

# **Badania technologii zbioru słomy i siana**

*Janusz Nowak, Michał Karyś*

*Katedra Eksploatacji Maszyn i Zarządzania w Inżynierii Rolniczej,  
Akademia Rolnicza w Lublinie  
ul. Głęboka 28, 20-612 Lublin*

**Słowa kluczowe:** słoma, siano, pracochłonność, energochłonność, koszty zbioru

## **Wstęp**

Wiele dostępnych dzisiaj publikacji tak krajowych, jak i zagranicznych nie zawiera w pełni kompleksowych ocen różnych technologii zbioru słomy i siana (suchych pasz objętościowych). Większość z nich dotyczy tylko opisu budowy i oceny pojedynczych maszyn, realizujących najczęściej pierwsze operacje technologiczne. W literaturze można znaleźć informacje odnośnie wyników badań dotyczących głównie operacji zbioru, a rzadziej transportu czy też składowania słomy lub siana. Porównanie tych wyników nastrocza trudności odnośnie obiektywnej ich oceny, gdyż zostały one uzyskane w różnych warunkach prowadzenia badań. Takie postępowanie w efekcie prowadzi do mylnych ocen i nie daje pełnej informacji o korzyściach mogących wynikać z ewentualnego wprowadzenia danej technologii w określonych warunkach techniczno-organizacyjnych i produkcyjnych gospodarstwa [7, 9, 27]. Wskaźniki oceny technologii, takie jak nakłady energetyczne, robocizny i ekonomiczne uzyskane z wykorzystaniem różnych metod (badań eksperymentalnych, modelowych linii technologicznych, modelowania symulacyjnego, kalkulacyjnej metody liczenia kosztów) mogą stanowić wartościowe informacje dla racjonalnego wprowadzania nowych technologii. Wartość aplikacyjna tych danych jest w dużej mierze uzależniona od sprecyzowania warunków w jakich zostały określone.

W literaturze krajowej brak informacji dotyczących oceny efektywności prac przeładunkowych, transportowych czy dystrybucyjnych zebranej słomy z zastosowaniem najnowszych maszyn i urządzeń [7, 24, 45]. Wynika to z rozdrobnionej struktury większości gospodarstw rolnych w naszym kraju, gdzie zastosowanie znajdują prasy formujące małe bele, a prace przeładunkowe odbywają się z dużym udziałem prac ręcznych. Rozpowszechnianie zbioru słomy i siana z zastosowaniem pras

formujących duże bele cylindryczne i prostopadłościennie jest ograniczone możliwościami mechanizacji prac przeładunkowych z zastosowaniem urządzeń uniwersalnych, a zwłaszcza ładowaczy czołowych, jak również specjalistycznych. Warto jednak zauważyć, że krajowi producenci podjęli seryjną produkcję nowoczesnych maszyn do zbioru i prac przeładunkowych pozwalających tworzyć pełne linie technologiczne. W miarę potrzeby istnieje również możliwość nabycia maszyn i urządzeń producentów zagranicznych u ich krajowych przedstawicieli.

