

*Jacek Skwarcz
Katedra Podstaw Techniki
Akademia Rolnicza w Lublinie*

WPŁYW WYKORZYSTANIA AGREGATU DO NAWOŻENIA MINERALNEGO NA JEDNOSTKOWE KOSZTY EKSPLOATACJI

Streszczenie

Przedstawiono ocenę opłacalności wykonywania prac związanych z nawożeniem mineralnym w gospodarstwie prowadzącym uprawę zbóż w formie usług zleczanych na zewnątrz. Metoda wykorzystuje ogólne zależności pomiędzy jednostkowymi kosztami eksploatacji zestawu ciągnik – rozsiewacz nawozów, a jego wydajnością eksploatacyjną oraz wykorzystaniem w okresie użytkowania. Przedstawiono wyniki analiz dla gospodarstw prowadzących produkcję zbóż na obszarze: 5; 16; 32; i 200 ha.

Słowa Kluczowe: agregat do nawożenia, baza danych, jednostkowe koszty eksploatacji

Wstęp

Dostosowanie produkcji rolniczej w Polsce do wymogów Unii Europejskiej oraz konkurencja na rynku zbytu powoduje konieczność zmian w dotychczasowym sposobie wytwarzania. Zmian tych można dokonywać na wiele sposobów. Jednym z nich jest obniżenie kosztów eksploatacji ciągników, maszyn i urządzeń rolniczych. Szczególnie dotyczy to produkcji roślinnej. W produkcji roślinnej wykonywanych jest w sezonie od kilku do kilkunastu zabiegów technologicznych a nakłady na środki techniczne ściśle zależą od wielkości posiadanego arealu upraw, rodzaju gleby oraz rodzaju uprawianej rośliny. Niewłaściwe zaplanowanie i wykonanie zabiegów prowadzi do zwiększonych kosztów, nakładów energetycznych oraz robocizny. Zagadnieniem tym zajmował się między innymi Muzalewski [2001, 2003, 2005], podając ogólne zasady wyznaczania granicznego wykorzystania maszyn rolniczych bazujące na zależności kosztów eksploatacji maszyny [zł/ha] od wykorzystania maszyny w ha/rok. W niniejszej pracy zostanie przedsta-

wione inne podejście do tego problemu. Opracowane zostaną zależności trójwymiarowe pomiędzy kosztami eksploatacji agregatów do nawożenia mineralnego upraw zbożowych [zł/h] a wydajnością agregatu [ha/h] oraz wykorzystaniem agregatu w okresie użytkowania [h].

Cel pracy

Celem pracy jest określenie wpływu wydajności agregatów do nawożenia mineralnego oraz ich wykorzystania w okresie użytkowania na jednostkowe koszty eksploatacji. Zależność ta będzie wykorzystywana do wspomagania decyzji o wyborze sposobu wykonania zabiegu technologicznego tj., określenia, kiedy zabieg ten opłaca się wykonywać w oparciu o własne środki techniczne a kiedy opłaca się zlecić wykonanie zabiegu na zewnątrz gospodarstwa.

Metodyka

W Akademii Rolniczej w Lublinie w Katedrze Maszyn i Urządzeń Rolniczych oraz w Katedrze Podstaw Techniki w oparciu o prowadzone prace opracowano bazy danych o ciągnikach, maszynach i urządzeniach rolniczych. Dotyczą one maszyn i urządzeń stosowanych do produkcji roślinnej i zwierzęcej, [Siarkowski, Leśniewska 2002]. Między innymi opracowano bazę danych o agregatach do nawożenia mineralnego zbóż, [Skwarcz, Marczuk 2005]. Baza ta daje możliwości: wyboru warunków produkcji, wielkości areału upraw oraz zestawiania agregatów do nawożenia. Jedną z obliczanych wielkości jest jednostkowy koszt eksploatacji agregatu nawożeniowego. Składowe kosztów eksploatacji można traktować jako wielkości stałe lub zmienne. Na wielkości stałe takie jak np. cena maszyny użytkownik ma niewielki wpływ, są to głównie negocjacje z producentem lub sprzedawcą maszyn. Użytkownik może wpływać na koszty zmienne, poprzez zastosowanie maszyn tańszych lub poprzez zwiększenie czasu wykorzystania maszyny.

