

S. Harasimowicz, J. Janus  
Akademia Rolnicza w Krakowie

## PODZIAŁ KOMPLEKSÓW SCALENIOWYCH NA PASKI ELEMENTARNE JAKO PODSTAWA WYDZIELANIA DZIAŁEK GRUNTOWYCH

© Harasimowicz S., Janus J., 2009

*Разделение комплексов на элементарные пояса является основой для построения моделей оптимизации земельной системы на территории деревней. Выполнение такого раздела в деревне является трудоёмким процессом из-за большого числа небольших элементарных поясов. В работе представлен относительно простой алгоритм выделения элементарных поясов на основании координат границ проектного комплекса и установленного направления деления этого комплекса. Разработано компьютерную программу, делающую возможность получения карты деления деревни на элементарные пояса которую применено как пример в деревне Войкув.*

*Distribution of land complexes areas on elementary strips is a base of plots border optimization. There is a labor-consuming task by the reason of big number of strips. In the article was shown the simple algorithm of distribution village's areas on elementary strips with the aid of land consolidation areas coordinates. This algorithm and computer's program was presented on example of village Wojkow.*

**Wprowadzenie.** Nowy układ gruntowy powstający w wyniku scalenia tworzony jest w kilku etapach różniących się szczegółowością i zakresem dokonywanych ustaleń przestrzennych.

Wstępna koncepcja projektowanego układu gruntowego jest przedstawiana w ogólnym projekcie scalenia, który powstaje w ramach prac przygotowawczych uzasadniających między innymi cel tego zabiegu urzędzeniowego i jego efektywność. Ogólny projekt scalenia gruntów powinien określać między innymi podstawowe parametry projektowe dotyczące przyszłego układu działek, takie jak przeciętna wielkość i kształt tych działek oraz odległości między sąsiednimi drogami dojazdowymi do gruntów rolnych [Harasimowicz 2002]. Kierując się przyjętymi parametrami projektowymi w ramach ogólnego projektu scalenia należy opracować koncepcję sieci drogowej oraz określić kierunki projektowania działek w poszczególnych kompleksach scaleniowych [Pijanowski 1989].

Kolejnym wyodrębniającym się etapem tworzenia nowego układu gruntowego jest ostateczne ustalenie „niezmienników projektowych”, czyli obszarów wyłączonych ze scalenia, takich jak tereny zabudowane, lasy, sady itp., co wiąże się przeważnie z ostatecznym zaprojektowaniem nowej sieci drogowej. Zakończenie tego etapu tworzenia nowego układu gruntowego wiąże się z ustaleniem kompleksów projektowych ograniczonych drogami, wodami lub innymi przeszkodami, które określają dość jednoznacznie możliwości projektowania działek. Dotyczy to szczególnie jednego z podstawowych parametrów rozłogu działek, jakim są ich długości.

Wstępną fazą projektowania działek poscaleniowych (etap trzeci) jest ustalenie udziałów gospodarstw w kompleksach projektowych, czyli tak zwana „ustawka gruntów”. W tej fazie określane są dwa istotne parametry przestrzenne działek: odległości od siedlisk i powierzchnie.

Ostateczny przebieg granic działek (etap czwarty) określany jest w procesie ich wydzielania w kompleksach projektowych zgodnie z przyjętymi udziałami gospodarstw w tych kompleksach. Mimo że dopiero w tej fazie wyznaczane są granice działek, to swoboda kształtowania ich rozłogów jest niewielka ze względu na dokonane wcześniej ustalenia. Określona jest między innymi wielkość działki (udziałem gospodarstwa w kompleksie) oraz jej długość (poprzez wymiary kompleksu), a także położenie danej działki w stosunku do siedliska (poprzez położenie kompleksu). Skutkiem tego ostatecznie 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 2006].

Procedurę opracowania wstępnego projektu scalenia należy łączyć z całościowym przeglądem wszystkich jego uwarunkowań zarówno gospodarczych jak również ekologicznych i społecznych. Optymalizacja układu gruntowego może być wiązana szczególnie z fazą określania udziałów ekwiwalentów scaleniovych w kompleksach projektowych, która decyduje o dwu ważnych parametrach przestrzennych działek: powierzchni i odległości od siedlisk.

