

JAN PAWLAK  
Instytut Technologiczno-Przyrodniczy  
Oddział w Warszawie

DOI: 10.5604/00441600.1245859

## WYPOSAŻENIE W SIŁĘ POCIĄGOWĄ A WYDAJNOŚĆ PRACY W POLSKIM ROLNICTWIE

### Abstrakt

*W artykule przedstawiono analizę współzależności między stanem siły pociągowej a wydajnością pracy w rolnictwie. W latach 1950-2010 zasoby siły pociągowej (żywej i mechanicznej) w rolnictwie polskim zwiększyły się o 365,7%, w tym mechanicznej 65-krotnie. W tym samym czasie liczba pracujących w rolnictwie polskim zmniejszyła się o ponad 37%, zwiększyła się natomiast wartość produkcji rolniczej w cenach stałych, w tym: globalnej o 98%, końcowej – o 156%, a towarowej – o 280%. Wydajność pracy w rolnictwie, mierzona wartością produkcji w cenach stałych w przeliczeniu na osobę pracującą, zwiększyła się w przypadku przyjęcia za miernik tej produkcji: produkcji globalnej – o 216%, produkcji końcowej – o 305%, a produkcji towarowej – o 506%. Stwierdzono silnie zaznaczoną dodatnią współzależność między wyposażeniem w siłę pociągową a wydajnością pracy w rolnictwie. Siła tej współzależności słabnie w miarę zwiększania stanu wyposażenia rolnictwa w siłę pociągową.*

**Słowa kluczowe:** wydajność pracy, stan siły pociągowej, współzależność, rolnictwo.

**Kody JEL:** D33, J24, Q10.

### Wstęp

W warunkach typowych dla krajów o gospodarce rynkowej oraz w obliczu tendencji pogarszania relacji pomiędzy kosztami pracy i cenami środków produkcji rolniczej a cenami zbytu produktów rolniczych osiągnięcie dochodów z gospodarstw, przynajmniej na poziomie parytetowym, wymaga poprawy efektywności wykorzystania czynników wytwórczych mierzonych produktywnością ziemi, pracy i kapitału (Ziętara, 1998) i stwarza konieczność zwiększania skali produkcji w gospodarstwach produkujących na rynek. W warunkach

ograniczonego popytu na produkty rolne głównym sposobem zwiększenia skali produkcji jest wzrost powierzchni gospodarstw. Zwiększanie obszaru gospodarstw rolnych jest jednym z czynników zapewniających podniesienie efektywności nakładów w produkcji rolniczej (Sheng, Davidson, Fuglie i Zhang, 2016). Powierzchnia gospodarstwa paritetowego w Polsce rośnie. W 1990 roku rolnicy mogli osiągnąć dochód paritetowy z gospodarstwa o powierzchni 10 ha użytków rolnych (UR). W 2005 r. powierzchnia gospodarstwa paritetowego była już w przedziale 20-35 ha UR (Ziętara, 2009a, b). Minimalna powierzchnia UR, zapewniająca konkurencyjność<sup>1</sup> gospodarstw polskich badanych w systemie Polskiego FADN i Europejskiego FADN w latach 2010-2012, wyniosła 110 ha (Ziętara i Zieliński, 2016).

Poważnym problemem jest niska ekonomiczna wydajność pracy w rolnictwie polskim, wyrażana wartością produkcji w przeliczeniu na jednego zatrudnionego. W 1990 r. wydajność pracy w rolnictwie była ok. 4 razy niższa niż w działach pozarolniczych, a w 1998 r. już ok. 6,5-krotnie niższa (Ziętara, 2000). W badanych gospodarstwach polskich wydajność pracy była zbliżona do osiąganą w gospodarstwach czeskich, słowackich i węgierskich, ale ponad dwukrotnie niższa niż w gospodarstwach niemieckich. Wydajność pracy rośnie wraz ze wzrostem wielkości ekonomicznej gospodarstw rolnych (Ziętara i Zieliński, 2016).

Czynnikiem hamującym wzrost wydajności pracy w gospodarstwach rolnych mogą być rosnące wymogi poszanowania środowiska naturalnego. Świadczy o tym przykład gospodarstw rolnych, w których spełniano wymogi utrzymania właściwego poziomu żyzności gleby. Efektywność pracy, mierzona relacją między poziomem dochodu rodziny a ponoszonymi nakładami pracy, była w 45 gospodarstwach rolnych o zbilansowanym poziomie odnawiania glebowej substancji organicznej (GSO), badanych w latach 2009-2010, relatywnie niska i wyniosła średnio 15,2 zł·rbh<sup>-1</sup>, a najniższą jej wartość (10,0 zł·rbh<sup>-1</sup>) odnotowano w grupie gospodarstw o najwyższym poziomie odnawiania GSO (Sawa i Kocira, 2013).

Na potrzebę badań technicznych i ekonomicznych przemian w gospodarstwach rolnych zwrócił uwagę Wójcicki (2014). Badania Wójcickiego, Pawlaka i Rudeńskiej (2014) wykazały istnienie współzależności między wartością produkcji rolniczej w postaci nadwyżki bezpośredniej a wartością odtworzeniową sprzętu rolniczego w gospodarstwach rodzinnych. Z kolei Kocira (2008) na podstawie badań własnych stwierdził, że od stanu wyposażenia technicznego zależy wartość uzyskiwanej nadwyżki bezpośredniej w gospodarstwach rolnych.

Warunki funkcjonowania rolnictwa polskiego w dłuższym przedziale czasu zmieniały się, czego wyrazem było zmniejszanie powierzchni użytkowanej ziemi

---

<sup>1</sup> Konkurencyjność (zdolność do rozwoju) badanych gospodarstw rolnych określono wskaźnikiem konkurencyjności, który obrazuje stosunek dochodu z gospodarstwa rolnego do sumy kosztów użycia własnych czynników produkcji (pracy, ziemi i kapitału).

i liczby osób pracujących w rolnictwie, z jednoczesnym zwiększaniem poziomu mechanizacji i motoryzacji rolnictwa, co odzwierciedlił wzrost zasobów siły pociągowej i udziału siły mechanicznej w jej strukturze. Zmiany te miały wpływ na poziom wydajności pracy w rolnictwie. Próba określenia siły tego wpływu była motywem napisania niniejszej pracy. Artykuł ma na celu analizę współzależności między stanem wyposażenia rolnictwa polskiego w siłę pociągową a wydajnością pracy w rolnictwie. Zakres czasowy badań obejmuje lata 1950-2010.

### Material i metoda badań

Realizując przedstawiony powyżej cel pracy, wykorzystano dane z publikacji GUS (1966, 1971, 1976, 1978, 1982, 1987, 1992, 1994, 1999, 2002, 2005, 2006, 2007, 2008, 2010, 2011a, b, 2012, 2013, 2014, 2015, 2016). Na tej podstawie przeprowadzono analizę zmian w zasobach siły roboczej, zmian w wartości produkcji rolniczej w cenach stałych oraz zmian ilościowego wyposażenia polskiego rolnictwa w siłę pociągową w latach 1950-2013. Metodyka gromadzenia i analizy danych o stanie siły pociągowej oraz o wartości wybranych kategorii produkcji w rolnictwie polskim w cenach stałych została opisana w pracy Pawlaka (2016).