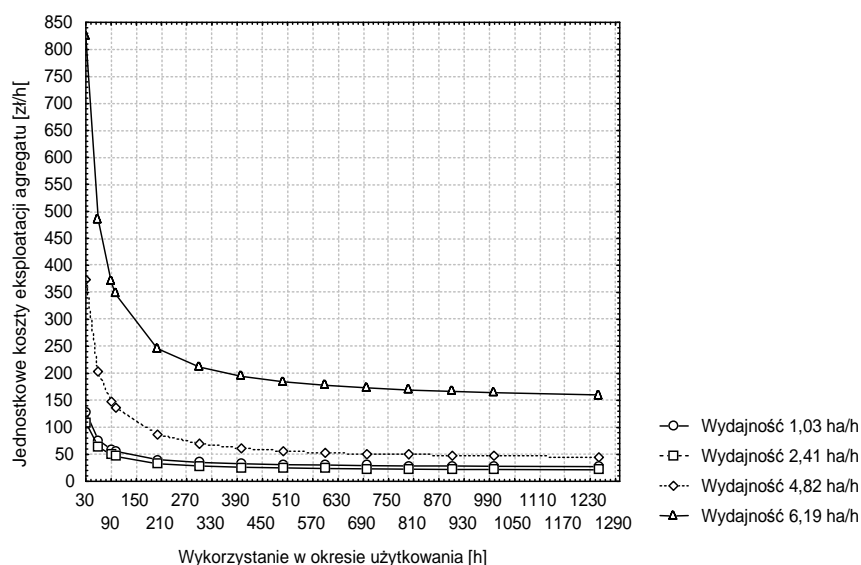
Udział kosztów stałych i zmiennych w jednostkowym koszcie eksploatacji analizowany jest przy założeniu równomiernego wykorzystanie maszyny w każdym roku w całym okresie eksploatacji. W ten sposób można określić optymalną wartość kosztów eksploatacji, jednak w praktyce gospodarstwo w ramach swoich potrzeb nie jest w stanie zapewnić tylu godzin pracy maszynie, nawet uwzględniając usługi świadczone na rzecz sąsiadów.

Powstaje problem jak podejmować decyzję odnośnie wykonania poszczególnych zabiegów, czy decydować się na wykonanie go własnymi maszynami czy zlecić wykonanie usługi na zewnątrz gospodarstwa? Muzalewski [2005] proponuje rozwiązać problem poprzez wprowadzenie pojęcia granicznego wykorzystania ma-

szyny. Na tej podstawie opracował metodę wyznaczania granicznego wykorzystania maszyny. Postępowanie polega na znalezieniu na wykresie punktu przecięcia krzywej kosztów eksploatacji własnego agregatu z kosztem usługi. Punkt ten określi graniczne wykorzystanie maszyny (Wgr) [ha/rok]. Przyjęto założenie, że jeśli więc Wgr jest większy od wykorzystania maszyny w gospodarstwie [ha/rok] to należy zlecić jej wykonanie jako usługę. Postępowanie nie uwzględnia możliwość wykorzystania współpracującego ciągnika do wykonania innych prac w gospodarstwie. Fakt ten ma duże znaczenia i wpływa na jednostkowe koszty eksploatacji samego ciągnika.

Wyniki i analiza badań symulacyjnych

Do badań wykorzystano bazę danych w oparciu, o którą [Skwarcz, Marczuk 2005] wygenerowano dla maszyn o różnych wydajnościach W07 optymalne z punktu widzenia kosztów eksploatacji zestawu ciągnik – rozsiewacz nawozów mineralnych tak, aby zapotrzebowanie mocy agregatu było pokryte przez moc ciągnika. Następnie zmieniając liczbę godzin wykorzystania agregatu w okresie użytkowania generowano jednostkowe koszty eksploatacji takiego zestawu. Uzyskane wyniki obliczeń symulacyjnych przedstawiono na rys. 1.



Rys. 1. Jednostkowe koszty eksploatacji agregatów do nawożenia mineralnego w zależności od wydajności i wykorzystania agregatu w okresie użytkowania

Fig. 1. Unit operating costs for mineral fertilization units in relation to each unit output and utilization during working life

Na podstawie danych z rys. 1 opracowano równania (1-5) opisujące zależność pomiędzy jednostkowymi kosztami eksploatacji zestawu ciągnik – rozsiewacz nawozów (z), a wydajnością eksploatacyjną (y) oraz wykorzystaniem agregatu w okresie użytkowania (x). Współczynniki korelacji R były we wszystkich przypadkach większe od 0,99, a wszystkie współczynniki regresji były istotne. Świadczy o dobrym dopasowaniu uzyskanych krzywych.