## **Ocena pracochłonności i energochłonności technologii**

---

Pracochłonność i energochłonność stanowią główne wskaźniki oceny technologii zbioru suchych pasz objętościowych. Zależą one w znacznej mierze od sposobu organizacji procesu technologicznego, rodzaju i wydajności stosowanych maszyn i urządzeń, rodzaju i parametrów zbieranego materiału, warunków klimatyczno-glebowych oraz intensywności pracy rozumianej jako stopień natężenia wysiłku fizycznego, umysłowego osób uczestniczących w realizacji poszczególnych zadań [5, 7, 10, 11, 28, 36]. W wielu opracowaniach [12, 14, 16, 17] podkreśla się, że skutecznym sposobem obniżenia pracochłonności jest właściwa organizacja pracy oraz stosowanie wysoko wydajnych maszyn, które są wprawdzie drogie jednak charakteryzują się niską awaryjnością. Wysoka wydajność i niezawodność maszyn jest niezwykle istotna, gdyż terminy zbioru słomy i siana przypadają na okres spiętrzenia prac polowych i wiążącego się z tym większego zapotrzebowania na siłę roboczą. W tym właśnie aspekcie należy również oceniać efektywność wykorzystania maszyn i urządzeń stosowanych w technologii zbioru suchych pasz objętościowych. Duże osiągnięcia współczesnej techniki w zakresie budowy maszyn rolniczych pozwalają na długie ich użytkowanie nawet w trudnych warunkach realizacji prac polowych. Użytkowanie tego typu maszyn łączy się często z wysokimi kosztami, które wynikają z nakładów ponoszonych na ich zakup i możliwości racjonalnego wykorzystania w okresie agrotechnicznym [15, 18]. Niemniej jednak, obserwowany w krajowym rolnictwie stopniowy wzrost powierzchni upraw zbóż zmusza rolników do poszukiwania wydajnych technologii zbioru słomy z zastosowaniem maszyn najnowszej generacji. W wielu opracowaniach krajowych i zagranicznych dominuje ocena nakładów pracy ludzkiej odnosząca się zwykle do pojedynczych operacji procesu technologicznego (zbiór, transport) [6, 7, 8, 20, 26, 44]. Jest to związane z tym, że maszyny stosowane do realizacji tych operacji są przedmiotem szczególnych zainteresowań zarówno producentów jak i użytkowników. Ponadto badania eksploatacyjne tego typu sprzętu rolniczego nie wymagają skomplikowanych pomiarów oraz są niezależne od systemu organizacji linii technologicznych. W nielicznych opracowaniach podjęto zagadnienie oceny nakładów pracy ludzkiej ponoszonych we wszystkich operacjach analizowanych technologii. Prezentowane wyniki bywają jednak zróżnicowane, a powodem tego mogą

być między innymi odmienne warunki, w jakich prowadzono badania. Nie bez znaczenia są również parametry stosowanych maszyn i urządzeń.

Przedmiotem badań Olszewskiego [30] były cztery różne technologie zbioru słomy, w których głównymi maszynami były klasyczne prasy zbierające oraz prasy do formowania dużych bel. Wyniki tych badań wykazały, że największe nakłady pracy ludzkiej odnosiły się do technologii z klasyczną prasą zbierającą i ręcznym załadunkiem bel na środki transportowe ( $8,75 \text{ rbh} \cdot \text{ha}^{-1}$ ). Były one ponad dwukrotnie wyższe w zestawieniu z technologią, w której maszyną zbierającą była zmiennokomorowa prasa zwijająca (objętość formowanych bel  $3,86 \text{ m}^3$ ). Wyjątkowo dużą pracochłonnością charakteryzowała się technologia wykorzystująca prasę formującą duże bele prostopadłościennie (objętość formowanych bel  $4,5 \text{ m}^3$ ). Wynosiła ona ponad  $6 \text{ rbh} \cdot \text{ha}^{-1}$ . Wyniki uzyskane przez Olszewskiego [30] różnią się od rezultatów badań prowadzonych przez Mitterleitnera [22]. Różnice te wynikają głównie z wyjątkowo małej wydajności maszyn zbierających starej generacji (wydajność w czasie eksploatacyjnym  $W_{07}$  wynosiła zaledwie  $3,03 \text{ ton}$  na godzinę dla prasy zwijającej oraz  $2,28 \text{ t} \cdot \text{h}^{-1}$  dla prasy formującej duże bele prostopadłościennie). W badaniach Mitterleitnera [22] wartości wydajności  $W_{07}$  wynosiły odpowiednio ok.  $6,6 \text{ t} \cdot \text{h}^{-1}$  oraz  $13,3 \text{ t} \cdot \text{h}^{-1}$ . Badania eksploatacyjne najnowszej generacji pras zwijających wykazały, że wydajność efektywna tych maszyn podczas zbioru słomy (wilgotność w zakresie 10–11%) wynosiła  $10,3\text{--}12,8 \text{ t s.m.} \cdot \text{h}^{-1}$  [27]. Są to wielkości 3–4-krotnie większe niż wyniki uzyskanymi przez Olszewskiego [30]. Jeszcze większe różnice odnoszą się do pras formujących duże bele prostopadłościennie, których przepustowość wynosiła od 18 do  $31 \text{ t} \cdot \text{h}^{-1}$  (wilgotność słomy żytniej ok. 8,5%) [29].

