległości przed optymalizacją. Po zakończeniu wszystkich korekt gospodarstwo 32 wydzielone zostało ostatecznie w postaci dwóch działek (rysunek 42), a przeciętna ich odległość do siedliska wynosi 1233 m, czyli tylko o 36 m przekracza odległość wyjściową.



Rysunek 42. Działki gospodarstwa 32 po korekcie D łączącej jego udziały w kompleksach po redukcji nadmiernych przyrostów odległości (korekcie C)

Na rysunku 43 przedstawiony został układ gruntów we wsi Wojków po optymalizacji i wszystkich korektach uwzględniających redukcję przyrostów odległości w gospodarstwach. Uzyskany układ gruntowy niewiele odbiega od przedstawionego na rysunku 38, przedstawiającego wyniki optymalizacji nie uwzględniającej eliminacji przyrostów odległości, jest natomiast wyraźnie korzystniejszy od układu wyjściowego (rysunek 37). Po uwzględnieniu wszystkich poprawek zmniejszających nadmierne przyrosty odległości wydzielono ostatecznie 706 działek (rysunek 43, tabela 8). Ich liczba zwiększyła się tylko o 59 w stosunku do układu, który nie uwzględniał poprawek dotyczących zmniejszenia przyrostów odległości. Takie zwiększenie liczby działek było jednak niezbędne dla wyeliminowania gospodarstw z przyrostami odległości przekraczającymi 100 m. W wyniku tych czynności średnia powierzchnię działek w całej wsi zmniejszyła się nieznacznie z 1,05 do 0,96 ha.



Rysunek 43. Układ gruntowy wsi Wojków po optymalizacji i korektach zmniejszających nadmierne przyrosty odległości

Efekty przeprowadzonej optymalizacji najlepiej jest odnosić do grupy gospodarstw posiadających siedliska w optymalizowanej wsi, ponieważ w rozpatrywanym przypadku tylko ich granice są przedstawiane na uzyskanych mapach w sposób jednoznaczny. Grunty należące do różniczan są wydzielane z uwzględnieniem przyjętych punktów wjazdu na obszar wsi i nie stanowią jeszcze ostatecznych działek ewidencyjnych poszczególnych właścicieli. W wyniku optymalizacji, która uwzględniała eliminację przyrostów odległości w gospodarstwach wydzielono 202 działki gospodarstw posiadających siedlisko na rozpatrywanym obszarze. Jest to wartość większa o 41 od liczby działek przed korektą nadmiernych przyrostów odległości (tabela 8).

Zmiana liczby działek ma oczywisty wpływ na przeciętną ich powierzchnię. Wartość ta w gospodarstwach posiadających siedlisko na obszarze scalenia wynosiła przed optymalizacją 1,02 ha, natomiast po optymalizacji nie uwzględniającej eliminacji nadmiernych przyrostów odległości zwiększyła się do 1,70 ha. Korekta związana z usunięciem nadmiernych przyrostów odległości zredukowała ten przyrost do 1,36 ha (zmniejszenie o około 30%). Stosunkowo niewielka redukcja liczby działek i związany z tym przyrost średniej powierzchni działki, jaki uzyskany został w wyniku optymalizacji układu gruntowego rozpatrywanej wsi, świadczy o małych możliwościach modernizacji tego układu przy istniejącej strukturze obszarowej gospodarstw.

Wyjściowy układ gruntowy wsi Wojków jest efektem scalenia tej wsi zakończonego w roku 2006. Stwierdzone niewielkie możliwości poprawy tego układu w procesie optymalizacji świadczą o właściwym wykonaniu scalenia gruntów i pełnym wykorzystaniu istniejących możliwości poprawy struktury przestrzennej rozpatrywanej wsi.

5.5.3. Korekta wiejskiego układu gruntowego dotycząca sposobu wydzielania małych działek

W wyniku optymalizacji układu gruntowego, który zakładał stałą długość uprawowa w poszczególnych kompleksach projektowych, powstaje grupa działek o małej powierzchni i nadmiernym wydłużeniu. Związane jest to z wielkością udziałów gospodarstw w kompleksach, która jest w dużej mierze wynikiem istniejącej struktury obszarowej gospodarstw na rozpatrywanym terenie. Duża liczba małych gospodarstw, co jest cechą charakterystyczną dla dużych obszarów Polski, powoduje powstawanie działek o małych powierzchniach również w wyniku prac scaleniowych. Poprawa ich kształtu może być uzyskana poprzez zagęszczenie sieci drogowej (co jest rozwiązaniem ekonomicznie nieuzasadnionym) lub też poprzez wprowadzenie na wybranych fragmentach kompleksów projektowych jednostronnego dostępu działek do dróg.

Zaprojektowana została w związku z tym korekta małych działek, która eliminuje większość działek charakteryzujących się nadmiernym wydłużeniem,

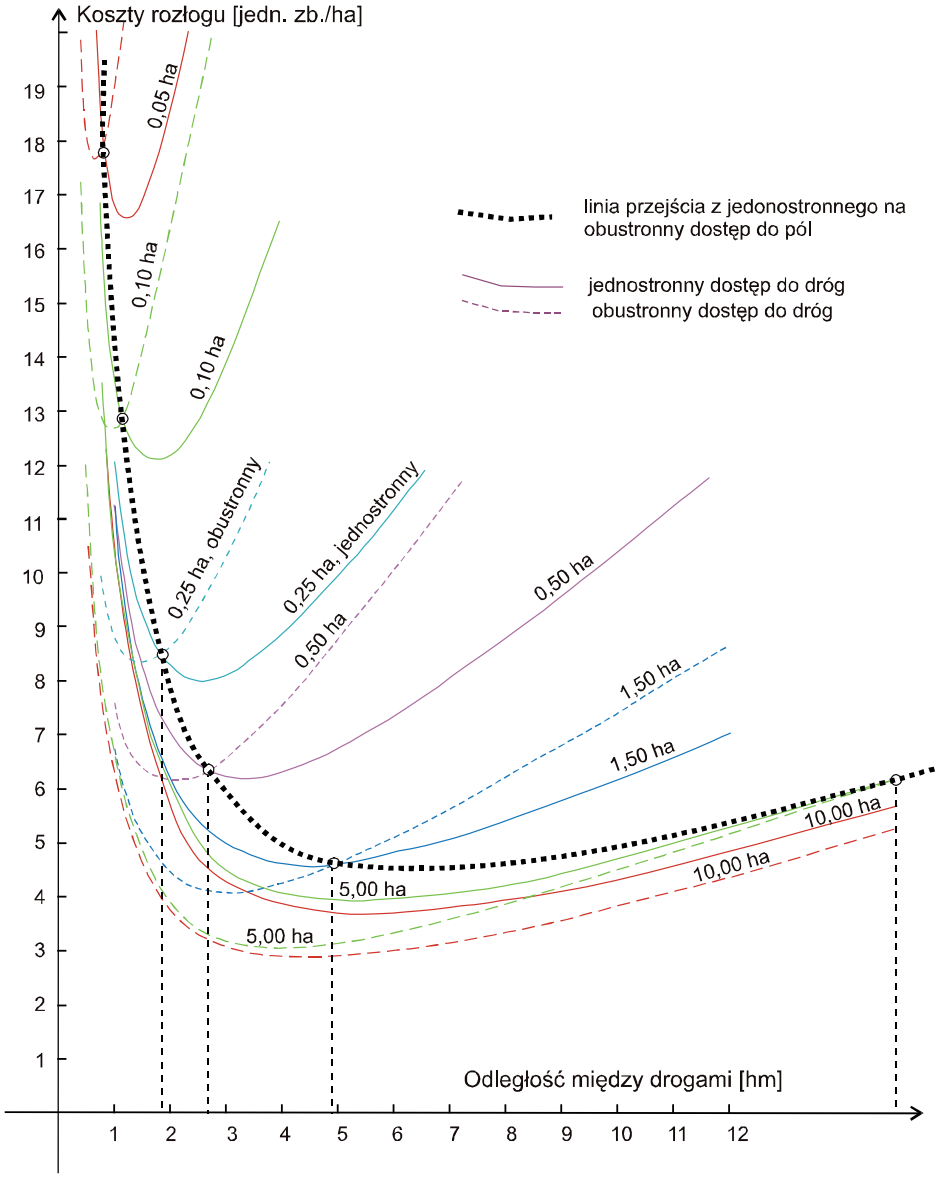
co wiąże się jednocześnie ze zmianą sposobu ich dostępności z dróg. Przeprowadzenie tej korekty jest celowe, ponieważ prowadzi do dalszej poprawy struktury przestrzennej optymalizowanego obszaru. Poprawne wyodrębnienie grupy działek, które powinny być objęte rozpatrywaną korektą wiąże się z określeniem granicznych parametrów rozłogu (takich jak powierzchnia i długość działki oraz odległość między sąsiednimi drogami) wskazujących na celowość zmiany sposobu dostępności z dróg. Określenie takich parametrów jest możliwe na podstawie analizy zmienności kosztów uprawowych uzależnionych od zmian kształtu działek.

5.5.3.1. Wpływ powierzchni i długości działek oraz odległości pomiędzy drogami na sposób dostępności działek z dróg

Odległość między sąsiednimi drogami określa w dużym stopniu możliwości projektowania działek w kompleksach. Przyjmuje się, że każda działka powinna mieć bezpośredni dostęp do drogi, co jest jednym z wymogów przy projektowaniu nowego układu gruntowego w procesie scalenia. Wynika z tego, że pomiędzy sąsiednimi drogami może występować tylko jeden lub dwa rzędy działek mających odpowiednio obustronny lub jednostronny dostęp do dróg, za wyjątkiem indywidualnie wydzielanych w uzasadnionych przypadkach dróg dojazdowych do pojedynczych działek lub ich grup. Istniejąca odległość między sąsiednimi drogami określa w takiej sytuacji dość jednoznacznie podstawowy parametr rozłogu działki, jakim jest jej długość, która może przyjmować dwie wartości.

Wybór sposobu dostępności z dróg do działek zależy głównie od odległości między drogami oraz od wielkości działek. W przypadku, gdy drogi położone są w stosunkowo niewielkich odległościach od siebie, a udziały gospodarstw są odpowiednio duże, korzystniejszy jest obustronny dostęp do działek. Dostęp taki stosowany jest ponadto z zasady w kompleksach z przewagą gruntów ornych [Giger 1980]. Dostęp jednostronny jest natomiast korzystniejszy w przypadku, gdy działki mają niewielkie powierzchnie, a drogi położone są w większych odległościach od siebie. Taki sposób dostępności do działek jest stosowany w odniesieniu do użytków zielonych, na których akceptowalne jest mniejsze zagęszczenie dróg.

Wykresy przedstawione na rysunku 44 obrazują zmienność kosztów uprawowych zależnych od rozłogu pola, związane z powierzchnią działki, sposobem jej dostępności z dróg oraz odległością między drogami. Zostały ustalone dla zmianowania z przewagą zbóż, plonowania w granicach 5 ton/ha oraz dróg gruntowych [Harasimowicz 2002]. Analiza informacji przedstawionych na wykresach, pozwala określić najkorzystniejszy dostęp do dróg oraz odległość między drogami dla działki o danej powierzchni, a tym samym ustalić jej kształt.



Źródło: [Harasimowicz 2002]

Rysunek 44. Wpływ odległości między drogami, powierzchni działki i jej dostępności z dróg na koszty uprawowe zależne od rozłogu

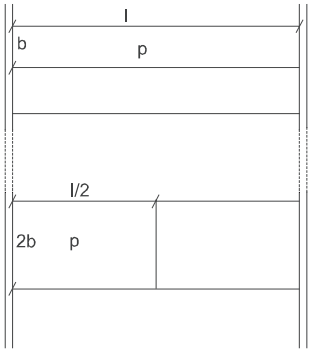
W przypadku działek o małych powierzchniach (do około 0,5 ha) korzystny jest ich jednostronny dostęp do dróg pozwalający na zmniejszenie zagęszczenia sieci drogowej i ograniczenie związanych z nimi kosztów. Przykładowo dla działek o powierzchni 0,10 ha najmniejsze koszty rozłogu, wynoszące 12,6 jedn. zboż./ha, uzyskiwane są (w przypadku dostępu obustronnego), dla odległości między drogami równej około 100 m i wynikającej z tego identycznej długości działek. W przypadku dostępu jednostronnego rozpatrywane koszty są wyraźnie niższe i wynoszą 12,1 jedn. zboż./ha, przy odległości między drogami równej około 190 m (długość działki równa w tym przypadku około 95 m).

Dla działek większych (powyżej 0,5 ha) charakterystyka ich kosztów uprawowych pozwala na przyjęcie obustronnego dostępu do działek (działki projektowane przez całą długość kompleksu). Przykładowo, minimalne koszty rozłogu dla działki o powierzchni 1,5 ha z obustronnym dostępem do dróg wynoszą 4,1 jedn. zboż./ha i są dużo mniejsze niż w przypadku dostępu jednostronnego, w którym to przypadku wynoszą 4,6 jedn. zboż./ha. Relacje między kosztami uprawowymi ponoszonymi przy jednostronnym i obustronnym dostępie do dróg dla działek o różnym obszarze wykazują pewne podobieństwa. Dla wszystkich uwzględnionych na rysunku 44 powierzchni działek koszty uprawowe ponoszone przy dostatecznie małej odległości między drogami są mniejsze w przypadku obustronnego dostępu do dróg. Wiąże się to z uzyskaniem bardziej poprawnego ich kształtu (w tym przypadku wydłużenia). Można te zależności przedstawić na przykładzie działki o powierzchni 0,5 ha. W przypadku niewielkiej odległości między drogami wynoszącej 150 m i jednostronnego dostępu do działki jej długość równa jest 75 m, wydłużenie około 1:1, a ponoszone koszty rozłogu przekraczają 9 jedn. zboż./ha. Przyjęcie obustronnego dostępu z dróg do działki przyczynia się do zwiększenia jej długości do 150 m, poprawy kształtu (czterokrotne zwiększenie wydłużenia) oraz obniżenia kosztów uprawowych do wartości około 6 jedn. zboż./ha.

Odpowiednie zwiększenie odległości między drogami powoduje w każdym przypadku potrzebę przejścia z obustronnego dostępu do drogi na dostęp jednostronny (rysunek 44). Przy dostatecznie dużych odległościach pomiędzy drogami koszty uprawowe występujące przy dostępie jednostronnym są znacząco niższe niż przy dostępie obustronnym, co wiąże się głównie ze zmniejszeniem nadmiernego wydłużenia działek. Przykładem może być działka o powierzchni 0,5 ha projektowana między drogami odległymi o 400 m. W przypadku dostępu obustronnego wydłużenie rozpatrywanej działki jest zbyt duże (stosunek 1:32), co przyczynia się do zwiększenia kosztów rozłogu do ponad 7 jedn. zboż./ha. Zmiana sposobu dostępu do dróg na jednostronny czterokrotnie zmniejsza wydłużenie, co przyczynia się do znacznej redukcji kosztów uprawowych.

Analiza rysunku 44 pozwala stwierdzić, że dla każdej powierzchni pola można ustalić taką odległość między drogami, dla której powinna nastąpić

zmiana sposobu dostępności do dróg z jednostronnej na dwustronną. Odległość ta jest na rysunku widoczna w miejscu przecięcia wykresów kosztów rozłogu ponoszonych przy jednostronnym i obustronnym dostępie do działki, czyli w miejscu równości tych kosztów. Linia kropkowana na rysunku 44 określająca dla danej powierzchni działki graniczną odległość między drogami zmiany sposobu dostępności do działki odgranicza strefy działki z jednostronnym i obustronnym dostępem do dróg. Przyjmijmy oznaczenia wymiarów przykładowej działki dla jednostronnego i obustronnego dostępu z dróg jak na rysunku 45.



Rysunek 45. Jednostronny i obustronny dostęp do działek z dróg oraz przejście z obustronnego dostępu z dróg na dostęp jednostronny

Odległości między drogami oznaczono literą „l" i jest ona równa długości działki o powierzchni „p" w przypadku dostępu obustronnego. Długość działki z dostępem jednostronnym jest o połowę mniejsza i można ją określić jako 0.5 * l. Koszty uprawowe zależne od rozłogu działki w sposób ogólny opisuje następujący wzór, w którym rodzaj dostępu z dróg do działek ujmują odpowiednie współczynniki [Harasimowicz i Ostrągowska 1996, Harasimowicz 2002]:

$$K_r = z_l + z_{bd}\ b + R\,\frac{1}{2}\,l\ p \tag{18}$$

gdzie:
- dla dostępu obustronnego:

l, b, p – długość, szerokość i powierzchnia działki prostokątnej,
$z_{l,M3}$ – straty na długości (0.61 jedn. zboż./ha),
$z_{bd,M3}$ – straty na szerokości pola obejmujące straty przy granicy ($z_{b,M3}$, 4,20 jedn. zboż./ha) i koszty związane z drogami ($z_{d,M3}$, 1,92 jedn. zboż./ha),
R_{M3} – koszty transportu po polu (0,53 jedn. zboż./ha).

- dla dostępu jednostronnego:
  - l – podwójna długość działki równa odległości między drogami,
  - p – podwójna powierzchnia działki,
  - b – szerokość działki,
  - $z_{l,M4}$ – straty na długości (0.63 jedn. zboż/ha),
  - $z_{bd,M4}$ – straty na szerokości pola obejmujące straty przy granicy ($z_{b,M3}$, 8,40 jedn. zboż./ha) i koszty związane z drogami ($z_{d,M3}$, 1,92 jedn. zboż./ha),
  - R_{M4} – koszty transportu po polu (0,60 jedn. zboż./ha).

We wzorach powyższych (uwaga ta dotyczy wszystkich wzorów w tym rozdziale) oznaczenie M3 oznacza parametry związane z obustronnym dostępem działek do drogi, natomiast oznaczenie M4 - z jednostronnym.

W przypadku wzięcia pod uwagę działek takich jak na rysunku 45, koszty uprawowe związane z przylegającymi drogami są identyczne i dlatego mogą być pominięte:

$$2\,(b\,z_{d,M3}) = z_{d,M4}(2\,b)$$

Warunek zrównania kosztów rozłogu dla obu rozpatrywanych sposobów dostępu do dróg można w takim przypadku zapisać następująco:

$$\begin{aligned} &2\,(z_{l,M3}\,l + z_{b,M3}\,b + R_{M3}\,\frac{1}{2}\,l\,p) = z_{l,M4}\,l + z_{b,M4}\,2b + r_{M4}\,\frac{1}{2}\,l\,2p \\ &z_{l,M3}\,l + z_{b,M3}\,b + R_{M3}\,\frac{1}{2}\,l\,p = z_{l,M4}\,\frac{l}{2} + z_{b,M4}\,b + r_{M4}\,\frac{1}{2}\,l\,p \end{aligned} \tag{19}$$

Przy przyjętych założeniach straty na szerokości pola przy granicy są oczywiście dwa razy większe dla dostępu jednostronnego niż dla dostępu obustronnego, co wiąże się z dwukrotnie zwiększoną długością takich granic:

$$2\,z_{b,M3} = z_{b,M4}$$

Uwzględniając tę równość i odpowiednio przekształcając równanie (19) otrzymujemy:

$$\frac{l}{b} = \frac{2\,z_{b,M3}}{(2\,z_{l,M3} - z_{l,M4}) + (R_{M3} - R_{M4})\,p} \tag{20}$$

Przedstawiony wzór określa graniczne wydłużenie pola (stosunek długości do szerokości) dla pożądanej zmiany jego dostępności z dróg. Współczynnik występujący przy powierzchni pola jest stosunkowo nieduży, dlatego istotny jej wpływ na wydłużenie będzie znaczący jedynie dla pól większych, o powierzchni liczonej w hektarach. Zerowe lub ujemne wartości wydłużenia pola uzyskiwane

przy odpowiednio dużej jego powierzchni (już przy wartości około 10 ha) należy interpretować jako brak wskazań do zmiany obustronnego dostępu do działki na dostęp jednostronny. Działki o dużym obszarze powinny być dostępne z drogi z obu stron niezależnie od ich długości, ponieważ w każdym przypadku umożliwia to ponoszenie mniejszych kosztów uprawowych. Przyrosty nakładów na transport związane z przejściem na jednostronny dojazd do działek przy dużych ich powierzchniach przewyższają korzyści dotyczące poprawy kształtu i zmniejszenia długości granic.

W praktyce dość często optymalizację rozłogu działki można ograniczyć do rozpatrywania zjawisk zachodzących w jej granicach, pomijając dojazd do działki. Takie ujęcie procesu optymalizacji znacznie upraszcza to zadanie, przy czym uzyskiwane wyniki najczęściej niewiele odbiegają od uzyskiwanych z uwzględnieniem dojazdu do działki. Uwzględniając powyższe i pomijając poprawki związane z transportem można przyjąć, że koszty transportu oraz straty na długości działki w obu rozpatrywanych modelach są identyczne [Harasimowicz 2002]:

$$z_{l,M3} = z_{l,M4} \qquad i \qquad R_{M3} = R_{M4}$$

Uwzględniając przedstawione uproszczenia uzyskamy następującą formułę określającą graniczne wydłużenie wskazujące na celowość zmiany dostępności do dróg z jednostronnej na obustronną:

$$\frac{l}{b} = \frac{2\, z_{b,M3}}{z_{l,M3}} \tag{21}$$

W ramach przyjętych uproszczeń przejście na jednostronny dostęp do działek powinno zatem następować przy stałym wydłużeniu (niezależnym do powierzchni działki), określonym przez stosunek podwojonych strat na szerokości działki ($2z_{b,M3}$) oraz strat na jej długości ($z_{l,M3}$).

W tabeli 9 zestawiono graniczne odległości między drogami oraz odpowiadające im wydłużenia działek, dla których celowa staje się zmiana sposobu dostępności z dróg w postaci przejścia na dostęp jednostronny dla danej powierzchni działki. Podane odległości i wydłużenia działek obliczono zarówno z uwzględnieniem, jak i pominięciem poprawek związanych z transportem (wzory (20) i (21)), co daje możliwość oceny skutków przyjętych uproszczeń. Zbliżone dla obu wariantów wyniki uzyskano dla małych powierzchni działek (do 2 ha), co jest związane ze stosunkowo małą wielkością współczynnika występującego przy powierzchni działki we wzorze (20). Dla działek o obszarze do 2 ha graniczne wydłużenie wskazujące na potrzebę przejścia na dostęp obustronny do działek , zmienia się w granicach od 1:14 do 1:18. Odpowiadające temu wydłużeniu odległości między drogami wynoszą od 85 do 500 m. Pominięcie transportu do działki powoduje, że rozpatrywane wydłużenie jest stałe

i wynosi 1:17. Odpowiadająca temu wydłużeniu odległość między drogami dla przyjętego zakresu zmienności powierzchni działek zmienia się od 90 do ponad 500 m. Uzyskany zakres zmiany odległości między drogami dla rozpatrywanych obszarów działek od 85 do 500 m jest zakresem zbliżonym do stosowanego w trakcie geodezyjnego urządzania obszaru wsi. Podane graniczne odległości między drogami dla zmiany dostępności z dróg mają więc znaczenie praktyczne. Wskazują one na korzystniejszy sposób wyznaczania granic działek o określonych, z reguły małych powierzchniach, przy znanym kształcie kompleksów (odległość pomiędzy drogami). Sposób ten zapewnia stosunkowo niskie koszty uprawowe niewiele odbiegające do kosztów minimalnych, możliwych do uzyskania przy danej powierzchni działki.

