

**Andrzej Hornowski, Tomasz Kondraszuk**

*Szkoła Główna Gospodarstwa Wiejskiego w Warszawie*

## **WYKORZYSTANIE METODYKI BEP DO ANALIZY KOSZTÓW MECHANIZACJI W GOSPODARSTWIE ROLNICZYM<sup>1</sup>**

### *USE METHODOLOGY OF BEP TO ANALYZE MECHANIZATION COSTS ON FARM*

**Słowa kluczowe: BEP, mechanizacja, koszty**

*Key words: BEP, mechanization, costs*

*JEL codes: Q12, Q14*

**Abstrakt.** Podjęto próbę adaptacji metodyki analizy BEP do oceny rentowności użytkowania maszyn rolniczych. Przyjęto traktowanie kosztu amortyzacji maszyny jako kosztu stałego, ale tylko do prognozy racjonalnego wykorzystania. Powyżej tego prognozy, uznano, że amortyzacja powinna być liczona metodą czynną i traktowana jako koszt zmienny. W tym przypadku to potencjał techniczny i jego zużycie staje się „wąskim gardłem”. Dodatkowo uznano za zasadne uwzględnianie kosztu oprocentowania zaangażowanego kapitału, który będzie miał charakter kosztu stałego. Dotychczas badania nad efektywnością wykorzystania maszyn skupiały się nad ilościową analizą ich wykorzystania, pomijano zaś aspekty finansowe. Proponowane wykorzystanie metodyki BEP pozwala nie tylko na określenie prognozy rentowności ilościowego i wartościowego dla analizowanej maszyny, ale również na obliczenie granicznych wartości poszczególnych składowych kosztów zmiennych (cen paliwa, remontów) oraz stałych (garażowania, konserwacji, oprocentowania).

### **Wstęp**

Gospodarstwa rolne w Polsce charakteryzują się średnią powierzchnią użytków rolnych 10,56 ha i dużym zróżnicowaniem regionalnym. Największą średnią powierzchnię mają gospodarstwa w województwach zachodniopomorskim – 30,20 ha i warmińsko-mazurskim – 22,70, a najmniejszą w małopolskim – 4,02 ha i podkarpackim – 4,73 ha [ARiMR 2016]. Pomimo relatywnie małej powierzchni, większość gospodarstw w Polsce jest wyposażona w ciągniki i podstawowe maszyny, których wykorzystanie roczne jest niewielkie [Lorencowicz 2009]. Jak wynika z raportów Ministerstwa Rolnictwa i Rozwoju Wsi dotyczących wykorzystania funduszy unijnych w ramach PROW 2004-2013, rolnicy najczęściej inwestowali w maszyny, urządzenia i ciągniki. W ramach działania 121. PROW 2007-2013 ponad 91% operacji zrealizowano na zakupie wyposażenia i majątku ruchomego [MRiRW 2012]. Trzeba przy tym pamiętać, że zakup maszyn i ciągników rolniczych wiąże zainwestowany w nie kapitał na wiele lat ich użytkowania, a konsekwencją nierozważnej inwestycji może być pogorszenie płynności i wyniku finansowego gospodarstwa.

W drobnych gospodarstwach rolniczych pojawia się problem niskiego wykorzystania sprzętu, a co za tym idzie wysokich kosztów utrzymania maszyny oraz znacznego udziału kosztów mechanizacji w kosztach całkowitych gospodarstwa [Wójcicki 2001]. Badania Aleksandra Muzalewskiego [2002], Sławomira Kociry i Mieczysława Szpringiela [2004], Rudolfa Michałka i współautorów [2000] oraz Sylwestra Tabora [2001] wskazują, że koszty mechanizacji w przeliczeniu na 1 ha UR w gospodarstwach o powierzchni do 20 ha są wyższe o około 30% od kosztów w gospodarstwach o powierzchni 20-40 ha oraz o ponad 50% od kosztów w gospodarstwach o powierzchni powyżej 60 ha.

