

Mariusz Adamski  
Instytut Inżynierii Rolniczej  
Akademii Rolniczej w Poznaniu

## ZAGADNIENIE OPTIMALIZACJI TYPOSZEREGU MASZYN DO NAWOŻENIA MINERALNEGO

### Streszczenie

W pracy przedstawiono wyniki nałożenia kryterium kosztów, kryterium nakładów energetycznych i pracochłonności na zbiór danych funkcji celu. Podstawowym celem zainicjowania przykładu stała się rozbieżność między wynikami weryfikacji metody pełnego przeglądu wariantów. Wpływ kolejności wyboru kryteriów przedstawiono dla gospodarstw o średniej powierzchni zasiewów pszenicy ozimej 21 ha. Wybrane rozsiewacze nawozów oraz ciągniki rolnicze, które dostarczyły danych funkcji celu, dobrano w zakresie wydajności  $W_{07}$  od 0,5 do 6 ha/h. Zależności między nakładami kosztów, pracochłonności i nakładami energetycznymi przedstawiono w postaci graficznej. Dane funkcji celu mają postać dyskretną. Zmiana kolejności nakładania coraz to nowych kryteriów powoduje, że wyniki zabiegów optymalizacyjnych różnią się od siebie. Rozwiązania postoptymalne w danej chwili różnią się, ponieważ zmienia się dziedzina funkcji.

**Słowa kluczowe:** typoszereg, optymalizacja, analiza skupień, nawożenie mineralne

### Wprowadzenie

Zaproponowana metoda pełnego przeglądu wariantów rozwiązań dopuszczalnych dotyczy doboru maszyn i urządzeń do nawożenia mineralnego [Adamski 2004; Siarkowski 2003]. Ciągi mas nawozów i ich częstości po odpowiednim przekształceniu, pozwalają na przeliczenie ich w programie Statistica [1999] pod kątem przeanalizowania wykresu macierzy odległości i określenia drzewa potrzeb będącego bazą do określenia typoszerogu maszyn. Masy nawozów i ich częstości utworzyły potrzebne wydajności maszyn. Na tak uzyskaną strukturę danych można nałożyć dowolną funkcję celu, czyli brać wariant typoszerogu z najkorzystniejszą wartością funkcji celu.

W toku prac nad weryfikacją wielokryterialnej metody optymalizacji typoszeregów maszyn rolniczych wyłonił się aspekt doboru kryteriów i ich wpływu na wynik zabiegów racjonalizacji doboru maszyn. Zauważono tendencje do zmiany końcowego wyniku z uwagi na kolejność rozpatrywanych kryteriów. Fakt ten poddaje w wątpliwość poprawność działania nowej metody, dlatego wymaga bardziej szczegółowej analizy.

### **Identyfikacja problemu naukowego**

Rolnik przy wyborze maszyn rolniczych kieruje się zarówno kryterium kosztów, nakładami energetycznymi czy pracochłonnością. Problem polega na określeniu liczby typów maszyn (liczby klas typoszeregu) oraz liczebności poszczególnych typów maszyn (liczebności klas typoszeregu) na podstawie znanego rozkładu zapotrzebowań użytkowników maszyn na wartości wybranego parametru, zgodnie z zadaną wielowymiarową funkcją celu.

### **Cel pracy**

Celem pracy jest przedstawienie przykładu stosowania różnych kryteriów wyboru dla racjonalizacji typoszeregu maszyn rolniczych. Istotna jest próba usystematyzowania schematu nakładania poszczególnych kryteriów na zawężające się zbiory rozwiązań dopuszczalnych.

