

*Andrzej Marczuk
Katedra Maszyn i Urządzeń Rolniczych
Akademia Rolnicza w Lublinie*

OKREŚLANIE ILOŚCI ŚRODKÓW TRANSPORTU DO REALIZACJI ZADAŃ PRZEWOZOWYCH W PRZEMYSŁE ROLNO-SPOŻYWCZYM

Streszczenie

Przedstawiono program doboru środków transportowych do realizacji przewozów w gospodarstwie rolniczym. Program został napisany w języku Delphi i wymagał opracowania i opisanie bazy danych o środkach transportu i wielkości przewozów do odbiorców masy towarowej. Opracowano moduły sterowania procedurami aktualizacji bazy danych, przetwarzania informacji oraz prezentacji danych i wyników analiz. Program został zweryfikowany na konkretnych zadaniach transportowych.

Słowa kluczowe: transport, rolnictwo, zagadnienia transportowe

Wstęp

Działalność gospodarstw rolniczych oraz przedsiębiorstw, które współpracują z rolnictwem wymaga prawidłowego rozwiązania zagadnień transportowych. Do zadań transportu rolniczego należy przemieszczanie środków produkcji, produktów i materiałów bezpośrednio oraz pośrednio związanych z produkcją, niezbędnych do funkcjonowania gospodarstwa rolnego. Chcąc całościowo rozwiązać problem transportowy należy zrealizować cztery etapy działań:

- 1 etap polega na określeniu struktury i wielkości masy, jaka ma być przemieszczana,
- 2 etap dotyczy zlokalizowania dostawców i odbiorców masy przewozowej, oraz opisanie sieci dróg z określeniem odległości transportowych,
- 3 etap to określenie liczby i typów środków transportowych potrzebnych do wykonania zadania transportowego,
- w 4 etapie opisywany jest sposób realizacji zadania przewozowego z jednoczesnym doбором środków transportu.

W większości opracowań dotyczących optymalizacji przewozów zakładano, że struktura parku transportowego jest znana a optymalizacja dotyczyła zasad jego wykorzystania [Całczyński i in. 1988; Szymanowski 1991]. Nowe podejście prezentowane w opracowaniu dotyczy 3 etapu dotyczy projektowania tj. sytuacji, w której po raz pierwszy projektuje się strukturę taboru przewozowego dla konkretnego przewoźnika lub zadania transportowego. Wymagało to rozpatrzenia wszystkich możliwości zestawienia środków przewozowych umożliwiających wykonanie zadania przewozowego [Nievergelt i in. 1978; Walukiewicz 1986]. Wybór metody optymalizacji zadania przewozowego (4 etap) zależy od rodzaju rozwiązywanego problemu [Siarkowski, Marczuk 2002; Sysło, Skupień 1977].

Cel pracy

Zagadnienia transportowe można rozpatrywać na wiele sposobów. Problem postawiony w pracy polega na określeniu liczby i ładowności środków transportu, które mogą być użyte do wykonania dowolnego zadania lub zadań transportowych i ustaleniu wszystkich kombinacji tych elementów zapewniających wykonanie zadania przewozowego. Przeprowadzona analiza ma na celu określenie zbioru rozwiązań dopuszczalnych.

Koncepcja rozwiązania zadania transportowego

Przejazd środków transportu z konkretnej bazy transportowej do określonego odbiorcy musi opierać się na:

- dokonaniu najwłaściwszego podziału wszystkich punktów obsługiwanych przez bazę na grupy, z których każda może być obsłużona przez środek transportowy określonego typu, przy wykorzystaniu pełnej jego ładowności i z góry założonym czasie,
- ustaleniu optymalnej kolejności obsługi poszczególnych punktów wchodzących w skład danej grupy.

Najwłaściwsza byłaby jednoczesna optymalizacja obu tych zadań, ponieważ są one wzajemnie uwarunkowane. Polegałaby ona na wyodrębnieniu grup punktów obsługiwanych przez bazę transportową w taki sposób, aby przy zapewnieniu optymalnej kolejności odwiedzania każdego punktu w danej grupie przez pojazd suma kosztów przewozów była jak najmniejsza.