<sup>1</sup> Publikacja zrealizowana w ramach projektu PRELUDIUM nr 2015/17/N/HS4/01550 finansowanego przez Narodowe Centrum Nauki.

Powyższe wybrane uwarunkowania determinują potrzebę racjonalnego planowania inwestycji maszynowych, z uwzględnieniem odpowiedniej intensywności i form użytkowania maszyn [Muzalewski 2007]. Jest to szczególnie istotne w warunkach rozdrobnionego rolnictwa polskiego, charakteryzującego się niewielkimi zdolnościami inwestycyjnymi, a także brakiem możliwości intensywnego wykorzystania maszyn na ograniczonym obszarze poszczególnych gospodarstw. W tych warunkach szczególnego znaczenia nabiera ekonomiczna ocena właściwego zarządzania parkiem maszynowo-ciągnikowym, zwłaszcza w gospodarstwach drobnych, dysponujących niewielkim arealem użytków rolnych i małej skali produkcji. Z badań różnych autorów wynika, że opóźnienie o 1 dzień terminu siewu lub zbioru może powodować straty w wysokości od 0,2 do 1,2% plonu, w zależności od gatunku uprawianych roślin [Kay i in. 2004, Toro 2005]. Różnica w jakości wykonania zabiegu, np. kombajnowego zbioru zbóż, może wynosić nawet kilka procent plonu zbieranego ziarna, co także należy wziąć pod rozwagę w analizie kosztów [Sorensen 2003]. Koszty usług są zwykle stałe w przeliczeniu na jednostkę pracy (np. ha lub h), podczas gdy koszty eksploatacji posiadanej maszyn zmniejszają się wraz ze wzrostem jej rocznego wykorzystania. Posiadanie maszyny jest uzasadnione wówczas, gdy można zagwarantować jej wykorzystanie nie mniejsze niż gwarantujące z uzyskanej nadwyżki pokrycie kosztów stałych. W przeciwnym przypadku tańszym rozwiązaniem, z uwagi na poziom kosztów mechanizacji zabiegu, będzie skorzystanie z usługi.

Celem artykułu jest opracowanie metodyki kalkulacji opłacalności zakupu i posiadania maszyn w różnych wariantach kosztów jej utrzymania i użytkowania. Ocena ekonomiczna objęła również analizę granicznych wartości poszczególnych składników kosztów zmiennych i stałych. Postawiono następujące pytania badawcze:

- od jakiego rocznego poziomu użytkowania przy danych cenach usług i kosztach eksploatacji inwestycja w maszynę jest opłacalna,
- jakie są graniczne wartości poszczególnych parametrów kosztowych i ich marginesy bezpieczeństwa gwarantujące efektywność wykorzystania maszyny,
- jak cena świadczonych usługi w okolicy wpływa na opłacalność zakupu maszyny w gospodarstwie.

### **Material i metodyka badań**

W celu odpowiedzi na postawione pytania badawcze podjęto próbę adaptacji znanej metody analizy punktu równowagi –  $BEP^2$  (*break even point*), stosowanej do oceny rentowności produktów i przedsięwzięć inwestycyjnych. Próg rentowności może być wyrażony:

- ilościowo – ilość produkcji ( $BEP^i$ ), przy której wynik finansowy (zysk operacyjny) jest równy zero,
- wartościowo – wartość produkcji ( $BEP^v$ ), przy której zysk operacyjny jest równy zero, gdzie wartość przychodów równa się kosztom całkowitym,
- procentowo – jaką część produkcji lub świadczonych usług należy wykorzystać na pokrycie poniesionych kosztów.