### **Wyniki weryfikacji metody**

Obecnie w rolnictwie polskim i unijnym dużo uwagi poświęca się nakładom pracy i kosztom zabiegów agrotechnicznych, co wiąże się z doбором odpowiednich maszyn. Na podstawie danych statystycznych GUS [2002] dotyczących areалу upraw pszenicy ozimej i liczebności gospodarstw w Polsce, przedstawiono zapotrzebowania na wydajności maszyn do nawożenia mineralnego w skali całego kraju. Dobrano rozsiewacze nawozów i odpowiednie do ich zapotrzebowania środki energetyczne. Umożliwiło to, w zakresie wydajności  $W_{07}$  (0,5 do 6 ha/h), obliczenie kosztów eksploatacji zestawów maszynowych oraz nakładów energetycznych i pracochłonności zabiegów. Uzyskane wyniki uporządkowano według wzrastającej powierzchni gospodarstw.

Wpływ kolejności wyboru kryteriów przedstawiono dla gospodarstw powyżej 50 ha powierzchni o średniej powierzchni zasiewów 21 ha. Wykorzystano metodykę dotyczącą określenia kosztów, nakładów energetycznych i robocizny za Muzalewskim [2002]. W pracy rozpatrzono rozsiewacze i współpracujące z nimi ciągniki na różnych poziomach kosztów, nakładów energetycznych i robocizny.

Tabela 1. Dane funkcji celu dla pszenicy ozimej (pow. zasiewu 21,17 ha)

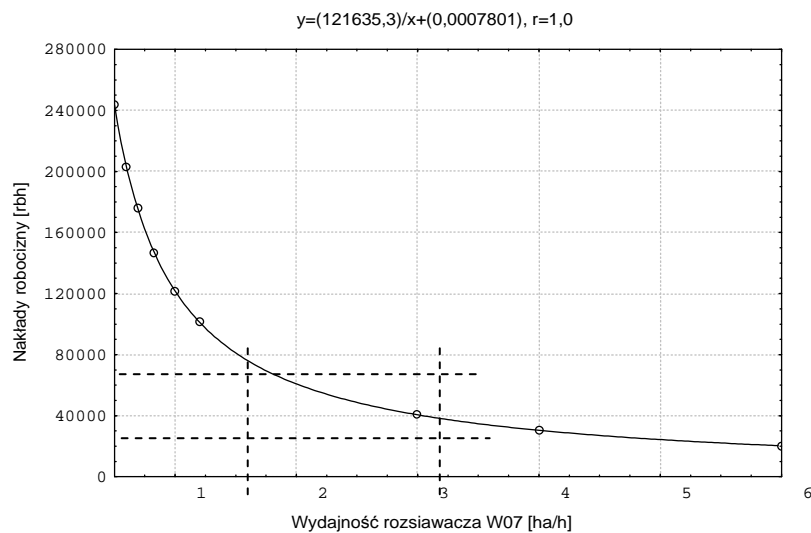
Table 1. The data of function of aim for winter wheat (the surface of sowing 21,17 ha)

Wydajność W <sub>07</sub> [ha/h]	Pracochłonność [rbh]	Koszt [zł]	Nakłady energet. [kWh]
0,50	243271	6 072 035	4 865 413
0,60	202726	5 092 465	3 649 060
0,69	176283	4 984 792	3 525 661
0,83	146549	4 184 665	2 637 874
1,00	121635	4 720 667	2 432 706
1,20	101363	3 986 598	1 824 530
3,00	40545	2 181 327	1 540 714
4,00	30409	2 461 291	1 155 536
6,00	20273	3 112 040	770 357