Opracowana baza danych zawiera tabele, w których zgromadzono m.in. dane dotyczące ładowności środków transportowych i pojemności punktów skupu. Założono, że maksymalnie mogą wystąpić 4 różne typy środków transportowych, z uwagi na czas działania programu. Uwzględnienie większej liczby typów środków trans-

portu powoduje, że czas obliczeń przekracza kilkadziesiąt godzin i jest nie do przyjęcia dla użytkownika systemu. Przykładowo, jeśli dysponujemy 7 typami środków transportu, to ogólną liczbę kombinacji 4 elementowych wybieranych spośród zbioru 4 elementów wyznacza się ze wzoru na współczynnik Newtona postaci:

$$4! \binom{7}{4} = \frac{7!}{3!} = 7 * 6 * 5 * 4 = 840 \text{ kombinacji czteroelementowych z powtórzeniami ze zbioru 7 elementowego}$$

Do tego należy uwzględnić wszystkie kombinacje jedno, dwu i trójelementowe. Następnie trzeba rozpatrzyć wszystkie kombinacje liczebności dla analizowanych typów środków transportu. W efekcie uzyskuje się od kilkunastu do kilkuset tysięcy różnych kombinacji środków transportu, jakie następnie należy poddać obliczeniom w procedurach optymalizujących zadanie przewozowe. Dla takiej liczby kombinacji typów środków transportowych czas obliczeń wynosi kilkanaście sekund. Tak duże skrócenie czasu obliczeń uzyskano poprzez wprowadzenie warunków ograniczających zwiększanie liczby środków, jeśli ich liczba w danym momencie zapewnia wykonanie zadania przewozowego. Ponadto z badań prowadzonych w Katedrze Maszyn i Urządzeń Rolniczych Akademii Rolniczej w Lublinie wynika, że taka liczba różnych typów środków transportu zaangażowana do realizacji jednego typu przewozów w rolnictwie jest w większości wypadków wystarczająca. Jeśli jednak byłoby inaczej, kolejne skrócenie czasu obliczeń można uzyskać wprowadzając dodatkowe ograniczenia na wartość funkcji celu, np. ograniczając górną wartość kosztów lub wielkość nakładów energetycznych czy robocizny. Program uwzględnia w obliczeniach wszystkie czteroelementowe kombinacje.

Procedury przetwarzania danych

Dla formularza głównego przedstawionego na rys. 1 opracowano następujące procedury:

- FormCreate - procedura ładuje z pliku tekstowego do ListBox-u ładowności środków transportowych i zapotrzebowanie dostawców masy towarowej.
- ListBoxLadownoscDbClick - procedura powoduje, że jeżeli klikniemy dwukrotnie na ładowność danego środka transportowego w polu ListBox-u zostanie on dodany do pola Memo w formularzu wynikowym.

- ListBoxTowaryDbClick - procedura powoduje, że jeżeli klikniemy dwukrotnie na zapotrzebowanie dostawców masy towarowej w polu ListBox-u zostanie on dodany do pola Memo w formularzu wynikowym.
- ActionDalej - procedura ustawia formularz główny na niewidoczny a uaktyw-
nia formularz wynikowy - przechodzi do następnego formularza.
- ActionTransport - dodaje wszystkie ładowności środków transportowych
z ListBox-u do Memo w formularzu wynikowym.
- ActionTowary - dodaje wszystkie zapotrzebowania dostawców masy towaro-
wej z ListBox-u do Memo w formularzu wynikowym.
- ActionKoniec - procedura zamyka formularz główny.
- Dla formularza wynikowego przedstawionego na rys.2 opracowano następujące
procedury:
 - FormCreate - procedura ustawia parametry formularza wynikowego.
 - FormShow - procedura wywołuje procedurę UaktualnijDane.
 - ActionKoniec - procedura kończy działanie projektu - zamyka wszystkie
formularze.
 - ActionOblicz - główna procedura programowa obliczająca wszystkie możliwe
rozwiązania.
 - ActionZapisz – procedura zapisuje wyniki do pliku tekstowego.
 - ActionPobierz – procedura pobiera do Memo ładowności środków transporto-
wych i pojemności punktów odbioru.
 - WczytajLadownosc - procedura wczytuje ładowność środków transportowych
 - WczytajTowary - procedura wczytuje zapotrzebowania dostawców masy towa-
rowej.
 - UaktualnijDane - procedura uaktualnia dane w polach edytowych formularza
wynikowego.
 - ZapiszWynik - procedura wyświetla wynik w tabeli. W Delphi został użyty
komponent TStringGrid.
 - Oblicz2 - procedura oblicza układ dla dwóch rodzajów środków transportowych.
 - Oblicz3 - procedura oblicza układ dla trzech rodzajów środków transportowych.
 - Oblicz4 – procedura oblicza układ dla czterech rodzajów środków transportowych.

