

METODA WYZNACZANIA TYPOSZEREGU ROZTRZĄSACZY OBORNIKA

Andrzej Turski, Zbigniew Siarkowski

Katedra Maszyn i Urządzeń Rolniczych, Akademia Rolnicza w Lublinie

Streszczenie: W pracy przedstawiono metodę określania typoszeregów roztrzásaczy obornika. Metoda wykorzystuje bazę danych zawierającą trzy współpracujące z sobą integralne części. Pierwsza dotyczy edycji i kontroli poprawności rekordów bazy danych opisujących ciągniki rolnicze oraz roztrzásacze obornika, druga obejmuje dane dotyczące rodzaju uprawy zbożowej oraz wielkości areálu upraw natomiast trzecia jest modułem umożliwiającym dokonanie wyboru agregatu ciągnik rolniczy + roztrzásacz w oparciu o funkcję celu dotyczącą minimalizacji kosztów eksploatacji agregatu do nawożenia organicznego [zł], minimalizacji nakładów energetycznych [kWh] lub minimalizacji nakładów robocizny [rbh]. Metoda stanowi podstawę do opracowania projektu strony internetowej dotyczącej doboru maszyn i urządzeń do nawożenia upraw polowych.

Słowa kluczowe: obornik, roztrzásacz obornika, typoszereg, metoda

Wstęp

W Akademii Rolniczej w Lublinie od lat prowadzone są badania nad metodami doboru ciągników, maszyn i urządzeń do realizacji procesów technologicznych w produkcji rolniczej, [Kwiecień, Siarkowski 2001; Siarkowski, Lebedowicz, Maciejewski 2005; Siarkowski, Głuski 2002]. W pracach tych prezentowano różne metody optymalizacji procesów technologicznych występujących w produkcji roślinnej, począwszy od metod jednokryterialnych do postępowań, w których jednocześnie rozpatrywano trzy kryteria minimalizacji: kosztów, nakładów energetycznych oraz robocizny. Obecnie zostanie przedstawiona nowa metoda określania typoszeregu maszyn polegająca na szczegółowej analizie kosztów eksploatacji w zależności od wielkości areálu upraw, okresu agrotechnicznego, wydajności agregatu oraz czasu rocznego wykorzystania agregatu. Weryfikacja metody zostanie przedstawiona na przykładzie nawożenia organicznego.

Cel pracy

W pracy zostanie przedstawiona metoda postępowania umożliwiająca określenie typoszeregu roztrzásaczy obornika dla gospodarstwa o dowolnej wielkości areálu upraw. Metoda zostanie wykorzystana do badań symulacyjne wpływu wielkości areálu upraw, okresu agrotechnicznego wykonania nawożenia organicznego, wydajności agregatów oraz czasu rocznego wykorzystania agregatu na wielkości jednostkowych kosztów eksploatacji.

Dotychczas dobór maszyn i urządzeń do nawożenia dokonywany był z punktu widzenia jednego lub wielu kryteriów, tj. minimalizacji nakładów energetycznych, minimalizacji nakładów robocizny czy minimalizacji kosztów.

W pracy podjęto próbę opracowania nowej metody doboru maszyn i urządzeń do nawożenia upraw zbożowych. Metoda polega na opracowaniu projektu i implementacji witryny internetowej o technologiach nawożenia upraw zbożowych. Istota metody jest utworzenie internetowych łączników między wartościami funkcji celu a bazą danych o technologiach produkcji. Wybór określonych wartości funkcji celu spowoduje pokazanie technologii produkcji, jaka odpowiada wybranej wartości funkcji celu.

Metoda oceny opłacalności zakupu rozrzutnika obornika

Proces nawożenia upraw zbożowych składa się z nawożenia mineralnego i nawożenia organicznego. Dotychczas opracowano kilka metod doboru środków technicznych wykorzystywanych do mechanizacji prac polowych.

Metoda współczynnikowa polegała na wyliczeniu zapotrzebowania na ciągniki i maszyny rolnicze w oparciu o kryterium minimalizacji nakładów energetycznych dla założonej wielkości upraw. W metodzie wskaźnikowej proponowali kryterium wyboru dotyczące maksymalizacji wskaźnika rocznego wykorzystania środka technicznego. Mechaniczna siła pociągowa wyliczana była na podstawie wskaźnika zmotoryzowania lub zmechanizowania danej pracy. W metodzie technologicznej podstawą do obliczenia zapotrzebowania na agregaty rolnicze były tak zwane karty technologiczne określonych roślin, w których określony był rodzaj prac, sposób ich wykonania oraz ilość środków technicznych. Wyjściem do obliczenia zapotrzebowania na agregaty rolnicze było kryterium minimalizacji jednostkowych kosztów eksploatacji [Bogdanowicz i in. 1985; Ignatiuk 1986 za Siarkowskim 1998].