Tabela 2. Rozsiewacze oraz współpracujące z nimi ciągniki

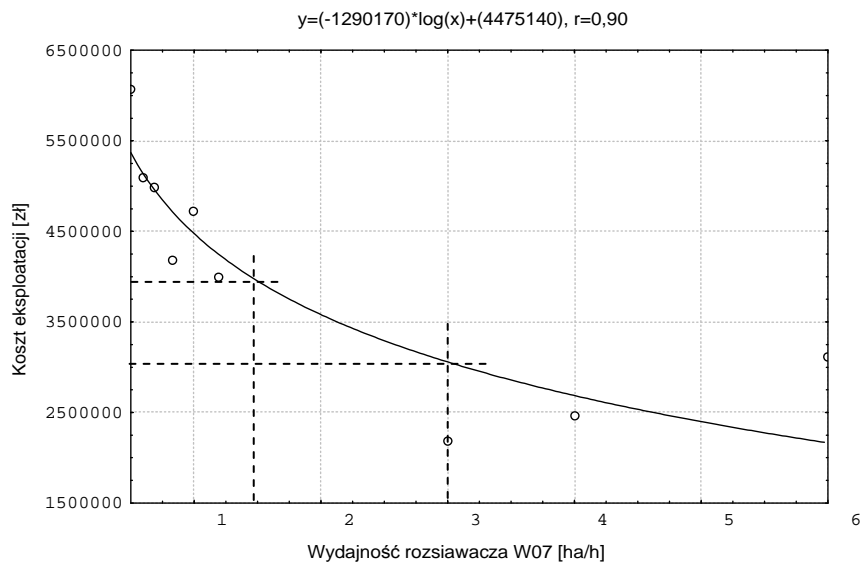
Table 2. Machine to fertilization as well as co-operating with them tractors

Rozsiewacz	Współpracujący ciągnik		
N012	Zetor 3320	Zetor 3321	Zetor 4321
N029	Zetor 3320	Zetor 3321 SE	Zetor 4321 SE
N032	Zetor 5321 S	Zetor 6340	Dorado 70