Rozwiązanie problemu transportowego

Przy opracowywaniu komputerowego programu dotyczącego przewozów transpor-
towych z bazy danych opisującej środki transportu wykorzystano informacje
o pojemności i ładowności jednostek transportowych. Natomiast z bazy danych
opisującej punkty skupu płodów rolnych oraz magazyny, wykorzystano informacje
o ich strukturze i lokalizacji przestrzennej. Zadaniem programu jest określenie,

jaka liczba środków transportowych, o jakiej ładowności jest potrzebna do przewiezienia określonej masy. Przykładowa baza danych obsługuje 11 dostawców masy towarowej i dysponuje 7 środkami transportu. W pracy został przedstawiony przykład maksymalnie dla czterech środków transportu. Z formularza głównego rys. 1 zostaje wybrana liczba środków transportu.

Rys. 1. Formularz główny

Fig. 1. Main form

Może zostać wybrana poprzez dwukrotne kliknięcie na ładowność w polu Memo lub za pomocą przycisku „Wszystkie środki”. Zostanie wtedy dodana do formularza wynikowego. Podobnie z zapotrzebowaniem na transport (rozumianym jako popyt na przewozy u poszczególnych dostawców), dwukrotne kliknięcie spowoduje dodanie do formularza wynikowego lub za pomocą przycisku „Wszystkie towary”. Następnie przechodzimy do formularza wynikowego. Dokonujemy tego za pomocą przycisku „Dalej”. Wtedy zamknie się formularz główny a otworzy formularz wynikowy przedstawiony na rysunku 2.

Zarządzanie środkami transportu

Koniec Oblicz Pobierz z pliku Zapisz do pliku

Liczba rodzajów środków transportu: 4

Liczba dostawców masy towarowej: 11

Łączne zapotrzebowanie na transport [kg]: 44460

Liczba możliwych rozwiązań problemu: 54

Liczba użytych środków transportu: 2 3 4

Ładowność poszczególnych rodzajów środków transportu [kg]: 8000, 6000, 3000, 2000

Zapotrzebowanie na transport poszczególnych dostawców [kg]: 800, 13000, 6300, 1560, 2300, 900, 3110, 2340, 1500

Oblicz Pobierz z pliku Zapisz do pliku Koniec Powrót

Nr rozw.	8000 kg	6000 kg	3000 kg	2000 kg	Razem [kg]
24	2	1	1	10	45000
25	1	5	2	1	46000
26	1	5	1	2	45000
27	1	4	4	1	46000
28	1	4	3	2	45000
29	1	4	2	4	46000
30	1	4	1	5	45000

Rys. 2. Formularz wynikowy

Fig. 2. Result form

Ładowności i pojemności zostały dodane w pola Memo. Liczba środków automatycznie została wyświetlona i wynosi 4. Liczba dostawców masy towarowej wynosi 11, czyli zostały wybrane wszystkie a ich suma wynosi 44460 kg - jest to łączna masa zgłoszona do przewiezienia. Aby przeprowadzić obliczenia należy wcisnąć przycisk „Oblicz”. Pod przyciskiem ukazuje się tabela z wynikami. Możliwe jest także wybranie mniejszej liczby rodzajów środków transportowych za pomocą wybrania i zaznaczenia liczby użytych rodzajów środków transportu. W tym przypadku jest możliwe wybranie dwóch, trzech lub czterech rodzajów środków transportu. Istnieje również możliwość pobrania z pliku danych bez wybierania w formularzu głównym tylko od razu w formularzu wynikowym. Wykonujemy to za pomocą przycisku „Pobierz z pliku”. Przycisk „Powrót” umożliwia powrót do formularza głównego, jeżeli chcemy dokonać zmiany. Wciśnięcie przycisku „Koniec” spowoduje zamknięcie całego programu. Opisuując działanie programu i wyniku w pliku tekstowym na przykładzie kilku pierwszych linii możemy powiedzieć, że do przewiezienia 44460 kg pewnej masy potrzebujemy np.: sześć

środków transportowych o ładowności 8000 kg, co po wymnożeniu daje razem 48000 kg, lub pięć środków transportowych o ładowności 8000 kg i jeden o ładowności 6000 kg, co po wymnożeniu daje razem 46000 kg. Istnieje możliwość wprowadzenia współczynnika korygującego wykorzystanie ładowności środka transportowego. W obu tych przypadkach jest nadwyżka gdyż zapotrzebowanie na transport wynosi 44460 kg a wynikach otrzymujemy przykładowo 48000 kg lub 46000 kg. Program jest tak napisany, aby łączne zapotrzebowanie na przewozy zawsze było mniejsze od sumy ładowności poszczególnych środków transportowych.