Wykonanie optymalizacji rozmieszczenia gruntów w stosunku do siedlisk wydaje się stosunkowo proste, a warunkiem jej przeprowadzenia jest określenie odległości gruntów we wsi od zabudowań gospodarczych. Wyróżnić można przynajmniej trzy sposoby wyodrębniania położenia gruntów na terenie wsi, z wystarczającą dokładnością umożliwiające ustalenie ich odległości od siedlisk. Polegają one na wykorzystaniu granic istniejących działek gruntowych, podziale wsi siatką kwadratów na odpowiednio małe elementy powierzchniowe oraz podziale wsi na elementarne paski o jednakowej powierzchni wydzielane w ramach kompleksów scaleniovych zgodnie z przyjętymi kierunkami projektowania działek.

Zarówno podział wsi siatką kwadratów jak wykorzystanie istniejących działek dla określenia położenia gruntów we wsi pozwala, w wyniku optymalizacji rozmieszczenia tych gruntów względem zabudowań gospodarczych, na określenie udziałów gospodarstw w kompleksach projektowych [Harasimowicz 1986, Harasimowicz i inni 2006]. Najkorzystniejsze pod względem odległości do siedlisk przydziały istniejących działek lub elementów powierzchniowych do gospodarstw nie prowadzą najczęściej do uzyskania poprawnych rozlogów tych gospodarstw pod względem wielkości i kształtu działek gruntowych. Rozłogi te obejmują istniejące niewłaściwie uformowane działki lub, w dużej mierze przypadkowy, układ elementów powierzchniowych położonych w danym kompleksie, co wymaga zasadniczych korekt.

Podział kompleksów scaleniovych na paski elementarne uwzględnia zazwyczaj główny kierunek projektowania działek. Przyjęta powierzchnia paska elementarnego powinna być niewielka w stosunku do wielkości działek, tak by nie przekraczała około 5-10% ich średniej powierzchni. Przyjęcie takich założeń pozwala na składanie działek scaleniovych z odpowiedniej liczby pasków elementarnych. Posługując się podziałem kompleksów scaleniovych na paski elementarne można optymalizację odległości gruntów od siedlisk gospodarstw połączyć z wyznaczeniem granic działek i oceną ich kształtów. Wykonanie takiej optymalizacji daje możliwość nie tylko poprawy jakości scalenia, ale również istotnego zmniejszenia jego pracochłonności poprzez automatyzację procedur dotyczących zarówno rozmieszczenia ekwiwalentów scaleniovych na terenie wsi jak również projektowania działek.

Wydzielenie w danym kompleksie projektowym paska elementarnego o zadanej powierzchni wzdłuż podanego kierunku projektowania i obliczenie jego odległości od siedliska jest zadaniem stosunkowo prostym. Wykonanie tego zadania dla całej wsi wymaga jednak sporego nakładu pracy ze względu na dużą liczbę wydzielanych pasków elementarnych. W przeciętnej wsi o powierzchni 500 ha należałoby wydzielić kilka tysięcy pasków elementarnych o powierzchni kilku lub kilkunastu arów oraz obliczyć kilkaset tysięcy odległości tych pasków od siedlisk.

Warunkiem podjęcia optymalizacji układu gruntowego uwzględniającej podział na niewielkie paski elementarne jest między innymi automatyzacja dokonywania takiego podziału, a także tworzenia macierzy odległości wydzielonych pasków od siedlisk gospodarstw ograniczająca do możliwych do przyjęcia rozmiarów pracochłonność

Określenie procedury pozwalającej na zautomatyzowany podział kompleksu na paski elementarne na podstawie współrzędnych punktów tworzących jego obwodnicę nie jest zadaniem oczywistym. Opracowana metoda wyznaczania granic kolejnego paska elementarnego w dowolnie ukształtowanym kompleksie polega na dwukrotnym przecięciu tego kompleksu wzdłuż założonego kierunku wydzielania pasków w strefie między kolejnymi wierzchołkami rozpatrywanego kompleksu..

