

## WYODRĘBNIE NIE SIECI DRÓG ROLNICZYCH W POSTACI GRAFU OPISUJĄCEGO PRZEJAZDY DO UPRAWIANYCH GRUNTÓW NA PODSTAWIE MAPY NUMERYCZNEJ

Stanisław Harasimowicz, Jarosław Janus, Barbara Ostrągowska  
Akademia Rolnicza w Krakowie

**Streszczenie.** Odległość od siedliska jest jedną z podstawowych cech rozłogu działki, określającą jej położenie w gospodarstwie. Potrzeba ustalenia tej odległości występuje zwłaszcza w przypadku podejmowania decyzji o dokonaniu przeobrażeń gruntowych, między innymi scalenia gruntów. Oszacowanie odległości działki od siedliska jest czynnością pracochłonną, ale może być usprawniona, a nawet zautomatyzowana w przypadku przedstawienia mapy ewidencyjnej w formie mapy numerycznej. W artykule omówiono problematykę dotyczącą wyodrębniania sieci drogowej we wsi i jej przedstawiania w postaci grafu opisującego możliwości przejazdu z siedlisk do uprawianych działek. Graf sieci drogowej jest jedną z wyjściowych danych wymaganych do zautomatyzowanego określania odległości gruntów od siedlisk.

**Słowa kluczowe:** rozłóg działki, scalenie gruntów, mapa ewidencyjna, mapa numeryczna, kontur użytku gruntowego, kompleks działek

### WSTĘP

Podstawową funkcją dróg rolniczych jest umożliwienie dojazdów do działek rolnych, co jest wstępnym warunkiem ich produkcyjnego wykorzystania. Wymóg dostępności do dróg z działki gruntowej jest prawnie zagwarantowany, a w przypadku braku takiego dostępu tworzona jest tak zwana droga konieczna, która pozwala na dotarcie do danej działki. Odbywające się z zasady po drogach dojazdów do gruntów rolniczych są istotnym składnikiem nakładów związanych z ich uprawą, od których w dużym stopniu zależy opłacalność, a nawet celowość ich uprawy.

Nakłady na transport rolniczy obejmują od kilku do kilkudziesięciu procent kosztów uprawy działek rolnych i zmieniają się w zależności od odległości gruntów od siedlisk. Zwiększenie odległości gruntów od zabudowań o jeden kilometr powoduje zwiększenie nakładów pracy o 10–20% [Manteuffel 1971, Przybyłowski 1991] oraz obniżenie uzyskiwanego dochodu o 5–10% [Blohm 1961, Peter 1969, Woch 1989].

Odległość gruntów od siedlisk kształtowana jest głównie przez takie czynniki, jak: wielkość gospodarstwa, rozmiary i kształt wsi, układ zabudowy oraz poprawność rozmieszczenia działek na terenie wsi. Odległość ta może się zmieniać w szerokich granicach, dochodząc w skrajnych przypadkach nawet do kilku kilometrów. W przypadku gospodarstw rodzinnych przyjmuje się, że uprawa działek położonych w odległościach przekraczających 2–3 km jest nieopłacalna [Manteuffel 1967, Hopfer i in. 1980]. Przeciętna odległość od małych gospodarstw rodzinnych, o powierzchni kilku hektarów, z siedliskiem położonym w centrum rozłogu do uprawianych gruntów wynosi około 100–200 m. W przypadku zwartej osadnictwa i poprawnego rozmieszczenia działek rozpatrywana odległość w przeciętnej wsi zwiększa się do 500–700 m, zależnie od kształtu osiedla. Niewłaściwe rozmieszczenie działek może prowadzić do zwiększenia ich przeciętnej odległości od siedlisk do ponad 1000 m.

Odległość od siedlisk jest jedną z podstawowych cech rozłogu działki, określającą jej położenie w gospodarstwie. Potrzeba ustalenia tej odległości występuje zwłaszcza w przypadku podejmowania decyzji o dokonywaniu przeobrażeń układów gruntowych. Jedną z ważnych przyczyn, skłaniających do wykonania scalenia gruntów, może być niewłaściwe rozmieszczenie działek rolnych, przejawiające się nadmierną ich odległością od siedlisk gospodarstw.