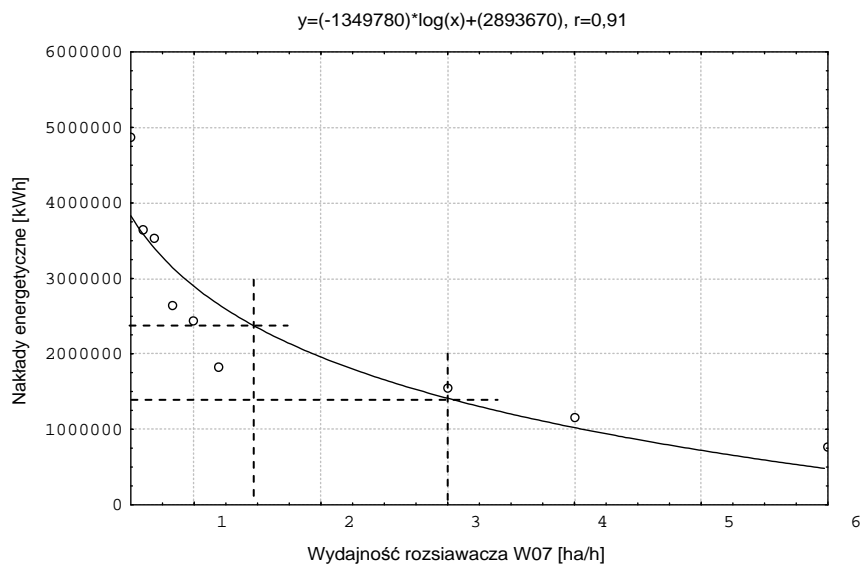


Rys. 1. Zależność pracochłonności od wydajności maszyny

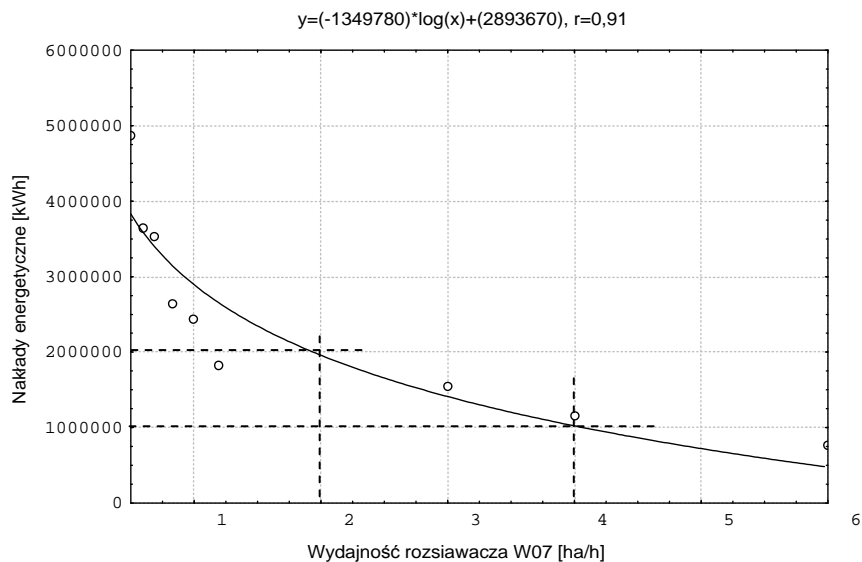
Fig. 1. The dependence of labour intensity from efficiency of machine



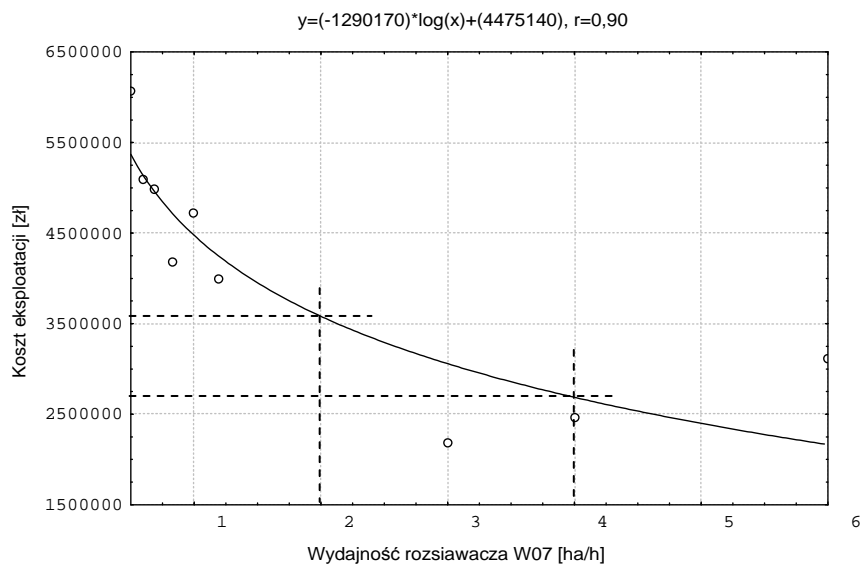
Rys. 2. Koszt eksploatacji w funkcji wydajności maszyny  
 Fig. 2. The cost of exploitation in function of efficiency of machine



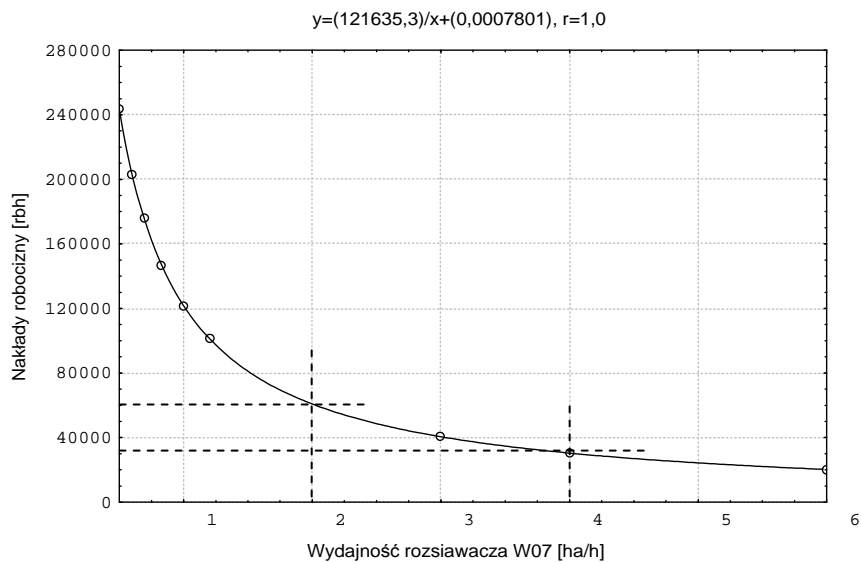
Rys. 3. Energochłonność w funkcji wydajności maszyny  
 Fig. 3. The energetic expenditures in function of efficiency of machine