W literaturze przedmiotu występują różne definicje wydajności pracy w rolnictwie, np.: ekonomiczna wydajność pracy, mierzona wartością produkcji w przeliczeniu na jednego zatrudnionego (Ziętara, 2009a), i techniczna wydajność pracy, której miarą jest wielkość produkcji z 1 ha przypadająca na 1 godzinę poniesionych nakładów pracy własnej i obcej (Skarżyńska, 2017). W opracowaniu wydajność pracy w poszczególnych latach okresu objętego analizą obliczono zgodnie z definicją podaną przez Ziętarę, posługując się wzorem:

$$Ewp_{kr} = \frac{P_{krs}}{NP_{kr}} \quad (1)$$

gdzie:

$Ewp_{kr}$  – wydajność pracy w  $r$ -tym roku, mierzona wartością  $k$ -tej kategorii produkcji rolniczej (tys. zł·osoba<sup>-1</sup>);

$P_{krs}$  – wartość  $k$ -tej kategorii produkcji rolniczej w  $r$ -tym roku, w cenach stałych (mln zł);

$NP_{kr}$  – liczba pracujących w rolnictwie w  $r$ -tym roku (tys. osób).

Analiza procesów gospodarczych w dłuższych okresach czasu wymaga zapewnienia porównywalności danych wejściowych w całym okresie objętym analizą. W przypadku badań zmian wydajności pracy w rolnictwie podstawowe znaczenie mają dane o zasobach siły roboczej w rolnictwie. W niniejszej pracy źródłem tych danych były wspomniane publikacje GUS. Podczas pracy z tymi danymi zidentyfikowano jednak problem polegający na występowaniu niejednakowych mierników zasobów siły roboczej w publikacjach GUS z różnych

lat, a mianowicie: powoływano się na czynnych zawodowo<sup>2</sup>, pracujących oraz zatrudnionych w rolnictwie. W pracy GUS (1966) podano szacunkowe dane o liczbie osób czynnych zawodowo w rolnictwie w latach 1950 i 1960. W późniejszej publikacji (GUS, 1971) dostępne są natomiast dane o liczbie osób zatrudnionych w rolnictwie (pełnozatrudnionych i niepełnozatrudnionych w przeliczeniu na pełnozatrudnionych) w latach 1965-1969. W kolejnych rocznikach rolniczych (GUS, 1982, 1987, 1992) osoby te są już określane mianem pracujących w rolnictwie. Do zatrudnionych w rolnictwie zalicza się odąd jedynie osoby zatrudnione na podstawie stosunku pracy. W niektórych publikacjach GUS (1987, 1992) podano też liczbę osób czynnych zawodowo w rolnictwie w latach 1970, 1978, 1984 i 1988. Dane GUS o liczbie pracujących w różnych okresach są nieporównywalne z powodu zmian metodyki badań. W publikacji z roku 2005 podano dane o liczbie pracujących w 2002 r. w dwóch wersjach. Jedna z nich (2109,0 tys. osób) została wyznaczona zgodnie z przyjętą wówczas metodyką, druga (4229,4 tys. osób) była porównywalna z danymi z powszechnego spisu rolnego w 1996 roku. Ponadto wystąpiły różnice w zakresie osób zaliczanych do kategorii pracujących w latach 2002-2009 i 2010-2013. W pierwszym z wymienionych okresów wskutek wyłączeń pewnych grup osób podawane przez GUS liczby pracujących w rolnictwie były mniejsze niż w 2010 r. i w latach następnych.

W tej sytuacji konieczne były szacunki zapewniające porównywalność danych o liczbie pracujących w rolnictwie w całym okresie objętym analizą. Na podstawie danych o liczbach zawodowo czynnych i pracujących w rolnictwie w latach 1970, 1978, 1984 i 1988 wyznaczono średnią dla tych lat wartość wskaźnika wyrażającego iloraz liczby pracujących do liczby czynnych zawodowo w rolnictwie. Wartość tego wskaźnika wynosi 0,92. Mnożąc następnie liczbę osób czynnych zawodowo w rolnictwie w latach 1950 i 1960 przez wartość tego wskaźnika, uzyskano szacunkowe liczby pracujących w rolnictwie w tych latach.

Dane o liczbie pracujących w 2002 r. przyjęto w wartości porównywalnej ze stanem z 1996 r., a dla 2010 r. wartości obliczono mnożąc wartość podaną w roczniku rolniczym GUS (2016) przez wskaźnik 1,75, obliczony na podstawie danych ze wspomnianego rocznika (GUS, 2005), w którym podano dodatkowo liczby porównywalne ze stanem z 1996 r. oraz na podstawie informacji o różnicach w zakresie osób zaliczanych do kategorii pracujących w latach 2002-2009 i 2010-2013. Liczby pracujących w latach 1951-1959, 1961-1969, 1971-1979, 1986-1995, 1997-2001 i 2003-2009 wyznaczono metodą interpolacji.

Współzależności między wyposażeniem rolnictwa w siłę pociągową a wydajnością pracy przedstawiono graficznie z wyznaczeniem modeli opisujących je funkcji o najwyższym współczynniku dopasowania  $R^2$ .

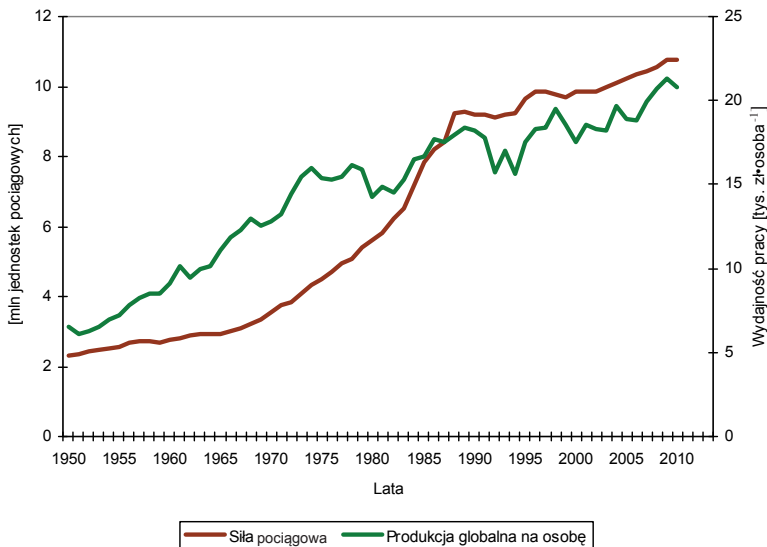
<sup>2</sup> Czynnici zawodowo w rolnictwie to „osoby wykonujące pracę przynoszącą zarobek lub dochód bez względu na miejsce i czas trwania pracy, tj. wszystkich pracujących oraz przejściowo niepracujących” (GUS, 1982).