Zmiany sposobu dostępności do działek o większych obszarach (przekraczających 5 ha) następują przy stosunkowo dużych odległościach między drogami (ponad 1 km). Odległości takie występują rzadko w istniejących układach gruntowych, ponieważ wiążą się z ponoszeniem dużych kosztów uprawowych. Rozpatrzmy na przykład działkę o powierzchni 5 ha (rysunek 44, tabela 9).

Tabela 9. Odległości między drogami określające zmianę sposobu dostępności z dróg (przejście na dostęp jednostronny) dla danej powierzchni działki

Powierzchnia działki [ha]	Pominięte poprawki związane z transportem		Uwzględnione poprawki związane z transportem	
	Wydłużenie działek (długość w stosunku do szerokości)	Odległość między drogami dla zmiany dostępności z dróg [m]	Wydłużenie działek (długość w stosunku do szerokości)	Odległość między drogami dla zmiany dostępności z dróg [m]
0,05	17,2	93	14,3	85
0,10	17,2	131	14,4	120
0,25	17,2	207	14,7	192
0,50	17,2	293	15,1	275
1,5	17,2	508	17,3	510
5,00	17,2	927	35,0	1323
7,00	17,2	1097	84,0	2425
8,40	17,2	1202	-	-
10,00	17,2	1311	-	-

Źródło: opracowanie własne.

Graniczna odległość między drogami dla działek o rozpatrywanych obszarze wynosi 927 lub 1323 m (tabela 9) Koszty rozłogu ponoszone przy takich odległościach między drogami są wyższe od kosztów minimalnych uzyskiwanych przy odległościach 300 do 400 m i dostępie obustronnym 50 do 100%. Można zatem przyjąć, że działki o odpowiednio dużych obszarach (od 5 do 10 ha) powinny mieć z zasady dostęp do dróg z dwóch stron. Mała praktyczna przydatność określania granicznych odległości pomiędzy drogami dla zmiany

dostępności do działek w odniesieniu do dużych działek jest argumentem dla stosowania uproszczonej formuły obliczania tych odległości, która daje poprawne wyniki dla działek o małych obszarach. Można więc przyjąć z pewnym uproszczeniem, że przejście na obustronny dostęp do działek powinno następować przy stałym wydłużeniu określonym wzorem (21), niezależnie od powierzchni działki. Wydłużenie to można oszacować jako zawierające się w przedziale od 1:15 do 1:17.

5.5.3.2. Ogólne założenia korekty wydzielania małych działek

Zakładane w procesie optymalizacji poprawne parametry rozłogu działek nie zawsze są możliwe do uzyskania, co dotyczy w szczególności powierzchni i długości działek. Jest to związane z istniejącą strukturą obszarową gospodarstw oraz przyjętym układem kompleksów projektowych. W szczególności szerokości wydzielonych kompleksów są przeważnie zbyt duże dla projektowania działek o małych powierzchniach i dlatego działki takie są wtedy nadmiernie wydłużone oraz mają zbyt małe szerokości.

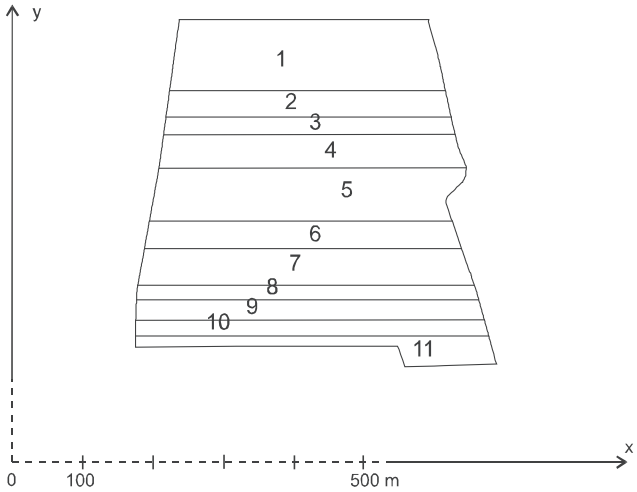
Poprawę rozłogów małych działek wydzielonych w kompleksach o dużej szerokości można uzyskać przez zmniejszenie o połowę ich długości i utworzenie dwóch rzędów takich działek z jednostronnym dostępem do dróg po obu stronach kompleksu. Przedstawiona zasada jest podstawą omawianej korekty małych działek, która pozwala na zmniejszenie wydłużenia i wyraźne poprawienie ich rozłogów.

Ustalenie maksymalnej powierzchni działek, które powinny być wydzielane tak, by ich długość była równa połowie długości kompleksu, powinno wiązać się z oceną takiej zmiany ich kształtu. Na rysunku 44 przedstawiono wpływ powierzchni, odległości między drogami i sposobu dostępności z dróg na koszty uprawowe zależne od rozłogu. Linia kropkowana obrazuje dla określonej powierzchni działki taką jej długość, przy której korzystnym jest przejście z obustronnego do jednostronnego dostępu do działek. Jak wcześniej wykazano, przejście na obustronny dostęp do działek powinno następować przy stałym wydłużeniu wynoszącym od 1:15 do 1:17.

Pojęcie „małej działki" należy każdorazowo odnosić do wymiarów kompleksu, a szczególnie do jego szerokości. Jako „małą" określamy taką działkę w kompleksie, której zmniejszenie długości o połowę (do połowy szerokości kompleksu) wiąże się z obniżeniem kosztów jej uprawy. Można przyjąć, że kompleksom o szerokościach 400, 300, 200 i 140 m odpowiadają następujące maksymalne powierzchnie „małych" działek: 1.50, 1.00, 0.50 i 0.25 ha. Ustalone szerokości kompleksów są celowo nieco mniejsze od wskazań ujętych na wykresie zamieszczonym na rysunku 44, tak aby uzyskać większą liczbę działek wydzielanych z jednostronnym dostępem do dróg, co zwykle korzystnie wpływa na możliwości podziału danego kompleksu.

Ustalenia te umożliwiają wstępne ustalenie łącznej powierzchni działek w danym kompleksie, która będzie przedmiotem korekty. Działki o małym obszarze powinny być wydzielane przemiennie, po obu stronach kompleksu, tak aby w możliwie najmniejszym stopniu wpływało to zmianę kształtu sąsiadujących dużych działek.

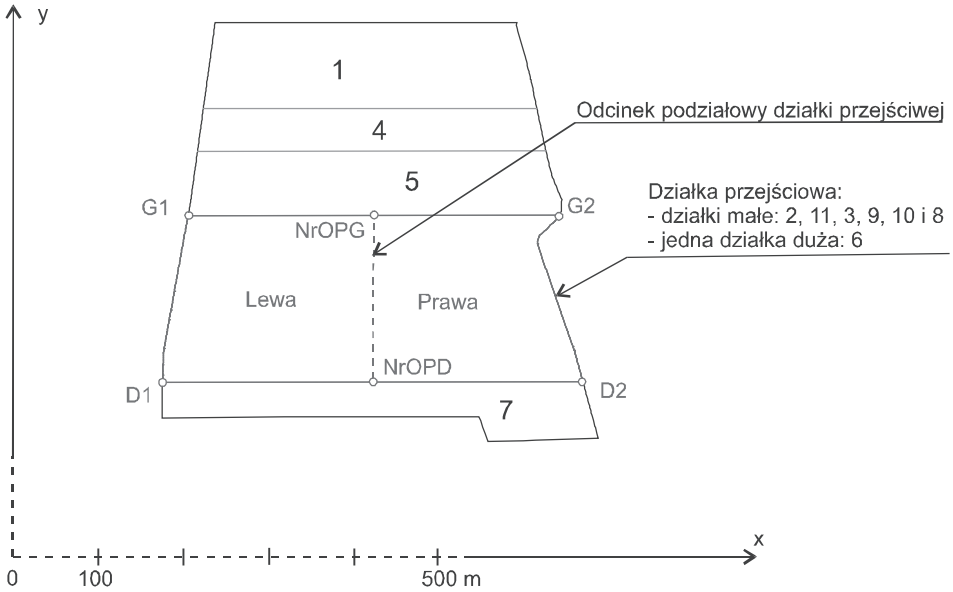
Na rysunku 46 przedstawiono przykład kompleksu o szerokości 400 m. Graniczna powierzchnia „małej" działki dla takiego kompleksu wynosi 1,5 ha. W rozpatrywanym kompleksie można wydzielić 6 małych działek (oznaczonych numerami 2, 3, 8, 9, 10 i 11) o powierzchniach mniejszych od 1,5 ha. Działki te są zdecydowanie nadmiernie wydłużone, a ich szerokości nie przekraczają przeważnie 25 m, co sprawia, że koszty uprawy takich działek są nadmiernie wysokie. Skrócenie długości uprawowych tych działek o połowę umożliwi poprawę ich kształtów oraz obniżenie kosztów uprawowych. Omawiana korekta małych działek polega na ich wydzielaniu po obu stronach kompleksu, tak aby długości tych działek były równe połowie szerokości danego kompleksu. Tak wydzielone małe działki będą miały zapewniony jednostronny dostęp do dróg, przy czym między drogami biegnącymi wzdłuż granic kompleksów będą występowały dwa rzędy działek.



Rysunek 46. Kompleks objęty korektą małych działek po optymalizacji i transformacji układu, po której oś „x" jest równoległa do kierunku projektowania działek

Dla potrzeb procesu wydzielania małych działek w kompleksie tworzona jest tak zwana „działka przejściowa". Jej powierzchnia obejmuje obszary wszystkich małych działek oraz jedną sąsiadującą dużą działkę ułatwiającą jednoznaczne określenie granic działki przejściowej.

Podział rozpatrywanego kompleksu uwzględniający położenie działki przejściowej przedstawiony jest na rysunku 47. Kompleks ten został poddany transformacji układu współrzędnych, tak by kierunek projektowania działek był zgodny z kierunkiem osi „x", co zasadniczo ułatwia proces obliczeniowy. Działka przejściowa została wydzielona w dolnej części kompleksu, ponieważ tylko w tej części jego szerokość przekracza 400 m, a więc jest dostateczna dla wydzielenia działek o powierzchni 1,5 ha. Przyjęto, że działka przejściowa będzie ograniczona z obu stron działkami dużymi, ponieważ ułatwi to dokonanie podziału (działka przejściowa będzie miała zawsze boki nie będące granicami kompleksu). Spełnienie tego warunku wiąże się z koniecznością występowania w kompleksie przynajmniej trzech dużych działek, a w przypadku nie spełnienia tego warunku korekta nie jest wykonywana w takim kompleksie. Występowanie większej liczby małych działek wiąże się najczęściej z wadliwym określeniem szerokości tworzonych kompleksów, która nie jest dostosowana do wielkości gospodarstw. Jednak często jest to związane z brakiem możliwości zaprojektowania odpowiednio gęstej sieci drogowej (z przyczyn natury finansowej), co wymusza stosowanie jednostronnego dostępu do dróg dla wybranych grup działek.



Rysunek 47. Podział kompleksu na działki duże i jedną działkę przejściową (obejmującą działki małe i jedną dużą)

Granice działki przejściowej na rysunku 47 określają dwa odcinki podziału kompleksu (lub grupy odcinków) równoległe do osi „x" oddzielające ją od działek dużych. W przyjętym po transformacji układzie współrzędnych odcinek G1,G2 można określić jako górny, a odcinek D1,D2 jako dolny. Wydzielenie działek małych w działce przejściowej ułatwia podział tej działki na dwie części o zbliżonych powierzchniach (prawą i lewą) wyznaczający granice między dwoma rzędami małych działek. Linię takiego podziału wyznaczają środki odcinków (lub skrajnych punktów grupy odcinków) górnego i dolnego działki przejściowej (punkty oznaczone na rysunku 47 jako NrOPG i NrOPD). Odcinek oddzielający działkę przejściową prawą i lewą można określić jako odcinek podziałowy działki przejściowej. Współrzędne tego odcinka można obliczyć w sposób ogólny jako przecięcie prostej podziałowej przechodzącej przez punkty NrOPG i NrOPD z obwodnicą działki przejściowej.

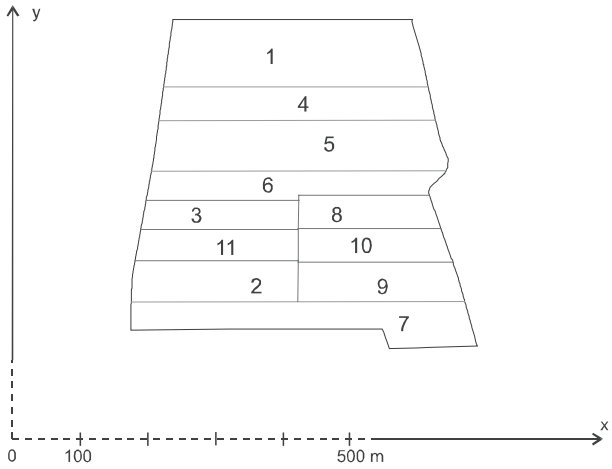
Wydzielenie wszystkich małych działek wiąże się również z ostatecznym ustaleniem granicy działki dużej, zaliczonej do działki przejściowej. Należałoby dążyć do tego, by granica rozpatrywanej dużej działki z działkami małymi miała przebieg regularny i nie pogarszała nadmiernie jej rozłogu. W przypadku ustalonego podziału na działki przejściowe prawą i lewą najkorzystniejszy przebieg granicy działek małych z działką dużą zapewniają możliwie zbliżone powierzchnie działek małych wydzielanych po prawej i lewej stronie kompleksu.

Podział działek małych na dwie grupy mające najmniej różniące się obszary nie jest oczywisty. W omawianej korekcie przyjęto uproszczone rozwiązanie dające w przeważającej liczbie przypadków poprawne rozwiązanie. Przyjęty podział wymaga wstępnego uszeregowania działek małych według malejącego ich obszaru. Po takim uporządkowaniu działki przydzielane są kolejno do tej grupy działek lewych lub prawych, której obszar występujących działek jest mniejszy. Zaproponowany podział małych działek jest stosunkowo prosty i daje rozwiązanie przeważnie niewiele odbiegające do podziału najkorzystniejszego.

Po ustaleniu obwodnic działek przejściowych oraz należących do nich małych działek i ich obszarów możliwe jest ustalenie granic małych działek w analogiczny sposób, jaki zastosowano przy normalnym projektowaniu działek w kompleksach. Działki małe wydzielane są w odpowiednich działkach przejściowych w ustalonej kolejności poczynając od dolnego odcinka działki przejściowej. Na rysunku 48 przedstawiony jest podział rozpatrywanego kompleksu na należące do niego działki po korekcie małych działek obejmujący również podział działki przejściowej.

Wydzielone granice małych działek położonych przemiennie po obu stronach kompleksu wyznaczają ostateczne granice „dużej" działki, która została włączona do działki przejściowej (na rysunku 48 jest to działka nr 6). Na granicy tej działki z małymi działkami w środkowej jej części, występuje najczęściej załamanie granicy pogarszające nieco rozłóg rozpatrywanej działki. To załamanie granicy jest konsekwencją różnych powierzchni małych działek wydzielo-

nych w działce przejściowej lewej i prawej. Wyeliminowanie omawianego uskoku na granicy małych działek można teoretycznie uzyskać poprzez niewielkie równoległe przesunięcie odcinka podziałowego działki przejściowej, co wymagałoby dodatkowych zmian w procedurze wydzielającej nowe granice małych działek.



Rysunek 48. Podział kompleksu po korekcie małych działek

Podział kompleksu po zastosowaniu korekty małych działek (rysunek 48) jest wyraźnie korzystniejszy niż wyjściowy występujący w nim układ działek. Kształty małych działek po omawianej korekcie uległy wyraźnej poprawie przejawiającej się zmniejszeniem nadmiernego wydłużenia i zwiększeniu ich szerokości. Szerokości małych działek uległy podwojeniu i żadna z nich nie jest mniejsza od 40 do 50 m, przy długościach zbliżonych do 200 m.

5.5.3.3. Praktyczna realizacja korekty małych działek w kompleksach

W rzeczywistym procesie obliczeniowym korekta małych działek wymaga określenia numeru kompleksu, który ma być nią objęty oraz trzech parametrów określających sposób przeprowadzenia tej korekty. Należy ustalić maksymalną powierzchnię działki uznanej w danym kompleksie z małą oraz nawiązującą do tej powierzchni minimalną szerokość kompleksu niezbędną dla wydzielania dwóch rzędów małych działek. Można wstępnie przyjąć następujące (podane wcześniej) cztery graniczne powierzchnie małych działek: 0.25, 0.50, 1.00, i 1.50 ha oraz odpowiadające im następujące szerokości kompleksów: 140, 200, 300 i 400 m. Przyjęcie nieprawidłowych wielkości parametrów określających maksymalną powierzchnię małej działki i minimalną szerokość kompleksu może

spowodować niekorzystne wydłużenie małych działek przejawiające się najczęściej zbyt dużą ich szerokością i niedostatecznym wydłużeniem. Trzecim niezbędnym parametrem jest położenie działki przejściowej i wydzielanej w niej grupy małych działek w kompleksie. Działki te mogą być wydzielane w środku kompleksu oraz na jego początku lub na końcu. Środkowe położenie działek wiąże się z wydzieleniem działki przejściowej po kolejnej dużej działce, tak by powierzchnia poprzedzających dużych działek i działki przejściowej była większa od połowy powierzchni kompleksu. W położeniu na początku kompleksu działkę przejściową poprzedza jedna duża działka, a w położeniu na końcu kompleksu działka przejściowa jest działką przedostatnią.

Omawiana korekta małych działek może być połączona ze zmianą kierunku projektowania. Połączenie tych korekt jest możliwe poprzez określenie współrzędnych nowego kierunku projektowania działek w rozpatrywanym kompleksie oraz ustalenie, że taka dodatkowa modyfikacja ma być wykonana. W przypadku objęcia korektą małych działek dowolnej działki uzyskany w takim przypadku nowy podział kompleksu będzie zgodny ze zmienionym kierunkiem projektowania.

Korektę rozpoczyna pobranie danych odnoszącym się do rozpatrywanego kompleksu obejmujących: obwodnicę kompleksu, kierunek projektowania w nim działek oraz listę działek w nim wydzielanych, ich przynależność do gospodarstw i powierzchnie. Na podstawie listy działek w kompleksie określane są udziały gospodarstw przez sumowanie powierzchni lub wartości działek należących do jednego gospodarstwa. W ramach czynności wstępnych poprzedzających nowy podział kompleksu wykonywana jest również transformacja układu współrzędnych, tak , by oś „x" była równoległa do kierunku wydzielania działek w kompleksie.

Zasadnicza procedura programu korekty małych działek w pojedynczym kompleksie obejmuje następujące etapy:

1. określenie parametrów działki przejściowej (lista małych działek z jedną dużą i jej położenie w kompleksie oraz ustalenie listy dużych działek (obejmującej działkę przejściową) niezbędną dla wstępnego podziału kompleksu,
2. podział małych działek na dwie grupy wydzielane w dwóch częściach (lewej i prawej) działki przejściowej,
3. wstępny podział kompleksu na działki duże i działkę przejściową połączony z zapisem obwodnicy działki przejściowej,
4. podział działki przejściowej na część prawą i lewą i ich obwodnic,
5. wydzielenie działek małych w prawej i lewej części działce przejściowej,
6. utworzenie niezbędnych plików wynikowych ze współrzędnymi wewnętrznego podziału całego kompleksu na działki małe i duże,
7. transformacja współrzędnych związana z powrotem do wyjściowego układu współrzędnych i zapisanie niezbędnych zbiorów wynikowych.

Ustalenie działki przejściowej i listy dużych działek dokonywane jest poprzez przegląd wszystkich działek należących do kompleksu z uwzględnieniem określonego wstępnie położenia działki przejściowej. Tworzona jest lista małych działek (mniejszych do przyjętej ich maksymalnej powierzchni) oraz druga lista zawierająca działki pozostałe. Działka przejściowe wpisywana jest do listy działek dużych w kolejności zależnej od przyjętego jej położenia (druga, środkowa lub przedostatnia). Również jedna z działek dużych zaliczana jest do działki przejściowej.

Podział kompleksu na działki duże i działkę przejściową przebiega w sposób analogiczny jak wydzielanie pasków elementarnych. W pierwszej kolejności określane są odcinki podziału kompleksu na kolejne działki według ich obszarów. W trakcie określania odcinków granicznych działki przejściowej z działkami dużymi ustalane są współrzędne punków wyznaczających kierunek odcinka podziałowego tej działki. Punkty kierunku odcinka podziałowego (rysunek 47) wyznaczane są jako środki odcinków utworzonych przez pierwszy i ostatni punkt dwóch odcinków (lub grup odcinków wydzielających działkę przejściową w kompleksie (odcinki G1,G2 i D1,D2 na rysunku 47). Drugi etap podziału kompleksu na duże działki wiąże się z wydzielaniem obwodnic działek powstałych w wyniku podziału kompleksu, ustaleniu identyfikatorów oraz współrzędnych jego wpisania.

Podział działki przejściowej na prawą i lewą następuje na podstawie utworzonej obwodnicy tej działki i ustalonych współrzędnych linii podziałowej. Po transformacji układu współrzędnych obliczane są współrzędne punktów przecięcia linii podziałowej z obwodnicą działki przejściowej. Wprowadzenie tych punktów do obwodnicy działki przejściowej pozwala ostatecznie na utworzenie obwodnic działek przejściowych lewej i prawej.

Uzyskane dane dotyczące podziału działki przejściowej oraz pochodzące z podziału kompleksu na duże działki umożliwiają utworzenie wynikowych plików zawierających współrzędne odcinków wewnętrznego podziału całego kompleksu , jak również listę działek w nim wydzielanych. Przed ostatecznym utworzeniem plików wynikowych występujące w nich współrzędne należy poddać odwrotnej transformacji do wyjściowego układu współrzędnych.

Korekta związana z ponowną reorganizacją rozmieszczenia małych działek w kompleksie może być skutecznie przeprowadzona, jeśli spełnionych jest szereg warunków związanych zarówno z ukształtowaniem kompleksu, jak i wydzielanych w nim działek. Przypadki uniemożliwiające przeprowadzenie korekty są następujące:

1. działka przejściowa nie może zostać ograniczona z obu stron przez działki duże,
2. brak jest w kompleksie działek małych,
3. w kompleksie jest mniej niż 3 działki duże,

4. szerokość kompleksu w rejonie działki przejściowej jest mniejsza od przyjętej jego minimalnej szerokości umożliwiającej wydzielanie małych działek,

5. liczba punktów przecięć odcinka podziałowego z działką przejściową jest większa od dwóch.