Bardzo ciekawą metodę algorytmizacji projektowania zestawów maszynowych dla produkcji roślinnej przedstawił Cupiał [1977], który przyjął jako podstawowe kryterium postępowania optymalizacyjnego eliminowanie tzw. „szczytów jednolitych prac”. Metoda ta polega między innymi na tym, że uwzględniono w niej uwarunkowania technologiczne związane z optymalizacją czasu wykorzystania maszyny w gospodarstwie.

Ponadto należy wspomnieć o metodzie pełnego przeglądu wszystkich dopuszczalnych wariantów wykonania zabiegu, która polegała na wyborze rozwiązania spośród wszystkich możliwych wariantów zestawiania agregatów uprawowych, określanych na podstawie odpowiednio opracowanej dla tego celu bazy danych [Cupiał 1997, 1998; Siarkowski 1995; 1998]. Moduł zawierający dane o gospodarstwie miał strukturę uniwersalną i umożliwiał odtwarzanie oraz symulowanie przyszłych zachowań wskaźników charakteryzujących środki techniczne stosowane lub dobierane dla gospodarstwa rolnego. Baza danych zawierała również odpowiednie oprogramowanie metody projektowania środków technicznych dla potrzeb gospodarstwa rolnego. Do tej grupy metod można także zaliczyć metody bilansowo-kalkulacyjne i bilansowo-rozdzielcze uwzględniające tylko niektóre czynniki ekonomiczne, m.in. opłacalność zakupu maszyn, niskie koszty jednostkowe eksploatacji, zwiększenie wykorzystania maszyn czy udziału w kosztach produkcji [Wójcicki, Pawlak 1997]. Dodatkową grupę metod stanowią wielowymiarowe metody doboru maszyn wykorzystujące nieekonomiczne kryteria wyboru. Na podstawie badań ankietowych okre-

ślane są preferencje użytkowników odnośnie zakupu lub modernizacji już posiadanych maszyn. Tego typu metody nie są klasycznymi metodami doboru maszyn, a raczej metodami wspomagania decyzji o wprowadzeniu nowych rozwiązań do gospodarstwa, [Grieger 2005].

Najogólniej kryteria doboru maszyn i urządzeń rolniczych można podzielić na dwie grupy:

- ekonomiczne – są to: minimalizacja nakładów energetycznych, minimalizacja kosztów produkcji czy minimalizacja nakładów robocizny. Wszystkie te kryteria sprowadzają się do obniżenia kosztów produkcji.
- inne niż ekonomiczne – są to: umiejętność obsługiwanie nowoczesnych maszyn, ich wielofunkcyjność, posiadane zaplecze do drobnych napraw, ich mycia i konserwacji oraz przechowywania, itp.

W niniejszej pracy podjęto próbę przedstawienia wielokryterialnej metody optymalizacji doboru środków technicznych w procesie produkcji zbóż. Aczkolwiek w pracy przedstawiono jedynie rozwiązania dotyczące strony ekonomicznej doboru maszyn i urządzeń technicznych, z pominięciem pozaekonomicznych aspektów doboru.

Mają one różny stopień szczegółowości, a w związku z tym dokładności dopasowania możliwości technicznych maszyn i urządzeń dostępnych na rynku do potrzeb gospodarstw rolnych. Najbardziej dokładną jest prezentowana w pracy metoda wielokryterialnego doboru ciągników, maszyn i urządzeń, w której wyboru rozwiązania optymalnego dokonuje się na podstawie trzech podstawowych wymiernych funkcji celu, tj. minimalizacji nakładów robocizny, minimalizacji kosztów oraz minimalizacji nakładów energetycznych. Jednak i ta metoda ma pewne mankamenty, do których należy zaliczyć:

- ograniczone możliwości wykorzystania metody, konieczność dostarczania danych o swoim gospodarstwie do ośrodka doradczego lub bezpośrednio do uczelni.
- trudności w uwzględnieniu kryteriów niewymiernych liczbowo, np. wyglądu maszyny, niezawodności zespołów roboczych czy tradycji funkcjonujących w otoczeniu przyszłego użytkownika maszyn.