**Zasady wydzielania pasków elementarnych w kompleksach scaleniovych.** Wydzielanie pasków elementarnych wymaga wcześniejszego podziału wsi na kompleksy projektowania działek, czyli wiąże się z zaprojektowaniem sieci drogowej i wyodrębnieniem obszaru objętego scaleniem. Czynności te są podejmowane w sposób ogólny w studiach wstępnych w ramach ogólnego projektu scalenia. Na rycinie 1 przedstawiono podział wsi Wojków na kompleksy scaleniove określający również zasięg obszaru

objętego scaleniem. W każdym kompleksie ustalono kierunek projektowania działek, będący również kierunkiem wydzielania pasków elementarnych.

Zadanie podziału kompleksu scaleniowego na paski elementarne jest w zasadzie równoważne z podziałem tego kompleksu na działki gruntowe zgodnie z założoną ich wielkością lub wartością. Dokonanie takiego podziału wymaga ustalenia wielkości paska elementarnego „ $P_{el}$ ” oraz kierunku projektowania tych pasków. Podział kompleksu na paski elementarne jest równoznaczny z jego podziałem liniami równoległymi do ustalonego kierunku projektowania na równe powierzchnie odpowiadające przyjętej powierzchni paska. Jeden pasek elementarny może się składać z więcej niż jednego wycinka powierzchniowego. Obliczenia dotyczące wydzielania pasków elementarnych ułatwia obrót układu współrzędnych tak, by jedna z osi była równoległa do przyjętego kierunku projektowania.

Na rycinie 2 przedstawiono kompleks scaleniowy dzielony na paski elementarne, dla którego kierunek poziomej osi układu współrzędnych („ $x$ ”) jest zgodny z przyjętym kierunkiem projektowania działek. Uporządkowanie wierzchołków tworzących obwodnicę kompleksu według zwiększającej się współrzędnej „ $y$ ” i ich numeracja pozwala na podział tego kompleksu na wycinki powierzchniowe (pasma) zawarte między prostymi równoległymi do osi „ $x$ ” i przechodzącymi przez kolejne wierzchołki. Kompleks scaleniowy przedstawiony na rycinie 2 posiada 12 wierzchołków, co prowadzi do wydzielenia 11 wycinków powierzchniowych. Dzięki takiemu podziałowi wydzielenie pasków elementarnych zawsze można sprowadzić do rozpatrywania fragmentu kompleksu zawartego między kolejnymi uporządkowanymi wierzchołkami jego obwodnicy, który nie będzie zawierał żadnych punktów załamania granic kompleksu. Powstałe wycinki powierzchniowe mają kształt trapezu, a ich powierzchnie można łatwo obliczyć przecinając obwodnicę kompleksu prostą przebiegającą przez środki tych wycinków (iloczyn długości przecinającego odcinka i szerokości wycinka powierzchniowego). Wymagane przecięcie zasadniczo ułatwia to, że linia przecinająca nie przechodzi przez żaden wierzchołek obwodnicy.