Analiza zależności między badanymi zmiennymi w długim okresie czasu sprawia, że dokładność poznania badanego zjawiska jest ograniczona z uwagi na konieczność zastosowania szacunków poziomu zmiennych, różne metodyki liczenia w różnych okresach, a także różne specyficzne cechy poszczególnych okresów (np. stałość cen rolnych w pewnych okresach poprzedniego systemu politycznego). Ponadto w okresie objętym analizą zmieniały się nie tylko nakłady siły pociągowej i proporcje między żywą a mechaniczną siłą pociagową, ale również inne nakłady, w tym przede wszystkim pochodzenia przemysłowego, oraz dokonywał się systematyczny postęp w wielu obszarach (m.in. biologiczny, agro- i zootechniczny, organizacyjny).

### Wyniki i ich analiza

W latach 1950-2010 liczba pracujących w rolnictwie polskim zmniejszyła się o ponad 37%. W tym samym czasie nastąpił wzrost produkcji globalnej rolnictwa o 98%. W efekcie wydajność pracy w rolnictwie, mierzona wartością produkcji globalnej w cenach stałych w przeliczeniu na osobę pracującą, zwiększyła się w tym czasie o 216%.

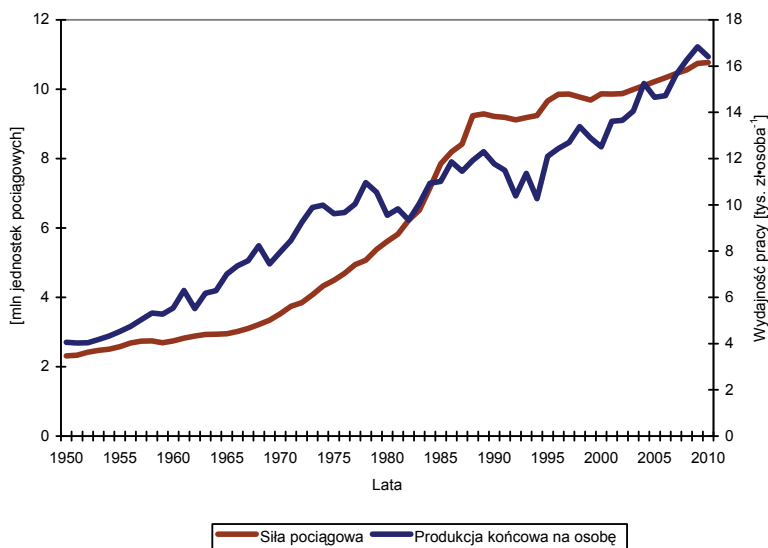
Wzrost produkcji rolniczej w warunkach zmniejszania areálu ziemi uprawianej w Polsce był możliwy dzięki postępowi biologicznemu i technologicznemu, którego odzwierciedleniem jest m.in. stan wyposażenia w siłę pociagową. W okresie objętym niniejszą analizą zasoby siły pociagowej (żywej i mechanicznej) w rolnictwie polskim wzrosły o 365,7% (rys. 1).



Rys. 1. Wyposażenie w siłę pociagową żywą i mechaniczną a wydajność pracy mierzona wartością produkcji globalnej w cenach stałych w przeliczeniu na osobę pracującą w rolnictwie.

Źródło: opracowanie własne na podstawie danych GUS (1966, 1971, 1976, 1978, 1982, 1987, 1992, 1994, 1999, 2002, 2005, 2006, 2007, 2008, 2010, 2011a, b, 2012, 2013, 2014, 2015, 2016).

W latach 1950-2010 nastąpił wzrost produkcji końcowej rolnictwa o 156%, a wydajności pracy w rolnictwie, mierzonej wartością produkcji końcowej w cenach stałych w przeliczeniu na osobę pracującą, zwiększyła się w tym czasie o 305% (rys. 2).



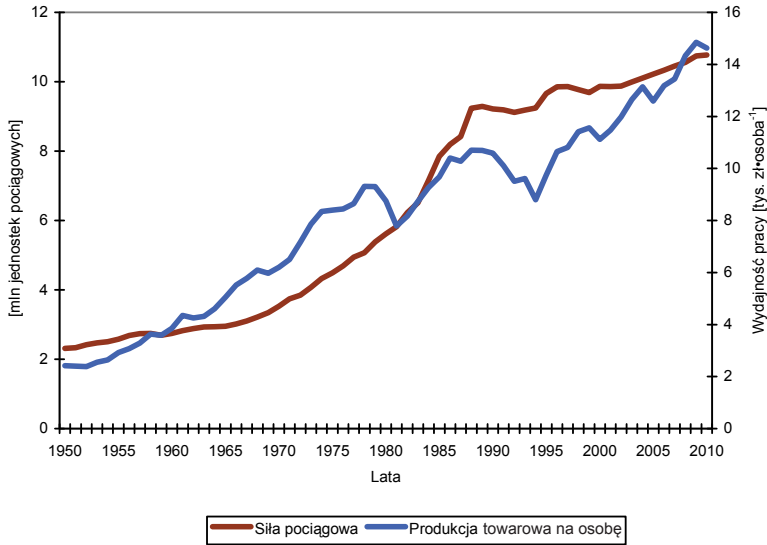
Rys. 2. Wyposażenie w siłę pociągową żywą i mechaniczną a wydajność pracy mierzona wartością produkcji końcowej w cenach stałych w przeliczeniu na osobę pracującą w rolnictwie.

Źródło: jak do rys. 1.

W okresie objętym analizą produkcja towarowa rolnictwa wzrosła o 280%, a wydajność pracy w rolnictwie, mierzona wartością produkcji towarowej w cenach stałych w przeliczeniu na osobę pracującą, zwiększyła się o 506% (rys. 3).

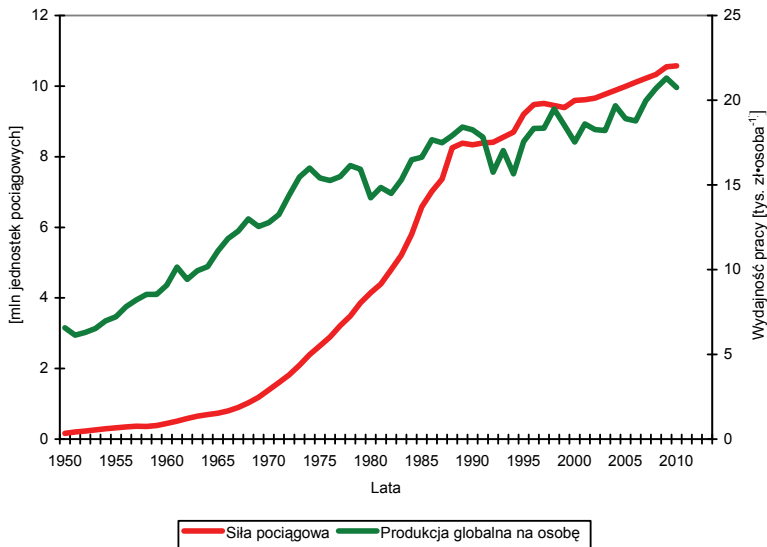
Zasoby mechanicznej siły pociągowej w rolnictwie polskim były w 2010 r. 65-krotnie większe niż w 1950 roku. Mniej więcej do końca lat osiemdziesiątych XX w. dynamika wzrostu była w przypadku tego rodzaju siły pociągowej większa niż w przypadku wydajności pracy mierzonej wartością produkcji globalnej w cenach stałych w przeliczeniu na osobę pracującą w rolnictwie (rys. 4). Przyrosty liczby jednostek siły pociągowej w układzie do lat poprzednich sukcesywnie malały w miarę zwiększania liczby jednostek mechanicznej siły pociągowej w rolnictwie. W porównaniu ze stanem z 1949 r. liczba tych jednostek w 1950 r. była o 27,3% większa, a w 2010 r. – już tylko o 0,3% większa niż w roku poprzednim.