Oszacowanie odległości działki od siedliska jest czynnością stosunkowo pracochłonną, ponieważ wymaga identyfikacji na mapie ewidencyjnej danej działki i siedliska, ustalenia trasy dojazdu oraz pomiaru długości tej trasy. Utrudnia to w praktyce ustalenie odległości od siedlisk wszystkich działek położonych we wsi, których liczba w przypadku dużego rozdrobnienia gruntów dochodzić może do kilku, a nawet do kilkunastu tysięcy. Badania położenia działek w stosunku do siedlisk we wsiach ograniczone są, ze względu na ich pracochłonność, do wybranej losowo grupy gospodarstw.

Procedura analizy układu gruntowego we wsi, w tym również położenia działek rolnych w stosunku do siedlisk, może być znacząco usprawniona, a nawet w dużym stopniu zautomatyzowana w przypadku przedstawienia mapy ewidencyjnej w formie mapy numerycznej. Określanie odległości działki od siedliska z wykorzystaniem mapy numerycznej można rozbić na trzy etapy: 1) przedstawienie sieci drogowej w postaci grafu ujmującego wierzchołki tej sieci i występujące między nimi powiązania, 2) zestawienie pełnej sieci przejazdów między działką a siedliskiem, uwzględniającej przemieszczenia po drogach oraz dojazdy z działek i siedliska do dróg oraz 3) określenie trasy dojazdu z siedliska do działki i długości tej trasy jako najkrótszej drogi między wierzchołkami grafu. W artykule przedstawiono problematykę dotyczącą wyodrębniania sieci drogowej we wsi i przedstawienia jej w postaci grafu opisującego możliwości dotarcia z siedlisk do uprawianych gruntów.

## **ZAŁOŻENIA METODYCZNE DOTYCZĄCE OKREŚLANIA ODLEGŁOŚCI GRUNTÓW OD SIEDLISK**

Odległości od działek rolnych są zazwyczaj określane w sposób przybliżony przez ich pomiar wzdłuż osi dróg. Zakładając taki sposób wyznaczania odległości od działek, sieć drogową może być przedstawiana w postaci grafu przebiegającego wzdłuż osi konturów drogowych zaznaczonych na mapie ewidencyjnej [Harasimowicz i Janus 2005]. Zaletą takiego ujęcia sieci drogowej są stosunkowo niewielkie rozmiary grafu, wynikające między innymi z dużych możliwości uproszczenia przebiegu osi konturów drogowych, bez istotnego wpływu na dokładność oceny odległości od gruntów. Do wad rozpatrywanego ujęcia sieci drogowej należy zaliczyć brak bezpośrednich powiązań z położonymi przy niej działkami oraz konieczność ustalania na mapie numerycznej dodatkowych punktów i linii, wyznaczających osie konturów drogowych. Przy określaniu grafu sieci drogowej zrezygnowano z określania przebiegu osi dróg rolniczych, przyjmując, że przemieszczanie się po drogach będzie odbywać się po ich granicach, czyli podobnie jak poruszają się osoby piesze. Umożliwi to ujęcie sieci drogowej za pomocą występujących na mapie punktów, dając równocześnie możliwość bezpośredniego dostępu do działek i między bez wprowadzania dodatkowych przejazdów. Przyjęcie takiego założenia ma jednak szereg niedogodności, dotyczących między innymi pewnego wydłużenia tras dojazdów, w przypadku nieregularnego przebiegu granicy drogi, nadmiernego rozbudowania rozmiarów grafu opisującego sieć drogową oraz konieczności wprowadzenia dodatkowych odcinków przejazdowych, umożliwiających przemieszczanie się z jednej strony drogi na drugą, na przykład w obrębie skrzyżowań dróg lub przy wyjeździe z siedliska na drogę.

Opracowana metoda tworzenia grafu sieci drogowej obejmuje następujące etapy: wyodrębnienie sieci dróg we wsi, uzupełnienie sieci drogowej o przejazdy nieujęte na mapie ewidencyjnej oraz utworzenie grafu sieci drogowej i jego redukcja polegająca na eliminacji wierzchołków przejazdowych. Etapy te zostaną omówione na przykładzie wsi Filipowice, mającej stosunkowo silnie rozbudowaną sieć drogową.