$$z = (0,119*x+14,7)/(0,00477*x-0,0000658) \quad (1)$$

Dla wydajność agregatu = 2,41 ha/h, $R = 0,99$ a równanie miało postać:

$$z = (0,132*x+18,3)/(0,00682*x-0,000164) \quad (2)$$

Dla wydajność agregatu = 4,82 ha/h, $R = 0,99$ a równanie miało postać:

$$z = (0,0535*x+14,4)/(0,00145*x-0,000657) \quad (3)$$

Dla wydajność agregatu = 6,19 ha/h, $R = 0,99$ a równanie miało postać:

$$z = (0,376*x+53,4)/(0,00262*x+0,000297) \quad (4)$$

Uwzględniając wszystkie analizowane zmienne, otrzymano równanie postaci:

$$z = (0,14x^2+152,8xy+17532y^2-226,19x-88836y+129437)/(8,53x+81,16) \quad (5)$$

gdzie:

- z – jednostkowe koszty eksploatacji zestawu ciągnik – rozsiewacz nawozów [zł/ha],
- x – wydajność eksploatacyjna W07 [ha/h],
- y – wykorzystanie w okresie użytkowania agregatu [h].

Do badań symulacyjnych przyjęto 5 gospodarstw o powierzchni upraw wynoszącej 5; 16; 32; 50 i 200 ha. Uzyskane wyniki obliczeń kosztów wykonania zabiegu w tych gospodarstwach zestawiono w tabelach 1 i 2.

Przy wykonywaniu obliczeń kosztów eksploatacji ciągnika przyjęto założenie, że jest on w pełni wykorzystany w gospodarstwie a koszty obliczano na podstawie równań 1-5. Ceny usług były przyjęte za Rolniczym Przeglądem technicznym, październik 2005.

W tabeli 1 zestawiono koszty wykonania zabiegu nawożenia mineralnego wykonywanego przez cztery agregaty o różnej wydajności oraz współpracującymi z różnymi ciągnikami rolniczymi. Zróżnicowano wykorzystanie roczne ciągników 300; 400; 650 i 667 h/rok, współpracujących z agregatami do nawożenia. Przyjęto też 4 różne wartości kosztu usługi w zależności od rodzaju zestawu ciągnik maszyn użytego do wykonania usługi. Z przedstawionych obliczeń wynika, że dla

gospodarstw o powierzchni 5; 16; 32; 50 ha powierzchni upraw zbożowych optymalnym jest wykonanie prac nawożeniowych agregatem o wydajności 1,03 bądź 2,41 ha/h i przy rocznym wykorzystaniu ciągnika 650, 670 h/rok, który znajduje się w posiadaniu właścicieli gospodarstwa (podkreślone wartości w tabelach 1 i 2).

Tabela 1. Zestawienie kosztów wykonania nawożenia mineralnego

Table 1. Statement of expenses for mineral fertilization

Areał upraw ha	Wykorzystanie roczne [h]	Wykorzystanie w okresie użytkowania [h]	Jednostkowe koszty eksploatacji [zł/h]	Koszt wykonania zabiegu własnymi środkami zł	Koszt wykonania zabiegu jako usługa zł 2005 r.
Rozsiewacz MrBrzeg RNZ-SAD + ciągnik Pronar 2048A (33 kW).					
Wykorzystanie ciągnika 667 h/rok. Wydajność agregatu 1,03 ha/h – koszt usługi 60 zł/h.					
5,0	4,9	72,8	67,4	375,7	<u>291,3</u>
16,0	15,5	233,0	38,2	<u>748,7</u>	932,0
32,0	31,1	466,0	31,6	<u>1291,5</u>	1864,1
50,0	48,5	728,2	29,2	<u>1902,2</u>	2912,6
200,0	194,2	2912,6	26,0	<u>6991,6</u>	11652,0
Pronar N014 ciągnik Pronar 2032A (22,1 kW).					
Wykorzystanie ciągnika 650 h/rok. Wydajność 2,41 ha/h – koszt usługi 68 zł/h.					
5,0	2,1	31,1	105,3	239,3	<u>141,1</u>
16,0	6,6	99,6	46,1	<u>372,7</u>	451,5
32,0	13,3	199,2	32,7	<u>566,7</u>	902,9
50,0	20,7	311,2	27,8	<u>784,8</u>	1410,8
200,0	83,0	1244,8	21,4	<u>2602,8</u>	5644,0
Brzeg MXL 500 ciągnik Zetor 5320/40 (46 kW).					
Wykorzystanie ciągnika 300 h/rok. Wydajność 4,82 ha/h – koszt usługi 82 zł/h.					
5,0	1,0	15,6	656,0	690,9	<u>85,1</u>
16,0	3,3	49,8	234,2	810,7	<u>272,2</u>
32,0	6,6	99,6	136,0	969,3	<u>544,4</u>
50,0	10,4	155,6	100,4	1145,5	<u>850,6</u>
200,0	41,5	622,4	52,8	<u>2606,4</u>	3402
Brzeg MXL 2100 ciągnik New Holland TG 230 (170 kW).					
Wykorzystanie ciągnika 400 h/rok. Wydajność 6,19 ha/h – koszt usługi 136 zł/h.					
5,0	0,8	12,1	1680,8	1365,7	<u>109,9</u>
16,0	2,6	38,8	538,5	1417,7	<u>351,5</u>
32,0	5,2	77,5	276,8	1482,6	<u>703,1</u>
50,0	8,1	121,2	182,4	1554,1	<u>1098,5</u>
200,0	32,3	484,7	56,4	<u>2145,1</u>	4394