W przypadku wydajności pracy, mierzonej wartością produkcji globalnej w cenach stałych w przeliczeniu na osobę pracującą w rolnictwie, notowano zarówno przyrosty, jak i spadki poziomu produkcji w kolejnych latach. Maksymalny wzrost w stosunku do roku poprzedniego (o 12,2%) odnotowano w 1995 r., a największy spadek (o 11,0%) w 1981 r.



Rys. 3. Wyposażenie w siłę pociągową żywą i mechaniczną a wydajność pracy mierzoną wartością produkcji towarowej w cenach stałych w przeliczeniu na osobę pracującą w rolnictwie.

Źródło: jak do rys. 1.

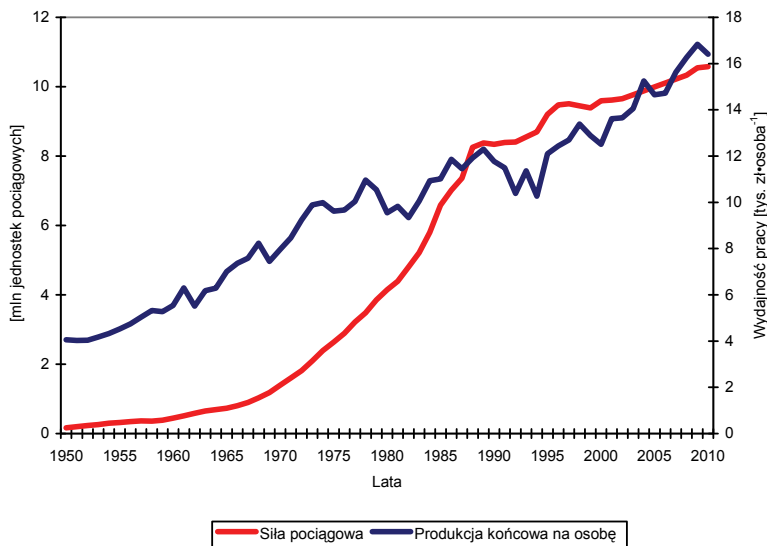


Rys. 4. Wyposażenie w mechaniczną siłę pociągową a wydajność pracy mierzoną wartością produkcji globalnej w cenach stałych w przeliczeniu na osobę pracującą w rolnictwie.

Źródło: jak do rys. 1.



Wydajność pracy, mierzona wartością produkcji końcowej w cenach stałych w przeliczeniu na osobę pracującą w rolnictwie, wahała się w kolejnych latach. Maksymalny wzrost w stosunku do roku poprzedniego (o 17,9%) odnotowano w 1995 roku, a największy spadek (o 12,5%) – w 1962 roku (rys. 5).

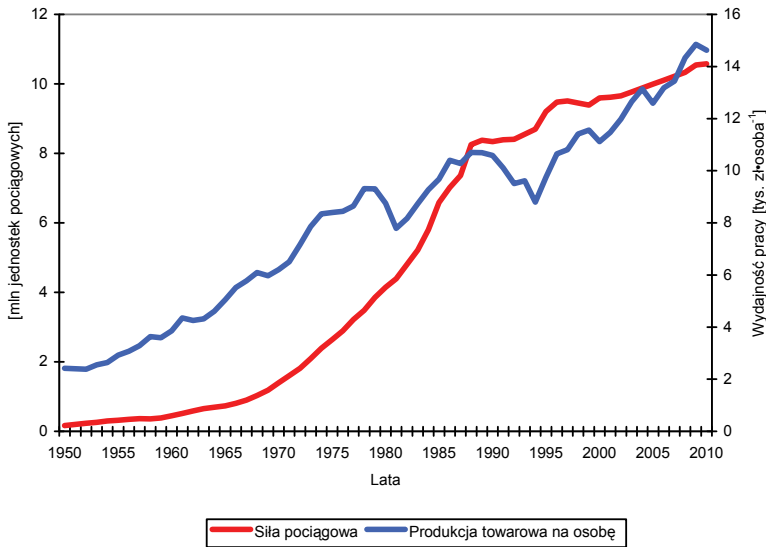


Rys. 5. Wyposażenie w mechaniczną siłę pociągową a wydajność pracy mierzona wartością produkcji końcowej w cenach stałych w przeliczeniu na osobę pracującą w rolnictwie.

Źródło: jak do rys. 1.

Także wydajność pracy, mierzona wartością produkcji towarowej w cenach stałych w przeliczeniu na osobę pracującą w rolnictwie, ulegała znacznym wahaniom w kolejnych latach. Maksymalny wzrost w stosunku do roku poprzedniego (o 12,9%) odnotowano w 1961 roku, a największy spadek (o 11,0%) – w 1981 roku (rys. 6). Znaczne wahania poziomu wydajności pracy były powodowane fluktuacją wartości poszczególnych kategorii produkcji rolniczej. Jednym z czynników mających wpływ na zmiany poziomu produkcji rolniczej były warunki pogodowe w poszczególnych latach. Od temperatury i stanu okrywy śnieżnej w okresach zimowych zależą możliwości przezimowania ozimin, a od poziomu opadów i ich rozkładu w ciągu roku oraz zasobów wody w glebie – warunki rozwoju roślin uprawnych. Czynniki te mają wpływ na plonowanie roślin, a pośrednio – na wartość produkcji rolniczej i wydajność pracy w rolnictwie w poszczególnych latach. W przypadku analiz prowadzonych z wykorzystaniem cen bieżących spadek plonów w poszczególnych latach nie musi oznaczać zmniejszenia wartości produkcji, ponieważ może mu towarzyszyć wzrost cen. Jednak przyjęcie cen stałych w niniejszej analizie powoduje, że warunki pogodowe miały wpływ na wartość produkcji rolniczej w poszczególnych latach.





Rys. 6. Wyposażenie w mechaniczną siłę pociągową a wydajność pracy mierzona wartością produkcji towarowej w cenach stałych w przeliczeniu na osobę pracującą w rolnictwie.