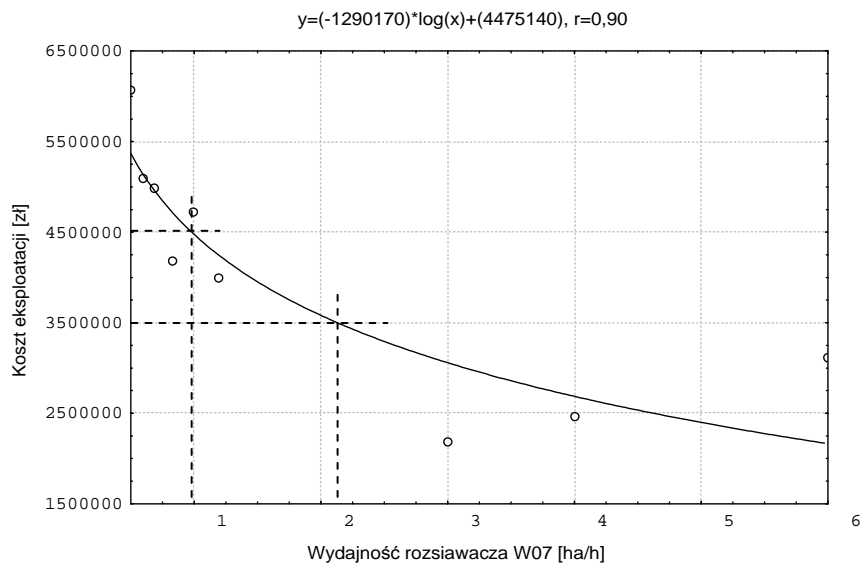
Rys. 4. *Nakłady energetyczne w funkcji wydajności rozsiawacza*  
Fig. 4. *The energetic expenditures in function of efficiency of machine to fertilization*



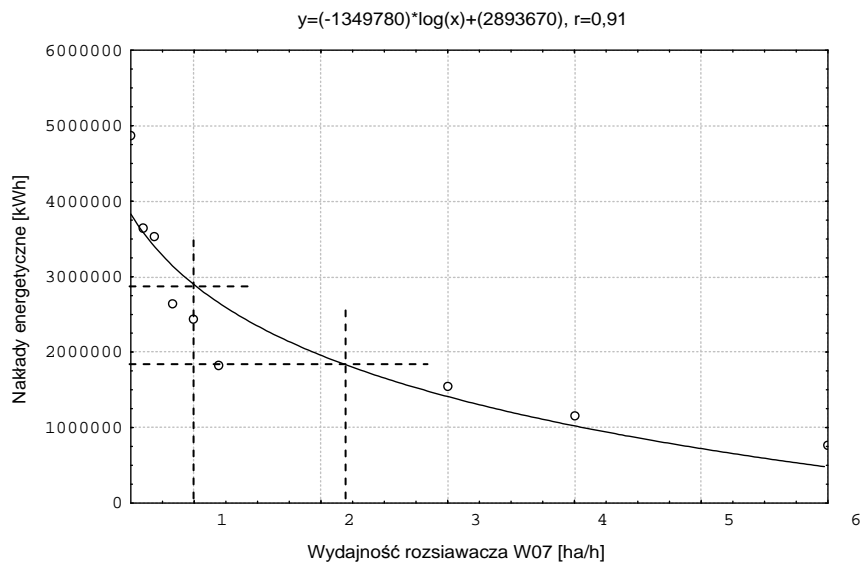
Rys. 5. *Koszt eksploatacji w funkcji wydajności rozsiawacza*  
Fig. 5. *The cost of exploitation in function of efficiency of machine to fertilization*



