

KONCEPCJA OPTYMALIZACJI DOBORU MASZYN W ROLNICTWIE

Jan Banasiak

Instytut Inżynierii Rolniczej, Uniwersytet Przyrodniczy we Wrocławiu

Streszczenie. Wymagana terminowość zabiegów w rolnictwie powinna znaleźć wyraz w procedurze optymalizacji jakościowego i ilościowego doboru maszyn. Praca zawiera metodyczne propozycje zastosowania w doborze maszyn rolniczych procedur optymalizacyjnych z zastosowaniem kryteriów: czasu dyspozycyjnego i jednostkowego kosztu prac.

Słowa kluczowe: rolnictwo, dobór maszyn, optymalizacja

Wstęp

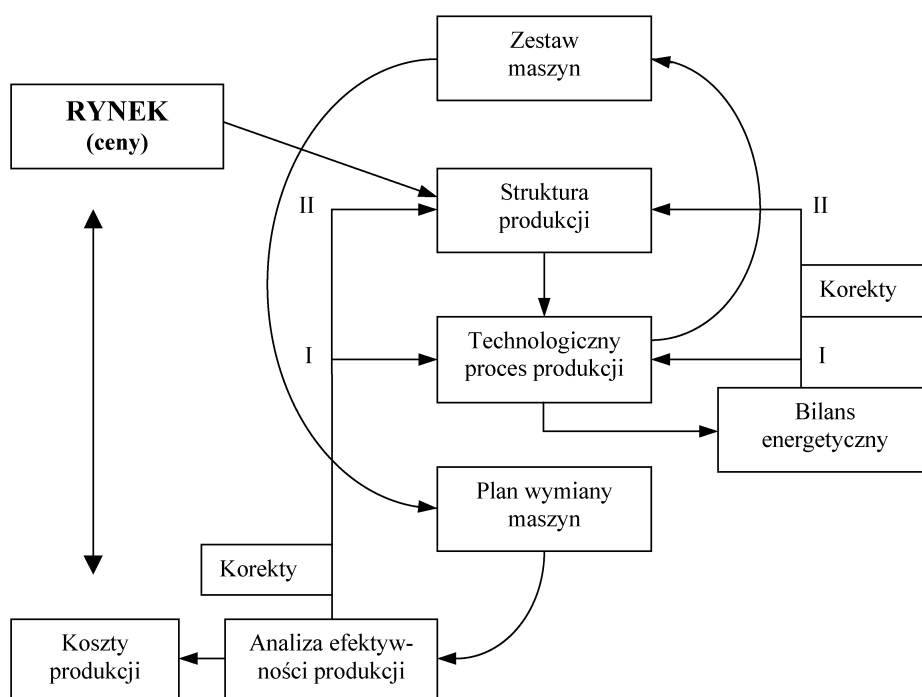
Procesy decyzyjne w zarządzaniu użytkowaniem maszyn rolniczych, poza decyzjami dotyczącymi bieżącej eksploatacji maszyn, obejmują decyzje o doborze i kompletowaniu zestawów maszynowych gospodarstw. W obu tych przypadkach, nie podlega dyskusji potrzeba podejmowania decyzji optymalnych. Optymalizacja według Stadnickiego [2006], to zadanie polegające na znalezieniu takich wartości zmiennych decyzyjnych, dla których funkcja celu osiąga minimum lub maksimum w zbiorze dopuszczalnym. W rozwinięciu tej definicji, stwierdza – jeżeli efekt jaki ma być uzyskany dzięki projektowi (funkcja celu) da się wyrazić ilościowo, a przy tym będzie on zależał od wartości pewnej liczby zmiennych decyzyjnych, które mogą przyjmować wartości w granicach wyznaczających zbiór możliwych rozwiązań, to możemy mówić o rozwiązaniu zadania optymalizacyjnego.

Przegląd metodyczny

Dobór środków wyposażenia technicznego gospodarstw oparty na doborze środków dla poszczególnych procesów technologicznych ma stronę jakościową i ilościową. Dobór jakościowy to tworzenie linii technologicznych polegające na przypisaniu poszczególnym czynnościom procesu technologicznego maszyn i narzędzi posiadających określone funkcje. Poznanie konstrukcyjnie zawartych w maszynach funkcji umożliwia prawidłowy ich dobór jakościowy. Przykładowo - bezpośrednie zestawienie prasy zbierającej z przyczepą objętościową jest możliwe pod warunkiem, że prasa zawierać będzie funkcję załadunku. Jak widać ze schematu (rys. 1), „Rynek”, a tam niewątpliwie ceny produktów rolniczych, jest głównym „regulatorem” kształtowania struktury produkcji gospodarstw rolnych. Z kolei struktura produkcji staje się podstawą działań w doborze maszyn. Proponowana technologiczna metoda doboru maszyn obejmuje dwa zadania [Banasiak 2004]:

- konstruowanie funkcjonalnego (czynnościowego) modelu procesu produkcji,
- ilościowy dobór środków technicznych zawierających wymagane funkcje.