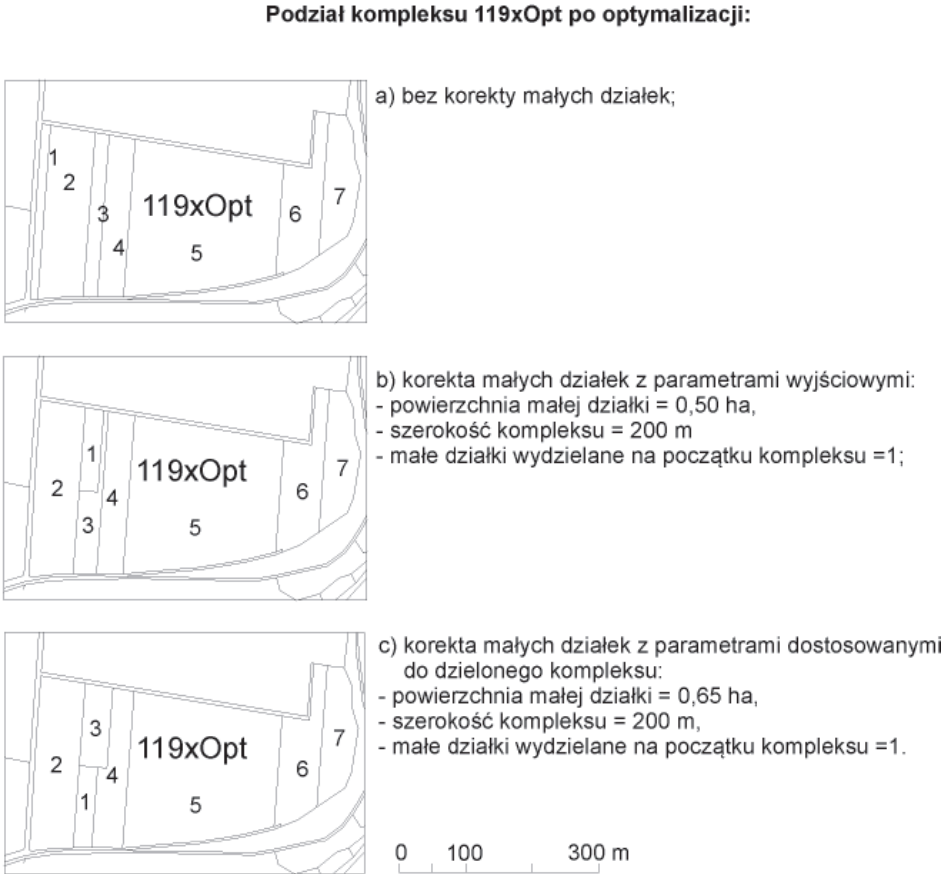
Podstawowym warunkiem koniecznym dla realizacji omawianej korekty jest dostateczna szerokość kompleksu, pozwalająca na wydzielanie małych działek o prawidłowym kształcie. Niespełnienie tego warunku może prowadzić do pogorszenia rozłogów małych działek, w związku z tym rozpatrywana korekta nie powinna być wykonywana jeśli odpowiednie parametry nie przyjmą oczekiwanych wartości.

Jednym z istotnych ustaleń jest wskazanie miejsca wydzielania małych działek. Zmiana tego miejsca może być konieczna dla uzyskania wystarczającej szerokości kompleksu niezbędnej dla wydzielania małych działek. Można w razie potrzeby zmniejszyć parametr określający minimalną szerokość kompleksu, wymaga to jednak równoczesnej zmiany odpowiedniej korekty minimalnej powierzchni małej działki.

Przykład korekty małych działek w kompleksie o nazwie 119xopt oraz wpływ doboru parametrów na jej wynik przedstawia rysunek 49. Kompleks 119xOpt składa się z 7 działek, w tym przynajmniej jedna z nich (oznaczona numerem 1) jest nadmiernie wydłużona i powinna być objęta korektą. Rozpatrywany kompleks posiada szerokość przekraczającą 200 m, wystarczającą dla wydzielania małych działek o powierzchni do 0,5 ha jedynie w jego początkowej części. Pozwala to na określenie położenia działki przejściowej w kompleksie. Efekty podziału rozpatrywanego kompleksu po korekcie małych działek z przyjętymi parametrami granicznymi (minimalna szerokość kompleksu 200 m, maksymalna powierzchnia małej działki 0,5 ha) przedstawia rysunek 49 (b). Jedyną działką o powierzchni mniejszej od 0,5 ha okazała się działka 1 i została ona wydzielona w działce przejściowej wraz z najbliżej położoną działką dużą nr 3 o stosunkowo niedużym obszarze. Efektem tego było jednak istotne pogorszenie rozłogu działki 3, której część granicząca z działką 1 jest bardzo wąska. Bardziej poprawny podział kompleksu mógłby być uzyskany przez włączenie do działki przejściowej znacznie większej działki w porównaniu do działki nr 3.

Innym sposobem poprawy podziału kompleksu jest zwiększenie maksymalnej powierzchni małej działki. Na rysunku 49 (c) przedstawiono podział rozpatrywanego kompleksu przy maksymalnej powierzchni małych działek równej 0,65 ha. Taka stosunkowo niewielka zmiana granicznej powierzchni małych działek spowodowała, że wyodrębnione zostały dwie małe działki o numerach 1 i 3. Zostały one następnie wydzielone w działce przejściowej wraz z dużą działką nr 4, a będące wynikiem tej czynności rozłogi można uznać za stosunkowo poprawne. Korzystny efekt podziału kompleksu 119xOpt uzyskany na rysunku 49 (c) pozwala określić parametry przyjęte przy korekcie małych

działek jako dostosowane do tego kompleksu. Przedstawiony przykład wskazuje na potrzebę dostosowania parametrów korekty do każdego z rozpatrywanych kompleksów.



Rysunek 49. Wpływ doboru parametrów na wyniki korekty małych działek w kompleksie 119xOpt we wsi Wojków

Korekta małych działek we wsi odnosi się do wszystkich kompleksów poddanych optymalizacji układu gruntowego i obejmuje nie tylko poprawę rozłogu małych działek, ale również zmianę kierunku projektowania. Może zostać przeprowadzona we wszystkich kompleksach lub tylko dla wybranych, przy czym dobór najlepszych parametrów korekty następuje poprzez jej testowe przeprowadzenie dla szeregu ich podstawowych kombinacji (przyjęto łącznie 16 kombinacji wielkości małych działek, szerokości kompleksów oraz miejsc wydzielania działek w kompleksie). Ostatecznym efektem rozpatrywanej korekty są zbiory danych zawierające skorowidz nowych działek oraz współrzędne odcin-

ków wewnętrznego podziału kompleksów, które pozwalają na wyrysowanie nowego układu gruntowego wsi.

5.5.3.4. Korekta kierunku projektowania w kompleksie

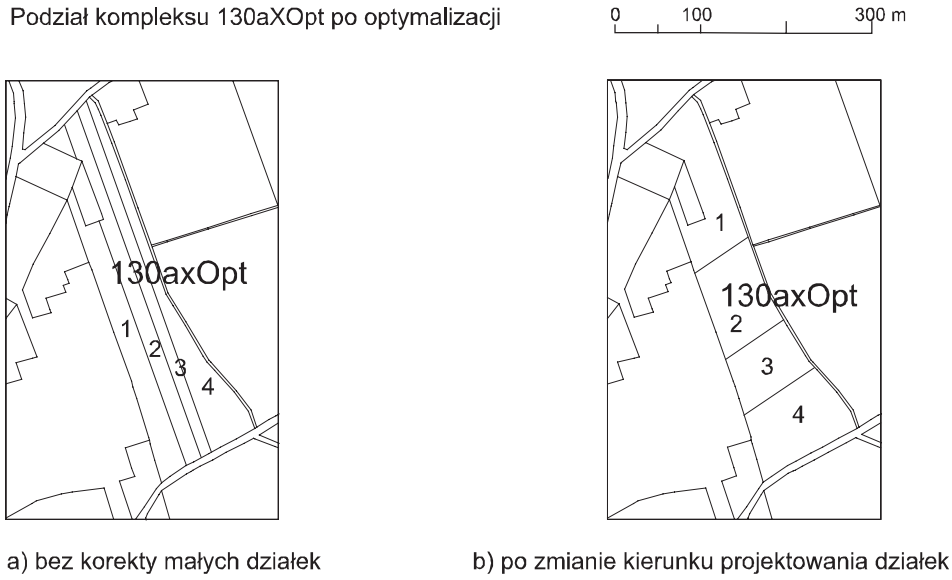
Rozpatrywanie wpływu zmian kierunku projektowania działek w kompleksach na wyniki optymalizacji musi się wiązać z nowym podziałem kompleksów scaleniowych na paski elementarne, co wpłynęłoby również na zawartość kluczowej dla całego procesu macierzy odległości pomiędzy siedliskami, a zbiorem elementów powierzchniowych. Globalna korekta kierunku projektowania działek musiałaby być powiązana z powtórzeniem całej procedury optymalizacyjnej.

Można jednak zaproponować korektę wykonywaną już po zakończeniu zasadniczej części procesu optymalizacji, w której zmiany kierunków projektowania działek są niewielkie i obejmują niezbyt dużą liczbę kompleksów. Potrzeba takiej zmiany w wybranych kompleksach może zaistnieć już po wykonaniu całego procesu tworzenia nowego układu gruntowego, jego prezentacji i akceptacji. W przypadku ograniczonych ingerencji możemy założyć, że zmiany kierunku projektowania działek nie będą wpływały w sposób istotny na odległość pasków elementarnych od siedlisk gospodarstw, dzięki czemu można założyć, że nie ulegną większym zmianom również wyniki zakończonej już optymalizacji układu gruntowego. Rozpatrywana korekta kierunku projektowania działek ogranicza się zatem jedynie do ponownego podziału kompleksu na działki zgodnie z ustalonymi w procesie optymalizacji udziałami gospodarstw, jednak z uwzględnieniem nowego kierunku ich wydzielania. Uzyskany w ten sposób podział kompleksów na działki należące do poszczególnych gospodarstw w sposób oczywisty nie nawiązuje do istniejącego podziału na paski elementarne, dlatego nie może być poddawany dalszym korektom wykorzystującym zawartość macierzy odległości od siedlisk do zbioru pasków elementarnych. Jednak tego typu korekta z zasady jest przewidziana jako ostatnia.

Zmiana kierunku projektowania w kompleksie rozpoczyna się pozyskaniem wymaganych informacji dotyczących rozpatrywanego kompleksu. Do odpowiednich struktur danych wprowadzane są współrzędne obwodnicy danego kompleksu, współrzędne punktów określających nowy kierunek projektowania oraz udziały gospodarstw w rozpatrywanym kompleksie.

Podział rozpatrywanego kompleksu według podanego kierunku projektowania i określonych udziałów gospodarstw następuje w identyczny sposób jak opisany wcześniej podział kompleksu na paski elementarne. Zmienia się jedynie wielkość wydzielanego paska, która jest równa kolejnym udziałom gospodarstw w kompleksie. Dla poszczególnych udziałów (działek) określane są odcinki podziału kompleksu, a ich przecięcia z obwodnicą są wprowadzane na tę obwodnicę jako dodatkowe wierzchołki.

Przykład zmiany kierunku projektowania działek przedstawiony jest na rysunku 50. W małym kompleksie 130axOpt położonym w pobliżu terenów budowlanych pojawiły się udziały należące do 4 gospodarstw. Stosunkowo duża (ponad 300 m) szerokość tego kompleksu (wymiar kompleksu mierzony wzdłuż kierunku projektowania) nawiązująca do występującego w tym rejonie wsi kierunku projektowania działek spowodowała, że działki w rozpatrywanym kompleksie są zbyt wąskie i nadmiernie wydłużone (rysunek 50 (a)). Szerokości tych działek nie przekraczają kilkunastu metrów, a wydłużenie jest większe od 1:20. Znacznie korzystniejszy jest podział rozpatrywanego kompleksu według kierunku projektowania działek przyjętego na rysunku 50 (b). Działki wydzielone po zmianie kierunku projektowania mają wprawdzie wymiary niekorzystne z punktu widzenia ich rolniczego wykorzystania, ponieważ ich długości nie przekraczają przeważnie 100 m, nadają się jednak do ich przeznaczenia pod zabudowę w przypadku rozszerzenia w przyszłości zasięgu terenów przeznaczonych pod budownictwo.



Rysunek 50. Zmiana kierunku projektowania w kompleksie „130axOpt" we wsi Wojków

5.5.3.5. Korekta małych działek we wsi Wojków

Dotychczasowe etapy optymalizacji układu gruntowego we wsi Wojków spowodowały wyraźną poprawę rozłogów działek. Jest to najlepiej widoczne na przykładzie układów gruntowych rozpatrywanej wsi przed i po optymalizacji, przedstawionych na rysunkach 37, 38 i 43. Ogólna liczba działek w całej wsi

zmniejszyła się w wyniku optymalizacji o blisko połowę z 1221 do 699, a ich przeciętna powierzchnia zwiększyła się z 0,55 do prawie 1 ha (tabela 8). Nieco większe zmiany rozłogu dotyczą grupy gruntów objętych optymalizacją. W tym przypadku liczba działek zmniejszyła się blisko 3 razy, co spowodowało zwiększenie powierzchni z 0,64 do 1,80 ha. Szczególnie wyraźną poprawę rozłogu wykazują działki różniczan, których przeciętna powierzchnia po optymalizacji przekracza 2 ha. Poprawa ta jest jednak częściowo pozorna, ponieważ działki te będą docelowo dzielone według udziałów poszczególnych właścicieli. Rzeczywista poprawa rozłogów działek w wyniku prowadzonej optymalizacji wiąże się z gruntami gospodarstw miejscowych. Liczba działek gospodarstw miejscowych zmniejszyła się w wyniku optymalizacji układu gruntowego o ponad połowę z 430 do 200, czemu towarzyszy przyrost ich powierzchni z 0,64 do 1,38 ha.

Bardziej szczegółowe informacje przedstawiające zmiany rozłogów gospodarstw miejscowych objętych optymalizacją przedstawione są w tabeli 10. Podane w niej odległości działki od siedliska są odległościami prostoliniowymi, które są łatwe do pozyskania.

Przeprowadzona optymalizacja nie wpłynęła znacząco na długości działek. Przeciętna wielkość tej cechy dla gospodarstw miejscowych zwiększyła się zaledwie o nieco ponad 20 m z 208 m przed optymalizacją do 232 m po jej wykonaniu (tabela 10). Niewielka zmiana długości działek wynika z przyjęcia bez większych zmian istniejącej sieci drogowej. Dzięki temu nie uległy zmianie granice kompleksów projektowych określających dość jednoznacznie długości działek. Uzyskane, prawie dwukrotne, zwiększenie powierzchni działki nastąpiło natomiast głównie przez zwiększenie ich szerokości z 34 do 64 m.

Zachodzące w wyniku optymalizacji zmiany szerokości działek spowodowały korzystne zmniejszenie ich wydłużenia z 1:11 do 1:8. Liczba działek o wydłużeniu przekraczającym 1:15 zmniejszyła się wprawdzie ponad pięć razy, jest jednak po optymalizacji nadal zauważalna i wynosi 23 działki (tabela 10).

Zdecydowana poprawa rozłogów gospodarstw miejscowych jest widoczna przy porównaniu kosztów uprawowych zależnych do ukształtowania działek Wielkość tych kosztów zmniejszyła się w wyniku optymalizacji układu gruntowego o nieco ponad połowę do 3.55 jedn. zboż./ha.

W rozpatrywanej wsi Wojków przyjęto jako wzorcowy obszar działek równy 2 ha (PDzWz = 2 ha) przy czym założono, że minimalna ich powierzchnia nie powinna być mniejsza od 1 ha (PMin = 1 ha). Takie parametry powinny pozwolić na ograniczenie liczby działek o powierzchni mniejszej od 1 ha. Jednak po zakończeniu wszystkich korekt około 50 działek uzyskało obszar mniejszy od 0.5 ha, co wynika z małej powierzchni niektórych gospodarstw oraz konieczności podziałów działek związanych z eliminacją nadmiernych przyrostów odległości. W kompleksach o szerokościach od 300 do 500 m przystosowanych do projektowania działek z przedziału od 1 do 2 ha wydłużenie działek o powierzchniach mniejszych od 0,5 ha przekracza 1:20, a ich szerokości są

mniejsze od 15 m. Ostatecznie po optymalizacji zidentyfikowano 23 działki o wydłużeniu większym od 1:15. Rozłogi takich małych działek są ukształtowane zdecydowanie niewłaściwie i wymagają odpowiedniej korekty. Na rysunku 43 przedstawiającym układ gruntów wsi Wojków po optymalizacji i korekcie nadmiernych przyrostów odległości w gospodarstwach można zauważyć, zwłaszcza w kompleksach położonych w południowo-wschodniej części wsi, wiele działek o nadmiernym wydłużeniu wskazującym na ich wadliwy kształt. Poprawę rozłogu nadmiernie wydłużonych działek zostało zrealizowane przez zastosowanie opracowanej korekty małych działek.

Tabela 10. Zmiany wybranych cech rozłogów działek należących do gospodarstw miejscowych objętych optymalizacją we wsi we wsi Wojków z uwzględnieniem korekty małych działek

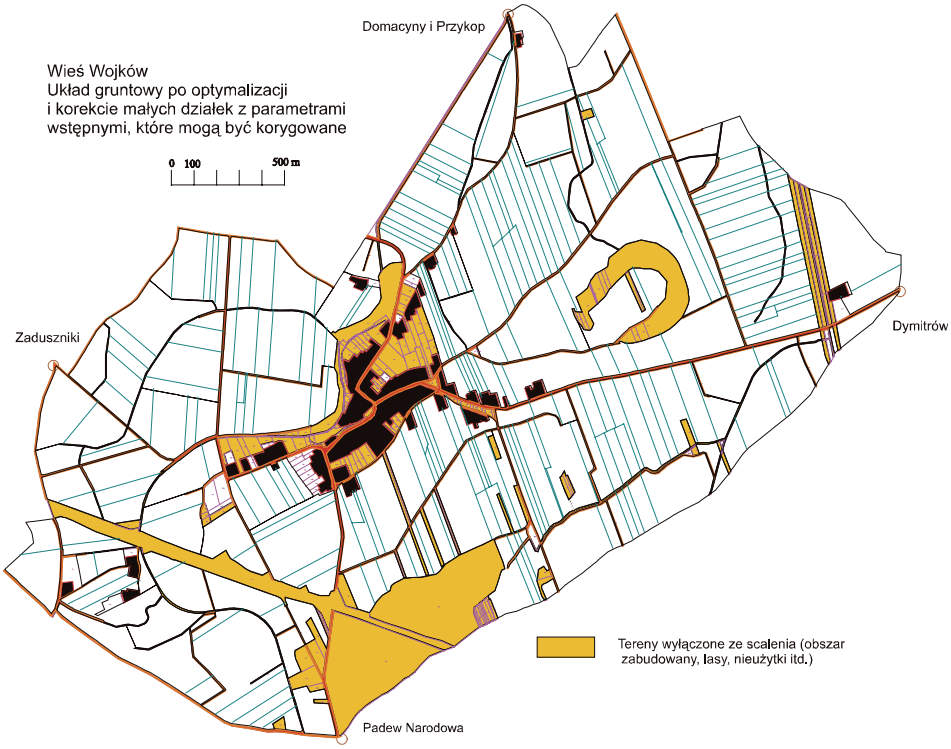
Lp.	Cecha rozłogu działki	Wartości średnie wybranych cech		
		stan wyjściowy	po optymalizacji	po korekcie małych działek
1	Odległość od siedliska [m]	704	611	618
2	Powierzchnia działki [ha]	0,64	1,38	1,40
3	Długość działki [m]	208	232	207
4	Szerokość działki [m]	34	64	69
5	Koszty uprawowe zależne od rozłogu [jedn. zb./ha]	7,97	3,55	3,35
6	Odległość od centrum [m]	856	858	848
7	Wydłużenie działki	11	8	5
8	Liczba działek	430	200	196
9	Liczba działek o wydłużeniu przekraczającym 1:15	104	23	7

Źródło: opracowanie własne.

Korektę małych działek we wsi Wojków przeprowadzono przyjmując wyjściowe parametry dotyczące maksymalnej powierzchni tych działek i minimalnej powierzchni kompleksów. Przyjęto cztery graniczne powierzchnie małych działek: 1.50, 0.95, 0.50 i 0.25 ha, którym odpowiadają minimalne szerokości kompleksów: 400, 300, 200 i 140 m.

Uzyskany w wyniku przeprowadzonej korekty małych działek układ gruntowy przedstawiony jest na rysunku 51.

W porównaniu z wyjściowym układem gruntowym po optymalizacji, który nie uwzględnia korekty małych działek (rysunek 43) zauważa się zasadnicze zmniejszenie liczby działek nadmiernie wydłużonych. Korekta małych działek objęła 11 kompleksów i dotyczyła 29 działek. Zmniejszenie wydłużenia tych



Rysunek 51. Układ gruntowy wsi Wojków po optymalizacji i korekcie małych działek wykorzystującej domyślne wartości jej parametrów

działek uzyskano przez ich wydzielenie w połowie szerokości kompleksu z jednostronnym dostępem do dróg. Szczegółowa analiza uzyskanego podziału gruntowego po korekcie małych działek z parametrami wyjściowymi wykazała jednak, że w niektórych kompleksach występują nadal działki o nadmiernym wydłużeniu, które można usunąć przez odpowiednie dostosowanie parametrów, a także przez zmianę kierunku projektowania działek. Nadmierne wydłużenie dotyczy zwłaszcza działek o obszarze niewiele przekraczającym 0,5 ha położonych w kompleksach o szerokościach nieznacznie przekraczających 250 m. Działki takie nie zostały objęte rozpatrywaną korektą przy domyślnych jej parametrach, choć ich wydłużenie może dochodzić do 1:18 (tabela 11). Duża liczba działek o takiej powierzchni powstała w procesie redukcji nadmiernych przyrostów odległości, która wiązała się z podziałem często występujących działek o powierzchniach zbliżonych do 1 ha na dwie części. W związku z tym, graniczną powierzchnię małych działek wynoszącą 0,5 ha i odnoszącą się do niej minimalną szerokość kompleksu równą 200 m zwiększono odpowiednio do 0.65 ha i 240 m. W ramach dostosowywania parametrów korekty małych działek

do ukształtowania kompleksów projektowych zwiększono również dwie inne graniczne powierzchnie z 1.50 i 0.95 ha na 1.51 i 1.00 ha, tak aby rozpatrywaną korektą objąć dodatkowe działki. Dokonano również zmiany kierunku projektowania w trzech kompleksach, co umożliwiło poprawę kształtu położonych w nich działek. Ostatecznie ustalono następujące progowe powierzchnie małych działek: 1.51, 1.00, 0.65 i 0.25 ha oraz odpowiadające im szerokości kompleksów: 400, 300, 240 i 140 m (tabela 11).

Układ gruntowy po korekcie małych działek z parametrami dostosowanymi do ukształtowania kompleksów projektowych przedstawiony jest na rysunku 52. W uzyskanym układzie gruntowym działki nadmiernie wydłużone zostały prawie w całości wyeliminowane.