Analiza progu rentowności opiera się na podziale ogółu kosztów ponoszonych przez przedsiębiorstwo na koszty stałe – niezależne od wielkości produkcji, oraz zmienne – zależne od wielkości produkcji. Ogólny wzór na obliczenie ilościowego progu rentowności przedstawia się następująco:

$$BEP^i = Ks / (c_j - kz_j),$$

gdzie:  $Ks$  – całkowite koszty stałe,  $c_j$  – cena jednostkowa,  $kz_j$  – koszt zmienny jednostkowy,  $(c_j - kz_j)$  – marża jednostkowa na pokrycie kosztów stałych.

<sup>2</sup> Analiza progu rentowności  $BEP$  jest wykorzystywana do wstępnej oceny projektów inwestycyjnych. Próg rentowności wyznacza granicę, w której realizowane przychody ze sprzedaży pokrywają poniesione koszty. Metoda wyliczenia progu rentowności opiera się na podziale ogółu kosztów na stałe i zmienne, co wymaga usystematyzowania kosztów na podstawie kryterium ich reakcji na zmiany wielkości produkcji. Wyodrębnienie kosztów zmiennych reagujących na zmiany wielkości produkcji i kosztów stałych, niereagujących na te zmiany.

Natomiast wartościowy punkt równowagi oblicza się mnożąc BEP ilościowy przez jednostkową cenę sprzedaży:

$$BEP'' = BEP' \cdot x_{cj}$$

Przy podejmowaniu decyzji bardzo często odwołuje się do kosztów kalkulacyjnych, które mają charakter kosztów alternatywnych. Zatem przedsięwzięcie będzie rentowne, gdy przychody pokryją nie tylko koszty stałe i zmienne, ale również koszty kalkulacyjne. Rozszerzając próg rentowności o koszty kalkulacyjne otrzymuje się następujący wzór:

$$BEPk = (Ks + Kk)/(cj - kzj), \text{ gdzie: } Kk - \text{koszty kalkulacyjne.}$$

Zastosowana metodyka stanowi innowacyjne rozwiązanie, niespotykane dotychczas w literaturze krajowej. W literaturze przedmiotu [Pawlak 2003, Lorencowicz 2007] prowadzone badania skupiają się na ilościowych poziomach wykorzystania maszyn rolniczych, natomiast brakuje informacji finansowych, od jakiego poziomu wykorzystania użytkowanie danej maszyny jest rentowne.

### Wyniki badań

Aby wykorzystać metodykę BEP należy starannie wyodrębnić koszty stałe i zmienne eksploatacji maszyn. Według zgodnej opinii wielu autorów [Muzalewski 2005, Lorencowicz 2007], koszty eksploatacji maszyn w danym okresie to suma:

$$K_e = K_u + K_r$$

gdzie:  $K_e$  – koszty eksploatacji,  $K_u$  – koszty utrzymania, mające charakter kosztów stałych (skokowo zmiennych),  $K_r$  – koszty użytkowania mające charakter kosztów zmiennych.

Na koszty utrzymania ( $K_u$ ) danej maszyny składają się:

$$K_u = K_a + K_p + K_k$$

gdzie:  $K_a$  – koszty amortyzacji,  $K_p$  – koszty przechowywania,  $K_k$  – koszty kapitału.

Przy obliczaniu kosztów amortyzacji ważną rolę odgrywa zarówno techniczny, jak i ekonomiczny (moralny) potencjał wykorzystania maszyny. Dzieląc potencjał techniczny przez ekonomiczny uzyskuje się próg wykorzystania, wyrażony ilością wykonanej pracy w ciągu roku. Zakładamy, że amortyzacja powinna być liczona do osiągnięcia progu wykorzystania metodą czasową (ekonomiczny potencjał wykorzystania), natomiast po przekroczeniu progu metodą eksploatacyjną (potencjał techniczny). Koszty przechowywania ( $K_p$ ) to suma:

$$K_p = K_g + K_o$$

gdzie:  $K_g$  – koszty garażowania,  $K_o$  – koszty konserwacji.

