

*Maciej Kuboń, Michał Cupiał*  
*Katedra Inżynierii Rolniczej i Informatyki*  
*Akademia Rolnicza w Krakowie*

## **ZAŁOŻENIA WEJŚCIOWE DO PROGRAMU OPTYMALIZUJĄCEGO DOBÓR LICZBY ŚRODKÓW TRANSPORTOWYCH DLA GOSPODARSTW ROLNICZYCH**

### **Streszczenie**

W pracy przedstawiono założenia wejściowe do programu optymalizującego dobór liczby środków transportowych pod względem wydajności. Przedstawiono metody oraz kryteria optymalizacji transportu rolniczego (dobór środków transportowych) jak również scharakteryzowano podstawowe czynniki wpływające na podstawowe kryterium optymalizacyjne jakim jest wydajność przewozu.

**Słowa kluczowe:** transport, założenia, kryteria, dobór środków, metoda

### **Wprowadzenie**

Organizacja pracy środków transportowych zaangażowanych przy przewozach stwarza określone problemy do rozwiązania. Jednym z podstawowych jest racjonalny dobór i wykorzystanie środków transportowych, to znaczy takie, które minimalizuje ich liczbę przy jednoczesnym zapewnieniu pełnej realizacji zadań przewozowych. Wybór najlepszego sposobu wykorzystania środka transportowego jest związany z dużą liczbą alternatywnych wariantów, co stwarza konieczność zastosowania specjalnych metod poszukiwania optymalnych rozwiązań. Potrzeba odpowiedniego doboru środków transportowych do realizacji zadań przewozowych występuje w przypadku wprowadzenia nowej zrationalizowanej technologii jak również wyboru spośród posiadanych środków tych, które w najwyższym stopniu spełniają wymagania danej technologii. W celu dokonania odpowiedniego doboru środka należy dokonać analizy możliwych wariantów w aspektach technicznych, technologicznych i ekonomicznych.

### **Cel pracy**

Celem pracy jest przedstawienie założeń wejściowych do programu optymalizującego dobór środków transportowych do gospodarstw rolniczych.

## Podstawowe kryteria optymalizacyjne wykorzystywane w transporcie rolniczym

Wybór kryterium optymalności zależy od celu badań oraz warunków zadania. W tabeli 1 przedstawiono wybrane kryteria optymalizacji transportu rolniczego. Określenie zbioru dopuszczalnych wariantów związane jest przede wszystkim z ustaleniem rozmiarów posiadanych rezerw (np. siły roboczej, taboru) i analizą wszystkich danych dotyczących ich ograniczeń (np. wielkości produkcji, nakładów inwestycyjnych) z uwzględnieniem celu, jakim jest rozwiązanie konkretnego zadania.

*Tabela 1. Klasyfikacja kryteriów optymalizacji transportu rolniczego [Mikucki 1988]*

*Table 1. Classification of the criteria of agricultural transport optimization [Mikucki 1988]*

Grupa kryteriów	Kryterium	Zalecane warunki zastosowania
Czasowe	Minimum czasu trwania procesu transportowo-produkcyjnego	Przy ograniczonych terminach i terminowości przewozów (w tym, przy wykorzystaniu różnych rodzajów transportu)
	Maksimum wykorzystania efektywnego czasu pracy	Przy ograniczonych terminach i rezerwach w transporcie
Przebiegowe	Minimum ogólnego przebiegu	Przy opracowywaniu optymalnych schematów przewozu jednorodnych ładunków jednorodnym środkiem
	Minimum przebiegu bez ładunku lub maksymalnego wykorzystania przebiegu z ładunkiem	Przy ograniczonych terminach i rezerwach w transporcie i przy konieczności załadunku jazu powrotnych ładunkiem
	Minimum średniej odległości	Przy konieczności zapewnienia pracy transportowej i oszczędności materiałów eksploatacyjnych
Wydajności	Maksimum wydajności taboru	Przy ograniczonych terminach, dużych ilości przerabianego i przemieszczanego materiału
Zapotrzebowania na środki techniczne	Minimum zapotrzebowania na środki	Przy ograniczonych rezerwach w posiadanym taborze
Pracy	Minimum nakładów na wykonanie zadanej pracy	Przy ograniczonych rezerwach siły roboczej
	Maksimum wydajności pracy	Przy ograniczonych rezerwach siły roboczej i terminach robót
Nakładów	Minimum kosztów własnych wykonania przewozów	Przy ocenie ekonomicznej, przy wyborze racjonalnego typu taboru z posiadanego w gospodarstwie
	Minimum nakładów inwestycyjnych na środki techniczne	Jeżeli nie ma wątpliwości, że z punktu widzenia kosztów własnych zastosowanie danego wariantu jest równoważne z zastosowaniem innych

Jak można zauważyć z danych zawartych w tabeli kryteriów efektywności może być wiele, ale nie zawsze wiadomo, które z nich i w jakiej sytuacji ma pierwszeństwo. Przy rozwiązywaniu praktycznych zadań, wynikających z procesu kierowania transportem rolniczym, mogą być stosowane różne kryteria efektywności, takie jak maksimum przewiezionych ładunków, minimum środków transportowych wykorzystywanych przy przewozach jak też minimum czasu trwania przewozu.