Wydzielenie paska elementarnego wiąże się z rozpatrywaniem kolejnych uporządkowanych wierzchołków obwodnicy i jej wycinków utworzonych przez linie przebiegające przez te wierzchołki i równoległe do osi „ $x$ ”. Jeżeli powierzchnia pierwszego rozpatrywanego wycinka „ $P_1$ ” jest mniejsza (jak na rycinie 2) od powierzchni paska elementarnego „ $P_{el}$ ”, to należy zaliczyć tę powierzchnię jako część paska elementarnego i obliczyć powierzchnię, która pozostała do wydzielenia:  $P_0 = P_{el} - P_1$ . W przypadku gdy powierzchnia rozpatrywanego wycinka kompleksu będzie większa od pozostałej do wydzielenia powierzchni paska elementarnego „ $P_0$ ”, to jego granica przebiegać będzie w obrębie analizowanego wycinka. Dla określenia współrzędnej „ $y_e$ ” wyznaczającej granicę wydzielanego paska należy ustalić następujące dane dotyczące wycinka kompleksu, wewnątrz którego będzie ona położona: współrzędne „ $y$ ” początku ( $y_p$ ) i końca ( $y_n$ ) rozpatrywanego wycinka kompleksu scaleniowego, czyli dwu kolejnych współrzędnych uporządkowanych wierzchołków obwodnicy kompleksu oraz długości odcinków („ $t$ ” i „ $k$ ”) dwu przecięć obwodnicy kompleksu prostymi równoległymi do osi „ $x$ ” i przebiegającymi przez środek danego wycinka (o współrzędnej  $y_k = y_p + 0,5(y_n - y_p)$ ) i przez czwartą część jego szerokości ( $y_{k1} = y_p + 0,25(y_n - y_p)$ ). Przecięcia te nie przechodzą przez żaden z wierzchołków kompleksu, co zasadniczo ułatwia ich obliczenie ich długości. Po oczywistych przeliczeniach dane służące do ustalenia współrzędnej „ $y_e$ ” umożliwiającej wydzielenie paska elementarnego można przedstawić w postaci dwu współrzędnych: „ $y_p$ ” i  $y_k = 0,5(y_p + y_n)$  oraz dwu długości przecięć obwodnicy kompleksu odpowiadających tym współrzędnym:  $p = (2t - k)$  i „ $k$ ”.

Zadanie określenia położenia granicy paska elementarnego na podstawie podanych danych pokazane jest na rycinie 3. Przedstawiony na rycinie 2 stosunkowo prosty przypadek podziału kompleksu scaleniowego może być niekiedy bardziej złożony. Zależnie od kształtu kompleksu wydzielane paski elementarne mogą się składać z większej liczby wycinków powierzchniowych. Na rycinie 3 pokazano podział kompleksu, w którym wydzielany pasek elementarny składa się z dwu wycinków powierzchniowych. Przypadek taki może być sprowadzony do znacznie prostszego zadania przedstawionego po prawej stronie ryciny 3, przy czym odpowiadające sobie przecięcia obwodnic powinny mieć równe długości. Odcinek przecięcia początkowego „ $p$ ” równy jest sumie odcinków „ $p_1$ ” i „ $p_2$ ”, podobnie jak odcinek przecięcia końcowego „ $k$ ” równy jest sumie odcinków „ $k_1$ ” i „ $k_2$ ”. Przedstawione uproszczenie rozpatrywanego zadania pozwala na ujęcie szukanej współrzędnej „ $y_e$ ”, określającej przebieg granicy paska elementarnego, znacznie prostszymi wzorami, co ułatwia prowadzone obliczenia. Przy obliczaniu współrzędnej „ $y_e$ ” wykorzystuje się punkt „ $C$ ” (ryc. 3) przecięcia prostych przechodzących przez brane pod uwagę odcinki kompleksu. Zależnie od wielkości odcinków „ $p$ ” i „ $k$ ” punkt „ $C$ ” może znajdować się po dwu stronach rozpatrywanego wycinka, co nieznacznie wpływa na

postać wzorów określających współrzędną „ $y_e$ ”. W przypadku gdy  $p < k$ , to obliczaną współrzędną „ $y_e$ ” określają wzory (rys. 3):

$$r = p \frac{y_k - y_p}{k - p} \quad (1)$$

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

$$y_e = y_p + (x - r) \quad (3)$$

Jeżeli  $p > k$ , to rozpatrywane wzory mają następującą postać:

$$r = p \frac{y_k - y_p}{p - k} \quad (4)$$

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

$$y_e = y_p + (r - x) \quad (6)$$

Po określeniu współrzędnej „ $y_e$ ” wyznaczającej przebieg granic wydzielanego paska elementarnego należy dokonać przecięcia rzeczywistej obwodnicy kompleksu prostą przechodzącą przez tę granicę. Umożliwi to określenie współrzędnych odcinków będących granicami rozpatrywanego paska oraz 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.