Tabela 11. Wyjściowe i ostateczne progowe parametry korekty małych działek

Parametry korekty małych działek		Szerokość małej działki (maksymalna) [m]	Najmniejsze wydłużenie małej działki dotyczące progowej szerokości kompleksu	Największe wydłużenie działek, które mogą być nieobjęte korektą
Powierzchnia małej działki (maksymalna) [ha]	Długość kompleksu (minimalna) [m]			
Parametry wyjściowe				
1,50	400	38	10	16
0,95	300	33	9	18
0,50	200	25	8	16
0,25	140	17	8	-
Parametry dostosowane do kształtu kompleksów				
1,51	400	38	10	16
1,00	300	33	9	14
0,65	240	27	9	24
0,25	140	17	8	-

Źródło: opracowanie własne.

Po zmianie parametrów korektą małych działek zostało objętych 38 działek położonych w 11 kompleksach projektowych. Efekty przeprowadzonej korekty wykorzystującej parametry dostosowane do kształtu i rozmiarów kompleksów projektowych we wsi Wojków przedstawione są w tabeli 12. Średnia powierzchnia działek objętych omawianą korektą wynosi 0,77 ha i nie uległa istotnej zmianie w stosunku do stanu wyjściowego. W wyniku przeprowadzenia korekty małych działek we wsi Wojków średnia długość działek (w grupie objętych korektą) zmniejszyła się jedynie o 30%, z 300 do 205 m (tabela 12). Korekta małych działek wiąże się ze zmianą położenia wszystkich działek leżących w kompleksach objętych tą korektą. Wpływa to na uzyskiwane zmiany długości działek. W rozpatrywanej wsi wyraźnie (zbliżone do 50%) zmniejszenie długości dotyczy 24 działek objętych korektą, a więc zdecydowanej ich większości (70%). W przypadku pozostałych kilku działek ich długości nie zmieniły się w wyniku wykonania korekty, a nawet w paru przypadkach zwiększyły się, jednak w niewielkim stopniu.

Rysunek 52. Układ gruntowy wsi Wojków po optymalizacji i korekcie małych działek z parametrami dostosowanymi do ukształtowania kompleksów projektowych

Tabela 12. Zmiany rozłogów działek we wsi Wojków objętych korektą małych działek charakteryzujących się wydłużeniem przekraczającym 1:15

Zakres optymalizacji	Liczba działek	Średnie wartości parametrów rozłogu działek						Liczba działek o wydłużenie ponad 1:15
		powierzchnia [ha]	długość [m]	szerokość [m]	obwód [m]	koszty uprawowe [jedn.zb./ha]	wydłużenie	
Działki objęte korektą małych działek								
Przed korektą małych działek	38	0,74	300	30	743	5,23	22	18
Po korekcie małych działek	38	0,77	205	39	521	4,15	10	4
Działki o wydłużeniu przekraczającym 1:15								
Przed korektą małych działek	23	0,69	405	16	705	5,41	36	23
Po korekcie małych działek	23	0,70	210	36	513	4,32	10	5

Źródło: opracowanie własne.

Bardziej wyraźne zmniejszenie długości działek w wyniku przeprowadzenia rozpatrywanej korekty zauważa się w odniesieniu do działek o nadmiernym wydłużeniu przekraczającym wartość 1:15. Długość tych działek jak można było oczekiwać, zmniejszyła się o blisko połowę (tabela 12).

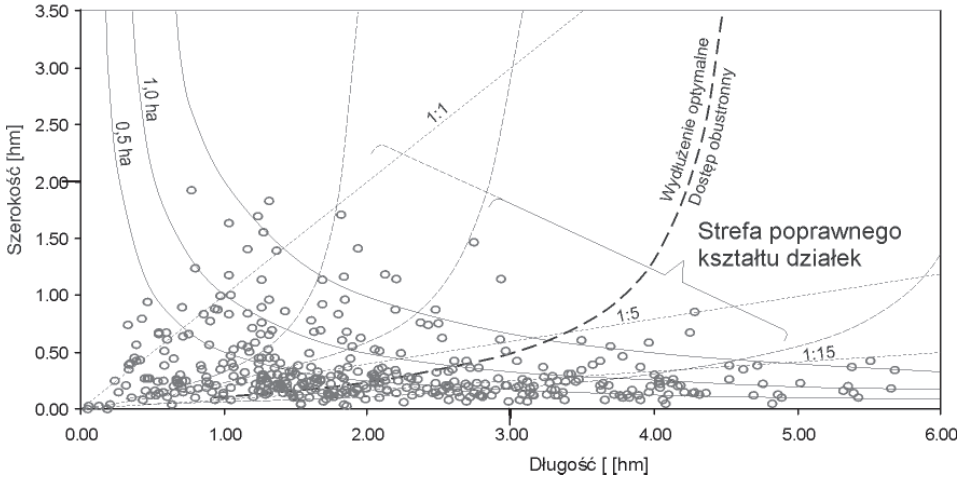
Niewielka liczba małych działek objętych omawianą korektą sprawia, że korzystne zmiany ich rozłogów nie zmieniają istotnie parametrów rozłogu wszystkich działek objętych optymalizacją (tabela 10), choć zmiany wynikające z korekty są zauważalne. Ograniczone zmiany dotyczą zwłaszcza tych parametrów, których wielkość zależy od przypadkowych zmian położenia działek w kompleksach. Do takich parametrów należą: odległość działki od siedliska, jej powierzchnia oraz odległość od centrum wsi.

Przeciętna długość działek należących do gospodarstw miejscowych i objętych optymalizacją zmniejszyła się po wykonaniu korekty w stosunku do stanu po optymalizacji przeciętnie o 25 m i wynosi 207 m (tabela 10). Również o około 10%, zwiększyła się przeciętna szerokość działek do wartości zbliżonej do 70 m. Korzystne zmiany rozłogu znalazły również wyraz w nieznacznym zmniejszeniu kosztów rozłogu średnio o 0,2 jedn. zboż./ha. Skuteczność przeprowadzonej korekty małych działek przejawia się najbardziej w zmianie wydłużenia działek, które zmniejszyły się z 1:8 do 1:5. Wyraźną poprawę wydłużenia działek widać również przy porównaniu układu gruntowego przed i po omawianej korekcie (rysunki 43 i 52).

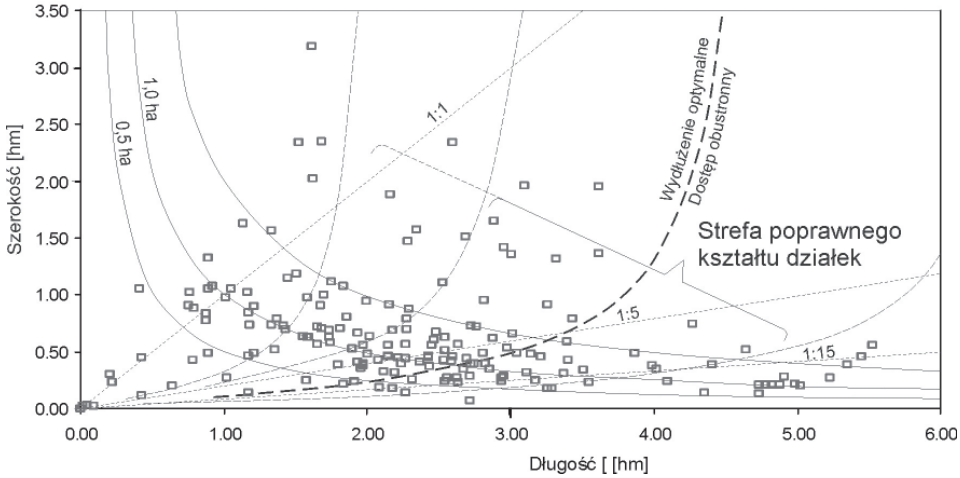
Zmiany długości i szerokości działek położonych w kompleksach zachodzące w wyniku zasadniczej optymalizacji oraz poddane korekcie małych działek przedstawiają rysunki 53, 54 i 55. Na tle zaznaczonych długości i szerokości poszczególnych działek zaznaczono również strefy poprawnego ich kształtu, w których koszty uprawowe nie są wyższe od minimalnych (dla danej powierzchni działki) o więcej niż 6%, a długości tych działek należą do przedziału uznawanego za prawidłowy [Harasimowicz 2002].

Na pierwszej ilustracji (rysunek 53) przedstawione są długości i szerokości działek we wsi Wojków przed optymalizacją. Około połowa działek w stanie wyjściowym ma niekorzystny kształt, na co wskazuje ich położenie poza strefą poprawnych kształtów działek. Dość duża liczba działek (około 20%) położona jest poniżej dolnej granicy strefy poprawnego ich kształtu. Są to działki o nadmiernym wydłużeniu przekraczającym w większości przypadków wartość 1:15.

Wykonanie optymalizacji układu gruntowego przyczyniło się nie tylko do zwiększenia powierzchni, ale również do zmniejszenia liczby działek o niewłaściwych kształtach (rysunek 54). Nadal jednak występuje kilkanaście działek o nadmiernym wydłużeniu przekraczającym 1:15, których kształt jest bardzo niekorzystny. Działki te mają w większości niewielkie powierzchnie nie przekraczające 1,5 ha. i położone są w kompleksach o znacznej szerokości, co przesądziło o ich nadmiernym wydłużeniu. Mała powierzchnia działek nadmiernie wydłużonych umożliwia ich objęcie korektą małych działek, a tym samym na poprawę ich kształtu.

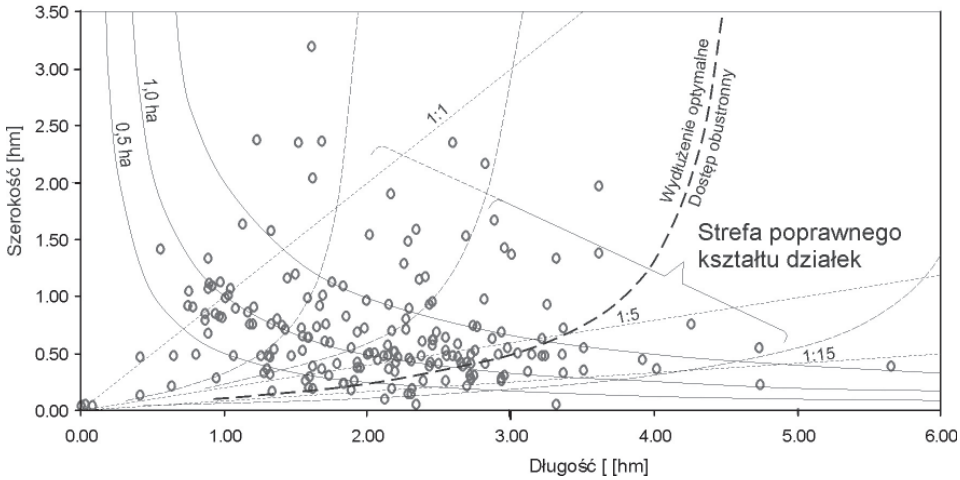


Rysunek 53. Długości i szerokości działek położonych w kompleksach scaleniowych we wsi Wojków przed optymalizacją



Rysunek 54. Długości i szerokości działek położonych we wsi Wojków po optymalizacji i przed korektą małych działek

Po wykonaniu korekty małych działek pozostały jedynie dwie działki o niewłaściwym kształcie powodowanym ich nadmiernym wydłużeniem (rysunek 55). Działki te nie zostały objęte korektą małych działek ze względu na ich zbyt duży obszar w stosunku do szerokości kompleksu. Ostateczny rezultat świadczy o skuteczności omawianej korekty w odniesieniu do działek nadmiernie wydłużonych.



Rysunek 55. Długości i szerokości działek położonych we wsi Wojków po korekcie małych działek

Dość duża liczba działek we wsi Wojków (około 15%) posiada zbyt małą długość w stosunku do ich powierzchni, a część z nich ma szerokości większe od długości uprawowych. Wiąże się to przeważnie z niekorzystnym kształtem kompleksów, których granice nawiązują wprost do układu sieci drogowej oraz granic użytków i przeszkód terenowych. Zbyt małe szerokości kompleksów występujące zwłaszcza w początkowej i końcowej ich części sprawiają, że długości działek mierzone wzdłuż kierunku ich projektowania są niewielkie. Liczebność działek o zbyt małym wydłużeniu uległa pewnemu zmniejszeniu w wyniku optymalizacji, głównie w wyniku zwiększenia ich obszarów. Wykonanie korekty małych działek nie miało większego wpływu na liczbę rozpatrywanej grupy działek, ponieważ ich wadliwy rozłóg jest konsekwencją kształtu kompleksów lub założonego kierunku projektowania działek.

Przeprowadzone korekta pozwoliła istotnie zmniejszyć całkowitą liczbę działek o wydłużeniu przekraczającym 1:15. Po wykonaniu korekty liczba takich działek zmniejszyła się z 23 do 7 (tabela 10). Największa ich część (pięć) to działki, których wydłużenie pomimo wykonanej korekty pozostało większe od 1:15. Działki te ujęte są w tabeli 12. Pozostałe dwie działki pojawiły się na skutek zmian ich położenia w kompleksach, będących efektem wykonania korekty. Mimo stosunkowo niewielkiej poprawy przeciętnych parametrów rozłogu w ujęciu całej wsi, jaka zwykle następuje w wyniku korekty małych działek, ma

ona spore znaczenie dla wyeliminowania nadmiernego wydłużenia małych działek, które mogą się pojawić w wyniku optymalizacji układu gruntowego. Wykonanie tej korekty pozwala skutecznie eliminować tego typu przypadki przez ich wydzielenie w połowie kompleksów zbyt szerokich w stosunku do powierzchni tych działek. Istotna jest również, powiązana z omawianą korektą, możliwość zmiany kierunków projektowania działek i dostosowania ich do liczby i wielkości działek. Skuteczność omawianej korekty widać wyraźnie przy porównaniu układów gruntowych przed i po jej wykonaniu, przedstawionych na rysunkach 43 oraz 52.

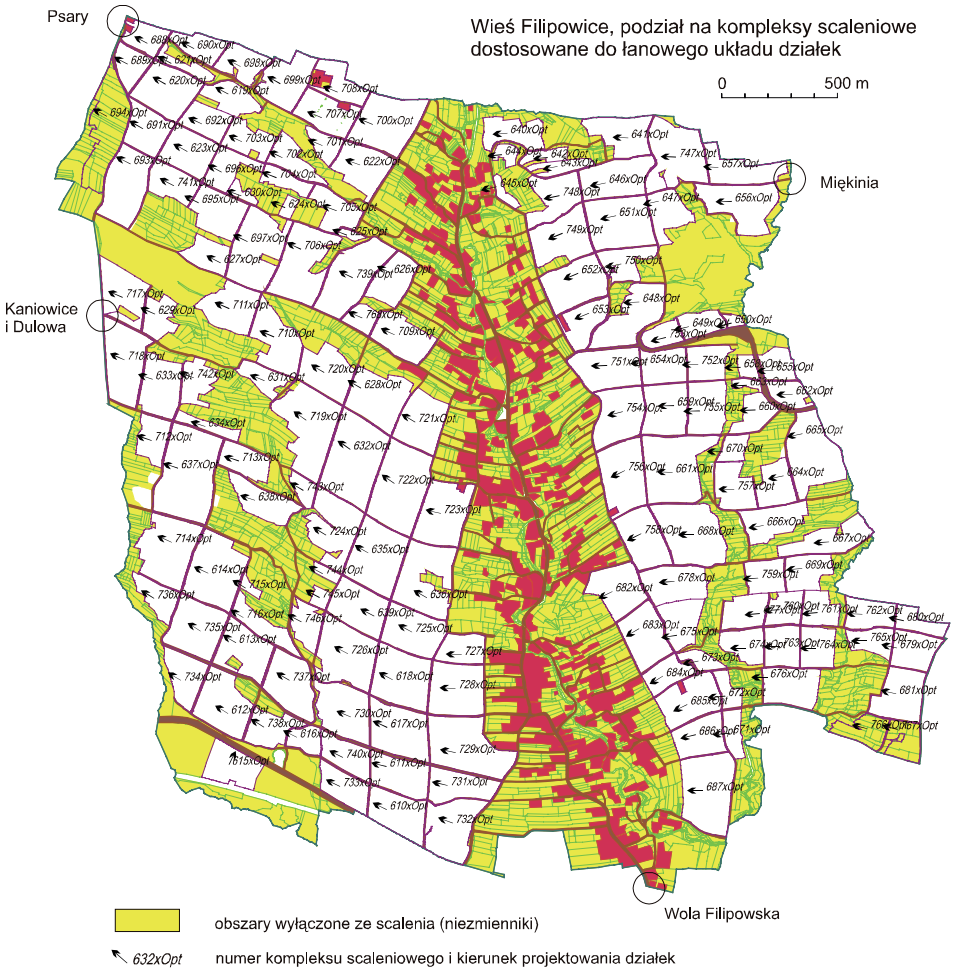
5.6. WERYFIKACJA POPRAWNOŚCI MODELU DLA OBIEKTU O DUŻYCH ROZMIARACH I DUŻYM ROZDROBNIENIU GRUNTÓW

Zaprezentowany na przykładzie wsi Wojków proces optymalizacji został poddany dodatkowej weryfikacji z użyciem innego zestawu danych wejściowych, przedstawiających obiekt o zupełnie innej charakterystyce parametrów struktury przestrzennej gruntów oraz o dużo większych rozmiarach. Wybrano w tym celu miejscowość Filipowice położoną około 20 km na zachód od Krakowa, na południowych stokach Wyżyny Krakowsko-Częstochowskiej. Wieś ta, o powierzchni około tysiąca hektarów, charakteryzuje się dużym rozdrobnieniem gruntów. Na obszarze wsi można zidentyfikować około 400 gospodarstw rolnych, do których należy ponad 9 tysięcy działek o średniej powierzchni 10 arów.

Dla obszaru wsi Filipowice przeprowadzono dwa niezależne procesy optymalizacyjne, z których jeden zachowywał istniejący, pasmowy układ gruntów, natomiast w drugim z przypadków zaproponowano zmianę tego układu. Procesem optymalizacji układu gruntowego we wsi Filipowice objęto obszar 557,26 ha użytków rolnych, co stanowi około 90% całkowitej powierzchni tych użytków oraz blisko 60% powierzchni całej wsi (rys. 56).

W przypadku procesu obliczeniowego zachowującego pasmowy układ gruntowy obszar wsi podzielono na 159 kompleksów projektowych (rys. 57), biorąc pod uwagę poddany istotnym korektom układ drogowy. Kompleksy te podzielono na paski elementarne o powierzchni 10 arów zgodnie z przyjętymi kierunkami projektowania działek. Ogółem wydzielono 5576 pasków elementarnych, z których 5175 objętych zostało optymalizacją. Pominięte paski elementarne (401 pasków) należą do niewielkich gospodarstw, których siedliska nie zostały zidentyfikowane na mapie ewidencyjnej.

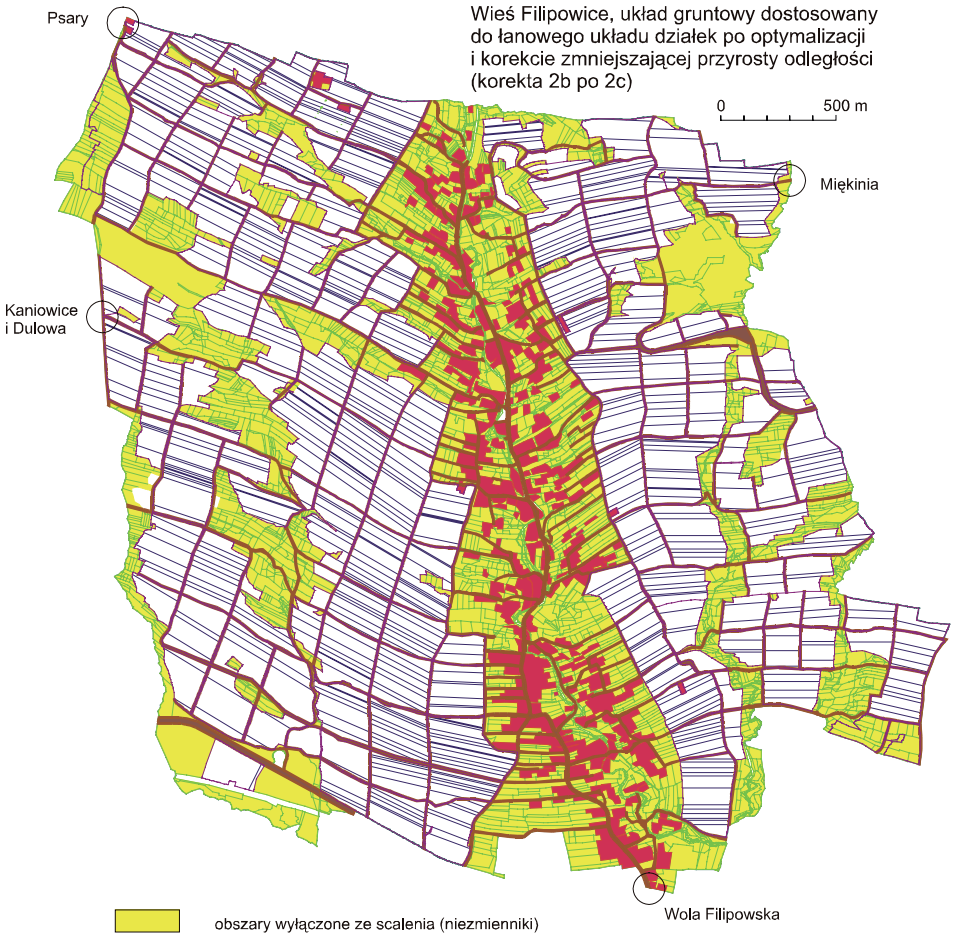
Rysunek 56. Układ gruntowy we wsi Filipowice przed optymalizacją



Rysunek 57. Podział obszaru wsi Filipowice na kompleksy scaleniowe dostosowane do pasmowego układu działek z zaznaczeniem terenów budowlanych oraz obszarów wyłączonych ze scalenia

Na rysunku 58 przedstawiono układ gruntowy wsi Filipowice po pierwszej optymalizacji i związanych z nią korektach związanych z wyeliminowaniem nadmiernych przyrostów odległości w poszczególnych gospodarstwach. 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 czterokrotnie zmniejszyła się liczba działek (do 904 działek), a ich przeciętna powierzchnia zwiększyła się do 0,59 ha (tab. 13). Korzystniejsze jest również rozmieszczenie

gruntów na terenie wsi, których odległości od siedlisk zmniejszyły się przeciętnie o ponad 200 m.