Metoda ta wydziela więc dobór jakościowy jako odrębne zadanie, w wyniku którego tworzony jest model procesu produkcji zawierający chronologiczny spis wymaganych zabiegów i czynności pomocniczych wraz z podaniem rodzaju potrzebnych środków mechanizacji prac. Proponowana konstrukcja procesu technologicznego może zawierać pełen zestaw czynności technologicznych lub tylko czynności podstawowe – zabiegi. Można tu więc, zaproponować i skorzystać z systemowej metody budowy modeli, która nie wnikając głęboko w szczegóły pozwala zbudować i analizować sieciowy model procesu [Rzeźnik 2005], na poziomie zabiegów z pominięciem czynności pomocniczych.



Rys. 1. Ogólna procedura działań projektowych w metodzie technologicznej

Fig. 1. General procedure for project activities regarding the technological method

Dobór rodzaju maszyny potrzebnej do wykonania określonej czynności technologicznej jest w metodzie technologicznej w znacznym stopniu intuicyjny. Projektujący w wyborze rodzaju maszyny kieruje się analizą wskaźników eksploatacyjnych maszyn i opiniami ekspertów nie realizując określonej procedury optymalizacyjnej. Metodą łączącą w procedurze optymalizacyjnej dobór jakościowy i ilościowy maszyn jest metoda „grafów” [Rzeźnik i Przybył 1996; Rzeźnik 2005]. Autorzy, proponując jako kryterium „koszt zabiegu”, wykazali, że metoda ta może z powodzeniem być zastosowana dla optymalizacji doboru maszyn w rolnictwie a w szczególności do optymalnego doboru rodzaju potrzebnej maszyny. Przykład jej zastosowania zaprezentowali Banasiak i Olszewska [2006]. Przedstawili za-

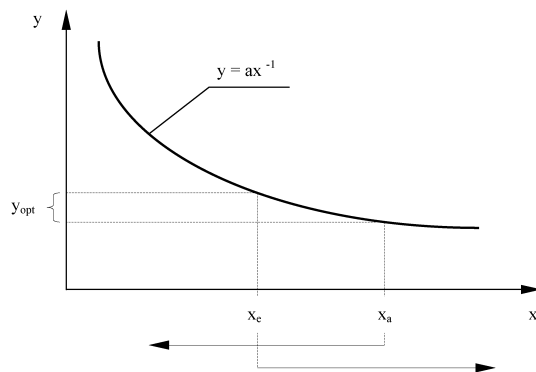
stosowanie omawianej metody w optymalizacji doboru maszyn dla wybranej rolniczej operacji technologicznej, wskazując na jej przydatność i ograniczenia. W świetle zaprezentowanego przykładu nasuwa się wniosek, wskazujący przede wszystkim na dużą przydatność metody dla projektowania poszczególnych rolniczych operacji technologicznych. Wtedy to, zoptymalizowane metodą „grafów” operacje technologiczne mogą być „instalowane” jako integralny fragment karty technologicznej, stanowiącej podstawowy element procedury projektowania zestawu maszyn dla gospodarstwa rolnego.

Określenie liczebności potrzebnych w zestawie maszyn to dobór ilościowy, dla którego można zaproponować omawianą dalej procedurę optymalizacyjną. Większość prac w rolnictwie wykonywana jest w krótkich oznaczonych okresach zwanych okresami agrotechnicznymi [Banasiak 1995]. Są to okresy zgodności stanów środowiska glebowego i faz rozwojowych roślin z warunkami technicznymi pracy maszyn. Parametry czasowe (suma czasu dyspozycyjnego i terminy) mają szczególnie wpływ na produkcję rolniczą. Mogą one wpływać pozytywnie lub niekorzystnie na sumaryczny efekt współdziałania środowiska przyrodniczego i działających w tym środowisku maszyn, np. rozsiew nawozów w niewłaściwym terminie może przynieść szkodę zamiast pożytku. Zgodnie z proponowaną [Banasiak 2004] definicją, zabiegi rolnicze mogą być wykonywane w wyniku realizacji pojedynczych czynności technologicznych, np. orka, bronowanie, itp. lub operacji technologicznych, np. nawożenie mineralne. W doborze ilościowym maszyn potrzebnych do terminowej realizacji rolniczych zabiegów (czynności technologicznych wiodących) należy więc zaproponować procedurę optymalizacyjną w oparciu o kryterium czasu dyspozycyjnego. Teoretyczne jej podstawy przedstawia rysunek 2. Dla wyznaczenia optymalnej wielkości zmiennej wynikowej – y , posługujemy się wyznaczonym przedziałem zmiennej niezależnej - x , przy czym wyznaczone wielkości są zmiennymi decyzyjnymi wyrażającymi określone kryteria merytoryczne, dla których zaznaczono wektory skutków pozytywnych. W rozpatrywanym przypadku kryteriami tymi są:

- kryterium ekonomiki x_e , zwane progiem ekonomiki, przekroczenie którego w stronę malejących wartości powoduje nadmierny wzrost planowanej liczby maszyn a co za tym idzie nieuzasadniony wzrost kosztów utrzymania zestawu maszyn;
- kryterium agrotechniki x_a , przekroczenie którego w kierunku rosnącym spowoduje spadek efektywności produkcji poprzez spadek plonów, gorszą ich jakość, trudności w realizacji zbioru itd.

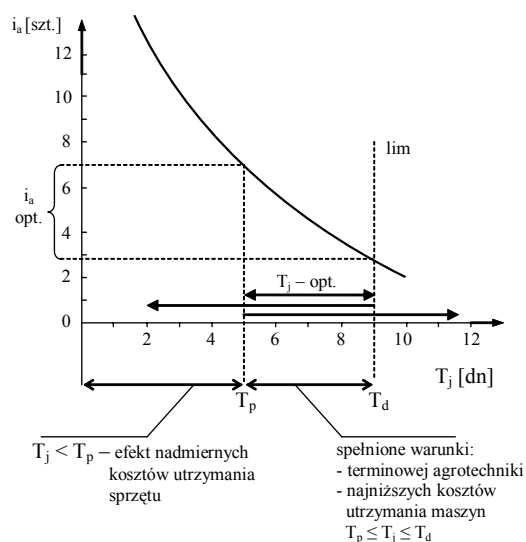
Kryteria te wyznaczone na osi x liczbą dni pracy określają przedział x_e - x_a – optymalnego czasu wykonywania danej czynności (zabiegu). Przedział ten spełnia wymogi: niskich kosztów i zalecanego krótkiego okresu trwania czynności agrotechnicznych. Znając z góry przebieg zmienności liczby maszyn w funkcji czasu przy stałej wydajności agregatu, ogólnie wyrażony jako $y = ax^{-1}$ można przenosząc punkty kryterialne osi x_e i x_a wyznaczone w dniach dyspozycyjnych na oś y , określić optymalny przedział liczebności maszyn. Wyznaczone w tym przedziale liczebności maszyn spełniają oba kryteria a więc mogą zostać uznane za optymalne. Zatem, przy znanym zakresie pracy do wykonania, o liczbie potrzebnych maszyn, zadecyduje charakterystyczna, w różnych regionach kraju, wielkość czasu dyspozycyjnego.

Wyznaczony jak na rysunku 3 przedział czasu spełniający wymogi ekonomii i agrotechniki, pozwala więc wyznaczać optymalną ilość potrzebnych maszyn, służących realizacji poszczególnych zabiegów.



Źródło: opracowanie własne

Rys. 2. Model dwukryterialnej optymalizacji w doborze ilościowym maszyn
 Fig. 2. A two-criterion optimization model for the quantitative selection of machines



Rys. 3. Graficzna ilustracja zasady optymalizacji doboru ilościowego narzędzi i maszyn w technologiach: T_j – okres agrotechnologiczny, T_p - T_d – czas dyspozycyjny, i_a – liczba potrzebnych agregatów
 Fig. 3. Graphical illustration of the principle of optimization of quantitative selection of machines and tools in the technologies: T_j – agrotechnological period, T_p – T_d – disposable time, i_a - number of the units needed

W praktyce projektowej wyznaczenie ze zbioru dopuszczalnego czasu, minimalnej potrzebnej liczby agregatów, można zrealizować wprowadzając do wzoru 1, maksymalny (dopuszczalny) czas dyspozycyjny T_d :

$$i_a \text{ (min)} = \frac{L}{W_{07} \cdot T_d} \quad (1)$$

gdzie:

- i_a – liczba potrzebnych agregatów maszynowych,
- L – zakres pracy do wykonania [ha, t, m³],
- W_{07} – eksploatacyjna wydajność dzienna agregatu [ha, t, m³·dn⁻¹],
- T_d – dopuszczalna długość okresu agrotechnicznego w dniach [dn.]