Tabela 2. Zestawienie kosztów wykonania nawożenia mineralnego przy zmienionym wykorzystaniu rocznym ciągnika

Table 2. Statement of expenses for mineral fertilization at altered tractor annual utilization

Areał upraw ha	Wykorzystanie roczne [h]	Wykorzystanie w okresie użytkowania [h]	Jednostkowe koszty eksploatacji [zł/h]	Koszt wykonania zabiegu własnymi środkami zł	Koszt wykonania zabiegu jako usługa zł 2005 r.
Rozsiewacz MrBrzeg RNZ-SAD + ciągnik Pronar 2048A (33 kW). Wykorzystanie ciągnika 300 h/rok. Wydajność agregatu 1,03 ha/h – koszt usługi 60 zł/h.					
5,0	4,9	72,8	67,8	377,7	291,3
16,0	15,5	233,0	38,6	755,4	932,0
32,0	31,1	466,0	32,0	1304,8	1864,1
50,0	48,5	728,2	29,6	1922,8	2912,6
200,0	194,2	2912,6	26,4	7073,5	11652,0
Pronar N014 ciągnik Pronar 2032A (22,1 kW). Wykorzystanie ciągnika 300 h/rok. Wydajność 2,41 ha/h – koszt usługi 68 zł/h.					
5,0	2,1	31,1	118,6	287,5	141,1
16,0	6,6	99,6	53,2	486,1	451,5
32,0	13,3	199,2	41,0	810,4	902,9
50,0	20,7	311,2	36,8	1179,4	1410,8
200,0	83,0	1244,8	31,4	4267,7	5644,0
Brzeg MXL 500 ciągnik Zetor 5320/40 (46 kW). Wykorzystanie ciągnika 270 h/rok. Wydajność 4,82 ha/h – koszt usługi 82 zł/h.					
5,0	1,0	15,6	689,3	746,1	85,1
16,0	3,3	49,8	237,4	887,6	272,2
32,0	6,6	99,6	136,5	1105,7	544,4
50,0	10,4	155,6	100,4	1352,7	850,6
200,0	41,5	622,4	52,3	3416,6	3402,5
Brzeg MXL 2100 ciągnik New Holland TG 230 (170 kW). Wykorzystanie ciągnika 200 h/rok. Wydajność 6,19 ha/h – koszt usługi 136 zł/h.					
5,0	0,8	12,1	1754,7	1441,6	109,9
16,0	2,6	38,8	668,5	1805,4	351,5
32,0	5,2	77,5	408,1	2264,7	703,1
50,0	8,1	121,2	313,0	2770,9	1098,5
200,0	32,3	484,7	185,2	6953,7	4394,2

W przypadku użycia agregatów do nawożenia o wydajnościach 2,41 i 6,19 ha/h i rocznym wykorzystaniu ciągnika od 300 do 400 h/rok, zabieg nawożenia najlepiej jest zlecić do wykonania w ramach usług. Wynika to z faktu, że wykorzystanie agregatu do nawożenia o dużej wydajności i ciągnika w ciągu roku jest niewystarczające w tych gospodarstwach tak, aby koszt wykonania usługi własnymi środkami był mniejszy od kosztów zabiegu wykonanego jako usługa. W gospodarstwach o powierzchni upraw zbożowych 200 ha przy rocznym wykorzystaniu

ciągnika w granicach 300, 400 h/rok opłacalnym już jest wykonanie usługi własnymi środkami.