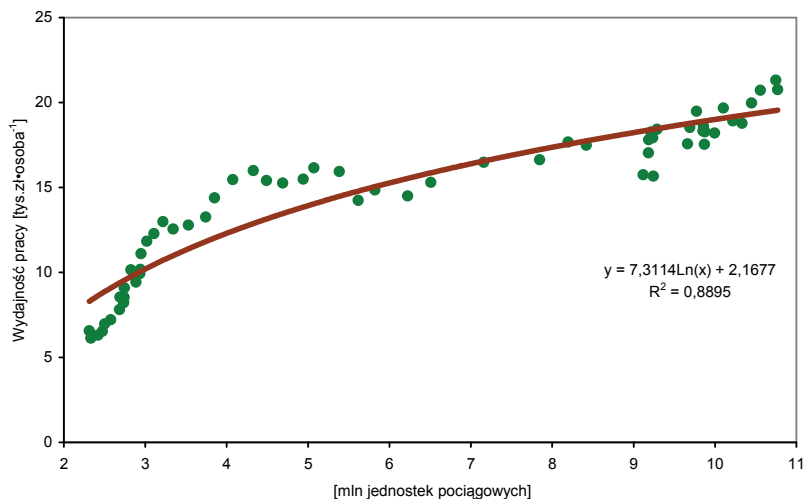
Źródło: jak do rys. 1.

Współzależność między wyposażeniem w siłę pociągową (żywą i mechaniczną) a wydajnością pracy, mierzoną wartością produkcji globalnej w cenach stałych w przeliczeniu na osobę pracującą w rolnictwie, dobrze opisuje funkcja logarytmiczna (rys. 7). Siła tej współzależności słabnie jednak przy wyższych wartościach jednostek siły pociągowej. Wartość współczynnika dopasowania  $R^2$  tej samej funkcji dla wartości nieprzekraczającej 5,5 mln jednostek siły pociągowej (lata 1950–1979) wynosi 0,92, a dla wartości powyżej 5,5 mln jednostek siły pociągowej (lata 1980–2010) – tylko 0,72. Dzieje się tak dlatego, że w warunkach względnego nasycenia rolnictwa siłą pociągową<sup>3</sup> i malejącego jej wykorzystania dalszy wzrost produkcji rolniczej jest coraz bardziej warunkowany postępowaniem biologicznym oraz doskonaleniem metod uprawy, nawożenia, ochrony roślin, a także organizacji pracy, której znaczenie rośnie w warunkach stosowania coraz lepszego, ale też i coraz droższego sprzętu rolniczego. Ponadto zmniejszenie natężenia omawianej zależności przy wyższych wartościach jednostek siły pociągowej wynika też z działania prawa malejącej efektywności nakładu.

Ten sam rodzaj funkcji dobrze opisuje też współzależność między wyposażeniem w siłę pociągową żywą i mechaniczną a wydajnością pracy mierzoną wartością pro-

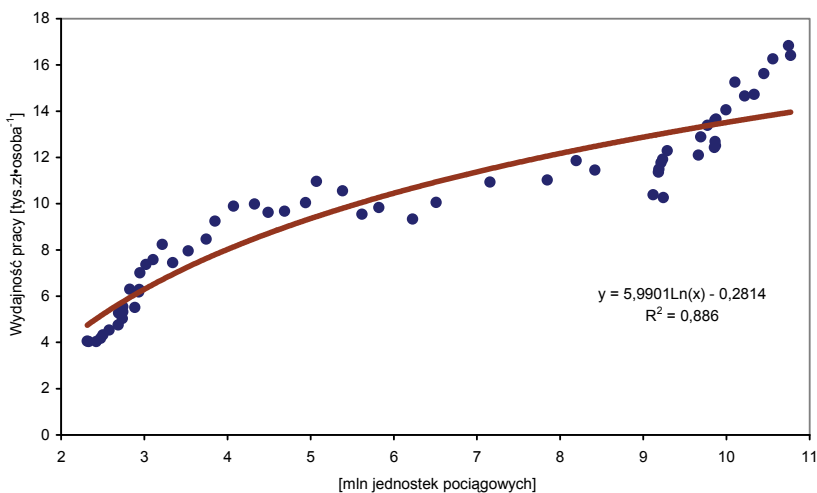
<sup>3</sup> Wartości liczbowe nie wystarczają do oceny stanu jakościowego zasobów siły pociągowej w rolnictwie. Część ciągników już zamortyzowanych nadal służy w gospodarstwach rolnych do wykonywania niektórych czynności, będąc na stałe agregatowana np. z wozem paszowym, ładowaczem itp. Obecność takiego ciągnika nie oznacza nadmiernego wyposażenia w siłę pociągową.

dukcji końcowej w cenach stałych w przeliczeniu na osobę pracującą w rolnictwie (rys. 8). Także w tym przypadku siła tej współzależności słabnie w miarę zwiększania stanu wyposażenia rolnictwa w siłę pociągową.



Rys. 7. Wyposażenie w siłę pociągową żywą i mechaniczną a wydajność pracy mierzona wartością produkcji globalnej w cenach stałych w przeliczeniu na osobę pracującą w rolnictwie.

Źródło: jak do rys. 1.

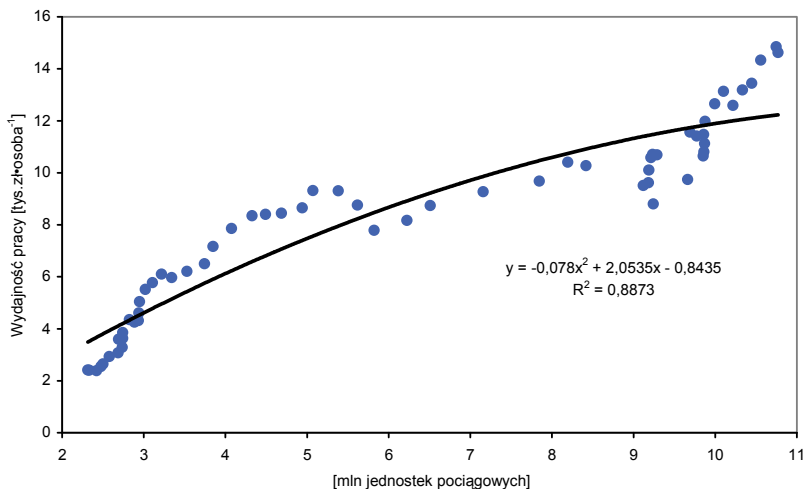


Rys. 8. Wyposażenie w siłę pociągową żywą i mechaniczną a wydajność pracy mierzona wartością produkcji końcowej w cenach stałych w przeliczeniu na osobę pracującą w rolnictwie.

Źródło: jak do rys. 1.

Wypada zauważyć, że siła pociągowa sama w sobie nie powoduje wzrostu wydajności roślin, ale dzięki zapewnieniu wykonania czynności produkcyjnych we właściwych terminach zapobiega obniżkom produkcji rolnej wskutek spadku plonów, np. z powodu niedotrzymania optymalnego terminu siewu czy zabiegów ochrony roślin, lub stratom z powodu nieterminowego zbioru roślin. Stanowi ona czynnik wspomagający siłę roboczą i inne nakłady w procesie wytwórczym i jest ich wartościowym substytutem, na co już przed laty zwrócił uwagę Profesor Zenon Kierul.