**Podział kompleksów scaleniowych na paski elementarne we wsi Wojków.** Wykorzystując przedstawioną metodę wydzielania pasków elementarnych opracowano program komputerowy umożliwiający podział kompleksów projektowania działek na takie paski. Podstawowymi danymi wyjściowymi dla tego programu są dwa pliki zawierające współrzędne obwodnic kompleksów projektowych oraz współrzędne kierunków projektowania działek możliwe do uzyskania z mapy numerycznej wsi. Efektem działania programu są pliki wynikowe pozwalające na wyrysowanie poprawnej mapy podziału kompleksów projektowania działek na paski elementarne, która może być włączona do mapy wsi w miejsce istniejącego podziału kompleksów na działki.

Opracowany program komputerowy zastosowano do podziału wsi Wojków na paski elementarne. Wykonanie takiego podziału nie jest zadaniem pracochłonnym. Czas trwania niezbędnych obliczeń związanych z wydzielaniem pasków elementarnych w rozpatrywanej wsi trwał zaledwie kilka minut. We wsi Wojków wydzielono 87 kompleksów projektowania działek (rys. 1), które zostały podzielone na 5404 paski elementarne. Nieco bardziej pracochłonne jest przygotowanie danych niezbędnych do wydzielania pasków elementarnych dotyczących określenia granic kompleksów projektowych, co jest równoznaczne z wyodrębnieniem niezmienników projektowych. Wymaga to między innymi przecięcia istniejącej mapy ewidencyjnej z granicami kompleksów projektowych uwzględniających ewentualne zmiany sieci drogowej, zasięg terenów budowlanych itp. Efektem takiego przecięcia jest mapa „parcel scaleniowych” będąca podstawą określenia działek niezmienników i obszaru objętego scaleniem.

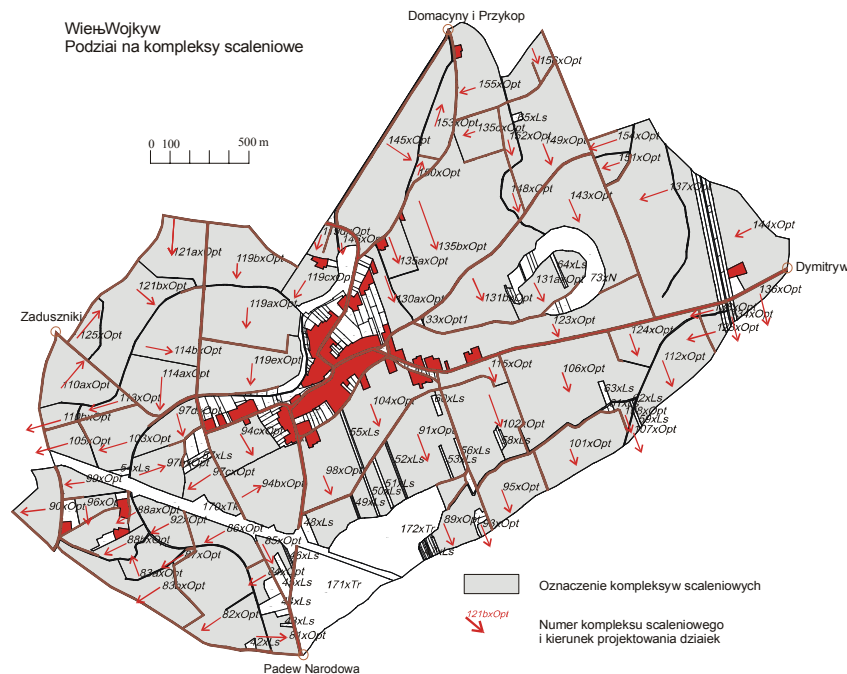
Ryciny 4 i 5 przedstawiają podział wybranych fragmentów wsi Wojków na paski elementarne. Na rycinie 4 pokazano kilka kompleksów, w których wymiary wydzielonych pasków elementarnych o powierzchni 10 arów wykazują spore zróżnicowanie. Szerokości tych pasków zmieniają się do kilku do kilkunastu metrów. Wielkości i wymiary pasków elementarnych przedstawionych na rycinie 4 pozwalają jak się wydaje na efektywne składanie z tych pasków pól o obszarze przekraczającym 0,5 do 1,0 ha. Rycina 5 przedstawia podział małego kompleksu „81xOpt”, co pozwoliło na czytelne pokazanie nazw działek tworzących paski elementarne.