Procedury pobierania informacji z mapy numerycznej oraz tworzenia ostatecznego grafu sieci drogowej zostały zautomatyzowane za pomocą opracowanych programów komputerowych, co zmniejsza ich pracochłonność i umożliwia praktyczne zastosowanie

## **WYODRĘBNIENIE SIECI DRÓG ROLNICZYCH WE WSI**

Na ewidencyjnej mapie numerycznej drogi zaznacza się jako jeden z użytków gruntowych, zwykle na odrębnej warstwie, a wyróżnia je opis konturów użytków. Wyodrębnienie dróg jest możliwe między innymi za pomocą pliku zawierającego współrzędne obwodnic wszystkich konturów użytków rolnych. W przypadku mapy numerycznej, przedstawionej w programie Micro Station, plik taki może być uzyskany za pomocą nakładki „Topo” z warstwy mapy numerycznej zawierającej kontury użytków. Wykreślenie dróg lub innych użytków gruntowych na bieżącej warstwie mapy numerycznej umożliwia dwa opracowane makropolecenia, przedstawiające kontury użytków w postaci

obwodnic lub poszczególnych odcinków. Użycie tych makropoleceń wymaga wskazania ścieżki do pliku zawierającego współrzędne obwodnic użytków oraz podania symbolu danego użytku. Makropolecenia te posłużyły do wykreślenia sieci dróg we wsi Filipowice przedstawionej na rysunku 1.

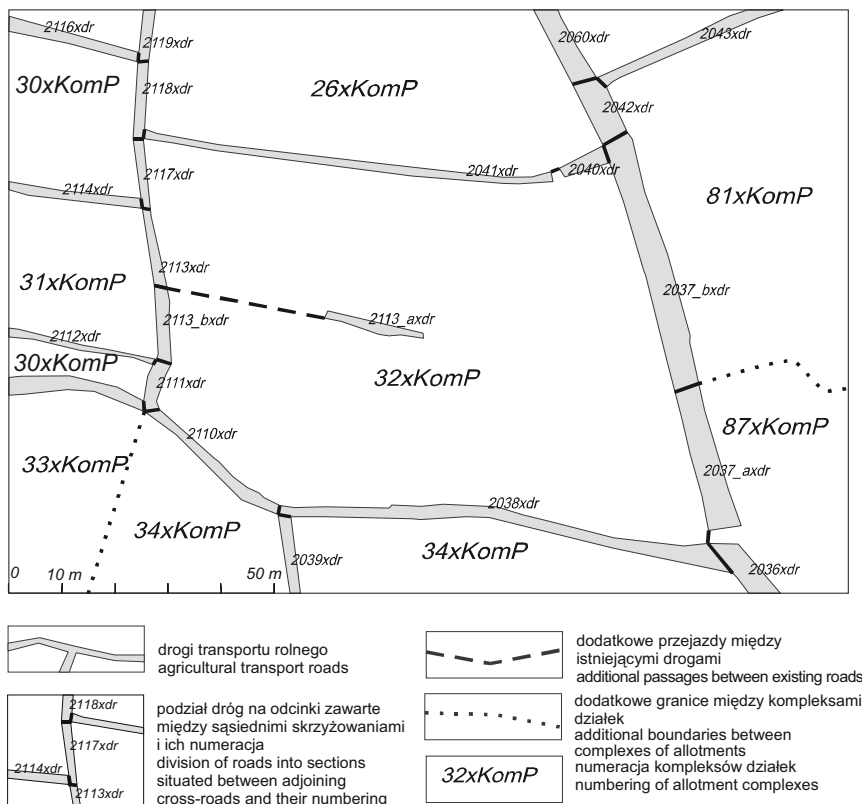


Rys. 1. Drogi transportu rolnego oraz podział na kompleksy działek we wsi Filipowice  
Fig. 1. Agricultural transport roads and allotment complex distribution in Filipowice

## UZUPEŁNIENIE SIECI DROGOWEJ O DODATKOWE PRZEJAZDY MIĘDZY KONTURAMI UŻYTKÓW DROGOWYCH ORAZ DROGI NIEUJĘTE NA MAPIE EWIDENCYJNEJ

Zaznaczone na mapie ewidencyjnej użytki drogowe nie tworzą kompletnej sieci drogowej, pozwalającej na dotarcie do każdego punktu tej sieci, co wymaga jej uzupełnienia. Sieć drogowa utworzona przez kontury użytków drogowych jest przerywana przez potoki czy linie kolejowe, a niekiedy nie jest kompletna, czego przejawem są między innymi odcinki dróg niepołączone z innymi drogami.

Przyjęte zasady uzupełniania sieci drogowej, utworzonej przez kontury użytków drogowych, przedstawiono na rysunku 2. Uzupełnienia te mają dwójaki charakter. Pierwszy rodzaj uzupełnień sieci drogowej dotyczy wprowadzania dodatkowych odcinków przejazdowych między istniejącymi konturami drogowymi, a drugi – przejazdów między krawędziami dróg.