Współzależność między wyposażeniem w siłę pociągową (żywą i mechaniczną) a wydajnością pracy, mierzoną wartością produkcji towarowej w cenach stałych w przeliczeniu na osobę pracującą w rolnictwie, dobrze opisuje funkcja wielomianowa (rys. 9).



Rys. 9. Wyposażenie w siłę pociągową żywą i mechaniczną a wydajność pracy mierzona wartością produkcji towarowej w cenach stałych w przeliczeniu na osobę pracującą w rolnictwie.

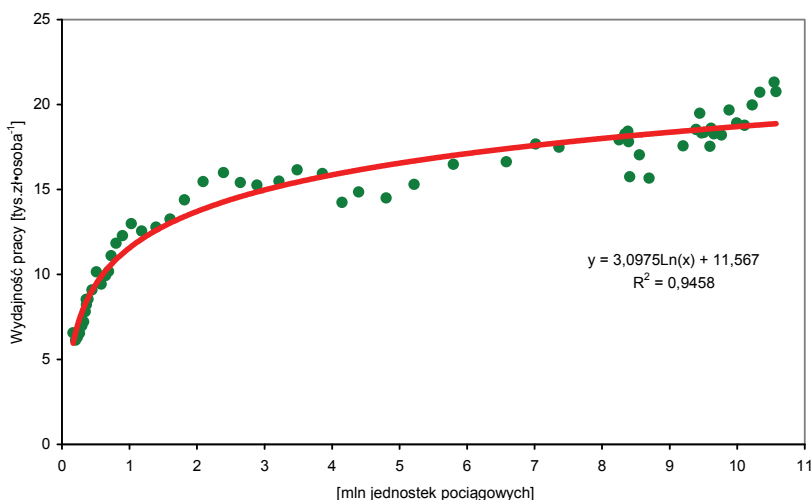
Źródło: jak do rys. 1.

Dodatnia korelacja występuje także między wyposażeniem w mechaniczną siłę pociągową a wydajnością pracy w rolnictwie, przy czym siła odpowiednich współzależności jest w tym przypadku większa niż wówczas, gdy odniesieniem do wydajności pracy były łączne zasoby żywej i mechanicznej siły pociągowej (rys. 7, 8 i 9). Zastosowanie mechanicznej siły pociągowej wiąże się z wyższym poziomem zmechanizowania procesów produkcyjnych w rolnictwie. Wypada jednak zaznaczyć, że na badaną współzależność w przypadku przyjęcia wyłącznie mechanicznej siły pociągowej jako podstawy odniesienia wpływa też fakt, że wówczas, gdy podstawą odniesienia są zasoby mechanicznej siły pociągowej, wartość mianownika – przy tożsamo ujmowanym liczniku – jest mniejsza niż

w przypadku przyjęcia całkowitej siły pociągowej (żywej i uprzedmiotowionej). Ponadto w okresie objętym analizą zmiany struktury siły pociągowej przebiegały w różnym tempie (początkowo proporcjonalnie było więcej żywej siły pociągowej niż w końcu badanego okresu).

Także w tym przypadku siła tej współzależności słabnie w miarę zwiększania stanu wyposażenia rolnictwa w siłę pociągową. Wartość współczynnika dopasowania  $R^2$  funkcji logarytmicznej, opisującej współzależność między wyposażeniem w mechaniczną siłę pociągową a wydajnością pracy, mierzoną wartością produkcji globalnej w cenach stałych w przeliczeniu na osobę pracującą w rolnictwie dla wartości nieprzekraczającej 4 mln jednostek mechanicznej siły pociągowej (lata 1950-1979), wynosi 0,97, a dla wartości powyżej 4 mln jednostek mechanicznej siły pociągowej (lata 1980-2010) – tylko 0,71.

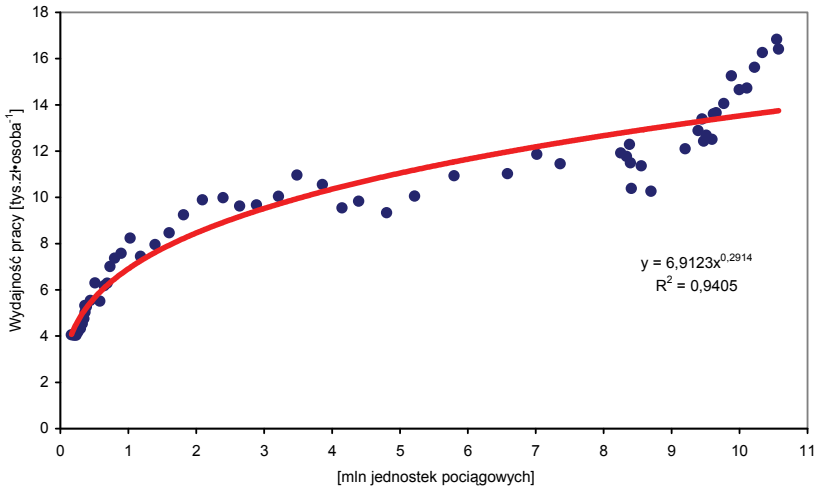
Współzależność między wyposażeniem w mechaniczną siłę pociągową w całym okresie objętym analizą a wydajnością pracy, mierzoną wartością produkcji globalnej w cenach stałych w przeliczeniu na osobę pracującą w rolnictwie, bardzo dobrze opisuje funkcja logarytmiczna (rys. 10).



Rys. 10. Wyposażenie w mechaniczną siłę pociągową a wydajność pracy mierzona wartością produkcji globalnej w cenach stałych w przeliczeniu na osobę pracującą w rolnictwie.

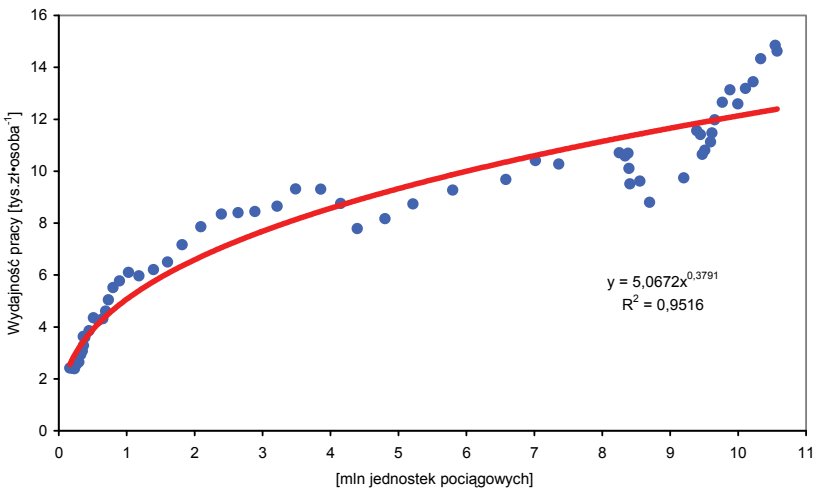
Źródło: jak do rys. 1.