Rysunek 58. Układ gruntowy we wsi Filipowice po optymalizacji i korekcie zmniejszającej nadmierne przyrosty odległości (pasmowy układ gruntów)

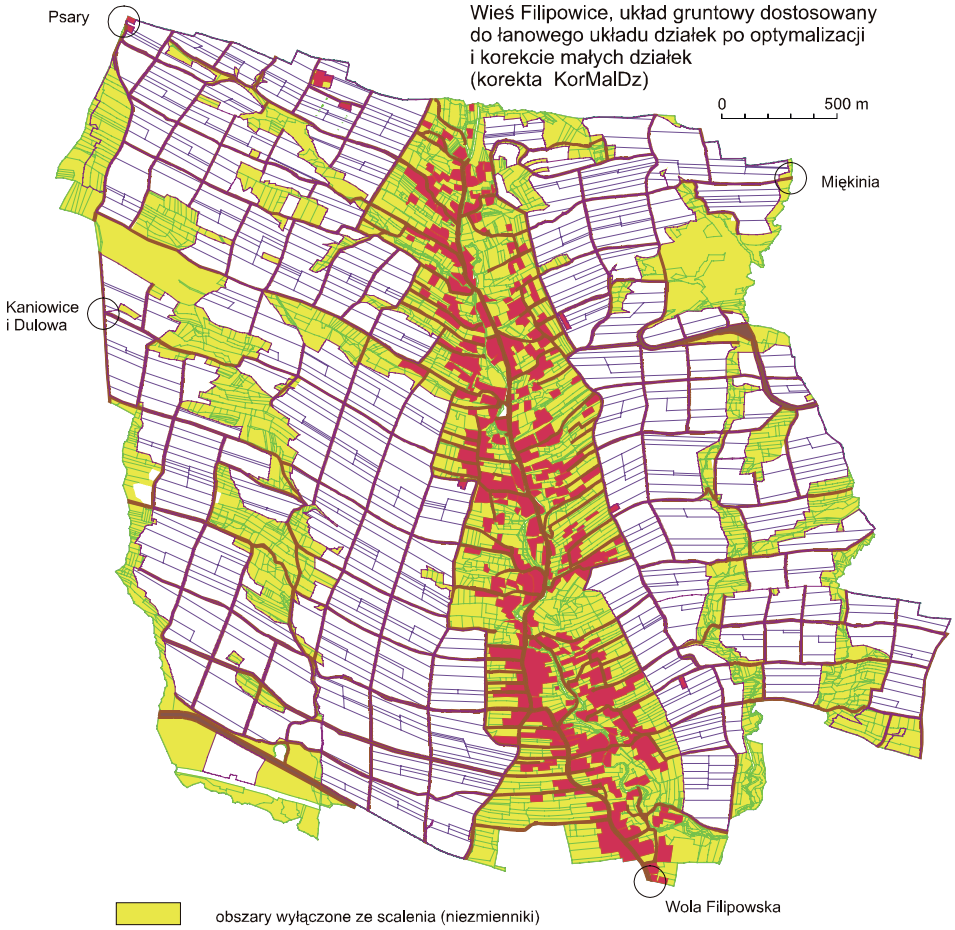
Mimo znaczącego zwiększenia powierzchni działek, po przeprowadzonych korektach duża ich liczba (rys. 58) jest nadal zbyt wąska i posiada nadmierne wydłużenie. Wyraźną poprawę w tym zakresie spowodowało wykonanie korekty małych działek. Ostateczny układ gruntowy po optymalizacji i korekcie małych działek przedstawiony jest na rysunku 59. Układ ten nie budzi większych zastrzeżeń dotyczących rozłogów działek, a uzyskane ich parametry przestrzenne zbliżone są do najkorzystniejszych.

Tabela 13. Zmiany liczby i wielkości działek związane z optymalizacją układu gruntowego we wsi Filipowice (układ pasmowy)

Grupy działek	Powierzchnia [ha]	Liczba działek			Średnia powierzchnia działki [ha]		
		przed optymalizacją	po optymalizacji		przed optymalizacją	po optymalizacji	
			Po korekcie likwidującej nadmierne przyrosty odległości	Po korekcie małych działek		Po korekcie likwidującej nadmierne przyrosty odległości	Po korekcie małych działek
Cała wieś	979,90	10824	7766	7721	0,09	0,13	0,13
Niezmienniki	422,64	6862	6862	6862	0,06	0,06	0,06
Działki objęte optymalizacją, w tym:	557,26	3962	904	859	0,14	0,59	0,65
Posiadające siedliska poza wsią	96,86	798	98	90	0,12	1,01	1,08
Gospodarstwa miejscowe	460,4	3164	806	769	0,14	0,57	0,60

Źródło: opracowanie własne.

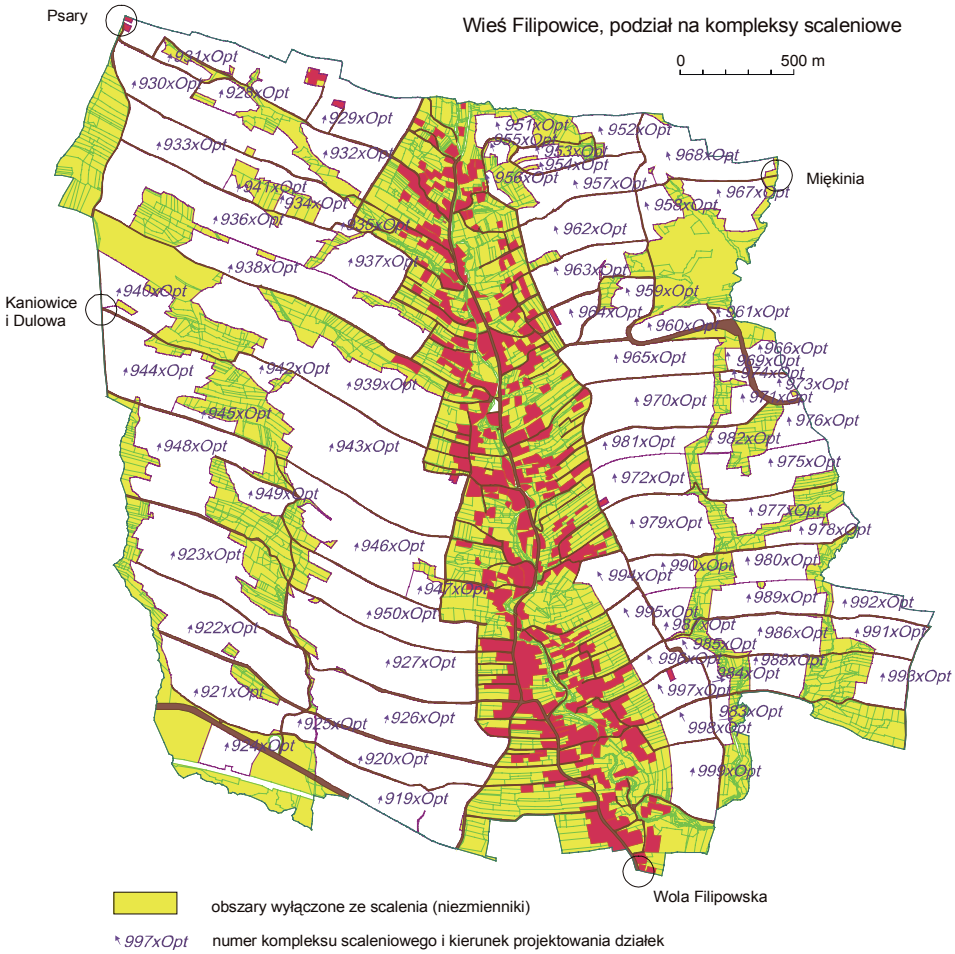
Optymalizacja układu gruntowego przy zachowaniu istniejącego kierunku projektowania działek wymagała utworzenia dużej liczby nowych odcinków sieci drogowej. Realizacja takiego rozwiązania spowodowałaby zwiększenie udziału dróg w powierzchni wsi z około 3 do około 5%. Rozwiązaniem tego problemu jest zmiana sposobu projektowania działek powiązana z niewielką korektą sieci drogowej, oznaczająca w praktyce przejście na „drabinkowy" układ gruntowy. Wiąże się to w przypadku wsi Filipowice z redukcją niektórych dróg, tak aby odległości między sąsiednimi drogami były zbliżone do zakładanej długości działek. Uzyskany w ten sposób układ drogowy umożliwia projektowanie między sąsiednimi drogami poprawnie ukształtowanych działek z obustronnym dostępem do tych dróg. Tak przetworzony układ gruntowy cechuje stosunkowo niewielka gęstość dróg zapewniających dojazd do wszystkich działek, jednak z ograniczoną możliwością przejazdów między gruntami położonymi przy różnych drogach. W drugim z prezentowanych wariantów optymalizacji układu gruntowego wsi Filipowice przyjęto „drabinkowy" układ działek, który wydaje się korzystniejszy we wsiach z osadnictwem rozciągniętym liniowo wzdłuż ich długości.



Rysunek 59. Układ gruntowy we wsi Filipowice po optymalizacji i korekcie małych działek (pasmowy układ gruntów)

Obszar objęty optymalizacją podzielono w tym przypadku na 81 kompleksów projektowych (rys. 60), uwzględniając nowy układ drogowy. Zgodnie z przyjętym założeniem nowy układ dróg pokrywa się najczęściej z istniejącymi drogami biegnącymi po granicach pierwotnych łanów. Odległość między sąsiednimi drogami zmienia się w granicach od 150 do 300 m pozwalając na projektowanie poprawnie ukształtowanych działek o powierzchni większych do 05 ha. Wydzielone kompleksy podzielono na paski elementarne o powierzchni 10 arów zgodnie z przyjętymi kierunkami projektowania działek. Ogółem wydzielono 5557 pasków elementarnych, z których 5128 objętych zostało optymalizacją. Pominięte paski elementarne (429 pasków), podobnie jak

w przypadku pierwszego wariantu, należą do niewielkich gospodarstw, których siedliska nie zostały zidentyfikowane na mapie ewidencyjnej.



Rysunek 60. Podział obszaru wsi Filipowice na kompleksy scaleniowe z zaznaczeniem terenów budowlanych oraz obszarów wyłączonych ze scalenia (drabinkowy układ gruntowy)

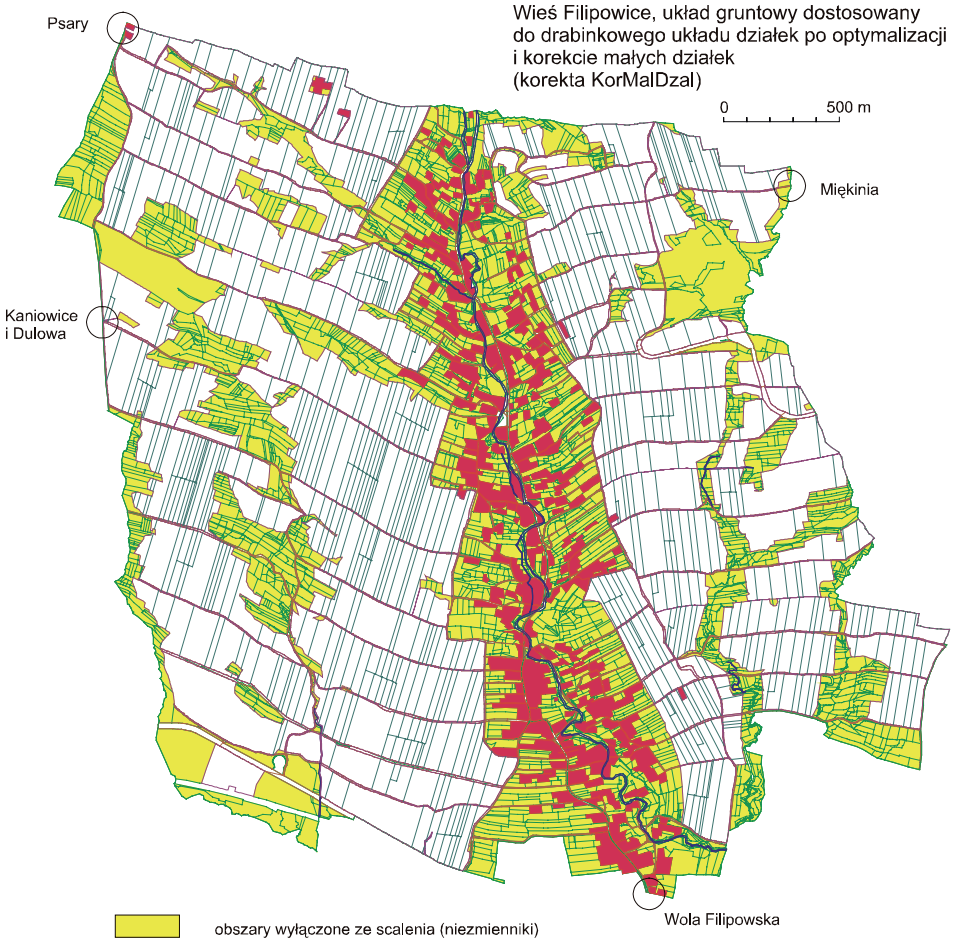
W wyniku drugiego wariantu optymalizacji zaobserwowano zmniejszenie przeciętnej odległości siedlisk od gruntów z 1190 m przed optymalizacją do 961 m o korekcie zmniejszającej nadmierne przyrosty odległości, jak również istotne zmiany liczby działek oraz ich średniej powierzchni (tab. 14). Ostateczny układ gruntowy po optymalizacji i wszystkich korektach przedstawia rysunek 61.

Tabela 14. Zmiany liczby i wielkości działek związane z optymalizacją układu gruntowego we wsi Filipowice połączoną ze zmianą kierunku projektowania działek

Grupy działek	Powierzchnia [ha]	Liczba działek			Średnia powierzchnia działki [ha]		
		przed optymalizacją	po optymalizacji		przed optymalizacją	po optymalizacji	
			Po korekcie likwidującej nadmierne przyrosty odległości	Po korekcie małych działek		Po korekcie likwidującej nadmierne przyrosty odległości	Po korekcie małych działek
Cała wieś	979,90	9335	6796	6774	0,10	0,14	0,14
Niezmienniki	424,65	5954	5954	5954	0,07	0,07	0,07
Działki objęte optymalizacją, w tym:	555,25	3381	842	820	0,16	0,66	0,68
Posiadające siedliska poza wsią	93,86	651	73	69	0,14	1,29	1,36
Gospodarstwa miejscowe	419,39	2730	769	751	0,17	0,60	0,61

Źródło: opracowanie własne.

Przeprowadzona w dwóch wariantach optymalizacja układu gruntowego wsi Filipowice wykazała, że w przypadku zmiany istniejącego układu gruntowego możliwe jest, niezależnie od poprawy parametrów przestrzennych gospodarstw rolnych, również ograniczenie liczby dróg przy zachowaniu dostępu z dróg do każdej działki. Powierzchnia zajęta pod drogi przy drugim wariancie rozpatrywanych optymalizacji obejmuje 15,20 ha i jest o ponad 10 ha mniejsza od wyjściowego ich obszaru. Udział dróg w powierzchni wsi zmniejszył się z 3 do poniżej 2%. Jednocześnie, pomimo zmniejszenia powierzchni i długości dróg, nastąpiło znaczące zbliżenie gruntów do siedlisk oraz wyraźna poprawa rozłogów działek.



Rysunek 61. Układ gruntowy we wsi Filipowice dostosowany do drabinkowego układu działek po optymalizacji i korekcie małych działek

6. OCENA PRZYDATNOŚCI OPTYMALIZACJI UKŁADU GRUNTOWEGO W PROCESIE PLANOWANIA, REALIZACJI I OCENY PRAC URZĄDZENIOWYCH

Można wskazać przynajmniej trzy potencjalne obszary zastosowań opracowanej procedury optymalizacyjnej wiejskiego układu gruntowego:

– typowanie obszarów do scaleń oraz ocena składanych wniosków o przeprowadzenie takich prac na określonych obszarach,

– wspomaganie wybranych etapów procesu scalenia gruntów,

– ocena zmian struktury przestrzennej gruntów będąca efektem przeprowadzenia na danym obszarze prac urządzeniowych.

Szczegółowy zakres zastosowań wspomnianej procedury oraz skala możliwych do uzyskania w związku z tym korzyści są uzależnione od wielu czynników, w tym tak od siebie odległych jak istniejące regulacje prawne czy rozwój odpowiedniego oprogramowania.

6.1. TYPOWANIE OBSZARÓW DO SCALEŃ ORAZ OCENA WNIOSKÓW

Polskie uwarunkowania prawne wiążą ściśle proces wszczynania postępowań scaleniowych z wyrażoną przez właścicieli gruntów chęcią realizacji tego zabiegu, lub też - w określonych ustawą o scaleniu gruntów przypadkach - z powstaniem okoliczności uzasadniających realizacje prac scaleniowych z urzędu [Harasimowicz i Janus 2007e]. Oba te, znacząco od siebie różne tryby rozpoczynania prac, związane są z koniecznością oceny potencjalnych efektów planowanych prac scaleniowych, a w drugim przypadku również z prawidłowym wyznaczeniem granic postępowania. Opracowane procedury optymalizacji układu gruntowego mogą w stosunkowo prosty sposób zostać wykorzystane w procesie wyznaczania zasięgów obszarów objętych negatywnym oddziaływaniem projektowanych inwestycji liniowych, jak również wykorzystane do obiektywnej oceny możliwych do uzyskania efektów prac scaleniowych na obszarach, dla których istnieją wnioski wymaganej liczby właścicieli wnoszących o przeprowadzenie takich zabiegów.

Osobnym zagadnieniem jest weryfikacja istniejących już wyników analiz, wskazujących na potrzebę wykonania prac scaleniowych lub wykluczających je dla określonego obszaru. Z uwagi na ciągłe zmiany struktury przestrzennej oraz

dokonujące się przemiany o charakterze społeczno-gospodarczym, w określonych warunkach wyniki takiej analizy dla danego obszaru mogą się zdezuktalizować po upływie odpowiednio długiego okresu czasu. Jeżeli pomiędzy decyzją o podjęciu prac, a wykonaniem analiz wskazujących na potrzebę ich wykonania minęło dużo czasu, wskazana jest ponowna weryfikacja uzyskanych poprzednio danych, z wykorzystaniem aktualnych danych wejściowych i nowoczesnych narzędzi przetwarzających.

Zgodnie z ustawą o scalaniu i wymianie gruntów, prace scaleniowe mogą być wszczęte z urzędu - między innymi - w przypadku, kiedy w związku z planowaną lub realizowaną inwestycją o charakterze liniowym (budowa dróg ekspresowych i autostrad), naruszona zostanie w sposób istotny struktura przestrzenna gruntów przyległych, w sposób utrudniający racjonalną gospodarkę gruntami. Nie zostały jednak sprecyzowane kryteria umożliwiające jednoznaczne wyznaczenie granic obszarów, dla których postępowanie scaleniowe jest niezbędne. Z tego powodu, prowadzone obecnie postępowania scaleniowe w związku z realizacją autostrad obejmują niejednokrotnie obszary, które tego nie wymagają, natomiast pomijają te, które tego zabiegu potrzebują. Dzieje się tak pomimo należytej staranności w procesie wyznaczania granic takich obszarów. Stosowane w tym procesie techniki oraz wykorzystywane materiały nie umożliwiają bowiem prognozowania z wystarczającą dokładnością efektów zmian struktury przestrzennej obszarów wiejskich, w wyniku przedzielenia ich barierą autostrady, chociaż próby takich działań były podejmowane [Wasielewska 2002]. Prowadzone badania wykazały jednak możliwość zautomatyzowania procesu wyznaczania granic obszarów objętych negatywnym wpływem projektowanych inwestycji na przyległe grunty rolne [Harasimowicz i Janus 2009b]. Znajomość przebiegu tych granic daje możliwość oceny celowości prowadzenia prac na tak określonym obszarze, poprzez wygenerowanie optymalnego układu gruntowego i jego porównanie z układem istniejącym. Skala uzyskanych korzyści powinna być następnie porównana z kosztem prac scaleniowych oraz niezbędnych elementów zagospodarowania poscaleniowego, takich jak budowa i modernizacja sieci drogowej. W przypadku gdy koszt wszystkich elementów towarzyszących procedurze scaleniowej nie uzasadnia jej przeprowadzenia z uwagi na niewielkie możliwości poprawy układu gruntowego, należy rozważyć inne niż scalenie działania, w tym na przykład wykup gruntów, dla których stwierdzono istotne obniżenie ich wartości dochodowej, wypłacanie rekompensat finansowych oraz częściową modernizację sieci transportowej, która ma na celu zapewnienie dojazdu do grup działek odciętych od istniejącej sieci transportowej w wyniku realizacji inwestycji. W wielu przypadkach może się okazać, że koszt tego typu działania będzie o wiele niższy od kompleksowego scalenia. Oszacowanie korzyści związanych z nowym układem gruntowym jest możliwe poprzez ocenę zwiększenia dochodowości gospodarstw rolnych i jej porównanie z kosztami prac scaleniowych.

Wydaje się sprawą bezdyskusyjną, że finansowanie niezwykle kosztownych prac scaleniowych, bez względu na jego źródło i formę, powinno być uzależnione od możliwych do uzyskania efektów. Jednym z możliwych do przewidzenia i oceny efektów planowanych na danym obszarze prac są zmiany struktury przestrzennej gospodarstw rolnych. Czynność taka może być wykonana poprzez porównanie istniejącego układu gruntowego z układem optymalnym, wygenerowanym na podstawie posiadanych danych przy użyciu zaproponowanych w niniejszym opracowaniu procedur optymalizacyjnych. Opracowania tego typu mogą być wykonywane dla dwu odmiennych grup obiektów. Do pierwszej z tych grup można zaliczyć obszary, dla których są gotowe lub przygotowywane wnioski właścicieli o objęcie ich gruntów procedurą scaleniową. W takim przypadku posiadanie informacji o możliwych do uzyskania efektach prac scaleniowych dla poszczególnych obiektów pozwala na podejmowanie obiektywnych decyzji związanych z kolejnością finansowania tych prac. Do drugiej grupy obiektów należy zaliczyć te obszary, które poddawane są uprzedzającym analizom, mającym na celu identyfikację obszarów, na których efekty prac urządzeniowo-rolnych mogą być prawdopodobnie największe. Umożliwia to koncentrowanie na tych właśnie obszarach działań o charakterze informacyjnym, zachęcających lokalne społeczności do składania wniosków o wszczęcie postępowań scaleniowych. Tę grupę działań można wpisać w ustawowo określone obowiązki samorządów na szczeblu wojewódzkim w zakresie analizy struktury agrarnej.

Należy jednak pamiętać, że poprawa struktury przestrzennej gruntów, w tym poprawa rozłogów gospodarstw rolnych, nie może być traktowana jako jedyny element oceny efektów scalenia. Nie bez znaczenia są także pozostałe efekty towarzyszące procesowi scalania gruntów, w tym takie elementy jak: powstanie nowej, wiarygodnej mapy ewidencji budynków będącej efektem pomiarów terenowych połączonych z okazaniem tych granic na gruncie, dostosowanie granic nieruchomości do stanu zgodnego z wieloletnim faktycznym posiadaniem i użytkowaniem, uporządkowanie stanu prawnego nieruchomości, modernizacja oraz uzupełnienie sieci transportowej. Te, pozornie drugoplanowe czynniki na wielu obszarach są najważniejszym elementem realizowanych prac, warunkującym ich pozytywny odbiór przez lokalną społeczność.