Metoda wykorzystuje bazę danych o rozrzutnikach obornika opracowaną w Katedrze Maszyn i Urządzeń Rolniczych. Dokonano: edycji i modyfikacji danych o rozrzutnikach obornika, edycji i modyfikacji danych o ciągnikach rolniczych oraz obliczania ich jednostkowych kosztów eksploatacji, zestawienia agregatu rozrzutnik obornika + ciągnik rolniczy na podstawie bilansu mocy, określenia potrzeb na pracę rozrzutników w zależności od wielkości areálu upraw oraz okresu agrotechnicznego.

Obecnie rozbudowano bazę o moduł doboru najkorzystniejszego rozrzutnika z punktu widzenia jednostkowych kosztów eksploatacji. W module uwzględniono areál upraw, okres agrotechniczny, wydajność agregatu i czas wykonania zabiegu. Postępowanie optymalizacyjne polegało na doborze takiego rozrzutnika, który mógł wykonać nawożenie w przyjętym czasie agrotechnicznym i miał najtańszy koszt wykonania zabiegu.

Koszty eksploatacji obliczane były zgodnie z metodyką podaną przez Muzalewskiego [2002]. Czas wykonania zabiegu uwzględniał czas załadunku rozrzutnika oraz czas dojazdu agregatu na pole. Czas ten określono na podstawie badań własnych w gospodarstwach regionu środkowo-wschodniej Polski. Był on zależny od wielkości gospodarstwa oraz położenia pól. Podobnie wydajności rozrzutników wyznaczane były na podstawie badań w tych gospodarstwach oraz korygowane współczynnikami podanymi przez Lorencowicza [2005]. Metoda została oprogramowana w języku Visual Basic Excela.

Projekt strony realizującej metodę doboru roztrzásaczy obornika

Projekt ma strukturę rozbudowaną, posiada szereg różnych podstron korzystających dynamicznie z informacji zawartych w bazie danych „nawożenie”. Baza danych składa się z 4 tabel powiązanych ze sobą za pomocą relacji tak, że tworzą bloki tabel tematycznych, dotyczące jednej konkretnej podstrony. Ze względu na sposób, w jaki reprezentowane są informacje, w obrębie każdej podstrony można wyróżnić powtarzalny szkielet struktury, na który składają się części: statyczne i dynamiczne.

Część statyczna – jest odpowiedzialna za informacje statyczne podstrony projektu i jej wygląd od strony graficznej. Przeważnie są to niezmiennie podczas pracy z aplikacją elementy, głównie wizualizacji interfejsu użytkownika.

Należą do niej:

- dokument główny i podstrony o charakterze statycznym.
- dokumenty stylów CSS formatujących oprawę graficzną podstrony i ramki podstrony.
- elementy graficzne, tworzące oprawę graficzną oraz inne obiekty umieszczone na podstronie jak wykresy, mapy itp.

Część dynamiczna dotyczy komunikacji pomiędzy aplikacją, a osobą ją obsługującą w celu pobierania i przetwarzania potrzebnych danych. Za obsługę informacji dynamicznych odpowiadają przypisane im skrypty, utworzone w technologii PHP.

Należą do nich:

- odpowiednie tabele bazy danych, z informacjami wykorzystywanymi na podstronie,
- wszystkie podstrony funkcjonalne, przetwarzające lub pobierające informacje z bazy danych, które wchodzi w interakcję z użytkownikiem poprzez elementy interakcji,
- wszystkie elementy interakcji, znajdujące się w obrębie całej podstrony projektu, w tym także odsyłacze pod nagłówkiem do zasadniczych funkcjonalności aplikacji oraz odsyłacze do przemieszczania się pomiędzy głównymi podstronami projektu.

Przykładową stroną dotyczącą wyboru agregatu przedstawiono na rys. 1.

Strona wykorzystana została do określenia typoszeregu roztrzásaczy obornika. W badaniach symulacyjnych przyjęto następujące założenia:

- wielkość areálu upraw zmieniano w przedziale od 3 do 250 ha, takie wartości wynikają z wielkości gospodarstw w regionie środkowo-wschodnim Polski.
- okres agrotechniczny zmieniano w zakresie od 8 do 40 h, z uwagi na wydajności roztrzásaczy obornika przyjętych do rozważań.
- rozpatrywano 25 typów roztrzásaczy obornika dostępnych na rynku, o wydajnościach od 1,4 do 10,8 ha·h⁻¹.

Wyniki doboru typoszeregu roztrzásaczy obornika zestawiono w tabeli 1.