Rys. 2. Podział dróg na odcinki zawarte między kolejnymi skrzyżowaniami

Fig. 2. Division of roads into sections situated between the successive crossroads

Przejazdy między konturami drogowymi wprowadzane są w przypadku przecięcia sieci drogowej przez takie użytki, jak wody czy tereny kolejowe, oraz wtedy, gdy z różnych powodów istniejąca w terenie droga nie została wprowadzona na mapę. Na rysunku 2 między odcinkami dróg, oznaczonymi jako 2036xdr i 2141xdr, przepływa potok, co przerywa ciągłość sieci dróg i wymaga wprowadzenia dodatkowej linii przejazdowej, łączącej te odcinki dróg. Kontur drogowy oznaczony przez 2113\_axdr nie jest połączony z siecią drogową, choć w rzeczywistości łączy się on z przebiegającą w pobliżu drogą pasmem gruntu ujętym na mapie ewidencyjnej jako pastwisko. Uwzględnienie tego połączenia wymaga wprowadzenia do sieci drogowej dodatkowego odcinka zaznaczonego na rysunku 2 linią przerywaną. Wprowadzenie dodatkowych odcinków przejazdowych powinno zapewnić ciągłość sieci drogowej i dotarcie do wszystkich jej części, zgodnie z rzeczywistymi możliwościami poruszania się po drogach w rozpatrywanej wsi.

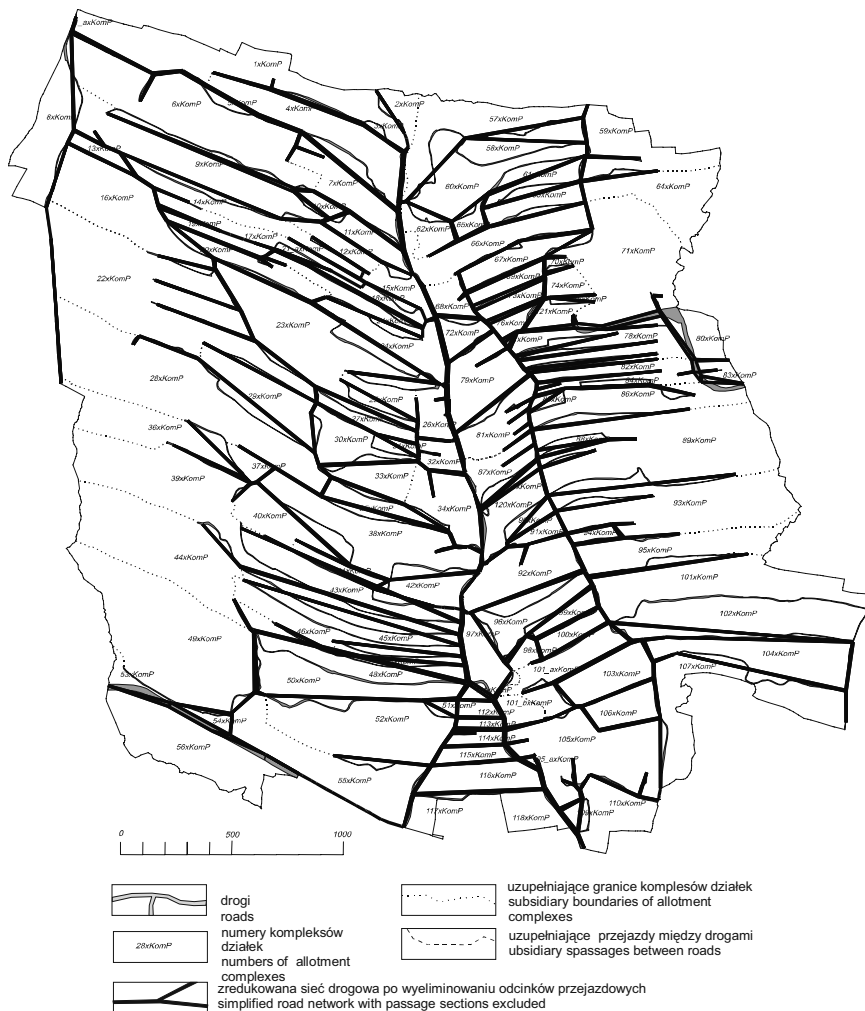
Dodatkowe przejazdy po drogach nieujętych na mapie ewidencyjnej, jeżeli nie są one granicami kompleksów projektowych (na przykład drogi wiszące), należy wprowadzać na odrębnej warstwie, by uniknąć linii „bagnetowych”, nietworzących obwodów zamkniętych. Przejazdy dodatkowe ujęte na odrębnej warstwie, nieleżące na granicach obwodów kompleksów projektowych, należy dołączyć do sieci drogowej przy odczytywaniu współrzędnych jej wierzchołków.