W przypadku, gdy ciągnik zagregatowany z rozsiewaczem nawozów może być wykorzystany do realizacji innych zabiegów decyzja o sposobie wykonania zabiegu może być inna niż ta zaproponowana wcześniej. Należy wiedzieć, jakie będzie wykorzystanie ciągnika w okresie jego użytkowania w warunkach gospodarstwa. Zależy to od wielu czynników i problem ten nie będzie szczegółowo rozpatrywany. W tabeli 2 przedstawiono obliczenia dla zmniejszonych wartości wykorzystania ciągnika w okresie użytkowania.

Analiza tabeli 2 wskazuje inne decyzje odnośnie wyboru sposobu wykonania zabiegu, szczególnie w odniesieniu do agregatów o wysokiej wydajności. Porównanie wyników z tabel 1 i 2 wyjaśnia przyczynę tego faktu, wartości jednostkowych kosztów eksploatacji są istotnie wyższe w tabeli 2 niż w tabeli 1, np. dla agregatu Brzeg MXL 2100 ciągnik New Holland TG 230 (170 kW) wykorzystanie go na powierzchni 200 ha przy zmniejszeniu wykorzystania rocznego z 400 do 200 h powoduje wzrost kosztów wykonania zbiegu z 2145,1 na 6953,7 zł, czyli przeszło 3-krotnie. Ten wzrost wynika z faktu, że jednostkowe koszty eksploatacji mają największą dynamikę zmian w przedziale od 30 do 200 godzin wykorzystania w okresie użytkowania agregatu, patrz (rys. 1).

Podsumowanie i wnioski

W pracy przedstawiono badania symulacyjne mające na celu określenie wpływu wydajności agregatów do nawożenia mineralnego oraz ich wykorzystania w okresie użytkowania na jednostkowe koszty eksploatacji. Badania zostały wykorzystywane do wspomagania decyzji o wyborze sposobu wykonania nawożenia mineralnego w gospodarstwach o różnych wielkościach areалу upraw zbożowych.

Uzyskane wyniki badań pozwalają na sformułowanie następujących wniosków:

1. Przedstawione postępowanie wykorzystujące zamieszczone zależności funkcyjne daje możliwość łatwego obliczania kosztów eksploatacji agregatów do nawożenia mineralnego.
2. Postępowanie wykorzystane przez właściciela gospodarstwa daje możliwość podjęcia decyzji o sposobie wykonania zabiegu.
3. Postępowanie może być wykorzystane do określenia minimalnego czasu wykorzystania agregatu w ten sposób, aby wykonanie usługi było opłacalne dla usługodawcy. Zagadnienie to będzie szczegółowo rozpatrzone w kolejnej publikacji.

Bibliografia

Muzalewski A. 2001. Wybrane zagadnienia optymalizacji i oceny doboru sprzętu oraz usług do gospodarstw rolniczych. Pr. Nauk., Nr.2(4). IBMER-ZP, s. 59-88. Warszawa.

Muzalewski A. 2003. Zakup czy usługa - opłacalność zakupu i użytkowania maszyn rolniczych na przykładzie kombajnu zbożowego. Tech. Rol., nr 4 , s. 8-11. Warszawa.

Muzalewski A. 2005. Koszty eksploatacji maszyn. Wyd. IBMER, Nr 20. Warszawa.

Skwarcz J., Marczuk A. 2005. The selection of machines for mineral fertilization. II. International Scientific Conference. „Information Technologies and Control Engineering in Management of Production Systems”. Prague, 20 - 22 September.

Siarkowski Z., Leśniewska J. 2002. Energy inputs on cereal production. Technika v procesech trvale udržitelného hospodaření a produkce bezpečných potravin. Mendelova Zemědělska A Lesnicka Univerzita v Brně. Sbornik příspěvků. Str. 21-29. Brno.

THE EFFECT OF MINERAL FERTILIZATION UNIT UTILIZATION ON UNIT OPERATING COSTS

Summary

The paper presents profitability assessment for works involving mineral fertilization in a farm growing crops in form of outsourced services. The method makes use of general relations between unit operating costs for the tractor - fertilizer distributor unit, and its operating output, and utilization during working life. The work presents results of analyses for farms growing crops on the area of 5, 16, 32, and 200 ha.

Key words: fertilization unit, database, unit operating costs