Kryterium wyboru dotyczyło minimalizacji jednostkowych kosztów eksploatacji. Uzyskane wyniki mogą być wykorzystane do:

- 1) określenia maksymalnej liczby ha, jaką można nawieźć określonym rozsiewaczem w czasie zadanego okresu agrotechnicznego, np. w okresie 8 godzin można nawieźć maksymalnie 39 ha roztrzásaczem o wydajności 6,3 ha·h⁻¹ a koszt pracy roztrzásacza wyniósłby 4942 zł;
- 2) doboru najkorzystniejszego roztrzásacza obornika dla uprawy o zadanej powierzchni i przyjętym okresie agrotechnicznym, np. dla pola o powierzchni 47 ha i okresie agrotechnicznym wynoszącym 16 h, najkorzystniejszy będzie roztrzásacz Cynkomet N222 (RT1/8) o wydajności 4,1 ha·h⁻¹ zagregatowany z ciągnikiem Zetor Z 9641.

1. Dobór maszyny do ciągnika:

Po wybraniu danego ciągnika zostano wyszukane maszyny, których zapotrzebowanie na moc jest mniejsze od mocy tego ciągnika.

Dane: Wybierz ciągnik:

Nazwa Ciągnika:

Symbol:

2. Dobór agregatu z wykresu:

W analizie rozpatrzono **cztery różne wydajności** oraz czternaście różnych wartości wykorzystania agregatu. Ponadto, uzyskane wyniki dotyczą agregatów optymalnych z punktu widzenia jednostkowych kosztów eksploatacji w podanych klasach wydajności.

Wykres jednostkowych kosztów eksploatacji agregatów do nawożenia organicznego w zależności od wydajności agregatu oraz wykorzystania w okresie użytkowania

Rys. 1. Widok strony umożliwiającej wybór rozrząsacza obornika

Fig. 1. View of page allowing to select manure spreader

Tabela 1. Typoszereg rozrzuśników obornika
Table 1. Manure spreaders - series of types

Lp.	Symbol rozrzuśnacza	Wydajność rozrzuśnacza [ha·h ⁻¹]	Ciągnik rolniczy	Moc ciągnika [kW]	Koszt eksploatacji rozrzuśnacza [zł·h ⁻¹]	Koszty eksploatacji rozrzuśnacza 1200 h na rok [zł·ha ⁻¹]	Graniczne min. koszty eksploatacji ciągnika 800 h [zł·h ⁻¹]	Koszty eksploatacji rozrzuśnacza 200 h na rok [zł·h ⁻¹]	Koszty eksploatacji agregatu [zł·h ⁻¹]
1	Agromet RT-4	1,4	Pronar 82TSA 4 WD Turbo	66,50	40,32	28,80	39,11	161,33	200,44
2	Cynkomet N222 (RT1/8)	4,1	Zetor Z 9641	93,00	124,64	30,40	64,18	234,67	298,85
3	Agromet Super Tytan 24 T	6,3	New Holland TG 255	189,00	111,95	17,77	151,37	466,40	617,77
4	Agromet N 259/2 Super Tytan	10,8	Zetor Z 9641 93 kW	93,00	112,32	10,40	64,18	467,87	532,05

Podsumowanie

W pracy przedstawiono metodę określania typoszeregu rozrzuśnaczy obornika polegającą na szczegółowej analizie kosztów eksploatacji w zależności od wielkości areálu upraw, okresu agrotechnicznego, wydajności agregatu oraz czasu rocznego wykorzystania agregatu. Metoda została oprogramowana w języku Visual Basic i umożliwia dobór rozrzuśnacza obornika dla gospodarstwa o dowolnej wielkości areálu upraw zbożowych i określonego czasu okresu agrotechnicznego.

Opracowano projekt i implementację witryny internetowej dotyczącej doboru maszyn i urządzeń do nawożenia organicznego upraw zbożowych. Umożliwiono dobór agregatów do nawożenia organicznego nawozami stałymi.

Do stworzenia bazy wykorzystano zintegrowane w FoxServer oprogramowanie, a mianowicie serwer Apache zapewniający obsługę systemu MySQL, jak również języka PHP stanowiącego swoistego rodzaju pomost pomiędzy bazą danych, a językiem programowania HTML do tworzenia stron WWW. Dobór oprogramowania okazał się trafny nie tylko ze względów ekonomicznych (oprogramowanie bezpłatne), ale także ze względu na wzajemne współdziałanie użytych programów. Patrząc na zastosowane technologie z perspektywy wykonanego projektu nasuwa się stwierdzenie, że stanowią one idealne narzędzie do tworzenia dynamicznych stron WWW, ich modernizacji i rozwoju.