Równie wysokim współczynnikiem dopasowania charakteryzuje się funkcja logarytmiczna, opisująca współzależność między wyposażeniem w mechaniczną siłę pociągową a wydajnością pracy mierzoną wartością produkcji końcowej w cenach stałych w przeliczeniu na osobę pracującą w rolnictwie (rys. 11).



Rys. 11. Wyposażenie w mechaniczną siłę pociągową a wydajność pracy mierzona wartością produkcji końcowej w cenach stałych w przeliczeniu na osobę pracującą w rolnictwie.  
Źródło: jak do rys. 1.

Współzależność między wyposażeniem w mechaniczną siłę pociągową a wydajnością pracy zaznacza się najsilniej wówczas, gdy wydajność ta jest mierzona wartością produkcji towarowej w cenach stałych w przeliczeniu na osobę pracującą w rolnictwie (rys. 12).



Rys. 12. Wyposażenie w mechaniczną siłę pociągową a wydajność pracy mierzona wartością produkcji towarowej w cenach stałych w przeliczeniu na osobę pracującą w rolnictwie.  
Źródło: jak do rys. 1.

Wyposażenie rolnictwa w siłę pociągową oraz udział siły mechanicznej w jej strukturze odzwierciedla stan jego mechanizacji. Stan mechanicznej siły pociągowej świadczy o poziomie motoryzacji rolnictwa. Silna współzależność między tym wyposażeniem a wydajnością pracy w rolnictwie potwierdza wyniki badań prowadzonych już wcześniej, z których wynika, że wzrost technicznego uzbrojenia pracy sprzyja wzrostowi wydajności pracy. W ciągu sześćdziesięciu lat objętych analizą ich rola jednak zmieniała się. W początkach tego okresu polegała ona głównie na substytucji pracy żywej uprzedmiotowioną w środkach mechanizacji rolnictwa. Proces ten sprzyjał poprawie terminowości wykonania prac i zmniejszaniu strat podczas zbioru i magazynowania produktów. Obejmował on w Polsce początkowo gospodarstwa określane mianem uspołecznionych, a z czasem – także gospodarstwa indywidualne.

Postęp w inżynierii rolniczej przyczynia się do poprawy efektywności nakładów produkcyjnych z zachowaniem wymogów poszanowania środowiska. Doskonalenie konstrukcji środków mechanizacji rolnictwa umożliwia zwiększenie wydajności, zmniejszenie jednostkowych nakładów energii oraz szkodliwych emisji. Zmniejszeniu uciążliwości wobec środowiska sprzyja racjonalny i rozsądny proces użytkowania maszyn, począwszy od momentu ich konstrukcji, poprzez eksploatację, a na recyklingu kończąc (Michałek i Tomczyk, 2002). Badania przeprowadzone w Katedrze Inżynierii Rolniczej Informatyki Uniwersytetu Rolniczego w Krakowie wykazały, że stan technicznego uzbrojenia pracy oraz wskaźnik postępu naukowo-technicznego są wyraźnie dodatnio skorelowane z wydajnością pracy (Michałek i Grotkiewicz, 2009).

Ogólna tendencja, obserwowana także w rolnictwie, charakteryzuje się stopniowym zmniejszaniem roli (w ujęciu relatywnym) nakładów materiałowych (Bernardini i Galli, 1993). Sukcesywnie rośnie natomiast rola informacji. We współczesnym rolnictwie dobra informacja jest jednym z podstawowych warunków osiągnięcia wysokiej efektywności czynników produkcji w gospodarstwach rolniczych. Rolnik powinien mieć dostęp do aktualnej, rzetelnej i w miarę możliwości pełnej informacji o sytuacji rynkowej, o środkach produkcji, postępie biologicznym, technicznym i technologicznym. Musi też dysponować bieżącymi danymi o zaszczościach w swym gospodarstwie (na przykład o stanie roślin i przestrzennym rozmieszczeniu ich plonów, zmianach w środowisku, zagrożeniach ze strony chorób, szkodników, chwastów itp.). Wiąże się z tym potrzeba wyposażenia środków mechanizacji rolnictwa w aparaturę umożliwiającą rejestrację tych danych.

### **Podsumowanie**

Zasoby mechanicznej siły pociągowej w rolnictwie polskim były w 2010 roku 65-krotnie większe niż w 1950 roku. Mniej więcej do końca lat osiemdziesiątych XX w. dynamika wzrostu była w przypadku tego rodzaju siły pociągowej większa niż w przypadku wydajności pracy mierzonej wartością produkcji globalnej w cenach stałych w przeliczeniu na osobę pracującą w rolnictwie.

Istnieje silnie zaznaczona dodatnia współzależność między wyposażeniem w siłę pociągową a wydajnością pracy w rolnictwie. Współzależność ta w przypadku przyjęcia wyłącznie mechanicznej siły pociągowej jako podstawy odniesienia rysuje się wyraźniej niż wówczas, gdy podstawą odniesienia są łączne zasoby siły pociągowej (żywej i mechanicznej). Zastosowanie mechanicznej siły pociągowej wiąże się z wyższym poziomem zmechanizowania procesów produkcyjnych w rolnictwie. Wypada jednak zaznaczyć, że na badaną współzależność w przypadku przyjęcia wyłącznie mechanicznej siły pociągowej jako podstawy odniesienia wpływa też fakt, że wówczas, gdy podstawą odniesienia są zasoby mechanicznej siły pociągowej, wartość mianownika – przy tożsamo ujmowanym liczniku – jest mniejsza niż w przypadku przyjęcia całkowitej siły pociągowej (żywej i uprzedmiotowionej), co ma wpływ na wyniki obliczeń.

Siła tej współzależności słabnie w miarę zwiększania stanu wyposażenia rolnictwa w siłę pociągową, co jest efektem względnego nasycenia rolnictwa siłą pociągową i malejącego jej wykorzystania, ale też wynika z działania prawa malejącej efektywności nakładu. Ponadto wzrost produkcji rolniczej jest coraz bardziej warunkowany postępowaniem biologicznym oraz doskonaleniem metod uprawy, nawożenia, ochrony roślin, a także organizacji pracy, której znaczenie rośnie w warunkach stosowania coraz doskonalszego, ale też i coraz droższego sprzętu rolniczego. Wyposażenie w siłę pociągową jest tylko jednym z wielu czynników wpływających na wydajność pracy w rolnictwie

Współzależność między wyposażeniem w mechaniczną siłę pociągową a wydajnością pracy zaznacza się najsilniej wówczas, gdy wydajność ta jest mierzona wartością produkcji towarowej w cenach stałych w przeliczeniu na osobę pracującą w rolnictwie.