Podsumowanie i wnioski

W pracy przedstawiono program doboru środków transportowych do realizacji przewozów w rolnictwie. Program został napisany w języku Delphi i wymagał opisania i opracowania odpowiedniej bazy danych o środkach transportu oraz wielkości przewozów do odbiorców masy towarowej. Opracowano moduły sterowania procedurami aktualizacji bazy danych, przetwarzania informacji oraz prezentacji danych i wyników analiz. Opracowano i oprogramowano metodę kontroli formalnej i merytorycznej danych wejściowych do bazy danych.

Opracowano zintegrowany system bazy danych o rolniczych środkach transportu. Baza została wyposażona w program umożliwiający określenie wszystkich dopuszczalnych wariantów struktury taboru transportowego zapewniającego realizację dowolnego zadania transportowego. Dopuszczono rozwiązania do 4 różnych typów środków przewozowych. Ograniczenie analiz do czterech typów środków transportowych wynikało ze zbyt długiego czasu obliczeń komputerowych dla większej liczby typów (od kilku godzin pracy komputera Pentium4 dla 5 różnych typów środków transportu) oraz faktu, że w praktycznych zadaniach transportowych użytkownik dąży do unifikacji stosowanych maszyn i urządzeń i większa liczba typów powoduje znaczny wzrost kosztów na utrzymanie gotowości maszyn.

Program sprawdzono na konkretnych zadaniach transportowych uzyskując za każdym razem poprawne wyniki działania. Przykładowo, prawidłowe rozwiązanie zadania wyboru 4 spośród 7 typów środków transportu do realizacji zadania obsługi 11 odbiorców masy towarowej spowodował możliwość zestawienia ponad 44 tys. różnych struktur taboru transportowego. Liczba ta wyraźnie wskazuje jak duże znaczenie ma prawidłowy dobór rozwiązania ostatecznego. Rozwiązanie to można uzyskać dopiero po wykonaniu obliczeń optymalizujących przewozy dla każdego z tych wariantów.

Podsumowując należy stwierdzić, że:

- metoda daje jednoznaczne i poprawne wyniki obliczeń – weryfikacja ręczna.
- czas obliczeń zależy od dopuszczalnej liczby różnych typów środków transportu wykorzystywanych w rozwiązaniu optymalnym i przy obecnych komputerach klasy IBM nie może być większa od 4.

Bibliografia

Całczyński A., Sochańska J., Szczepankiewicz W. 1988. Metody racjonalizacji przewozów w obrocie towarowym. Wydawnictwo Akademii Ekonomicznej, Kraków.

Nievergelt J., Farar J. C., Reingold E.M. 1978. Informatyczne rozwiązywanie zadań matematycznych. WNT, Warszawa.

Siarkowski Z., Marczuk A. 2002. Komputerowe systemy doradztwa w produkcji roślinnej i zwierzęcej; Wydawnictwo Akademii Rolniczej w Lublinie, Lublin.

Sysło M. M., Skupień Z. 1977. Stosowana teoria grafów III. Grafy Eulera i Hamiltona. Zagadnienie komiwojażera. Roczniki Polskiego Towarzystwa Matematycznego. Seria III, Matematyka Stosowana X. Warszawa.

Szymanowski W. 1991. Zastosowanie modeli optymalizacyjnych w zaopatrzeniu aglomeracji miejskiej na przykładzie mleka spożywczego; Wydawnictwa Szkoły Głównej Gospodarstwa Wiejskiego Akademii Rolniczej w Warszawie, Warszawa.

Walukiewicz S. 1986. Programowanie dyskretne. PWN, Warszawa.

DETERMINING QUANTITY OF MEANS OF TRANSPORT REQUIRED TO CARRY OUT TRANSPORT TASKS IN AGRICULTURAL-FOOD INDUSTRY

Summary

The paper presents an application for selecting means of transport needed to carry out transport tasks in farms. The application was written in Delphi language, and required a database to be developed and specified, regarding means of transport and size of product volume transport to consumers. The work involved development of control modules for database updating procedures, information processing, and presentation of data and analysis results. The application was verified for certain transport-related tasks.

Key words: transport, agriculture, transport-related issues