Strona wykorzystuje odpowiednio opracowaną bazę danych i może być narzędziem użytecznym w systemie doradztwa dla producentów zbóż. Łatwo dostępna i funkcjonalna baza danych stanowi wygodny instrument gromadzenia i uaktualniania informacji oraz ułatwia dokonywanie wyboru urządzeń dla potrzeb konkretnego gospodarstwa. Metoda umożliwia wybór urządzeń, jakie można zastosować w procesie produkcji zbóż wg. kryterium minimalizacji kosztów, wydajności maszyn oraz rocznego wykorzystania agregatu. Kryterium optymalnej wydajności agregatu do nawożenia może być równoważne kryterium czasu wykonania zabiegu. W przyszłości planowane jest umieszczenie bazy danych i programu w Internecie.

Bibliografia

- Cupiał M.** 1997. Programowanie techniki w gospodarstwach rodzinnych. Praca doktorska. AR. Kraków.
- Cupiał M.** 1998. Baza danych gospodarstwa rolnego. *Inżynieria Rolnicza* 5(6). Warszawa. s. 177-184.
- Grieger A.** 2005. Wielokryterialna metoda doboru maszyn do produkcji roślinnej. Akademia Rolnicza w Szczecinie. Rozprawa habilitacyjna nr 229.
- Kwiecień S., Siarkowski Z.** 2001. Dobór środków technicznych do uprawy kukurydzy na kiszonkę. *Inżynieria Rolnicza* 1(21). s. 165-172.
- Lorencowicz E.** 2005. Wyposażenie techniczne i formy mechanizacji małych gospodarstw rolnych. *Rozprawy Naukowe Akademii Rolniczej w Lublinie. Z. 300.*
- Muzalewski A.** 2002. Formy i koszty mechanizacji. *Probl. Inż. Rol.* 1(35). s. 89-96.
- Siarkowski Z.** 1995. Struktura banku danych komputerowego systemu doradztwa dla gospodarstw produkujących bydło. *Zesz. Probl. Post. Nauk Rol.* z. 423. Warszawa. s. 299-308.
- Siarkowski Z.** 1998. Metoda optymalizacji procesów technologicznych w chowie bydła. *Rozprawy Naukowe Akademii Rolniczej w Lublinie. Z. 207.*
- Siarkowski Z., Głuski T.** 2002. Dobór środków technicznych do uprawy gryki. *Inżynieria Rolnicza* 6(39). s. 79-84.
- Siarkowski Z., Lebedowicz W., Maciejewski M.** 2005. Metoda doboru pod względem energetycznym maszyn i urządzeń stosowanych w produkcji zbóż na pasze. *MOTROL. Komisja Motoryzacji i Energetyki Rolnictwa PAN Oddział w Lublinie. T. 7, s. 168-175.*
- Siarkowski Z., Marczuk A.** 2006. Komputerowe projektowanie wyposażenia technicznego w budynkach dla bydła. *Inżynieria Rolnicza* 6(81). s. 257-264.
- Wójcicki Z., Pawlak J.** 1997. Dobór i wykorzystanie środków technicznych oraz koszty produkcji w rozwojowych gospodarstwach rodzinnych. Wydaw. IBMER. Warszawa. Maszynopis.

METHOD USED TO DETERMINE MANURE SPREADERS SERIES OF TYPES

Abstract. The paper presents a method allowing to determine manure spreaders series of types. The method in question makes use of the database containing three integral parts, which closely work with each other. The first one concerns editing and controlling correctness of database records describing farm tractors and manure spreaders. The second one includes data regarding grain crop type and crop area size, and the third one is a module allowing to select a farm tractor + manure spreader unit on the grounds of an objective function. The objective function concerns: operating costs minimisation for an organic fertilizing unit [PLN], energy expenditure minimisation [kWh], or labour amount minimisation [man-hours]. This method provides grounds for developing Web page concerning selection of machines and equipment for field crop fertilisation.

Key words: manure, manure spreader, series of types, method

Adres do korespondencji:

Zbigniew Siarkowski; e-mail: zbigniew.siarkowski@ar.lublin.pl

Katedra Maszynoznawstwa Rolniczego

Akademia Rolnicza w Lublinie

ul. Głęboka 28

20-612 Lublin