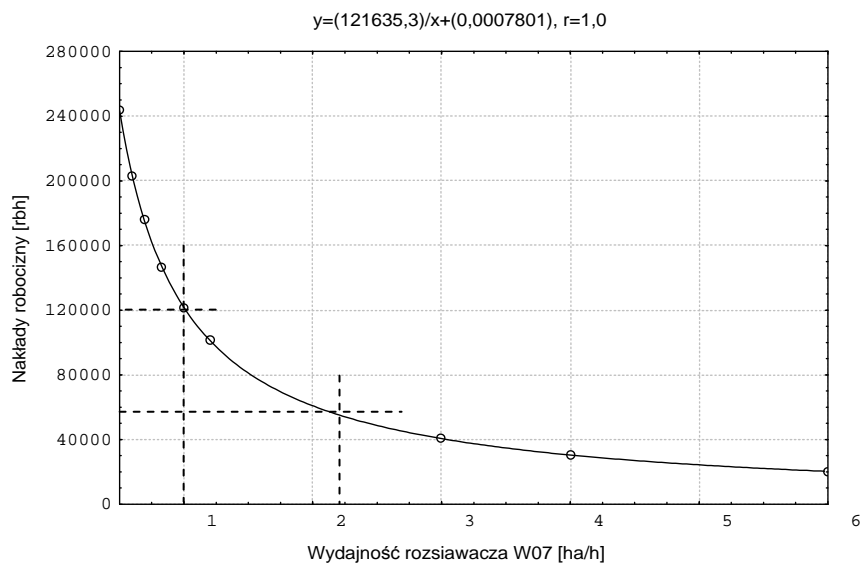
Rys. 6. *Nakłady robocizny w funkcji wydajności rozsiawacza*  
 Fig. 6. *The expenditures of labour in function of efficiency of machine to fertilization*



Rys. 7. *Zależność kosztu eksploatacji od wydajności maszyny*  
 Fig. 7. *The dependence of cost of exploitation from efficiency of machine*



Rys. 8. *Nakłady energetyczne w funkcji wydajności maszyny*  
 Fig. 8. *The energetic expenditures in function of efficiency of machine*



Rys. 9. *Pracochłonność w funkcji wydajności maszyny*  
 Fig. 9. *The labour intensity in function of efficiency of machine*

Każdy z wykresów staje się jednym przekrojem funkcji wielowymiarowej. Nakłady robocizny (rys. 1) z zakresu 40 do 80 tys. rbh zawężają obszar rozpatrywanych wydajności do przedziału 1,5 do 3,0 ha/h. Poprzez przedział wydajności 1,5 do 3,0 ha/h obszar kosztów eksploatacji zawęża się do wartości 3000 do 4000 tys. zł, odpowiadając założonym nakładom robocizny (rys. 2). Ta sama wartość wydajności pozwala określić (rys. 3), że nakładom robocizny z zakresu 40 do 80 tys. rbh odpowiada nakład energetyczny między 1400 tys. kWh, a 2400 tys. kWh. Jeżeli jako pierwsze rozpatruje się kryterium nakładów energetycznych na poziomie 1000 tys. kWh do 2000 tys. kWh (rys. 4), obszar rozpatrywanych wydajności obejmuje przedział wydajności 2 do 4 ha/h. Poprzez przedział wydajności 2 do 4 ha/h obszar kosztów eksploatacji (rys. 5) zawiera się w granicach 2600 tys. zł do 3550 tys. zł. Rezultatem ograniczenia wydajności maszyny w granicach 2 do 4 ha/h przez kryterium nakładów energetycznych jest nakład robocizny między 30 a 60 tys. rbh, (rys. 6).