Każde z wymienionych kryteriów ma swoje wady i zalety. W wielu sytuacjach stosowanie różnych kryteriów prowadzi do niejednakowych wyników, stąd też o wyborze odpowiedniego kryterium decydują nie tylko warunki badania ale również wycucie prowadzącego badania.

Przy doborze środków transportu dla gospodarstwa rolnego podstawowymi kryteriami są: rodzaj i wielkość jednorazowo przewożonych ładunków, relacje przewozu, sposób wykonywania czynności ładunkowych, przebieg pojazdu, czas trwania przewozu oraz koszty przewozu.

*Rodzaj i wielkość ładunku* jest podstawowym czynnikiem decydującym o doborze środka i efektach jego pracy. Podstawą doboru jest rozeznanie cech ładunku rzutuujących nie tylko na sposób przemieszczania, ale również na optymalne wypełnienie przestrzeni ładunkowej.

*Relacje przewozu* między określonymi punktami można określić w kilometrach. Od charakteru relacji – odległości zależy dobór środka a aspekcie jego ładowności i czasu wykonywania przewozu.

*Sposób wykonywania czynności ładunkowych* w zasadniczy sposób wpływa na czas trwania procesu przewozowego i w bezpośredni sposób decyduje o jego wydajności. Niewłaściwe dobranie maszyn ładunkowych i nieprawidłową organizację ich pracy można całkowicie zniszczyć efekty pracy środka transportowego.

*Przebieg pojazdu* może być również podstawą doboru środka w aspekcie ładowności. Pojazd o większej ładowności zabierający jednorazowo większą partię ładunku powinien być stosowany do przewozu na większe odległości, gdyż obniża w ten sposób koszty własne przewozu i zmniejsza przebieg konieczny do wykonania zadania.

*Czas trwania przewozu* ma istotne znaczenie ponieważ zależy między innymi od ładowności pojazdu, jak i specjalizacji taboru. Skrócenie czasu przewozu oznacza dla przewoźnika zwiększenie wydajności pracy zaangażowanego taboru, a dla klientów szybsze otrzymanie towaru.

*Koszty przewozu* stanowią najistotniejsze kryterium doboru środków czy też technologii przewozu. Dla przewoźnika prawidłowy dobór środka to obniżenie kosztów własnych przewozu i eksploatacji środka, a dla nadawcy lub odbiorcy ładunku zmniejszenie kosztów przewozu a tym samym obniżenie kosztów produkcji [Kokoszka 1984, 1996; Tomaszewski, Wrona 1980].

Kolejnym bardzo istotnym kryterium doboru środków transportowych dla zrealizowania określonych zadań jest wydajność przewozów, z której wynika wielkość nakładów oraz potrzeby taborowe – ilość środków. Do podstawowych czynników wpływających na osiąganą w danym czasie wydajność przewozu zaliczamy:

- czynniki zależne od środka (rodzaj środka, właściwości trakcyjne, prędkość),
- warunki pracy (rodzaj oraz wielkość jednorazowo przewożonych ładunków, odległość przewozu, rodzaj dróg),
- organizacja pracy (sposób wykonywania czynności ładunkowych, współpraca z innymi maszynami, wykorzystanie przebiegu).

### **Metody doboru ilości środków transportowych**

Występujący na rynku szeroki wachlarz różnego rodzaju środków transportowych powoduje, że już nawet dla ustalonych technologii produkcji i warunków pracy szybko rośnie liczba dopuszczalnych wariantów wyposażenia w środki transportowe. Stąd też ocena tych wariantów, pod względem określonego kryterium optymalizującego wymaga zastosowania określonych metod. W praktyce wykorzystywane są cztery metody doboru ilości środków transportowych:

- dobór ilości środków przez porównanie wydajności maszyn polowych i środków transportowych (jest to metoda pracochłonna i zawodna, gdyż ocenę wydajności dla maszyn i środków transportowych przeprowadza się przed wykonaniem pracy),
- dobór ilości środków przez określenie składników czasu pracy środka związanych z maszynami pracującymi w polu i porównanie ich ze sobą (jest to metoda mniej pracochłonna od poprzedniej, polega na ustaleniu podstawowych składników czasu pracy środka transportowego. Metodą tą można wyliczyć ilość potrzebnych środków w przypadku gdy: zestaw transportowy porusza się obok maszyny a materiał podawany jest w sposób ciągły, przyczepa zagregatowana jest z maszyną zbierającą oraz w przypadku gdy przeładunek materiału odbywa się cyklicznie ze zbiornika maszyny na przyczepę),
- metody graficzne (wykresy, nomogramy) wykorzystujące składniki struktury czasu pracy i dodatkowo pozwalające na zmiany w organizacji i wykorzystaniu środków (w praktyce ze względu na znaczną ilość parametrów oraz ich wysoką zmienność stosowanie nomogramów i wykresów jest bardzo ograniczone) [Kokoszka 1984, 1996],

- metody programowania matematycznego pozwalające m. in. na określenie optymalnej struktury parku transportowego i potrzeb w zakresie taboru (np. zastosowanie programowania liniowego do optymalizacji struktury parku transportowego polega na określeniu zbioru zmiennych decyzyjnych, zbioru ograniczeń determinujących zbiór dopuszczalnych wartości, które mogą te zmienne przyjmować oraz kryterium optymalizującego umożliwiającego ocenę poszczególnych ciągów wartości zmiennych decyzyjnych) [Mikucki 1988].