Wyliczenie najmniejszej liczby agregatów jaką można zastosować ze względu na konieczność realizacji zabiegu w dopuszczalnym okresie agrotechnicznym, można zrealizować następująco: Dane: $L = 150$ ha, $W_{07} = 4,8$ ha·dn⁻¹, $T_j = 5-7$ dn ($T_p = 5$ dn, $T_d = 7$ dn)

$$i_a \text{ (min.)} = \frac{150ha}{4,8ha/dn \cdot 7dn} \approx 4,4$$

Wyliczona liczba agregatów, w praktyce musi być liczbą całkowitą wynikającą z zaokrąglenia wzwyż do liczby 5, która z kolei zadecyduje o potrzebnym czasie trwania czynności technologicznej (T). Czas ten wyznaczyć można z wyliczenia:

$$T = \frac{150ha}{4,8ha/dn \cdot 5} = 6,3 \text{ dn}$$

Uzyskany wynik – 6,3 dn mieści się w przedziale zbioru dopuszczalnego okresu agrotechnicznego 5 – 7 dni dyspozycyjnych, spełniając oba kryteria (ograniczenia), dowodzi optymalności dokonanego doboru ilościowego maszyn.

Ilościowy dobór maszyn i środków transportowych w operacjach technologicznych wymaga zastosowania nadrzędności obliczeniowej maszyn, których bezpośrednim zadaniem jest wykonanie określonego zabiegu. Proponując nazewnictwo – maszyna wiodąca i maszyna towarzysząca uwzględnimy ten postulat. Dobór ilościowy maszyn wiodących w operacji technologicznej podlega już omawianym regułom (rys. 2 i 3). Z kolei, dobór maszyn towarzyszących, pomocniczo uczestniczących w realizacji operacji technologicznej wyrazi tą podrzędność, jeżeli ilość tych maszyn lub środków transportowych określimy stosując porównywalne wskaźniki wydajności do formuły odniesienia (2):

$$\sum W_{07}(m.w.) \leq \sum W_{07}(m.t.) \quad (2)$$

i jej przekształcenia:

$$i_{at} W_{07}(m.t.) \geq \sum W_{07}(m.w.) \quad (3)$$

$$i_{at} = \frac{\sum W_{07}(m.w.)}{W_{07}(m.t.)} \quad (4)$$

gdzie:

- i_{at} – liczba potrzebnych maszyn towarzyszących,
- $W_{07}(m.w.)$ – eksploatacyjna wydajność maszyny wiodącej służącej wykonaniu zabiegu określonego w celu operacji,
- $W_{07}(m.t.)$ – eksploatacyjna wydajność towarzyszącej maszyny pomocniczej.

W konsekwencji wyrażonego wyżej powiązania wydajności maszyn towarzyszących z wydajnością ilościowo zoptymalizowanej grupy maszyn wiodących, wyznaczoną liczbę maszyn towarzyszących, możemy także uznać za zoptymalizowaną.

Podsumowanie

Przedstawiona w pracy koncepcja optymalizacji doboru maszyn w rolnictwie może być stosowana w projektowaniu procesów produkcji rolniczej. Jej wykorzystanie ułatwi proces decyzyjny i zwiększy prawdopodobieństwo podejmowania decyzji trafnych.

Bibliografia

- Banasiak J.** 1995. Czas dyspozycyjny w doborze maszyn rolniczych – zastosowanie i zarys metodyki badań. Zesz. Nauk. AR Wroc., III 258.
- Banasiak J.** 2004. Projektowanie i ocena ekonomiczna procesów agrotechnologicznych. Wyd. AR we Wrocławiu.
- Banasiak J., Olszewska A.** 2006. Optymalizacja procesu technologicznego w rolnictwie z zastosowaniem „metody grafów”. Inżynieria Rolnicza. Nr 13(88). Kraków. s. 7-15
- Rzeźnik C.** 2005. Wprowadzenie do metodyki prac magisterskich i projektów w technice rolniczej. Wyd. AR w Poznaniu.
- Rzeźnik C., Przybył J.** 1996. Modelowanie procesów maszynowych w rolnictwie. Roczn. AR w Poznaniu t. 285, Rolnictwo nr 48. s. 11.
- Stadnicki J.** 2006. Teoria i praktyka rozwiązywania zadań optymalizacyjnych z przykładami zastosowań technicznych. Wydawnictwa Naukowo Techniczne. Warszawa. Maszynopis.

OPTIMIZATION OF THE AGRICULTURAL MACHINE SELECTION

Abstract. The necessity to conduct agricultural practices on time should find its expression in the optimization procedure for qualitative and quantitative selection of machines. The paper includes methodical proposals concerning the use, in the selection of agricultural machines, of optimization procedures, basing on the criteria: disposable time and unit labour cost.

Key words: agriculture, machine selection, optimization

Adres do korespondencji:

Jan Banasiak; e-mail: banasiak@imr.ar.wroc.pl
Instytut Inżynierii Rolniczej
Uniwersytet Przyrodniczy we Wrocławiu
ul. Chełmońskiego 37/41
51-630 Wrocław