6.2. WSPOMAGANIE POSZCZEGÓLNYCH ETAPÓW SCALENIA GRUNTÓW

Istotną rolę w wykreowaniu pozytywnego odbioru prac scaleniowych w społeczeństwie pełni szeroko rozumiana polityka informacyjna, której poszczególne elementy mają za zadanie dotarcie z wiedzą na temat tego skomplikowanego procesu do jak największej liczby potencjalnych jego uczestników. Odbiór prac scaleniowych na wielu obszarach nie jest bowiem pozytywny, co ma często związek z pracami realizowanymi w latach siedemdziesiątych oraz

osiemdziesiątych XX wieku. Obowiązujące wówczas przepisy prawne nie dawały odpowiednio dużych uprawnień w trakcie postępowania właścicielom scalanych gruntów, co skutkowało stosunkowo częstym poczuciem krzywdy wybranej grupy osób, często pomimo prawidłowego wykonania projektu nowego układu gruntowego. Drugą z przyczyn negatywnego odbioru prac scaleniowych realizowanych w przeszłości można wiązać z brakiem wystarczających środków na wykonanie elementów zagospodarowania poscaleniowego, a w szczególności odpowiedniej jakości dróg dojazdowych do nowych działek. W połączeniu z wieloletnim czasem trwania prac projektowych nad nowym układem gruntowym powodowało to negatywne nastawienie do procesu scaleniowego.

Zjawisko to nie występowało oczywiście na wszystkich realizowanych obiektach, a w większości przypadków, zwłaszcza po wielu latach, równoważone było pozytywnymi skutkami związanymi ze znacznie poprawionym układem gruntowym. Istniejący na określonych obszarach negatywny odbiór prac scaleniowych może być skutecznie zmieniany poprzez działania prowadzone na poziomie społeczności lokalnych, w postaci bezpośredniego spotkania z mieszkańcami terenów na których wskazane jest przeprowadzenie prac scaleniowych. W szczególności dotyczy to obszarów, gdzie planowane jest prowadzenie postępowań z urzędu, do których nie jest co prawda wymagana zgoda uczestników prowadzonego postępowania, ale jak wykazała praktyka, pozytywne nastawienie uczestników do prowadzonych prac głęboko ingerujących w ich własność jest szczególnie ważna dla szybkości prac oraz liczby odwołań od wydanej decyzji scaleniowej. Elementem takich spotkań informacyjnych może być również przedstawienie wstępnej koncepcji nowego układu gruntowego. Koncepcja taka powinna być oczywiście jak najbardziej zbliżona do rzeczywistych efektów przyszłych prac projektowych. Jednym z efektów zaproponowanej optymalizacji układu gruntowego jest gotowy układ gruntowy, który można wykorzystać w opisanym wyżej celu. Zakres informacji o obiekcie, jaki jest dostępny na tym etapie prac jest z reguły niewielki (szczególnie w zakresie życzeń uczestników), w związku z czym przetwarzany model musi być odpowiednio uproszczony, jednak powinien zawierać najważniejsze elementy sieci transportowej nowego układu gruntowego oraz prawdopodobny podział na kompleksy projektowe. W tego typu opracowaniach celowe wydaje się zastosowanie zgeneralizowanej postaci sieci transportowej, punktowej formy siedlisk oraz przyjęcie kierunków projektowania nowych działek zgodnie z kierunkiem istniejącym, chyba że oczywiste względy sugerują zmianę tego kierunku w wybranych kompleksach.

Jednym z istotnych, wstępnych etapów wszczętego już postępowania scaleniowego, jest utworzenie ogólnego projektu scalenia, którego zawartość w dużej mierze determinuje cały późniejszy proces tworzenia nowego układu gruntowego. Winien zawierać elementy najważniejsze dla przyszłego modelu wsi. Bazą do opracowania projektu ogólnego jest bowiem mapa numeryczna

opracowywanego obszaru, często uaktualniona o wyniki bezpośrednich pomiarów na gruncie granic zewnętrznych opracowania czy granic niezmienników. Zawiera ona również informacje o planowanym przebiegu nowych dróg transportu rolnego, podziale na kompleksy projektowe oraz ustalenie planowanych kierunków projektowania działek. Okazuje się, że przy niewielkim nakładzie czasu można w stosunkowo prosty sposób przekształcić elementy zawarte w projekcie ogólnym do formy modelu danych wymaganych w procesie optymalizacji, ze szczegółową siecią transportową oraz precyzyjnym określeniem lokalizacji poszczególnych siedlisk. Daje to możliwość uzupełnienia projektu ogólnego o warstwę proponowanego optymalnego układu gruntowego, który może stanowić element dyskusji na spotkaniach uczestników postępowania oraz materiał pomocniczy przy niezwykle istotnym etapie zbierania życzeń związanych z lokalizacją wydzielanych ekwiwalentów scaleniowych.

Interesująca wydaje się również możliwość wykorzystania procesu optymalizacji układu gruntowego do wspomagania szeregu cząstkowych zagadnień projektowych, które da się wydzielić jako odrębne zadania optymalizacyjne. Proces ten można rozpocząć od chwili zaprojektowania wszystkich elementów nowego układu gruntowego, których lokalizacja nie stanowi dla projektanta większego problemu lub wynika jednoznacznie ze złożonych życzeń. Pozostałą część obszaru scalenia można podzielić na fragmenty, dla których można określić zbiór zainteresowanych danym obszarem gospodarstw oraz przynależne do nich powierzchnie lub wartości wydzielanych gruntów. Dane te posłużą do zestawienia odrębnego modelu, który zostanie rozwiązany niezależnie dla każdego z takich przypadków.

Łatwo wykazać, że w przypadku takich modeli powierzchnia (wartość) do zaprojektowania może się znacznie różnić od sumy powierzchni (wartości) wnioskowanych przez zainteresowane gospodarstwa. Pewnym problemem wydaje się jedynie wprowadzenie sposobu odmiennego wartościowania tych elementów tworzonego projektu, które odpowiadają podstawowym życzeniom gospodarstwa dla danego kompleksu, oraz są zgodne z życzeniami alternatywnymi. Problem ten można rozwiązać poprzez wprowadzenie dodatkowych wag przypisanych do elementów przetwarzanej macierzy odległości w procesie optymalizacji. Można również przyjąć zasadę dodatkowej korekty dokonywanej w ramach nieoznaczoności rozwiązywania optymalnego, zmieniającej układ gruntowy na korzyść gospodarstw, które złożyły dla danego obszaru życzenia w wersji podstawowej. Zbiór danych do optymalizacji cząstkowej, przeprowadzanej w ramach pojedynczego kompleksu projektowego lub nawet na jego fragmencie, składać się będą z następujących elementów:

- granic optymalizowanych obszarów będących częścią całego obszaru wsi,
- sieci transportowej,
- lokalizacji siedlisk wybranej grupy gospodarstw,
- zbioru danych z przetworzenia kwestionariuszy życzeń.

Należy zauważyć, że nie jest konieczne ponowne zestawianie macierzy odległości pomiędzy elementami powierzchniowymi ani dokonywanie ponownego podziału na elementy powierzchniowe, ponieważ przetwarzane w omawianym procesie dane stanowią wycinek całego modelu wyjściowego, wliczając w to również obliczoną dla całego modelu macierz odległości.

6.3. OCENA ZMIAN STRUKTURY PRZESTRZENNEJ JAKO EFEKTU PRAC URZĄDZENIOWYCH

Ocena prac urządzeniowych, a w szczególności scaleń gruntów może być rozpatrywana w następujących aspektach:

– charakterystyka stanu istniejącego przed scaleniem, w tym między innymi przeprowadzenie analizy cech rozłogu działek gospodarstw rolnych oraz oceny ekonomicznej kosztów uprawowych zależnych od rozłogu tych gospodarstw, która wskazuje na celowość realizacji tych prac,

– analogiczna do poprzedniej charakterystyka przeprowadzona dla stanu po scaleniu,

– propozycja optymalnego układu gruntów na danym obszarze jako odniesienie zarówno do stanu przed scaleniem, jak i po jego zakończeniu,

– określenie korzyści ekonomicznych uzyskanych w wyniku prac scaleniowych lub możliwych do uzyskania w przypadku prac planowanych do przeprowadzenia.

Potrzeba tego typu ocen może mieć miejsce zarówno na etapie planowania prac scaleniowych jak i bezpośrednio po ich zakończeniu, może być również elementem wymaganym przez organ czy instytucję finansującą lub współfinansującą wykonane prace. Można bowiem założyć, że w dającym się przewidzieć okresie czasu, wymóg dokonania końcowej oceny efektów wykonanych prac, również w ujęciu finansowym, zostanie wprowadzony do procedury sprawozdawczej, w przypadku scaleń finansowanych ze środków budżetowych lub wspólnotowych.

Inny przypadek oceny efektów wykonania prac scaleniowych może dotyczyć prac wykonanych w przeszłości, a analizy takie wykonywane mogą być dla celów poglądowych, naukowych lub edukacyjnych.

W przypadku oceny efektów prac scaleniowych możemy założyć możliwość pozyskania i przetworzenia danych określającymi precyzyjnie stan przed i po scaleniu w formie numerycznej, w tym również granic kompleksów projektowych, niezmienników oraz wyniki procesu zbierania życzeń uczestników postępowania. Wprowadzając te dane do modelu możemy zaproponować nowy, optymalny układ gruntowy i porównać go z efektem uzyskanym w trakcie prac projektowych. Te dwa układy gruntowe będą się z pewnością różniły od siebie

wieloma szczegółami, co jest spowodowane najczęściej dużą nieoznaczonością rozwiązania optymalnego. Natomiast możliwe jest porównanie ich podstawowych właściwości dla całego obszaru, rozłogów poszczególnych gospodarstw oraz zbioru działek ewidencyjnych. Porównanie takie daje odpowiedź na pytanie o jakość zrealizowanego projektu scalenia.

Tego typu analiza miała miejsce dla obszaru wsi Wojków, na której przykładzie przedstawiano poszczególne etapy procedury optymalizacyjnej. Wykazała ona poprawne wykonanie projektu scalenia gruntów, który zweryfikowano poprzez porównanie z wynikami prac optymalizacyjnych.

7. WNIOSKI

Opracowana metoda optymalizacji wiejskiego układu gruntowego i powiązane z nią procedury obliczeniowe w postaci programów komputerowych umożliwiają stosunkowo niedużym nakładem pracy dokonanie szczegółowej oceny zarówno istniejącego podziału gruntów do gospodarstw, jak również jego modernizację zapewniającą możliwie najmniejszą odległość do gruntów, przy zachowaniu poprawnej wielkości i kształtu uprawianych działek rolnych.

Pracochłonny proces przygotowania danych do procesu optymalizacji układu gruntowego, obejmujący podział kompleksów działek na małe paski elementarne oraz obliczenie macierzy odległości tych elementów powierzchniowych od siedlisk gospodarstw, został zautomatyzowany przy pomocy odpowiednich programów komputerowych, co pozwala na praktyczne zastosowanie opracowanej metody.

Podstawowym, wyjściowym materiałem dla przeprowadzenia optymalizacji układu gruntowego jest ewidencyjna mapa numeryczna oraz dane ujęte w części opisowej operatu ewidencji gruntów. W ramach prac przygotowawczych należy opracować lub przyjąć istniejącą koncepcję modernizacji sieci drogowej, wyodrębnić obszar objęty scaleniem (w tym ustalić niezmienniki projektowe) oraz dokonać podziału tego obszaru na kompleksy projektowe wraz z ustaleniem kierunków projektowania działek. Proces obliczenia macierzy odległości mierzonych po krawędziach dróg poprzedzony być musi uzupełnieniem sieci drogowej o przejazdy przez skrzyżowania. Dalsze procedury związane z przygotowaniem danych oraz proces optymalizacji są już w pełni zautomatyzowane. Czynności przygotowawcze do opracowanej metody optymalizacji układu gruntowego nie wybiegają w zasadzie poza zakres czynności wykonywanych na etapie prac studialnych poprzedzających scalenie gruntów.

Opracowane programy komputerowe zawierają komplet algorytmów pozwalających na zbudowanie modelu optymalizacji układu gruntowego i jego rozwiązanie. Przy tworzeniu tych programów pominięto w zasadzie zagadnienie ich doskonalenia mającego na celu skrócenie czasu trwania obliczeń. Duży zakres analiz i obliczeń dotyczący tworzenia i rozwiązywania rozbudowanego modelu optymalizacji układu gruntowego, a zwłaszcza obliczenie macierzy odległości do pasków elementarnych obejmującej do kilku milionów elementów sprawia, że czas trwania tych obliczeń jest niekiedy bardzo długi. Optymalizacja układu gruntowego w przypadku dużych, rozdrobnionych wsi występujących

w południowo-wschodnich rejonach Polski przy pomocy komputerów o średnich parametrach obliczeniowych może trwać nawet kilkadziesiąt godzin. Długi czas trwania obliczeń prowadzonych przy pomocy obecnej wersji oprogramowania nie stanowi jednak istotnej przeszkody w jego ewentualnych zastosowaniach, ponieważ może być radykalnie obniżony przez odpowiednią modyfikację stosowanych procedur oraz wykorzystywanych struktur danych, jak również opracowanie ich na nowo przy użyciu szybszego języka programowania. Należy ponadto zauważyć, że opracowany program może być wykonywany, nawet w obecnej wersji, na wielu komputerach, co umożliwia radykalne zmniejszenie czasu obliczeń.

Podsumowując poruszone w pracy zagadnienia związane z oceną i optymalizacją układu gruntowego wsi, można sformułować następujące wnioski:

1. Zaprezentowana metoda optymalizacji układu gruntowego umożliwia skuteczne wspomaganie szeregu procesów związanych z poszczególnymi etapami planowania, wykonywania i oceny procesu zmian struktury przestrzennej gruntów, najczęściej będącej efektem procesu scalenia gruntów. Na każdym z tych etapów istnieją możliwości odnoszenia się do teoretycznego, optymalnego układu gruntowego, wygenerowanego na podstawie określonych danych wejściowych oraz z uwzględnieniem szeregu zdefiniowanych warunków. Zaproponowany model optymalizacji zapewnia minimalizację odległości gruntów od siedlisk, wykazując jednocześnie ścisły związek proponowanych rozwiązań projektu gruntowego z układem tworzonym w rzeczywistym procesie scalenia gruntów. Wynika to z zastosowanej metody podziału kompleksów projektowych na paski elementarne zgodnie z założonym kierunkiem projektowania działek. Metoda ta, zakładająca wydzielanie odpowiednio dużych działek w kompleksach, stanowi jednocześnie element optymalizacji kształtu wydzielanych działek. Wykazana została poprawność działania zaprojektowanych procedur obliczeniowych mających postać gotowych programów komputerowych, określono również szczegółowo możliwości praktycznego zastosowania opracowanych procedur zarówno bezpośrednio, jak i po ich odpowiednim zmodyfikowaniu. Przyjęcie podstawowego materiału dla przeprowadzenia optymalizacji układu gruntowego, jakimi są dane graficzne i opisowe zawarte w operacie ewidencji gruntów i budynków, umożliwia łatwe zastosowanie opracowanego programu, jednak pełne zautomatyzowanie obliczeń może być zrealizowane po wprowadzeniu możliwości pobierania większości niezbędnych danych bezpośrednio z plików zapisanych w formacie SWDE.

2. W przedstawionej wersji opracowany program nie może być bezpośrednio zastosowany jako element wspomagający proces projektowania działek, ponieważ zakłada równopowierzchniowe wymiany gruntów między gospodarstwami oraz nie uwzględnia życzeń uczestników scalenia. Wprowadzenie wy-

mian równowartościowych nie stwarza jednak nowych problemów teoretycznych, a wiąże się jedynie ze zwiększonym czasem trwania obliczeń. 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. Wskazano również możliwe zastosowania opracowanych procedur optymalizacyjnych w przyszłości, jako elementu wielu etapów procesu projektowego, od wstępnej propozycji nowego układu gruntowego o charakterze studialnym aż do tworzenia gotowych układów gruntowych na wybranych fragmentach kompleksów projektowych.

3. Opracowany model kształtowania wiejskiego układu gruntowego i powiązane z nim oprogramowanie pozwala na wszechstronną charakterystykę działek gospodarstw dotyczącą ich wielkości, kształtu i położenia w stosunku do siedlisk oraz określania prognozy poprawy istniejącego układu gruntowego w przypadku przeprowadzenia scalenia gruntów. Ustalenia takie są przydatne zwłaszcza przy podejmowaniu decyzji dotyczącej scalenia gruntów wskazując na zakres możliwych do uzyskania, korzystnych zmian rozłogu dla całej wsi i w poszczególnych gospodarstwach. Po zakończeniu tworzenia projektu możliwa jest natomiast szczegółowa ocena przeprowadzonych lub proponowanych zmian powiązana z ewentualnymi sugestiami dokonania korekt związanych z wyrównaniem uzyskiwanych korzyści przez poszczególne gospodarstwa.

4. Inny kierunek wykorzystania opracowanej metody wiąże się z formułowaniem ogólnych zasad kształtowania układów gruntowych. Opracowany model pozwala na rozpatrywanie charakterystycznych, teoretycznych przykładów układów gruntowych i na tej podstawie na formułowanie zasad kształtowania wiejskich układów gruntowych, sieci dróg rolniczych czy stref osadnictwa rolnego. Do tego typu analiz może być w szczególności przydatna możliwość ustalania granic obszarów, w ramach których mogą być wymieniane grunty danego gospodarstwa bez istotnego wpływu na przeciętną odległość do gruntów we wsi. Wykorzystanie opracowanego modelu optymalizacji układu gruntowego w omawianym zakresie będzie przedmiotem odrębnych badań.

5. Praktyczne wykorzystanie przedstawionej metody optymalizacji układu gruntowego w trakcie tworzenia projektu scalenia gruntów jest uwarunkowane między innymi zintegrowaniem omówionych procedur z istniejącym oprogramowaniem automatyzującym prace scaleniowe w taki sposób, aby możliwe było skorzystanie z informacji płynących z analizy modelu optymalnego bezpośrednio w trakcie projektowania nowego układu gruntowego. W szczególności wskazane byłoby umożliwienie prostego definiowania i rozwiązywania zadań optymalizacji cząstkowej, ocen poprawności zaproponowanych wariantów układu gruntowego oraz dynamicznej wizualizacji obszarów wspólnych dla dwóch

lub więcej gospodarstw, gdzie możliwe jest dowolne projektowanie działek bez znaczącego, określonego odpowiednim parametrem, zwiększenia przeciętnej odległości gruntów we wsi. Pożądane jest skrócenie czasu pomiędzy zdefiniowaniem odpowiednich parametrów a otrzymaniem wyników w takim stopniu, aby umożliwiło to wykonanie tych czynności w obecności zainteresowanej strony lub stron. Praktyka scaleniowa wskazuje, że czynności wykonane bezpośrednio w obecności zainteresowanych osób, połączone z czytelną dla strony wizualizacją, są przyjmowane częściej bez zastrzeżeń, co jest sposobem na ograniczenie skarg w postępowaniu scaleniowym.

6. Przybliżone w pracy zasady kształtowania się optymalnego przydziału gruntów do gospodarstw na tle stref różnic odległości z siedlisk mają zasadnicze znaczenie dla wyboru przyjętego modelu optymalizacji układu gruntowego. Model ten uzyskanie ostatecznego rozwiązania opiera na możliwości dokonywania szeregu korekt rozwiązania pierwotnego, wykonywanych w ramach zbioru rozwiązań, które nie zwiększają wartości określonej w modelu funkcji celu lub zwiększają ją w sposób nieistotny. Wykazano celowość zwiększania wartości funkcji celu w przypadku dokonywania szeregu korekt, ponieważ w wielu przypadkach korzyści z tym związane przeważają koszty związane z niewielkim oddaleniem gruntów od siedlisk. W szczególności dotyczy to wydzielania gruntów w postaci działek o odpowiednio dużych powierzchniach, równomiernego rozdzielania pomiędzy poszczególne gospodarstwa korzyści z nowo zaprojektowanego układu gruntowego oraz korekt przywracających przynajmniej częściowo nowy układ gruntów do lokalizacji zbliżonej do stanu dotychczasowego. W przypadku prac związanych z rzeczywistym procesem scaleniowym dopuszczalne przyrosty wartości funkcji celu mogą być nawet znacząco większe, jeśli uzyskany w ten sposób układ gruntowy może zostać zaakceptowany przez uczestników postępowania bez skarg, co jest w chwili obecnej jednym z podstawowych kryteriów oceny wykonanego projektu scalenia.

7. Zakres nieoznaczoności rozwiązania optymalnego jest ściśle powiązany przede wszystkim z układem siedlisk gospodarstw na rozpatrywanym obszarze, w połączeniu z kształtem sieci transportowej oraz, w mniejszym stopniu, z kierunkiem projektowania działek w kompleksach projektowych. Zakres nieoznaczoności wpływa w sposób istotny na możliwości proponowania w procesie scalenia wielu wariantów układów gruntowych, zbliżonych do siebie pod względem parametrów rozłogu gospodarstw związanych z danym układem. Rozproszony równomiernie po całym obszarze scalenia układ siedlisk gospodarstw związany jest z małą nieoznaczonością rozwiązania optymalnego, przez co wskazania procedur optymalizacyjnych są stosunkowo jednoznaczne i często zbieżne zarówno z życzeniami właścicieli gospodarstw (związanymi najczęściej z wydzielaniem gruntów w pobliżu siedlisk), jak i z projektem nowego układu wykonywanym metodami tradycyjnymi. Natomiast układ siedlisk skupiony w jednym lub kilku miejscach analizowanego obszaru powoduje bardzo dużą

nieoznaczoność rozwiązania optymalnego, co daje możliwość jego wykorzystania przy uwzględnianiu w jego ramach życzeń właścicieli gospodarstw.

8. Zaproponowany model optymalizacji uwzględnia dwie alternatywne formy przedstawienia istotnego elementu tego modelu, jakim jest sieć transportowa obszaru scalenia. Pierwsza z nich pozyskiwana jest z wyniku przetworzenia danych geodezyjnych o przebiegu działek i użytków gruntowych, druga przedstawia tę sieć w sposób uproszczony, w postaci zbioru połączonych ze sobą linii. Należy podkreślić, że pomimo znaczącej odmienności zarówno sposobu pozyskiwania danych do budowy dwóch form przedstawiania sieci transportowej, jak i dokładności jej odwzorowania, obliczone z wykorzystaniem tych elementów macierze odległości zbioru elementów powierzchniowych od siedlisk gospodarstw zawierają zbliżone do siebie wartości. W związku z tym również zaproponowane optymalne układy gruntowe będą do siebie bardzo zbliżone, a w niektórych przypadkach identyczne. Wskazuje to jednoznacznie na potrzebę różnicowania wykorzystywanej formy sieci transportowej w zależności od posiadanych danych wejściowych oraz celów, dla których prowadzona jest procedura optymalizacyjna. Sieć w postaci szczegółowej powinna być wykorzystywana w przypadku, kiedy wyniki optymalizacji będą wykorzystane w procesie tworzenia nowego układu gruntowego, czyli przy wspomaganiu poszczególnych etapów postępowania scaleniowego. Natomiast sieć transportowa w postaci uproszczonej może być wykorzystywana w przypadkach wykonywania wyprzedzających rzeczywiste prace scaleniowe opracowań o charakterze studialnym, w szczególności kiedy ograniczenia czasowe nie pozwalają na przygotowanie precyzyjnego modelu. W przypadku obu postaci sieci transportowej należy podkreślić możliwość uwzględnienia w procesie obliczeniowym jakości poszczególnych jej odcinków w postaci odpowiednich wag umożliwiających zamianę odległości rzeczywistej na obliczeniową.