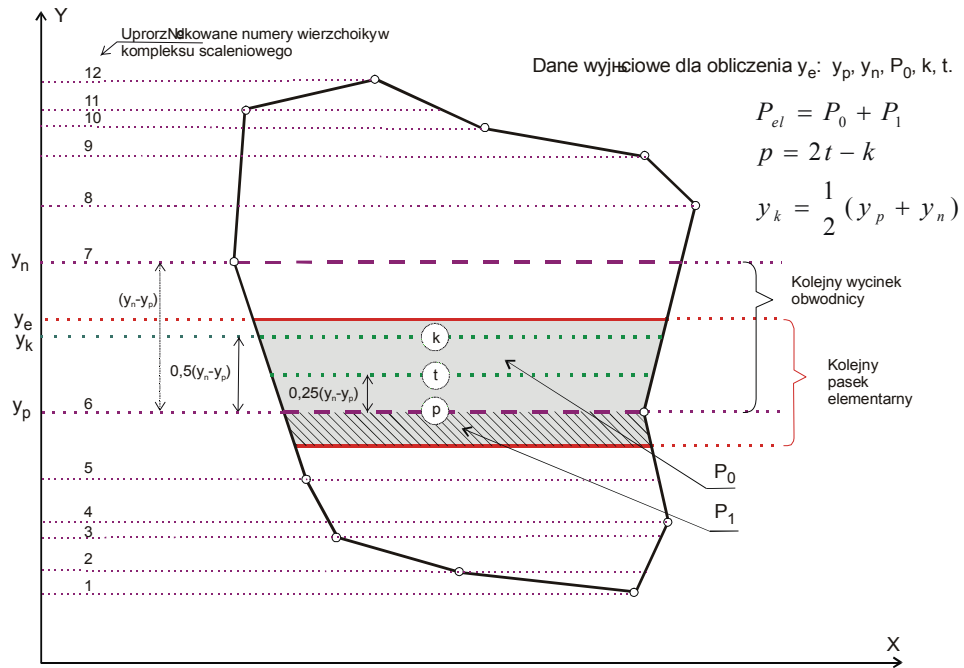
**Wnioski końcowe.** Przedstawiony algorytm pozwala na podział dowolnie ukształtowanego kompleksu na niewielkie paski elementarne lub działki o określonych powierzchniach na podstawie współrzędnych obwodnicy tego kompleksu oraz ustalonego kierunku jego podziału. Algorytm ten wymaga wstępnego podziału kompleksu na wycinki prostymi, równoległymi do kierunku wydzielania pasków elementarnych, przebiegającymi przez wierzchołki tego kompleksu. Wydzielenie wymaganego obszaru z danego wycinka wiąże się z dwukrotnym jego przecięciem prostymi równoległymi do kierunku tego wycinka. Uzyskanie takich przecięć (dla dowolnie ukształtowanego kompleksu) jest stosunkowo proste, ponieważ nie przechodzą one przez wierzchołki kompleksu i wymaga jedynie współrzędnych odcinków tworzących jego obwodnicę.

Opracowana procedura podziału kompleksu projektowego na paski elementarne posłużyła do sporządzenia programu komputerowego ułatwiającego dokonanie takiego podziału. Danymi wyjściowymi dla programu podziału obszaru wsi na paski elementarne są współrzędne wierzchołków obwodnic kompleksów projektowych oraz kierunki projektowania działek w tych kompleksach. Zastosowanie rozpatrywanego programu prowadzi do uzyskania mapy podziału kompleksów projektowania działek na niewielkie paski elementarne, które mogą być podstawą do sporządzenia modelu optymalizacji wiejskiej struktury przestrzennej.