Ustalenie jako pierwszego kryterium kosztów eksploatacji na poziomie 3500 tys. zł do 4500 tys. zł (rys. 7) powoduje, że rozwiązaniem postoptymalnym jest maszyna o wydajności z przedziału 1 do 2,1 ha/h. Odpowiadające uzyskanej wydajności maszyny nakłady energetyczne (rys. 8) zostają wybrane z przedziału 1900 mln kWh do 2900 mln kWh. Nakłady robocizny zostają wybrane z przedziału 60 do 120 tys. rbh na rys. 9.

## Wnioski

1. W przypadku dyskretnego rozkładu danych wejściowych i zastosowania wielokryterialnej funkcji celu możliwe jest otrzymanie różnych wyników w zależności od kolejności rozpatrywania kryteriów. Zmianie ulega dziedzina funkcji, co przyczynia się do uzależnienia wyników rozwiązań postoptymalnych od kolejności nakładania kryteriów.
2. Postać funkcji opisujących zależność pomiędzy kosztami, nakładami energetycznymi i robocizny, a wydajnością maszyny uprawowej zależy od liczby i jakości agregatów uprawowych. W przypadku nakładów energetycznych i robocizny uzyskanie takiej funkcji jest łatwiejsze z uwagi na jednoznaczne warunki uzyskania odpowiednich danych. Natomiast określenie kosztów jest trudniejsze z uwagi na niestabilizowany rynek maszyn rolniczych w Polsce.
3. Problem doboru kolejności kryteriów staje się tym ważniejszy im więcej rozpatrzemy kryteriów i im więcej zestawów maszynowych użyjemy.
4. Doskonalenie zakresu funkcji może doprowadzić do jednej wspólnej funkcji łączącej koszt, wielkość gospodarstwa, wydajność, energochłonność i praco-chłonność.



## **Bibliografia**

Adamski M. 2004. Założenia do określenia typoszeregu maszyn do nawożenia mineralnego. Inż. Rol. 3 (58), Tom I. Kraków. 53-60.

GUS. 2002. Wyniki Powszechnego Spisu Rolnego.

Muzalewski A. 2002. Koszty eksploatacji maszyn. Wskaźniki eksploatacyjno-ekonomiczne maszyn i ciągników rolniczych stosowanych w gospodarstwach rolniczych. Nr. 17, IBMER, Warszawa.

Opis programu STATISTICA. 1999. Materiały instrukcji obsługi programu. Podstawowe statystyki. Wersja 5.0.

Siarkowski Z. 2003. Zastosowanie analizy skupień do określania typoszeregów maszyn rolniczych. Inż. Rol. 9 (51). Kraków. 207-214.

## **THE QUESTION OF OPTIMIZATION OF ROW TYPES MACHINES TO FERTILIZATION MINERAL**

### **Summary**

The results of imposition in work were introduced the criterion of costs, criterion of energetic expenditures and labour intensity on set of data of function aim. The divergence became between results of verification with basic aim of example. The method of full review of variants was verified. The order of choice of criterions was introduced for growing the winter wheat farms. Plantation calculated average 21 [ha]. Chosen machines to fertilization and agrimotors delivered the data of function of aim. It machines had were chosen was in range of efficiency W07 since 0,5 to 6 [ha/h]. It the dependence between expenditures of costs, the labour intensity and the energetic expenditures were introduced was in graphic figure. The data of function of aim have the discreet figure. The order of putting of criterions alters the results of optimization. Optimum solutions in given moment differ because the field of function changes.

**Key words:** type series, optimization, concentration analysis, mineral fertilization