9. Opracowana korekta małych działek dotyczy przypadków występowania w kompleksach udziałów o powierzchniach zbyt małych w stosunku do rozmiarów kompleksów a szczególnie do ich szerokości. Potrzeba tej korekty pojawia się, gdy w układzie gruntowym po optymalizacji występuje duża liczba działek o powierzchniach mniejszych od założonego ich minimalnego obszaru, a tym samym niedostosowanych do zbyt szerokich kompleksów i przez to nadmiernie wydłużonych. Wykonanie korekty pozwala zwykle na zasadnicze ograniczenie liczby działek nadmiernie wydłużonych, co potwierdzają wyniki zastosowania tej korekty we wsi Wojków. Zazwyczaj niewielka liczba działek o nadmiernym wydłużeniu, które występuje zwykle po wykonaniu korekty, może być zmniejszona przez odpowiednią zmianę jej parametrów.

10. Zaproponowany model przetwarzanych danych nie uwzględnia optymalizacji przestrzennego rozmieszczenia elementów sieci transportowej. Praktyka dowodzi, że przebieg większości elementów tworzonej sieci transportowej jest zdeterminowany poprzez przebieg sieci istniejącej oraz trwałe elementy

ukształtowania terenu i granice niezmienników. Tworzenie zupełnie nowych dróg, zwłaszcza na terenach o trudnych warunkach terenowych, wiąże się bowiem z dużymi nakładami finansowymi. Stąd widoczna w projektach scaleniowych tendencja do wykorzystywania w jak największym zakresie istniejących dróg, a tworzenie nowych następuje głównie w przypadkach konieczności zapewnienia dojazdu do tworzonych nowych działek, jeśli nie ma możliwości zapewnienia tego dojazdu w inny sposób. Uzasadnione wydaje się dalsze prowadzenie prac badawczych mających na celu opracowanie metod tworzenia optymalnej sieci transportowej na podstawie szeregu danych wejściowych, co umożliwi w przyszłości alternatywne włączenie wstępnej optymalizacji układu sieci drogowej do całości procesu związanego z automatyzacją tworzenia nowego układu gruntowego.

11. Proponowany model optymalizacji zakłada zachowanie istniejącej struktury gospodarstw rolnych na rozpatrywanym obszarze, z możliwością uwzględnienia zmian przebiegających w trakcie postępowania scaleniowego, których efektem jest ostateczny wykaz wartości ekwiwalentów należnych każdemu z gospodarstw. Możliwa jest jednak analiza wpływu szeregu zmian o charakterze społecznym i gospodarczym w długiej perspektywie czasowej na możliwy do uzyskania w przyszłości układ gruntowy. W szczególności ma to związek ze zjawiskiem zmniejszania się liczby ludności obszarów wiejskich czy zmian liczebności gospodarstw w poszczególnych grupach obszarowych. W określonych przypadkach taka analiza na terenach z dynamicznie zmieniającą się strukturą społeczną i własnościową byłaby wskazaniem do wstrzymania się z przeprowadzaniem prac scaleniowych do czasu osiągnięcia założonej struktury obszarowej gospodarstw.

12. Uzyskane wyniki badań, a w szczególności zaprezentowane efekty procedury optymalizacyjnej przeprowadzonej na danych z rzeczywistego procesu scalenia we wsi Wojków, wskazują na możliwości praktycznego wykorzystania zaproponowanej metodyki na wielu etapach prac związanych z przebudową struktury przestrzennej obszarów wiejskich. Wskazano również pożądane kierunki jej przyszłych korekt i modyfikacji. Niewątpliwie kierunkiem, w którym podążać powinien proces informatyzacji scalenia gruntów, winien być system, który wspomagałby tworzenie nowego, poprawnego układu gruntowego w ramach istniejących ograniczeń narzuconych przez granice kompleksów projektowych, kierunki projektowania oraz z uwzględnieniem warunków związanych z życzeniami uczestników postępowania. Rolą geodety – projektanta scalenia - pozostawałoby to co najważniejsze w procesie tworzenia nowego układu gruntowego, czyli głównie budowanie ogólnej jego koncepcji, formułowanie indywidualnych warunków i ograniczeń czy też wartościowanie konkretnych korekt w zależności od specyfiki obiektu, jak również końcowa ocena i ewentualne modyfikacje zaproponowanego rozwiązania. Będący efektem działania procedur optymalizacyjnych układ gruntowy, który jest rozwiązaniem pewnego matema-

tycznego modelu danych, może stanowić doskonałe narzędzie umożliwiające szybkie tworzenie wielu wariantów nowego podziału gruntowego, poprawnego z punktu widzenia ekonomiki prowadzonej działalności rolnej. Można, korzystając z zaproponowanych procedur, zaprojektować system informatyczny, który wspomaga tworzenie nowego układu gruntowego od etapu wstępnej jego koncepcji aż do ostatecznej, geodezyjnej postaci projektu, uwzględniając na bieżąco modyfikacje wprowadzane przez projektanta, proponując za każdym razem optymalny układ gruntów dla zmniejszającego się z każdą zaprojektowaną działką obszaru scalenia. System taki powinien być wzbogacony o prowadzone w czasie rzeczywistym wizualizacje alternatywnych wariantów układu gruntowego oraz rozwiązywanie cząstkowych zadań optymalizacyjnych w obecności zainteresowanych właścicieli gruntów. Przedstawiony model optymalizacji daje nadzieję na realizację tego zamierzenia w bliskiej perspektywie czasowej.

BIBLIOGRAFIA

Ayranci Y. 2007. *Re-Allocation Aspects in Land Consolidation: A New Model and its Application*. Asian Network for Scientific Information - Journal of Agronomy 6(2) 270-277.

Ayranci Y. 2009. *A Method for the Construction of a New Reallocation Plan in Land Consolidation and its Application.* Philipp Agric Scientist. Vol. 92 No 3. 254-264

Bałandynowicz J. 1978. *Algorytmy optymalizacji w procesie rozmieszczania ekwiwalentów poscaleniowych.* Geodezja i Kartografia, t. 25, z. 2, 86-93.

Banat J., Harasimowicz S. 1993. *Automatyzacja analizy rozłogu pola i jego oceny.* Prace Naukowe Politechniki Warszawskiej, ser. Geodezja, 32, 253-258.

Banat J., Harasimowicz S., Ostrągowska B., Rutkowski M. 1982. *Wykorzystanie metody programowania liniowego dla optymalizacji rozmieszczenia gruntów gospodarstw we wsi.* Materiały IV Sympozjum Naukowego nt. Nowe tendencje w teorii i praktyce urządzania terenów wiejskich, AR Kraków

Banat J., Janus J. 2002. *Automatyzacja uproszczonej oceny rozłogów gospodarstw rolnych*. Inżynieria Rolnicza 8(41) Warszawa

Batz F., Hopfer A., 1982. *Postęp techniczny we współczesnym scaleniu*, Przegląd Geodezyjny 7/82

Bednarz J. 1980 *Wykorzystanie programowania liniowego dla sporządzenia ustawki gruntów we wsi Międzyrzecze Górne.* ZPiOTR w AR w Krakowie. Maszynopis

Blohm G. 1961. *Ekonomika i organizacja gospodarstw rolniczych*. PWRiL. Warszawa.

Brożek M., Pijanowski Z., 2005. *Postępowanie na rzecz kompleksowego kształtowania rolniczej przestrzeni produkcyjnej w Polsce*. Zesz. Nauk AR w Krakowie. Seria Inżynieria Środowiska z. 26

Cay T., Ayten T. 2006. *An Investigation of Reallocation Model Based on Interview in Land Consolidation. XXIII International FIG Congress* Munich. Germany

Cay T., Iscan F., 2006. *Optimization in Land Consolidation. XXIII International FIG Congress 8-13 October 2006.* Munich. Germany

Cay T., Iscan F., 2008. *A New Land Reallocation Model for Land Consolidation*. FIG Working Week 2008. Stockholm

Deo N., 1980. *Teoria grafów i jej zastosowania w technice i informatyce*. PWN Warszawa

Fereniec J. 1975. *Transportowa obsługa rolnictwa i ludności jako czynnik kształtujący formy osadnictwa wiejskiego*. Ins. Kształt. Środ. PWN, Warszawa.

Findeisen W., Szymanowski J., Wierzbicki J., 1980. *Teoria i metody obliczeniowe optymalizacji. Warszawa P*WN

Finkelsztejn J, Korbut A. 1 *Programowanie dyskretne*, PWN, Warszawa 1974

Found W. 1970. *Towards a General Theory Relating Distance between Farm and Home to Agricultural Production.* Geographical Analysis, 2, 65-73.

Frelek M., Fedorowski W., Nowosielski E., Sygut B. 1966. *Urządzenia rolne*. PPWK, Warszawa.

Garfinkel R.S., Nemhauser G.L. 1978. *Programowanie całkowitoliczbowe*. PWN. Warszawa

Gass S.I. 1963. *Programowanie liniowe*. PWN. Warszawa

Giger R. 1980. *Neuer Ansatz zu einem Kostenverteiler nach Massgabe des efektiwen Nutzens bei Gesamtmeliorationen*. Vermessung. Photogrametrie. Kulturtechnik. 3 150-153

Goldberg. D. 1998. *Algorytmy genetyczne i ich zastosowania*. WNT. Warszawa

Guzik B. 1993. *Ekonometria i badania operacyjne*. Wydawnictwo AE, Poznań

Harasimowicz S, Janus J. 2006b. *Określenie najkrótszej trasy między działką a siedliskiem za pomocą grafu sieci drogowej i przemieszczeń po granicach działek,* Infrastruktura i Ekologia Terenów Wiejskich nr 2/1/2006, PAN, Komisja technicznej Infrastruktury Wsi, Kraków 2006, 49-60.

Harasimowicz S. 1985. *Optymalizacja podziałów gruntowych ze względu na odległość gruntów od siedlisk mierzona w linii prostej*. Sympozjum Naukowe nt Nowe tendencje w teorii i praktyce urządzania obszarów wiejskich, Warszawa

Harasimowicz S. 1986. *Optymalizacja podziału wsi na gospodarstwa ze względu na odległość gruntów od siedlisk*. Zeszyty Naukowe AR w Krakowie, seria Rozprawy nr 110

Harasimowicz S. 1992. *Wpływ wielkości i kształtu pola na wyniki produkcji rolniczej*. Zagadnienia Ekonomiki Rolnej. nr 6.

Harasimowicz S. 1993. *Wpływ rozłogu pola na wyniki produkcji rolniczej*, Zeszyty Naukowe AR w Krakowie, Sesja Naukowa nr 39, 1993.

Harasimowicz S. 1996. *Organizacja terytorium gospodarstwa rolnego*, Skrypt AR w Krakowie,

Harasimowicz S. 1998a. *Kształtowanie sieci dróg rolniczych w procesie scalania wsi,* Inżynieria Rolnicza nr 1,

Harasimowicz S. 1998b. *Ocena oddziaływania autostrady na grunty rolne*, Przegląd Geodezyjny nr 6,

Harasimowicz S. 2000. *Ekonomiczna ocena rozłogu gruntów gospodarstwa rolnego*, AR w Krakowie, s. 1–115.

Harasimowicz S. 2001. *Wpływ podstawowych cech rozłogu pola na koszty jego uprawy*, Przegląd Geodezyjny nr 12, 10–15.

Harasimowicz S. 2002. *Ocena i organizacja terytorium gospodarstwa rolnego*. Wydawnictwo Akademii Rolniczej w Krakowie.

Harasimowicz S. Janus J. 2005. *Określenie najkrótszej odległości między gruntami a siedliskami gospodarstw rolnych z wykorzystaniem mapy numerycznej. Geodezja, Kartografia i Fotogrametria, Wydawnictwo Politechniki Lwowskiej, Lwów*, 26-30.

Harasimowicz S. Ostrągowska B. 2000a. *Wpływ długości pola na koszty transportu przebiegającego w jego granicach,* Zeszyty Naukowe AR w Krakowie. Geodezja z. 19, s. 67–75.

Harasimowicz S. Ostrągowska B. 2000b. *Koszty uprawy pola zależne od jego wielkości i kształtu*, Zeszyty Naukowe. AR w Krakowie, Geodezja z. 19, s. 77–88.

Harasimowicz S., Janus J. 2006a. *Budowa i wykorzystanie grafu przemieszczeń w celu określania najkrótszej trasy z siedliska do działki rolnej*, w "Aspekty tworzenia katastru nieruchomości", Uniwersytet Warmińsko-Mazurski w Olsztynie, "Educaterra", 235-246.

Harasimowicz S., Janus J. 2006c. *Ocena przydatności podziału obszaru wsi na elementy równowartościowe w procesie optymalizacji układów gruntowych*, Infrastruktura i Ekologia Terenów Wiejskich, nr 2/2/2006, PAN, Komisja Technicznej Infrastruktury Wsi, Kraków, 17-28.

Harasimowicz S., Janus J. 2007a. *Ocena efektów scalenia wsi Lipnica Wielka na przykładzie wybranego gospodarstwa rolnego*, Zeszyty Naukowe AR w Krakowie nr 437, Geodezja z. 23, Kraków 2007, str. 35-42.

Harasimowicz S., Janus J. 2007b. *Określenie macierzy odległości między działkami a siedliskami gospodarstw we wsi na podstawie grafu sieci drogowej i przemieszczeń po granicach działek, Infrastruktura i Ekologia Terenów Wiejskich nr 3*, PAN Komisja Technicznej Infrastruktury Wsi, Kraków 2007, str. 53-66.

Harasimowicz S., Janus J. 2007c. *Ocena efektów scalenia gruntów dla wybranej grupy gospodarstw rolnych we wsi Wojków.* Infrastruktura i Ekologia Terenów Wiejskich nr 2, PAN Komisja Technicznej Infrastruktury Wsi, Kraków, str. 121-131.

Harasimowicz S., Janus J. 2007d. *Linie i strefy różnic odległości z siedlisk do działek i ich oddziaływanie na przebieg granic między gospodarstwami,* Geodezija, Kartotrafia i Aerofotoznimania nr 68, Politechnika Lwowska, Lwów, str. 6-13.

Harasimowicz S., Janus J. 2007e. *Procedura przeobrażania stosunków własnościowych i strukturalnych na obszarach wiejskich*, Przegląd Geodezyjny nr 10, str. 12-15.

Harasimowicz S., Janus J. 2007f. *Optimization of Land Plots Layout Against Household Dwellings Within the Villages, Proceedings International CODATA Symposium on LandCover Logic, Bon,* Germany, November 28/29, s. 43-54.

Harasimowicz S., Janus J. 2009a. *Wykorzystanie techniki komputerowej do oceny zmian sieci transportowej w wyniku scalenia gruntów na wybranym przykładzie*. Infrastruktura i Ekologia Terenów Wiejskich nr 3/2009, PAN, Komisja Technicznej Infrastruktury Wsi, s. 83-92.

Harasimowicz S., Janus J. 2009b. *Automatyzacja procesu wyznaczania zasięgu obszaru wskazanego do objęcia procedurą scaleniową w związku z budową autostrady*. Materiały XVII Ogólnopolskiej Konferencji z cyklu: „Nowe tendencje w teorii i praktyce urządzania obszarów wiejskich", Puławy

Harasimowicz S., Janus J. 2009c. *Podział obszaru wsi na paski elementarne na podstawie mapy numerycznej.* Materiały XVII Ogólnopolskiej Konferencji z cyklu: „Nowe tendencje w teorii i praktyce urządzania obszarów wiejskich", Puławy

Harasimowicz S., Janus J. 2009d. *Podział kompleksów scaleniowych na paski elementarne jako podstawa wydzielania działek gruntowych*. Geodezja, Kartografia i Fotogrametria, Wydawnictwo Politechniki Lwowskiej, Lwów

Harasimowicz S., Janus J., Ostrągowska B. 2006a. *Using digital maps for determining the distance of arable land plots from household dwellings.* W: Kremers H., Tikunov V. InterCarto – InterGIS 12, International Conference on Geoinformation for Sustainable Development, Deutsche Gesellschaft für Kartographie, Berlin, str. 34-44.

Harasimowicz S., Janus J., Ostrągowska B. 2006b. *Optymalizacja rozmieszczenia gruntów gospodarstw rolnych na terenie wsi, uwzględniająca ich położenie w stosunku do siedlisk.* „Przegląd Geodezyjny" nr 12, s. 12-17.

Harasimowicz S., Janus J., Ostrągowska B. 2006c. *Wyznaczanie najkrótszej trasy przejazdu między działką a siedliskiem gospodarstwa rolnego na postawie mapy numerycznej*, Zeszyty Naukowe AR w Krakowie nr 434, Inżynieria Środowiska z. 28, Kraków, s. 79-88.

Harasimowicz S., Janus J., Ostrągowska B. 2007. *Wyodrębnienie sieci dróg rolniczych w postaci grafu opisującego przejazdy do uprawianych gruntów na podstawie mapy numerycznej*. Scientiarum Polonorum ACTA, Architektura (Budownictwo) nr 6 (12), str. 33-43.

Harasimowicz S., Janus J., Ostrągowska B. 2008. *Optymalizacja rozmieszczenia działek rolnych w stosunku do siedlisk gospodarstw na przykładzie wsi Filipowice*, Scientiarum Polonorum ACTA. Administratio Locorum nr 7(4)/2008, Olsztyn, s. 32-52.

Harasimowicz S., Janus J., Ostrągowska B. 2009a. *Optymalizacja wiejskiego układu gruntowego wykorzystująca podział kompleksów projektowania działek na paski elementarne*. Przegląd Geodezyjny nr 5/2009, str. 3-11.

Harasimowicz S., Janus J., Ostrągowska B. 2009b. *Korekty optymalizacji przydziału gruntów do gospodarstw uwzględniające odległości od siedlisk*. Infrastruktura i Ekologia Terenów Wiejskich nr 2/2009, PAN, Komisja Technicznej Infrastruktury Wsi, s. 87-102.

Harasimowicz S., Janus J., Ostrągowska B. 2009c. *Optymalizacja przydziału gruntów do gospodarstw i jej powiązanie ze strefami różnic odległości z siedlisk do działek*. Infrastruktura i Ekologia Terenów Wiejskich. Nr 2009/ 5

Harasimowicz S., Kubowicz H. 1993. *Ocena ukształtowania rozłogu gruntów gospodarstw we wsi i możliwości ich poprawy,* Zeszyty Naukowe AR w Krakowie, Geodezja z. 14

Harasimowicz S., Ostrągowska B. 1996. *Optymalizacja kształtu pola*, Zagadnienia Ekonomiki Rolnej nr 1,

Harasimowicz S., Ostrągowska B. 2003. *Optymalna i poprawna długość pola uprawowego*. Inżyniera Rolnicza, Nr 3, 193-206.

Hołubowicz K. 1979. *Metody określania efektywności prac scaleniowych*, Przegląd Geodezyjny nr 3,

Hopfer A. 1977. *Zasady kompleksowego urządzania obszarów wiejskich*, XI Sympozjum Naukowe nt. Nowe tendencje w teorii i praktyce urządzania terenów wiejskich, Warszawa

Hopfer A., 1975. *Przewidywane kierunki badan w zakresie urządzania terenów rolnych*, I Sympozjum Naukowe nt. Nowe tendencje w teorii i praktyce urządzania terenów wiejskich, AR Wrocław

Hopfer A., Cymerman R., Nowak A. 1982. *Ocena i waloryzacja gruntów wiejskich*. PWRiL, Warszawa.

Hopfer A., Kobyłecki A., Żebrowski W. 1980. *Kształtowanie sieci dróg na terenach wiejskich*. PWRiL, Warszawa.

Hopfer A., Matkiewicz Z. 1976. *Metody i wyniki badań nad skutkami prac scaleniowych*. Przegląd Geodezyjny nr 6, 211-217.

Hopfer A., Surowiec S. 1983. *Kompleksowe ujęcie problemów urządzeniowych*. Seminarium nt.: „Planowanie przestrzenne i urządzenia rolne w kształtowaniu wsi i gospodarstw", AR we Wrocławiu, 40-61.

Hopfer A., Urban M. 1984. *Geodezyjne urządzanie terenów rolnych*. PWN, Warszawa.

Hopfer A., Żebrowski W. 1973. *Analityczno-graficzna metoda minimalizacji transportu rolnego*. Zesz. Nauk. ART w Olsztynie, ser. Geodezja, 1, 37-43.

Hopfer A., Żebrowski W. 1979. *Sformułowanie zadania scalenia optymalnego*. Przegląd Geodezyjny nr 6

Hopfer A., Żebrowski W. 1980. *Kompleksowe urządzanie ¡ terenów rolnych jako zadanie optymalizacji,* III Sympozjum Naukowe nt. Nowe tendencje w planowaniu terenów wiejskich, Legnica

Hopfer A., Żebrowski W. 1981. *Projektowanie sieci dróg transportu rolnego*. ART w Olsztynie.

Instrukcja o scaleniu gruntów. 1983. Ministerstwo Rolnictwa i Gospodarki Żywnościowej, Warszawa

Janus J., Zygmunt M., 2005. *Automatyzacja niektórych elementów procesu scalenia gruntów*. Geodezja, Kartografia i Fotogrametria. Zeszyt nr 66/2005. Lwów

Janus J., Zygmunt M., 2005. *Technologia kompleksowej automatyzacji prac scaleniowych*. Materiały XVIII Sesji Naukowo Technicznej z cyklu "Aktualne zagadnienia w geodezji i kartografii" na temat: "Unijne Fundusze Strukturalne i ich wpływ na rozwój przestrzeni rolniczej, w kontekście szans i wyzwań dla geodezji". Nowy Sącz

Jewell W. 1958. Optimal Flow Through Networks, Cambridge 1958.

Jóźwiak K. 2000. *Kondycja ekonomiczna i perspektywy rozwoju różnych grup gospodarstw rolniczych w Polsc*e. Studia i raporty IUNG z7.

Kierul Z. 1986. *Ekonomika i organizacja gospodarstw rolniczych*. PWRiL, Warszawa

Kik, R. 1980. *Reallotment of Farm Lands By Computer*, Research Digest 1980, 179-181

Kopeć B. 1969. *Ekonomika i organizacja gospodarstw rolniczych w zarysie.* PWRiL, Warszawa.

Korbut A., Finkelsztein J. Programowanie dyskretne, Warszawa 1974.

Koreleski K. 1988. *Przyrodnicze podstawy użytkowania rolniczej przestrzeni produkcyjnej*. Skrypty AR w Krakowie.

Koreleski K., Magiera Braś G. *Znaczenie spadku terenu dla rolnictwa.* Przegląd Geodezyjny nr 8, 1974

Kukiełka J. Nowocień E. 1989. *Zasady kształtowania dróg transportu rolnego w terenach urzeźbionych. Nowe tendencje w teorii i praktyce urządzania terenów południowo-wschodniej Polski.* IUNiG, Puławy, 138-161.

Lasota T. 1980. *Wpływ sposobu ujęcia transportu po polu na wyniki optymalizacji dróg i pól w wielkotowarowych gospodarstwach rolnych.* Przegląd Geodezyjny , 8, 294-296.

Litwin U., Janus J., Zygmunt M. 2006. *Development of technologies used in agricultural engineering work on an example of selected stages of land consolidation process*. Annals of Warsaw Agricultural University. Land Reclamation No 37, Warsaw 2006 s. 123-128

Manteuffel R. 1967. *Ekonomika i organizacja gospodarstwa rolniczego*. PWRiL, Warszawa.