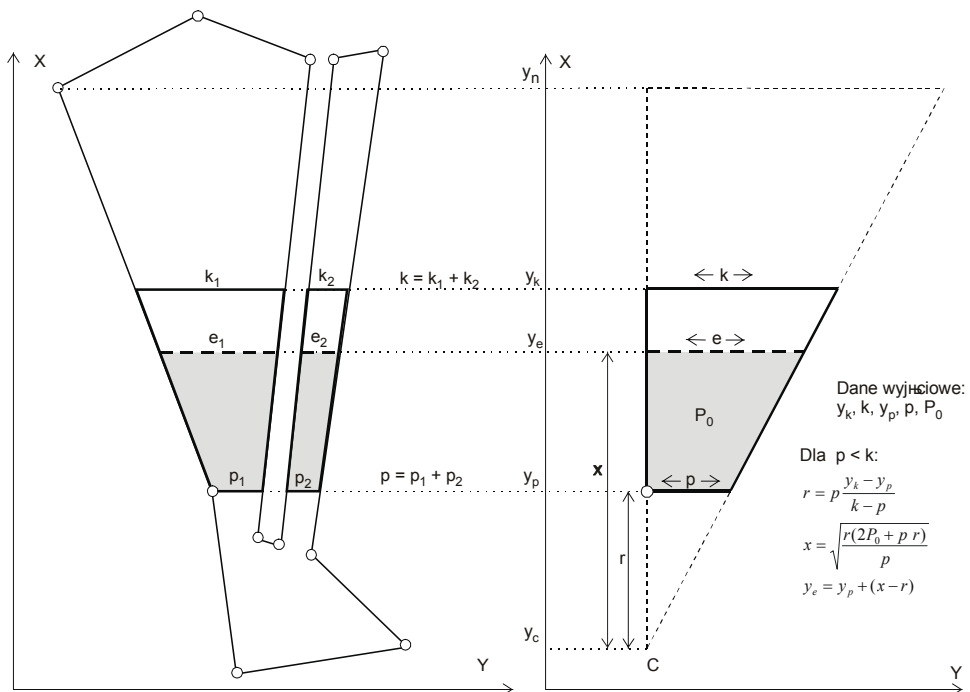
1. Harasimowicz S, Janus J, Ostrągowska B. 2006. *Optymalizacja rozmieszczenia gruntów gospodarstw rolnych na terenie wsi uwzględniająca położenie w stosunku do siedlisk. Przegląd Geodezyjny nr 12, s. 12-18.* 2. Harasimowicz S. 1986. *Optymalizacja podziału Wsi na gospodarstwa ze względu na odległość gruntów od siedlisk. Zeszyty Naukowe AR w Krakowie, Rozprawa habilitacyjna nr 110, s. 68.* 3. Harasimowicz S. 2002. *Ocena i organizacja terytorium gospodarstwa rolnego, Wydawnictwo AR w Krakowie, s. 239.* 4. Janus J, Zygmunt M. 2006. *Opracowanie informatycznej technologii scalenia gruntów. W „Nagrody Ministra Budownictwa”, Ministerstwo Budownictwa, Warszawa, s. 17-18.* 5. Pijanowski Z. 1989. *Omówienie wyników badań dotyczących melioracji kompleksowych w terenach górskich na przykładzie wsi Trybsz, Materiały szkoleniowe IUNiG w Puławach, s. 32-48.*