Ostatni element tego wzoru to koszt zaangażowanego kapitału ( $K_k$ ). Koszt kapitału przyjęto na poziomie 8% w skali roku, przy czym podstawą oprocentowania będzie średni kapitał ( $K$ ) zaangażowany (dla przypadku liniowej amortyzacji) liczony według formuły:

$$K = (Wp + R)/2,$$

gdzie:  $Wp$  – wartość nabycia na początku użytkowania,  $R$  – wartość likwidacyjna (rezydualna) na koniec użytkowania.

Na koszty użytkowania ( $K_r$ ) danej maszyny składają się:

$$K_r = K_n + K_{ps}$$

gdzie:  $K_n$  – koszt napraw,  $K_{ps}$  – koszt paliw i smarów.

Koszty użytkowania mają charakter zmienny, w zależności od rozmiarów wykonanej pracy. Oznacza to, że koszty użytkowania na jednostkę wykonanej pracy przyjmować będą wartość stałą równą  $k_{jr} = K_r/q$ , gdzie:  $q$  – wielkość wykonanej pracy wyrażoną w odpowiednich jednostkach (mnh, ha, szt.).

Natomiast koszty utrzymania mają charakter stały, ale w przeliczeniu na jednostkę wykonanej pracy będą się zmieniać zgodnie ze wzorem  $k_{ju} = K_u/q$ .

Dla odpowiedzi na pytanie, czy opłaca się posiadać własną maszynę, istotną informacją jest cena dostępnej usługi w przeliczeniu na jednostkę wykonywanej pracy. Stanowi ona również cenę, za którą analizowana maszyna może świadczyć usługi na zewnątrz. Chcąc ocenić, przy jakim wykorzystaniu osiągnie się próg rentowności należy podstawić do wzoru na BEP ilościowy właściwe dane:

$$BEP' = K_u / (c_j - k_{ju}),$$

gdzie:  $c_j$  – jest ceną jednostkową usługi wykonywanej daną maszyną,  $k_{ju}$  – jest jednostkowym kosztem użytkowania danej maszyny.

W tabeli 1 umieszczono przykładowe dane dla kombajnu zbożowego. Proóg racjonalnego wykorzystania kombajnu w roku wynosi 220 ha/rok. Koszty amortyzacji są równe:

$$K_a = C_m / T = 360\,000 \text{ zł} : 15 \text{ lat} = 24\,000 \text{ zł/rok},$$

przy wielkości pracy nie większej od progu wykorzystania oraz:

$K_a' = C_m / Q \times q = (360\,000 : 3300) \times q = 109,1 \times q \text{ zł/rok}$ , przy wielkości pracy większej od progu wykorzystania. W drugim przypadku amortyzacja staje się kosztem zmiennym zależnym od wielkości wykonanej pracy ( $q$ ).

Tabela 1. Przykładowe dane dla kombajnu zbożowego

Table 1. Sample data for combine harvester

Zmienne/Variables	Cena/ Price ( $C_m$ )	Okres użytkowania/ Lifetime		Wskaźnik kosztu napraw/ Repair cost indicator	Zużycie paliwa/ Fuel consumption	Wydajność eksplo- atacyjna/ Operating efficiency	Powierz- chnia (Pu)/ Surface
	zł/PLN	t [lata]/ [years]	q [ha]	%	l/h	ha/h	m <sup>2</sup>
Szerokość pracy maszyny/ Machine working width 4,2 m	360 000	15	3300	80%	18	1,1	57,4
Plon ziarna/Grain yield 5 t/ha							

Źródło: opracowanie własne na podstawie [Muzalewski 2005]

Source: own study based on [Muzalewski 2005]