## **UZUPEŁNIENIE SIECI DROGOWEJ O PRZEJAZDY MIĘDZY KRAWĘDZIAMI DRÓG**

Drugi rodzaj uzupełnień sieci drogowej wiąże się z zapewnieniem przemieszczania się między poszczególnymi krawędziami dróg w obrębie skrzyżowań i innych miejsc wymagających przejazdu przez drogę. W przypadku gdy do danej drogi dochodzi tylko jedna droga boczna (częsty przypadek skrzyżowania dróg rolniczych), to przejazdy między krawędziami dróg zapewnia wprowadzenie dwu odcinków przejazdowych (rys. 3). Typowe skrzyżowanie, z którego rozchodzą się cztery drogi, wymaga wprowadzenia trzech odcinków przejazdowych. Dodatkowe odcinki przejazdowe między krawędziami dróg należy stosować również w przypadkach wprowadzania dodatkowych przejazdów drogowych, czego przykładem są przejazdy między odcinkiem 2113\_axdr adr. 2113xdr oraz 2037\_axdr adr. 2036xdr. Dodatkowe przejazdy wiszące, łącząc się z drogami, tworzą skrzyżowania, które wymagają (podobnie jak skrzyżowania właściwych dróg) wprowadzenia przejazdu na drugą stronę drogi. Przejazd taki należy uwzględnić przy podziale dróg na pojedyncze odcinki zawarte między sąsiednimi skrzyżowaniami. Oznacza to, że dodatkowy przejazd wiszący należy wrysować na oddzielnej warstwie, a związany z nim przejazd przez drogę ujmowany jest na warstwie z granicami konturów drogowych.

Innym powodem pojawiania się odcinków przejazdowych jest występowanie dodatkowych granic między kompleksami działek niepokrywających się z przebiegiem dróg, co ilustruje rozgraniczenie między odcinkami drogowymi 2037\_axdr adr. 2037\_bxdr.

Dodatkowe odcinki przejazdowe mogą być również wprowadzane w przypadku nadmiernie zróżnicowanej granicy drogi wydłużającej długość tej granicy w stosunku do rzeczywistych przejazdów po drodze. Odcinki takie należy wprowadzać na odrębnej warstwie, podobnie jak dodatkowe przejazdy wiszące, by nie tworzyć zbyt dużej liczby małych odcinków drogowych.



Rys. 3. Zredukowana sieć drogowa po wyeliminowaniu odcinków przejazdowych  
 Fig. 3. Simplified road network with passage sections excluded

Wprowadzenie dodatkowych przejazdów między krawędziami dróg dzieli sieć drogową na pojedyncze odcinki, co ma istotne znaczenie przy zmniejszaniu rozmiarów grafu opisującego tę sieć. Wyodrębniając odcinki drogowe, należy dążyć do tego, by miały nie więcej niż dwie grupy węzłów (czyli wierzchołków, z których wychodzą więcej niż dwie krawędzie), określające początek i koniec danego odcinka. Dwie grupy węzłów występują z zasady na odcinkach zawartych między sąsiednimi skrzyżowaniami. Jedną grupę węzłów mają odcinki występujące na drogach, które kończą się wśród użytkowników rolnych i nie łączą się z innymi drogami.

Sieć dróg we wsi Filipowice jest stosunkowo silnie rozbudowana, mimo to spora liczba działek nie ma bezpośredniego dostępu do dróg (rys. 1). W sieci drogowej wyodręb-

niono 391 odcinków drogowych przebiegających zazwyczaj między sąsiednimi skrzyżowaniami na drogach zbiorczych lub obejmujących końcowe odcinki dróg dojazdowych do działek, połączone tylko z jednej strony z pozostałymi drogami.

## ZAPISANIE SIECI DROGOWEJ W POSTACI GRAFU

Sieć dróg wraz ze wszystkimi (dwie warstwy) dodatkowymi przejazdami zapisywana jest w pliku w postaci współrzędnych odcinków tworzących obwodnice konturów dróg i dodatkowych przejazdów. Plik ten uzyskiwany jest za pomocą opracowanego makropolecenia. Przed odczytaniem współrzędnych odcinków tworzących obwodnice dróg i dodatkowych przejazdów należy przenieść te dane na jedną warstwę i dokonać rozbicia elementów liniowych na poszczególne odcinki.