Michalewicz Z. 1996. *Algorytmy genetyczne + struktury danych = programy ewolucyjne*. Warszawa: WNT

Mielewczyk S., 2007. *Propozycja metody „kosztu rozłogu" oceny parametrów przestrzennych działek rolnych dla potrzeb wyceny nieruchomości i prac scaleniowych*, Wydawnictwo Politechniki Koszalińskiej

Moszczeński S., 1927. *Nowy sposób ujmowania kształtu rozłogu ziemi oraz położenia zabudowań w posiadłościach wiejskich dla celów organizacji komasacji i wyceniania*, Bibl. Pułaska, Warszawa 1927

Noga K. 1990. *Metodyka programowania prac scaleniowych i technologia ich wykonywania w terenach górskich.* Zeszyty Naukowe AR w Krakowie, seria Rozprawy, nr 143.

Nowak W. 1956. *Metoda oceny projektów układu dróg transportu rolnego przy geodezyjnym urządzaniu terenów rolnych*. Zeszyty Naukowe PW, ser. Geodezja, 1, 89-102.

Overmars M., Schwarzkopf O., van Kreveld M., de Berg M. 2007. *Geometria obliczeniowa*. *Algorytmy i zastosowania*. WNT. Warszawa

Pawłowski L., Żak M., 1980. *Ustalenie metod kompleksowego projektowania urządzenioworolnego i oceny efektów prac urządzeniowych. Materiały sprawozdawcze: Podstawy kompleksowego urządzania obszarów wiejskich*, Puławy, IUNG.

Pijanowski J. 2009. *Potrzeba nowelizacji ustawy o scaleniu i wymianie gruntów, jako istotnego elementu wsparcia restrukturyzacji obszarów wiejskich w Polsce*. Mat. XVII Ogólnopolskiej Konferencji z cyklu: „Nowe tendencje w teorii i praktyce urządzania obszarów wiejskich". Puławy

Pijanowski J., Ziobrowski Z., 2008. *Nowe zadania planowania miejscowego w kształtowaniu i zagospodarowaniu przestrzeni obszarów wiejskich*.

Pijanowski Z. 1992. *Analiza stosowanych długości uprawowych oraz ustalenie optymalnej długości działek i gęstości dróg rolniczych w Polsce południowej*. Zeszyty Naukowe AR w Krakowie, seria Rozprawy, nr 170

Pijanowskl Z, 1977. *Charakterystyka prac urządzeniowych w Szwajcarii na przykładzie kantonu Schaffhausen*, II Sympozjum Naukowe nt. Nowe tendencje w teorii i praktyce urządzania terenów wiejskich, Warszawa

Pord L.R., Pulkerson D.R. 1969. , *Przepływy w sieciach*, Warszawa

Porta P. 1983. *Anlage und Dimiensionierung von Güterwegnetzen in traktorbefahrbarem Gellände unter spezieller Berücksichtigung der schweizerischen Verhältnisse*. Diss ETHZ 7398 Zurich

Preparata F., Shamos M., 2003. *Geometria obliczeniowa. Wprowadzenie*. Wydawnictwo Helion. Warszawa

Przybyłowski K. 1982. *Ocena stanu urządzenioworolnego obszarów wiejskich*. IV Sympozjum Naukowe nt. „Nowe tendencje w teorii i praktyce urządzania terenów wiejskich". AR w Krakowie, 171-178.

Przybyłowski K. 1991. *Wpływ czynnika odległości na pracochłonność produkcji roślinnej na gruntach uprawowych terenów nizinnych*. Zesz. Nauk. AR w Krakowie, ser. Sesja Naukowa, 30, 69-78.

Rabczuk I. 1967. *Problem dróg polowych w gospodarstwach indywidualnych*. Przegląd Geodezyjny., 3, 43-45.

Sedgewick R. 2003. *Algorytmy w C++. Część 5*. Grafy. Wydawnictwo RM Warszawa

Sobolewska-Mikulska K. 2009. *Metodyka rozwoju obszarów wiejskich z uwzględnieniem wybranych procedur geodezyjnych w aspekcie integracji z Unią Europejską*. Prace Naukowe Politechniki Warszawskiej. Geodezja

Sobolewska-Mikulska K., Pułecka A. 2007. *Scalenia i wymiany gruntów w rozwoju obszarów wiejskich.* Oficyna wydawnicza Politechniki Warszawskiej.

Stelmach M. 197 l. *Niektóre problemy formowania działek*. Przegląd Geodezyjny nr 11, 466-470.

Stelmach M. 1971. *Metoda ustalania optymalnych kształtów działek ornych w gospodarstwach indywidualnych.* Przegląd Geodezyjny nr 1, 17-20.

Stelmach M. 1975. *Metoda kształtowania optymalnych układów dróg i działek na obszarach przeznaczonych dla gospodarstw indywidualnych*. AR Wrocław, praca habilitacyjna.

Stelmach M. 1976. *Modelowe kompleksy dróg i działek*. Przegląd Geodezyjny , 6, 217-220.

Stelmach M., Lasota T., Malina R., Sugalski A. 1975. *Projekt rozmieszczenia gruntów w ujęciu programowania liniowego*. Przegląd Geodezyjny nr 5, 199-204.

Stelmach M., Lasota T., Malina R., Sugalski A., 1975. *Wpływ oddalenia pól od zabudowy na produkcję i dochody gospodarstw indywidualnych*. Sympozjum naukowe nt Nowe tendencje w teorii i praktyce urządzania obszarów wiejskich AR Wrocław,

Stelmach M., Winnicki J. 1977. *Algorytmy generowane do projektu wstępnego rozmieszczenia w ujęciu programowania liniowego*. Przegląd Geodezyjny nr 2

Strzemski M. 1972. *Przyrodniczo-rolnicza bonitacja gruntów ornych*, IUNG, Puławy

Strzemski M., Siuta J., Witek T. 1973. *Przydatność rolnicza gleb Polski*. PWRiL. Warszawa

Suchta J. 1978. *Miejsce i rola działalności urządzeniowo-rolnej w planowaniu przestrzennym*, Materiały sprawozdawcze: Podstawy kompleksowego urządzania obszarów wiejskich, Puławy 1978, IUNG.

Suchta J. 1980. *Planowanie przestrzenne obszarów wiejskich i geodezyjne urządzenia rolne w ujęciu kompleksowym*, Sympozjum Naukowe nt. Nowe tendencje w teorii i praktyce urządzania terenów wiejskich, Legnica

Surowiec S. 1984. *Definicje podstawowych zabiegów urządzeniowych. Stan i potrzeby urządzania obszarów wiejskich w Polsce*. Red. A. Hopfer. ART w Olsztynie 11-13

Szeliga K. 1986. *Podstawy projektowania w geodezji rolnej*. Wydawnictwa Politechniki Warszawskiej. Warszawa.

Tkocz J. 1998. *Organizacja przestrzenna wsi.* Wydawnictwo Uniwersytetu Śląskiego. Katowice

Urban M, 1970. *Wskaźniki oceny w pracach urządzeniowych*, Zagadnienia Ekonomiki Rolniczej nr 4,

Urban M, 1975. *Rozważania nad metodą oceny kształtu pola płodozmianowego*, Seminarium Naukowe nt Nowe tendencje w teorii i praktyce urządzania terenów wiejskich AR Wrocław

Urban M, 1977. *Ekonomiczne problemy urządzania terenów wiejskich*, U Sympozjum Naukowe nt Nowe tendencje w teorii i praktyce urządzania terenów wiejskich, ART Olsztyn

Urban M, Stelmach M, Więckowicz Z. 1978. *Opracowanie podstaw kompleksowego urządzania obszarów wiejskich* Materiały sprawozdawcze: Podstawy kompleksowego urządzania obszarów wiejskich, Puławy, IUNG

Urban M. 1981. *Ekonomika i organizacja gospodarstw rolnych*. PWN Warszawa

Wasielewska B. 2002. *Modelowe ujęcie struktury obszarów wiejskich i gospodarstw rolnych do przewidywania skutków realizacji programu budowy autostrad*. Rozprawa doktorska (Politechnika Warszawska)

Wierzchowski M.W. 2007. *Przestrzenne, ekonomiczne i społeczne problemy scalania i wymiany gruntów.* Instytut Rozwoju Miast. Kraków.

Wilkowski W. 2002. *Metodyka określania wartości gruntów rolnych wchodzących w skład gospodarstw rolnych, objętych postępowaniem scaleniowym*. Przegląd Geodezyjny nr 7

Wilkowski W., Budzyński T., Sobolewska-Mikulska K. Pułecka A. 2006. *Współczesne problemy katastru i gospodarki nieruchomościami.* Oficyna Wydawnicza Politechniki Warszawskiej

Wilkowski W., Sobolewska-Mikulska K. 1999. *Przeobrażenia struktur własnościowych i przestrzennych gospodarstw rolnych uwzględniające kierunki polityki rolnej w Unii Europejskiej*. Zeszyty Naukowe AR Kraków, z.68

Wilson R., 2004. *Wprowadzenie do teorii grafów*. PWN. Warszawa

Witek T. *mapy glebowo-rolnicze oraz kierunki ich wykorzystania*. IUNG Puławy 1973

Woch F. 2006. *Koncepcja kompleksowego scalania gruntów. Materiały szkoleniowe nr 93 "Kompleksowe scalanie gruntów rolnych i leśnych oraz jego wpływ na środowisko*", IUNG-PIB Puławy

Woch F. 2006. *Perspektywy zmian strukturalnych na obszarach wiejskich*. Materiały szkoleniowe nr 93. Kompleksowe scalanie gruntów rolnych i leśnych oraz jego wpływ na środowisko", IUNG-PIB Puławy

Woch F. 2007. *Organizacja przestrzenna gospodarstw rolniczych oraz jej wpływ na efektywność gospodarowania*. Studia i raporty 7/2007, PINB Puławy

Woch F. 2008. *Wytyczne do opracowania programów urządzeniowych*. PING Puławy

Woch F. 2009. *Stan aktualny i perspektywy zmian rozłogu gruntów gospodarstw rodzinnych w Polsce.* Materiały XVII Ogólnopolskiej Konferencji z cyklu: „Nowe tendencje w teorii i praktyce urządzania obszarów wiejskich" na temat: Rozwój obszarów wiejskich – stan obecny i perspektywy. IUNG Puławy

Woch F.: 2001. *Optymalne parametry rozłogu gruntów gospodarstw rodzinnych dla wyżynnych terenów Polski*. Pamiętnik Puławski. Zeszyt 127, IUNG Puławy,

Wolszczan J. 1963. *Elementy teorii transportu w zastosowania do gospodarstwa rolnego*, Zeszyty Naukowe Politech. nr 41, Szczecin

Zalewski P. 1974. *Kształt pól uprawnych jako element rozłogu gruntów gospodarstw rolnych*, Przegląd Geodezyjny nr 7

Zalewski P. 1974. *Przestrzenne rozmieszczenie gruntów jako element rozłogu gruntów gospodarstw,* Przegląd Geodezyjny nr 8

Zaremba W. 1977. *Ekonomika i organizacja mechanizacji rolnictwa*. PWRiL. Warszawa

ZINTEGROWANY SYSTEM KSZTAŁTOWANIA UKŁADÓW GRUNTOWYCH WSI

Streszczenie

Ukształtowanie rozłogów gospodarstw jest jednym z najważniejszych czynników wpływających na koszty prowadzonej działalności rolniczej. Wadliwy rozłóg gruntów powoduje przyrost kosztów uprawowych, a tym samym zmniejszenie opłacalności produkcji rolniczej. Czynnik ten traktowany jest z tego powodu jako jedna z najważniejszych przesłanek uzasadniających przebudowę struktury przestrzennej danego obszaru w drodze scalenia gruntów.

Celem prezentowanej rozprawy było zaproponowanie modelu optymalizacji układu gruntowego wsi, ujmującego wpływ jego parametrów na ponoszone koszty uprawowe, a następnie jego rozwiązanie. Zaprezentowane w pracy rozważania o charakterze teoretycznym rozszerzają ponadto wiedzę na temat zasad formowania układów działek i dróg rolniczych we wsi zapewniających możliwie największe zbliżenie gruntów do zabudowań gospodarczych oraz poprawne ukształtowanie rozłogów działek. Cechą charakterystyczną modelu jest przyjęcie podziału wsi na kompleksy projektowe, a następnie podział tych kompleksów na elementarne obszary o niewielkiej powierzchni dokonany zgodnie z przyjętymi kierunkami projektowania działek. Wydzielone elementy, o kształcie wydłużonych pasków, są przedmiotem procedury optymalizującej mającej na celu rozmieszczenie ich w sposób minimalizujący przeciętną odległość gruntów na rozpatrywanym obszarze. Istotnym elementem modelu jest tabela odległości pomiędzy siedliskami gospodarstw, a zbiorem elementów powierzchniowych, która w przypadku przeciętnej wsi może zawierać kilka milionów elementów.

Do wyznaczania odległości zaproponowano jeden z algorytmów identyfikujących najkrótsze ścieżki w grafie, w postaci którego została zapisana sieć transportowa gospodarstw rolnych na optymalizowanym obszarze. Wykorzystanie struktur danych w formie grafów umożliwia uwzględnienie w procesie obliczeniowym zarówno jakości poszczególnych odcinków dróg, jak również ich spadków. Odbywa się to poprzez przyjęcie odległości przeliczeniowych zamiast odległości rzeczywistych pomiędzy poszczególnymi węzłami przetwarzanego grafu.

Opracowany model optymalizacji umożliwia zbilansowanie udziałów gruntowych poszczególnych gospodarstw z zachowaniem podstawowych warunków wynikających z obowiązujących przepisów prawnych oraz teorii kształtowania układów gruntowych. Zmiennymi decyzyjnymi omawianego modelu są przynależności wyodrębnionych pasków elementarnych do gospodarstw. Do oceny modelu i jego optymalizacji użyta została funkcja celu jaką jest przeciętna odległość gruntów od siedlisk. Uzyskany w ten sposób przydział gruntów do gospodarstw poddawany jest następnie korektom, wykonywanym w ramach nieozna-

czoności rozwiązania optymalnego lub z określonym, dopuszczalnym zwiększeniem przeciętej odległości gruntów. Czynności te umożliwiają na końcowym etapie optymalizacji precyzyjne zdefiniowanie granic nowych działek przydzielanych poszczególnym gospodarstwom. Opracowane korekty pozwoliły na uzyskanie układu gruntowego, który charakteryzuje się zbliżoną do minimalnej odległością działek od siedlisk oraz poprawnym ich kształtem. Wyniki procesu obliczeniowego charakteryzują się ponadto dokładnością umożliwiającą bezpośrednie ich wykorzystanie w procesie projektowym.

Poszczególne etapy pozyskania i wstępnego przetworzenia danych źródłowych, budowa modelu optymalizacji a następnie jego rozwiązanie zostały zaprezentowane na przykładzie wsi Wojków o powierzchni 670 ha. Wieś ta, znajdująca się w powiecie mieleckim, była poddana w latach 2001-2004 procesowi scalenia gruntów, co dodatkowo ułatwiło weryfikację otrzymanych wyników. Poprawność procesu obliczeniowy została poddana dodatkowej weryfikacji z wykorzystaniem danych reprezentujących wieś Filipowice charakteryzującą się większą od wsi Wojków powierzchnią oraz bardzo dużym rozdrobnieniu gruntów (blisko 1000 ha oraz ponad 9000 ewidencyjnych). Uzyskane wyniki potwierdziły poprawność zaproponowanego modelu optymalizacji oraz jego skuteczność w odniesieniu do obiektów o dużych rozmiarach.

Opracowana metoda kształtowania układów gruntowych wsi posiada szereg potencjalnych zastosowań. Pierwszym z nich jest ocena efektywności przeprowadzonych na danym obszarze prac urządzeniowych, poprzez możliwość odniesienia nowego układu gruntowego do rozwiązania optymalnego. Drugim może być automatyzacja wybranych zadań projektowych wykonywanych w ramach postępowania scaleniowego. Najbardziej interesujące wydaje się jednak prognozowanie z dużą dokładnością możliwych do uzyskania korzyści wynikających z przeprowadzenia scalenia gruntów na podstawie analizy informacji zawartych w części opisowej oraz graficznej operatu ewidencji gruntów i budynków. Daje to możliwość wprowadzenia obiektywnych, popartych wynikami badań naukowych kryteriów w procesach związanych z typowaniem obszarów do scaleń oraz weryfikacją składanych wniosków o przeprowadzenie i finansowanie tego typu prac.

AN INTEGRATED SYSTEM OF DEVELOPING RURAL LAND LAYOUTS

Summary

The land layout is one of the most important factors influencing the costs of conducting an agricultural business. An improper land layout results in additional farming costs and it reduces profitability of the agricultural production. This factor is therefore treated as one of the most important premises justifying the reorganization of spatial structure of a given area through land consolidation.

This dissertation is aimed at proposing a model of optimization of farmland's layout, which shows the influence of its parameters on farming costs, and finding a solution in the next place. In addition to this, the theoretical discussion presented in the thesis broadens the knowledge of developing layouts of land plots and rural roads in the countryside ensuring the closest proximity of land to the farmstead and a proper land layout. A distinctive feature of the model is the division of countryside into design complexes, and then a further division of complexes into elementary small surface areas created in accordance with approved design methods of land plots. Long-striped elements, which were sectioned off, are subject to the optimization procedure that is to distribute them in a manner so as to minimize the average distance in the examined area. A crucial element of the model is the distance chart between farmsteads and a set of surface elements, which can comprise several million elements in the case of an average village.

One of the algorithms identifying the shortest routes in a graph was used for setting the distance and depicting the transport network of farms in the optimized area. The use of data structures presented on graphs allows for calculation of both the quality of individual road sections and the decline. The use of converted distances instead of actual ones between individual knots of the transformed graph make this operation workable.

The developed model of optimization allows for balancing shares in land of individual farms as provided for by elementary conditions set forth by valid legal provisions and the theory of land layouts. The decisive variables of the discussed model are selected stripes assigned to farms. For the assessment and optimization of model an objective function was used, which was an average distance between the farmland and settlements. The land assigned to farms in this way is further corrected as part of indeterminacy of optimal solution or a specified, permissible increase in the average land distance. These activities make it possible to define, at the final stage of optimization, boundaries of new land plots assigned to individual farms. The development of corrections helped to obtain a land layout that is characterized by the distance between the land and settlements kept to a minimum

and a proper shape of land plots. The results of calculations also indicate precision, making it possible to use them in the design process.

Individual stages of gathering and preliminary processing of source data, the structure of the optimization model and subsequently its solution were exemplified with the aid of the Wojków village (670 ha). Located in the county of Mielec, the village was subjected to land consolidation works in the years 2001-2004, which additionally facilitated the verification of obtained results. The accuracy of calculations was double-checked with the use of data representing the village of Filipowice which has a surface area bigger than Wojków and a serious land fragmentation (almost 1000 ha and more than 9000 on record). The obtained results confirmed the accuracy of the proposed model as well as its usefulness for large facilities.

The developed method of rural land layouts has a number of potential applications. First of all, it measures the effectiveness of landscaping in a given area by juxtaposing a new land layout with optimal solution. The second application can be the automation of selected design assignments performed as part of the consolidation process. The most interesting however seems to be forecasting with great accuracy what benefits might result from the consolidation of land based on the analysis of information contained in the descriptive and graphic part of land and building register survey. It allows for the creation of objective, research-supported criteria in processes related to the selection of areas for consolidation and verification of applications submitted for carrying out and financing this sort of activities

INFRASTRUKTURA I EKOLOGIA TERENÓW WIEJSKICH

Czasopismo naukowe wydawane przez Komisję Technicznej Infrastruktury Wsi Polskiej Akademii Nauk Oddział w Krakowie. Ma charakter ogólnokrajowy i jest otwarte na Autorów z całego świata. Wydawane jest w języku polskim i angielskim. Zgłaszane do publikacji artykuły winny być oryginalnym osiągnięciem Autora, dotychczas niepublikowane, poświęcone problemom technologicznym, projektowym, ekonomicznym lub teoretycznym z tytułowego zakresu czasopisma. Przyjmujemy manuskrypty, w objętości do 10 str. pisma komputerowego (Times New Roman, 12, odstęp 1,5) napisane w języku polskim lub angielskim Autorów spoza Polski prosimy o nadsyłanie manuskryptów w języku angielskim. Każdy artykuł winien być zaopatrzony w wyczerpujące streszczenie ze słowami kluczowymi (w języku manuskryptu) do 3000 znaków (jedna strona), wraz z załączonym tłumaczeniem angielskim. Drukujemy również w kolorze, w przypadku istotnej konieczności (fotografie, skomplikowane rysunki, mapy). Manuskrypt, w dwóch egzemplarzach należy przesłać pocztą na adres Redakcji, dołączając tekst na dyskietce lub CD, z oddzielnymi ilustracjami.

INFRASTRUCTURE AND ECOLOGY OF RURAL AREAS

Scientific journal published by the Commission of Technical Infrastructure of Polish Rural Areas of the Academy of Letters - Krakow Branch. It is a nation wide journal, which accepts contributions from Authors from all over the world. It is published in Polish and English. Submitted contributions should be original scientific papers, so far unpublished, dealing with technological, design, economic or theoretical issues within the scope of the journal.

Submitted manuscripts should not exceed 10 typewritten pages (Times New Roman, font 12, 1.5 line spacing). The Authors from abroad may submit their papers in English. Each article must have a summary and keywords of not more than 3000 characters (one page). Color reproductions are possible only in special cases (photographs, complicated figures or maps). The manuscripts, in duplicate, should be sent by post to the editorial office. Electronic version on a diskette or CD with illustrations provided separately should accompany the hard copies

INFARSTRUKTUR UND ÖKOLOG1E DES LÄNDL1CHEN RAUMS

Die neue Forschungszeitschrift der Kommission der Technischen Infrastruktur an der Polnischen Wissenschaftsakademie, Abteilung in Krakau, hat ein nationaler Charakter und publiziert gern die Arbeiten von Autoren aus Polen sowie auch aus der ganze Welt. Die Forschungszeitschrift wird in Polnisch und Englisch verlegt.

Die vorgelegten Artikel sollen Originalarbeiten sein und dürfen nicht gleichzeitig an anderer Stelle zur Publikation eingereicht werden. Die Forschungsarbeiten sollen den Technologischen, Wirtschaftlichen. Planungs- sowie auch den theoretischen Problemen gewidmet sein, die eng der Titelbereich der Zeitschrift behandeln. Zugesandte Manuskripte sollen mit dem Umfang von höchstens 10 Druckseiten (Times New Roman, Schriftgrosse: 12 pt, Zeilenabstand: 1.5-fach) sein. Für die Autor/innen ausserhalb Polens wird es zugelassen die Manuskripten in Englisch zuschicken.

Dem Text wird im Manuskript eine Zusammenfassung mit den Schlussworten vorangestellt, die eine Lange von 3000 Zeichen (1 Druckseite) nicht übersteigen sollte.

Nach Bedarf drucken wir auch in Farbę (Aufnahmen, Karten, komplizierte Bilden).

Die zwei ausgedruckte Exemplare eines Manuskripts mit der Diskettenversion (die Abbildungen getrennt) bitte zur Redaktion senden.