Dla analizowanej maszyny koszty utrzymania ( $K_u$ ) wyniosły 40 136 zł/rok, w tym:  $K_a = 24\,000 \text{ zł/rok}$ ,  $K_k = 8\% \times (360\,000 + 0)/2 = 14\,400 \text{ zł/rok}$ ,  $K_g = 57,4 \text{ m}^2 \times 28 \text{ zł/m}^2 = 1607 \text{ zł/rok}$  i  $K_o = 0,77 C_m^{0,4} \text{ zł/rok} = 129 \text{ zł/rok}$ . Są to koszty utrzymania przy wykorzystaniu kombajnu do wysokości progu racjonalnego wykorzystania – w tym przypadku do 220 ha rocznie. Zgodnie z wcześniejszymi założeniami, przy wyższym poziomie wykorzystania amortyzację obliczono metodą czynną (eksploatacyjną). Oznacza to, że na jednostkę pracy (koszt jednostkowy) będzie przyjmować stałą wartość, taką jak w progu wykorzystania, w tym przypadku 109 zł/ha. Natomiast jednostkowe koszty utrzymania wynosiły dla:

$$q - 110 \text{ ha/rok: } k_u = 40\,136 \text{ zł/rok} : 110 \text{ ha/rok} = 364,87 \text{ zł/ha},$$

$$q - 220 \text{ ha/rok: } k_u = 40\,136 \text{ zł/rok} : 220 \text{ ha/rok} = 182,44 \text{ zł/ha},$$

$$q - 300 \text{ ha/rok: } k_u = 16136 \text{ zł/rok} : 300 \text{ ha/rok} = 53,79 \text{ zł/ha}.$$

Należy zauważyć, że powyżej progu racjonalnego wykorzystania koszty stałe nie będą ujmowały amortyzacji, która staje się kosztem zmiennym wzrastającym z poziomu 164,85 do 273,94 zł/ha. Również we wzorze na BEP należy uwzględnić nowy podział na koszty stałe i zmienne.

Koszty użytkowania będą miały charakter kosztów zmiennych. Głównymi ich składnikami będą koszty napraw i koszty paliw oraz smarów. Opcjonalnie (powyżej progu użytkowania) będziemy również zaliczali amortyzację liczoną metodą czynną.

Jednostkowy koszt napraw oblicza się wykorzystując współczynnik napraw w stosunku do wartości początkowej maszyny oraz wielkość potencjału technicznego:

$$k_{no} = (360\,000 * 0,8)/3300 = 87,27 \text{ zł/ha.}$$

Normatywne zużycie oleju napędowego 18 l/h odpowiada 16,36 l/ha:

$$k_p = 16,36 \text{ l/ha} * 4,32 \text{ zł/l} = 70,68 \text{ zł/ha.}$$

Koszt smarów stanowi od 10 do 20% jednostkowego kosztu paliw:

$$k_s = 68,72 * 0,1 = 6,9 \text{ zł/ha.}$$

Łączny jednostkowy koszt użytkowania wyniósł więc:

$$k_r = 87,27 + 70,68 + 6,9 = 164,85 \text{ zł/ha.}$$

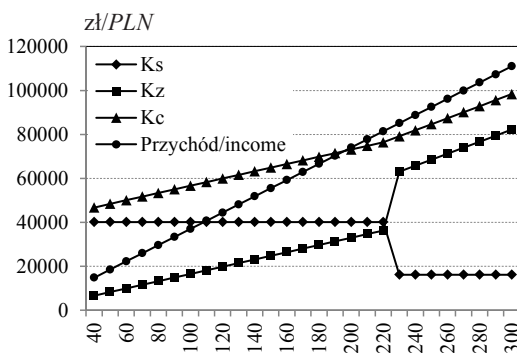
Korzystając ze wzoru na BEP można obliczyć roczne wykorzystanie kombajnu, będące punktem równowagi, tj.:  $q = \text{BEP}' = 195,8 \text{ ha/rok}$  i  $q' = \text{BEP}'' = 72\,446 \text{ zł/rok}$ .