Złożony sposób projektowania sprawia, że dla dokonania optymalnego doboru środków transportowych wskazane jest zastosowanie komputerów. W celu opracowania programu komputerowego realizującego powyższe zadanie konieczne jest wybranie odpowiedniej metody oraz przyjęcie właściwych założeń. W Katedrze Inżynierii Rolniczej i Informatyki AR w Krakowie podjęta została próba opracowania założeń wejściowych, przeznaczonych do zaprojektowania programu komputerowego optymalizującego dobór liczby środków transportowych dla gospodarstw rolniczych. Ponieważ poszczególne składowe cyklu pracy środka transportowego mogą zależeć o wielu różnych czynników, założono kilka sposobów wyliczania czasu za i wyładunku. Te dwa czasy, wchodząc w skład cyklu pracy środka transportowego bardzo często zależą od maszyn, które współpracują z agregatem transportowym. W gospodarstwie rolnym bardzo często czas załadunku środka transportowego zależy od wydajności maszyn pracujących na polu. Bardzo ważna jest również prawidłowa organizacja pracy. Czynnik ten znacznie bardziej niż przy innych pracach polowych wpływa na wydajność pracy, gdyż przestoje i opóźnienia w czasie przenoszenia materiału na środek transportowy obniżają znacznie nie tylko wydajność transportu ale również szybkość pracy maszyn polowych (np. kombajny, siewczkarnie polowe itp.).

Biorąc powyższe pod uwagę uznano że program służący do optymalizacji doboru środków transportowych powinien działać według następujących założeń:

- podstawową funkcją programu powinno być prawidłowe wyliczenie wydajności środka transportowego. Do jej zrealizowania konieczne jest określenie poszczególnych składowych cyklu pracy.
- w celu wyliczenia wydajności transportowej należy określić czas cyklu pracy oraz ładowność środka transportowego
- czas przejazdów określić można na podstawie odległości oraz prędkości jazdy, na która wpływają m. in. jakość dróg i rodzaj środka transportowego
- czas załadunku najczęściej wynika z wydajności maszyny współpracującej, w wielu przypadkach sam środek transportowy jest wyposażony w urządzenie służące do załadunku (np. zbieracz pokosów). Wydajność ta może zależeć od plonu zbieranych roślin.

- czas wyładunku określić można bezpośrednio (np. przy wywrocie) lub poprzez wydajność maszyn i urządzeń służących do wyładunku.
- muszą być uwzględnione straty czasu wynikające np. z przestojów technologicznych lub złej organizacji pracy
- po wyliczeniu wydajności oraz określeniu plonów roślin, możliwe jest oszacowanie wykorzystania rocznego środka transportowego a następnie jego kosztów eksploatacji.

Wymienione założenia dają podstawę do stworzenia programu pozwalającego na dobór środków transportowych w gospodarstwie rolnym. Należy jednak zauważyć, że jeden środek transportowy może pracować (i najczęściej pracuje) w różnych cyklach pracy (z różną wydajnością). Aby uzyskać prawidłowe wyniki, również ten aspekt powinien zostać uwzględniony.

### **Podsumowanie**

Przedstawione założenia stanowią podstawę do stworzenia programu komputerowego umożliwiającego dobór środków transportowych do gospodarstw. Dobór ten będzie możliwy niezależnie od kierunku produkcji prowadzonej przez rolnika. Program komputerowy wykorzystujący zaprezentowane metody w prosty i szybki sposób pozwoli wyliczyć zasadnicze parametry pracy agregatu ciągnikowego.

### **Bibliografia**

Mikucki K. 1988. Kryteria optymalizacji transportu rolniczego. Mechanizacja Rolnictwa nr 7-8, Warszawa.

Kokoszka S. 1996. Transport w rolnictwie. Kraków.

Kokoszka S. 1984. Urządzenia transportowe w rolnictwie. Kraków.

Tomaszewski K. Wrona T. 1980. Przewodnik do ćwiczeń z eksploatacji sprzętu rolniczego. Lublin.

**INPUT ASSUMPTIONS FOR THE PROGRAM OPTIMIZING  
SELECTION OF THE NUMBER OF MEANS OF TRANSPORT  
FOR FARMSTEADS**

**Summary**

The paper presents input assumptions for the program optimizing selection of the number of means of transport with respect to performance. It describes methods and criteria for optimization of agricultural transport (selection of means of transport) and characterizes basic elements affecting the basic optimizing criterion i.e. the transport performance.

**Key words:** transport, criteria, selection of transport means, method