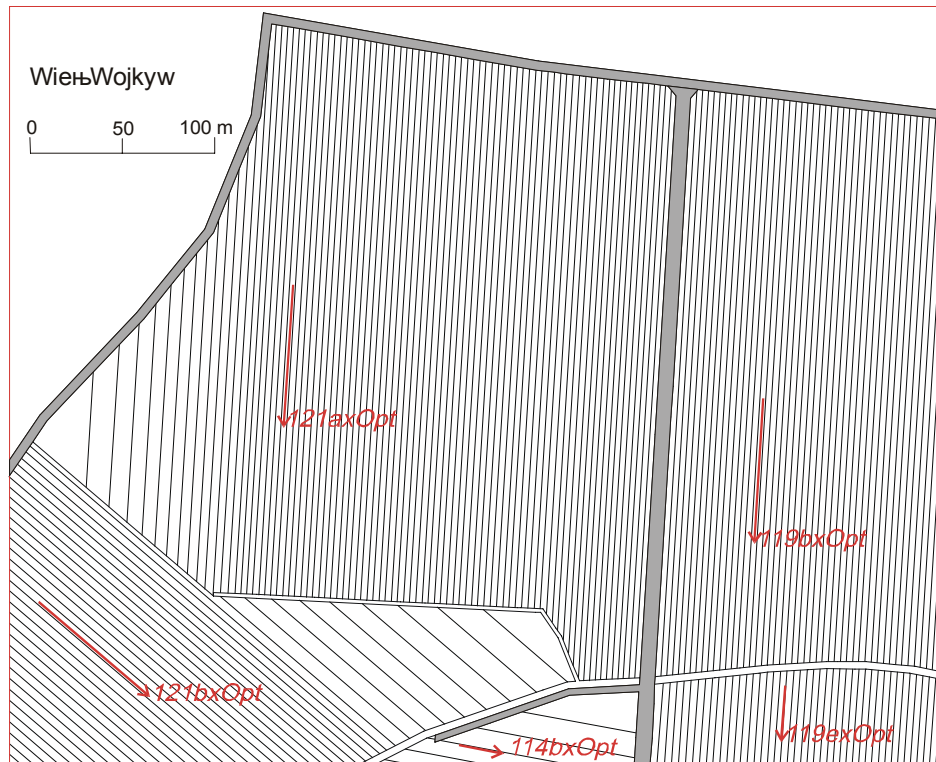
Ryc. 1. Podział obszaru wsi Wojków na kompleksy scaleniowe.



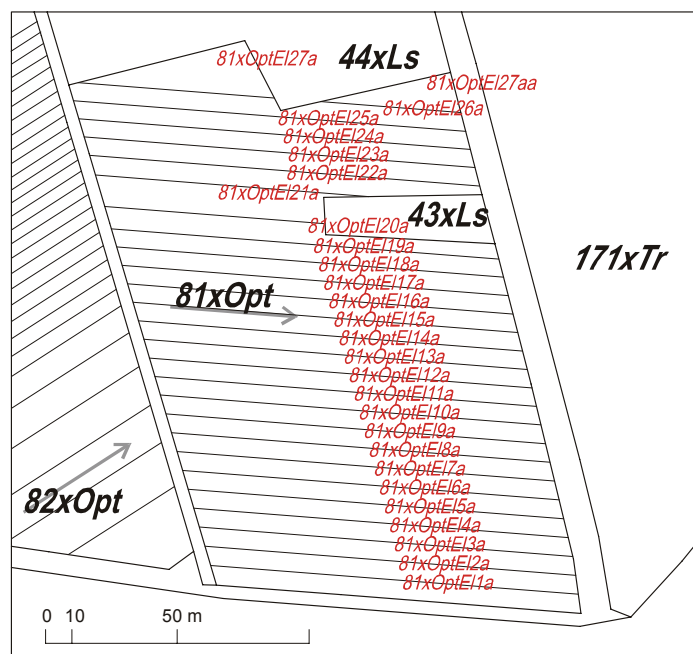
Ryc.2. Wyznaczenie granicy kolejnego paska elementarnego w kompleksie scaleniowym



Ryc. 3. Wyznaczenia granic paska elementarnego przy pomocy dwu przecięć kompleksu scaleniowego liniami równoległymi do boków tego paska i przebiegającymi między kolejnymi uporządkowanymi wierzchołkami rozpatrywanego kompleksu



Ryc. 4. Podział wybranego kompleksu scaleniowego na paski elementarne o powierzchni 10 arów (Wieś Wojków)



Ryc. 5. Podział wybranego kompleksu scaleniowego na paski elementarne o zawierający numery tworzących je działek (Wieś Wojków)