Graf sieci drogowej, uwzględniający przemieszczanie się po granicach konturów drogowych, cechują bardzo duże rozmiary, zwłaszcza w przypadku znacznego rozdrobienia gruntów. Powodowane jest to nadmierną liczbą krótkich odcinków, tworzących granice dróg, wyznaczonych przez kolejne granice działek, położonych przy drogach. W przypadku wsi Filipowice graf sieci drogowej składa się aż z 10 110 odcinków. Plik z zapisanymi odcinkami grafu sieci drogowej w postaci wyjściowej zawiera powtarzające się krawędzie, występujące na granicach przylegających konturów użytków drogowych. Po wyeliminowaniu tych krawędzi rozmiary pliku zmniejszają się do 10 025 odcinków, czyli w sposób nieistotny.

Większość wierzchołków grafu sieci drogowej ma charakter przejazdowy, to znaczy, że jest połączona tylko z dwoma wierzchołkami sieci. Przejazd przez te wierzchołki jest jednoznacznie określony i nie ma wpływu na przebieg trasy dojazdu do działek, co stwarza spore możliwości redukcji rozmiarów grafu sieci drogowej. Wyeliminowanie wierzchołków przejazdowych pozwala zredukować rozmiary grafu sieci drogowej we wsi Filipowice do około 1000 wierzchołków, a nawet do około 400 w przypadku przemieszczania się tylko po jednej stronie drogi. Zredukowany graf sieci drogowej we wsi Filipowice przedstawiono na rysunku 3. Małe rozmiary tego grafu pozwalają na znaczące zmniejszenie czasu określania trasy przejazdu do działek rolnych i jej długości.

## PODSUMOWANIE

Za pomocą mapy numerycznej można stosunkowo prosto wyodrębnić sieć drogową we wsi i zapisać ją w postaci grafu. W artykule przedstawiono procedury dotyczące sporządzenia grafu sieci drogowej, zakładającej przemieszczanie się po granicach konturów drogowych.

Graf sieci drogowej jest jedną z wyjściowych danych wymaganych do zautomatyzowanego określania odległości gruntów od siedlisk. Graf opisujący przejazdy wzdłuż granic dróg jest wystarczający do ustalenia trasy najkrótszego dotarcia do działek położonych przy tych granicach. W przypadku działek, które nie sąsiadują z drogami, należy rozbudować graf sieci drogowej o przejazdy przebiegające po terenie.



## PIŚMIENNICTWO

- Blohm G., 1961. *Ekonomika i organizacja gospodarstw rolniczych*. PWRiL, Warszawa.
- 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.
- Hopfer A., Kobyłecki A., Żebrowski W., 1980. *Kształtowanie sieci dróg na terenach wiejskich*. PWRiL, Warszawa.
- Manteuffel R., 1967. *Ekonomika i organizacja gospodarstwa rolniczego*. PWRiL, Warszawa.
- Manteuffel R., 1971. *Ekonomika i organizacja pracy wykonawczej*. PWRiL, Warszawa.
- Peter H., 1969. Einfluss der Wirtschaftsdistanz der Hangneigung und des Bodens bei der Güterzusammenlegung. *Miss. ETHZ*, nr 6940, Zürich.
- 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.
- Woch F., 1989. Określenie ekonomicznych skutków scalenia gruntów na przykładzie wsi Karczowska, woj. lubelskie. *Zesz. Nauk. AR we Wrocławiu, ser. Geodezja i Urządzenia Rolne*, 7, 41–48.

## PRESENTATION OF AN AGRICULTURAL ROAD NETWORK IN A FORM OF A GRAPH DESCRIBING ACCESS ROADS TO CULTIVATED LAND BASING ON A NUMERICAL MAP

**Abstract.** The distance from a habitation is one of the fundamental characteristics of the plot spatial layout, determining its location within a farm. The necessity to establish the above mentioned distance is required mainly in case of taking decisions concerning land transformations including land mergers. Estimation of distance between the allotment and the habitation is a time-consuming activity, nevertheless it may be considerably improved or even automated by means of presenting a numerical map. The article is dedicated to issues related to the separation of road network in a rural area and its presentation in a form of a graph showing options in terms of passage or access from habitations to cultivated land. The road network graph is one of the output data required in case of automated determining of distance between land and habitations.

**Key words:** allotment spatial layout, land merger, numerical map, farming land contour lines, complex of allotments

Zaakceptowano do druku – Accepted for print: 2.02.2007