**Bibliografia:**

- Bernardini, O., Galli, R. (1993). Dematerialisation: long-term trends in the intensity of use of materials and energy. *Futures*, vol. 25, nr 4, s. 431-448.
- GUS (1966). *Rolniczy rocznik statystyczny 1945-1965*. Warszawa, ss. 525.
- GUS (1971). *Rocznik statystyczny rolnictwa 1971*. Warszawa, ss. 380.
- GUS (1976). *Rocznik statystyczny 1976*. Warszawa, ss. 632.
- GUS (1978). *Rocznik statystyczny rolnictwa i gospodarki żywnościowej 1978*. Warszawa, ss. 516.
- GUS (1982). *Rocznik statystyczny rolnictwa i gospodarki żywnościowej 1982*. Warszawa, ss. 436.
- GUS (1987). *Rocznik statystyczny rolnictwa i gospodarki żywnościowej 1986*. Warszawa, ss. 431.
- GUS (1992). *Rolnictwo i gospodarka żywnościowa 1986-1990*. Warszawa, ss. 399.
- GUS (1994). *Rocznik statystyczny rolnictwa 1993*. Warszawa, ss. 373.
- GUS (1999). *Rocznik statystyczny rolnictwa 1998*. Warszawa, ss. 481.
- GUS (2002). *Rocznik Statystyczny Rolnictwa 2001*. Warszawa, ss. 315. ISSN 1508-0013.
- GUS (2005). *Rocznik statystyczny rolnictwa i obszarów wiejskich 2005*. Warszawa, ss. 485.
- GUS (2006). *Rocznik statystyczny rolnictwa i obszarów wiejskich 2006*. Warszawa, ss. 489.
- GUS (2007). *Rocznik statystyczny rolnictwa i obszarów wiejskich 2007*. Warszawa, ss. 473.
- GUS (2008). *Rocznik statystyczny rolnictwa i obszarów wiejskich 2008*. Warszawa, ss. 493.
- GUS (2010). *Rocznik Statystyczny Rolnictwa 2010*. Warszawa, ss. 389.
- GUS (2011a). *Rocznik Statystyczny Rolnictwa 2011*. Warszawa, ss. 393.
- GUS (2011b). *Środki produkcji w rolnictwie. Powszechny Spis Rolny 2010*. Warszawa, ss. 111.
- GUS (2012). *Pracujący w gospodarstwach rolnych. Powszechny Spis Rolny 2010*. Warszawa, ss. 188.
- GUS (2013). *Rocznik Statystyczny Rolnictwa 2013*. Warszawa, ss. 417.
- GUS (2014). *Rocznik Statystyczny Rolnictwa 2014*. Warszawa, ss. 445.
- GUS (2015). *Rocznik Statystyczny Rolnictwa 2015*. Warszawa, ss. 456.
- GUS (2016). *Rocznik Statystyczny Rolnictwa 2016*. Warszawa, ss. 456.
- Kocira, S. (2008). Wpływ technicznego uzbrojenia procesu pracy na nadwyżkę bezpośrednią w gospodarstwach rodzinnych. *Inżynieria Rolnicza*, nr 4(102), s. 375-380.
- Michałek, R., Grotkiewicz, K. (2009). Postęp naukowo-techniczny a wydajność ziemi i pracy w wybranych regionach Polski. *Problemy Inżynierii Rolniczej*, nr 2(64), s. 25-32.
- Michałek, R., Tomczyk, W. (2002). Problemy eksploatacji maszyn i urządzeń w aspekcie ochrony środowiska. *Problemy Inżynierii Rolniczej*, nr 4(38), s. 5-10.
- Pawlak, J. (2016). Relacje wolumenu produkcji do zasobów siły pociągowej w rolnictwie polskim. *Zagadnienia Ekonomiki Rolnej*, nr 4(349), s. 122-137.
- Sawa, J., Kocira, S. (2013). Efektywność pracy w gospodarstwach o zbilansowanej odnawialności substancji organicznej. *Problemy Inżynierii Rolniczej*, nr 2, s. 11-20.
- Sheng, Y., Davidson, A., Fuglie, K., Zhang, D. (2016). Input substitution, productivity performance and farm size. *The Australian Journal of Agricultural and Resource Economics*. vol. 60, iss. 3, s. 327-347.
- Skarżyńska, A. (2017). Efektywność techniczna, ekonomiczna i środowiskowa produkcji wybranych produktów roślinnych w regionach rolniczych Polski. *Zagadnienia Ekonomiki Rolnej*, nr 1(350), s. 117-137.

- Wójcicki, Z. (2014). Analiza potrzeb i możliwości inwestycyjnych gospodarstw rodzinnych. *Problemy Inżynierii Rolniczej*, nr 1(83), s. 5-20.
- Wójcicki, Z., Pawlak, J., Rudeńska, B. (2014). Wartości zestawów maszyn w badanych gospodarstwach rodzinnych. *Problemy Inżynierii Rolniczej*, nr 3(85), s. 5-18.
- Ziętara, W. (1998). Metodyczne aspekty oceny efektywności gospodarowania w rolnictwie. *Zeszyty Naukowe SGGW. Ekonomika i organizacja gospodarki żywnościowej*, nr 34(1998), s. 17-32.
- Ziętara, W. (2000). Ekonomiczna i społeczna wydajność pracy w różnych typach gospodarstw rolniczych. *Zeszyty Naukowe SGGW. Ekonomika i organizacja gospodarki żywnościowej*, nr 41, s. 19-34.
- Ziętara, W. (2009a). Model polskiego rolnictwa wobec aktualnych wyzwań. *Zeszyty Naukowe SGGW. Ekonomika i organizacja gospodarki żywnościowej*, nr 73, s. 5-21.
- Ziętara, W. (2009b). Uwarunkowania rozwoju gospodarstw wielkoobszarowych w Polsce. Stowarzyszenie Ekonomistów Rolnictwa i Agrobiznesu. *Zeszyty Naukowe*, t. XI, zeszyt 1, s. 490-495.
- Ziętara, W., Zieliński, M. (2016). Polskie gospodarstwa roślinne na tle gospodarstw wybranych krajów. *Zagadnienia Ekonomiki Rolnej*, nr 2(347), s. 73-94.

JAN PAWLAK  
Institute of Technology and Life Sciences  
Branch of Warsaw

## EQUIPMENT WITH DRAFT FORCE AND LABOUR PRODUCTIVITY IN THE POLISH AGRICULTURE

### Abstract

*The paper presents an analysis of correlations between equipment with draft force and labour productivity in agriculture. Between 1950 and 2010 live and mechanical draft force resources in the Polish agriculture increased by 365.7%, of that the mechanical one 65 times. At the same time, the number of persons working in Polish agriculture decreased by more than 37%, while the value of agricultural product in fixed prices increased: for gross output by 98%, final output – by 156%, and market output – by 280%. Labour productivity in agriculture (value of production in fixed prices per capita working in agriculture) increased, in the case of adoption as a measure of this production: gross output – by 216%, final output – by 305%, and market output – by 506%. Strongly marked positive correlation between equipment with draft force and labour productivity in agriculture has been found. The strength of this correlation weakened along with increasing equipment of agriculture with draft force.*

**Keywords:** labour productivity, draft force, correlation, agriculture.

*Zaakceptowano do druku – Accepted for print: 08.09.2017.*