Graficzne wyznaczenie ilościowego (ha) i wartościowego (zł) progu rentowności przedstawiono na rysunku 1. Na rysunkach 2-4 graficznie przedstawiono obliczenia w zakresie wykorzystania kombajnu od 40 do 300 ha w ciągu roku. Wykorzystując założenia metodycznej analizy BEP obliczono również dźwignie operacyjną i stopę marginesu bezpieczeństwa dla różnych poziomów wykorzystania.

W punkcie BEP obserwuje się przecięcie linii przychodów z kosztami całkowitymi, natomiast w punkcie racjonalnego użytkowania można zaobserwować zmianę charakteru kosztu amortyzacji z stałego na zmienny. Wykres straty i zysku kalkulacyjnego (zł) przy różnych poziomach rocznego wykorzystania (ha) zaprezentowano na rysunku 2.

Obserwowana zmiana przyrostu zysku w punkcie progu wykorzystania jest związana z rozliczaniem większej puli kosztów amortyzacji. Można również odwzorować zmiany dźwigni operacyjnej (krotność) i stopy marginesu bezpieczeństwa (%) (rys. 3). W punkcie wyznaczającym próg rentowności stopa marginesu i sam margines są równe 0, a dźwignia operacyjna asymptotycznie zbiega z lewej strony do minus nieskończoności, a z prawej do plus nieskończoności.

Bardzo ważnym parametrem analizy opłacalności eksploatacji kombajnu jest cena rynkowa wykonywanej nim usługi (zł/ha). Licząc graniczną wartość ceny usługi

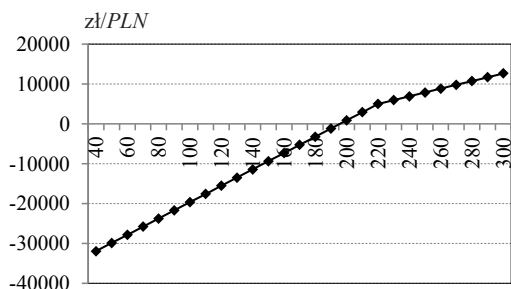


Rysunek 1. Graficzne wyznaczenie ilościowego i wartościowego progu rentowności

Figure 1. Graphical determination of quantitative and qualitative break-even point

Źródło: opracowanie własne

Source: own study

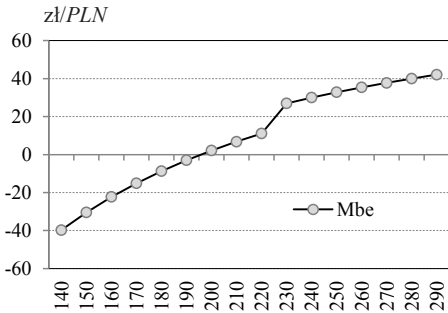


Rysunek 2. Wielkość zysku w zależności od poziomu użytkowania

Figure 2. The amount of profit depending on the level of use

Źródło: opracowanie własne

Source: own study

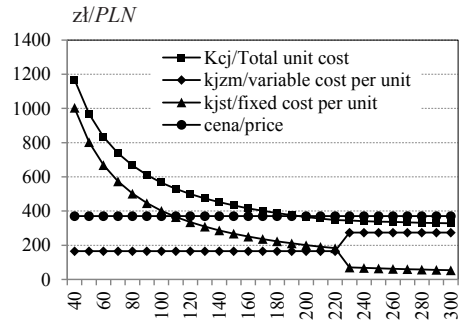


Rysunek 3. Zależność dźwigni operacyjnej i stopy marginesu bezpieczeństwa od poziomu użytkowania

*Figure 3. Dependence of operating lever and margin of safety margin from usage level*

Źródło: opracowanie własne

Source: own study



Rysunek 4. Graficzne wyznaczenie progu rentowności przy wykorzystaniu kosztów jednostkowych  
*Figure 4. Graphical determination of profitability threshold using unit costs*

Źródło: opracowanie własne

Source: own study based

dla wykorzystania na poziomie 110 ha rocznie uzyskano 529,72 zł/ha, natomiast dla 220 ha wartość ta obniżyła się do poziomu 347,29 zł/ha, a przy poziomie 300 ha wyniosła 327,73 zł/ha. Graficznie przedstawiono to na rysunku 4.

Jednostkowe koszty eksploatacji wynosiły dla:

$$q - 110 \text{ ha/rok: } 364,87 \text{ zł/ha} + 164,85 \text{ zł/ha} = 529,72 \text{ zł/ha}$$

$$q - 220 \text{ ha/rok: } 182,44 \text{ zł/ha} + 164,85 \text{ zł/ha} = 347,29 \text{ zł/ha}$$

$$q - 300 \text{ ha/rok: } 53,79 \text{ zł/ha} + 273,94 \text{ zł/ha} = 327,73 \text{ zł/ha}$$

Analogicznie można obliczyć przy różnych poziomach wykorzystania graniczne wartości dla pozostałych wielkości kosztów stałych, kosztów jednostkowych zmiennych, ceny paliwa czy też kosztów rocznych napraw.

## Podsumowanie

Wykorzystanie metodyki BEP do analizy kosztów eksploatacji maszyn wydaje się bardzo cennym rozwiązaniem, uzupełniającym dotychczasowe badania w tym zakresie. Zaproponowana metodyka pozwala na określenie minimalnego poziomu użytkowania maszyny, zapewniającego pokrycie całkowitych kosztów jej eksploatacji. Dodatkowo umożliwia określenie granicznych wartości poszczególnych składowych kosztów, przy których eksploatacja maszyny nie będzie przynosiła straty. Dane informacje są szczególnie użyteczne na etapie planowania czy kupić maszynę, czy skorzystać z usługi (przy założeniu, że usługa jest dostępna na lokalnym rynku).

Zastosowanie metodyki analizy BEP pozwala na odwzorowanie efektów ekonomicznych ich eksploatacji przy ocenie wykorzystania maszyn rolniczych. Możliwe staje się wartościowe określenie skutków towarzyszących poszczególnym poziomom wykorzystania maszyn, co dostarcza ważnych informacji o ich rentowności przy zmieniającym się użytkowaniu poszczególnych maszyn. Aby uzyskać pełną informację o kosztach mechanizacji w danym gospodarstwie konieczne wydaje się przygotowanie takich kalkulacji dla wszystkich maszyn i urządzeń w gospodarstwie. Należy pamiętać, że na decyzje o posiadaniu przez rolnika określonych maszyn i o ich efektywności decydują również inne czynniki o charakterze behawioralnym. Rolnicy doceniają terminowość i jakość wykonywania zabiegów. Własna maszyna gwarantuje zdecydowanie wyższy komfort w tym zakresie. Wiele zależy od relacji i stosunków, jakie panują w konkretnej wsi, gminie czy regionie. Z ekonomicznego punktu widzenia wspólne użytkowanie maszyn i zwiększanie stopnia ich wykorzystania wydaje się dobrym rozwiązaniem, w szczególności dla drobnych gospodarstw, ale nie zawsze istnieje możliwość jego wdrożenia.

## Literatura/Bibliography

- ARiMR. 2017. Średnia powierzchnia gospodarstwa (Average area of the farm), <http://www.arimr.gov.pl/pomoc-krajowa/srednia-powierzchnia-gospodarstwa.html>.
- Kay Ronald D., William M. Edwards, Patricia A. Duffy. 2004. *Farm management*. New York: McGraw-Hill Inc.
- Kocira Sławomir, Józef Sawa. 2008. Techniczne uzbrojenie procesu pracy w różnych typach gospodarstw rolniczych (Technical equipment for work process in various farm types). *Inżynieria Rolnicza* 12: 83-87.
- Kocira Sławomir, Mieczysław Szpryngiel. 2004. Poziom i struktura kosztów mechanizacji produkcji w gospodarstwach rodzinnych (The level and structure of the costs of production mechanization in family farms). *Inżynieria Rolnicza* 3 (58): 231-238.
- Lorencowicz Edmund. 2007. Wykorzystanie środków technicznych w wybranych gospodarstwach indywidualnych (Using of technical means in selected farms). *Roczniki Naukowe SERiA* 9 (1): 273-277.
- Lorencowicz Edmund. 2009. Intensywność organizacji produkcji a poziom mechanizacji prac w wybranych gospodarstwach rolnych Lubelszczyzny (Intensity of production organisation versus level of mechanization in selected farms in the Lublin Region). *Journal of Agribusiness and Rural Development* 2 (12): 111-117.
- Michałek Rudolf (red.). 2000. *Uwarunkowania technicznej rekonstrukcji rolnictwa* (Conditions of technical reconstruction of agriculture). Kraków: Wydawnictwo PTIR.
- MRiRW. 2012. *Informacja na temat realizacji PROW 2007-2013* (Information on the implementation of RDP 2007-2013). Warszawa: Ministerstwo Rolnictwa i Rozwoju Wsi.
- Muzalewski Aleksander. 2005. *Koszty eksploatacji maszyn* (Operating costs of machines). Warszawa: IBMER.
- Muzalewski Aleksander. 2007. Model optymalizacji wyboru pomiędzy zakupem maszyny a najmem usługi (Model of optimized method of making a choice between purchasing a machine and custom service). *Inżynieria Rolnicza* 11: 197-203.
- Pawlak Jan. 2003. Wykorzystanie wybranych środków mechanizacji rolnictwa w Polsce (The use of selected means of agricultural mechanization in Poland). *Problemy Inżynierii Rolniczej* 1 (39): 127-132.
- Sorensen Claus. 2003. Workability and machinery sizing for combine harvesting. *CIGR Ejournal* 5: 1-19. <https://ecommons.cornell.edu/bitstream/handle/1813/10357/PM%2003%20003%20Sorensen.pdf?sequence=1>.
- Tabor Sylwester. 2001. Koszty mechanizacji w modelowych gospodarstwach rodzinnych (Costs of mechanization on the model family farms). *Problemy Inżynierii Rolniczej* 4 (34): 113-119.
- Toro Alfredo. 2005. Influences on timeliness costs and their variability on arable farms. *Biosystems Engineering* 92 (1): 1-13.
- Wójciki Zdzisław. 2001. *Metody badania i ocena przemian w rozwojowych gospodarstwach rodzinnych* (Research methods and assessment of changes in development family farms). Warszawa: IBMER.

## Summary

The article attempts to adapt the BEP analysis methodology to assess the viability of agricultural machinery. It was assumed to treat the machine depreciation cost as a fixed cost, but only to the rational use threshold. Above this threshold, it was considered that depreciation should be calculated using the active method and treated as a variable cost. In this case it's a technical potential and its wear becomes a bottleneck. In addition, it was considered reasonable to take into account the cost of interest on the capital employed, which would be a fixed cost. So far research on the efficiency of machinery utilization has focused on the quantitative analysis of their use, and the financial aspects are ignored. The proposed use of the BEP methodology allows not only quantitative and qualitative yield thresholds for the analyzed machine, but also the calculation of the limit values of the variable component costs (fuel prices, repairs) and fixed costs (garage, maintenance, interest rates).

Adres do korespondencji  
mgr inż. Andrzej Hornowski (orcid.org/0000-0002-3863-8101)  
dr inż. Tomasz Kondraszuk (orcid.org/0000-0003-0359-3123)  
Szkoła Główna Gospodarstwa Wiejskiego w Warszawie  
Wydział Nauk Ekonomicznych  
ul. Nowoursynowska 166, Warszawa  
e-mail: andrzej\_hornowski@sggw.pl, tomasz\_kondraszuk@sggw.pl