Wyniki symulacji komputerowej uzyskane przez Wierzbickiego [46] wykazują, że pracochłonność zbioru słomy (formowanie bel, plon  $4 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$ ) klasyczną prasą zbierającą wynosi  $0,5 \text{ rbh} \cdot \text{ha}^{-1}$ , przy wydajności  $2 \text{ ha} \cdot \text{h}^{-1}$  i jest ok. 27% większa niż prasą zwijającą (wydajność  $1,47 \text{ ha} \cdot \text{h}^{-1}$ ). Najmniej pracochłonnym rozwiązaniem (wg Wierzbickiego) okazała się technologia zbioru i transportu słomy (bez wyładunku i składowania, odległość transportowa 1 km) z zastosowaniem przyczepy zbierającej (pojemność skrzyni ładunkowej  $41 \text{ m}^3$ ). Wynosiła ona około  $1,0 \text{ rbh} \cdot \text{h}^{-1}$  i była ponad dwukrotnie mniejsza niż technologii bazującej na prasie formującej duże bele prostopadłościennie.

Interesujące badania prowadzili Herrmann i Papesch [12]; dotyczyły one oceny czterech technologii zbioru, transportu i składowania dużych bel słomy ( $1,18 \text{ m} \times 1,27 \text{ m} \times 2,2 \text{ m}$ ). W pierwszym wariacie zastosowano dwa ciągniki, z których jeden wyposażono w ładowacz czołowy i jego zadanie polegało na załadunku (dwie przyczepy – w sumie 32 bele) i rozładunku bel. Zestaw maszyn w drugim wariacie był taki sam jak w pierwszym, a różnica dotyczyła tylko rozmieszczenia bel na polu, gdyż prasa zbierająca została wyposażona w paletyzator pozwalający na grupowanie trzech bel. W trzecim wariacie zastosowano przyczepę samozaładowczą (pojemność 8 bel), która umożliwia wyładunek bel w formie regularnego pakietu.

Wariant czwarty odnosił się do zbioru bel, które były grupowane (po osiem sztuk) przez paletyzator specjalnej konstrukcji połączony z prasą zbierającą. Do transportu i składowania stosowano przyczepę, która w całości „pobierała” i wyładowywała uformowany pakiet bel. Wyniki tych badań wykazały, że technologie z zastosowaniem samozaładowczych przyczep charakteryzują się mniejszymi nakładami pracy ludzkiej w zestawieniu z rozwiązaniami wykorzystującymi klasyczne przyczepy transportowe, jeśli odległość transportowa nie przekracza 6 km. Przy dużych odległościach wykazano korzystny wpływ stosowania środków transportu o znacznie większej ładowności, pomimo większej pracochłonności i potrzeby zaangażowania dodatkowej liczby pracowników.

W nielicznych pracach podejmowana jest problematyka związana z oceną wpływu wielkości, kształtu oraz zagęszczenia bel słomy i siana na wydajność operacji załadunkowych i wyładunkowych oraz efektywność transportu, która uzależniona jest również od odległości przemieszczania, ładowności środka transportowego i stopnia jej wykorzystania. Wyniki badań prowadzonych przez Wagnera i Sauferta [42] wykazały, że nakład pracy ludzkiej ponoszony na załadunek i transport bel cylindrycznych zależy nie tylko od odległości i ładowności przyczep, ale również od liczby zaangażowanych środków technicznych. Stwierdzono również, że wraz ze wzrostem odległości transportowania bel wzrasta wpływ ładowności środków transportowych na zmniejszenie nakładów pracy ludzkiej.

Istotnymi kryteriami oceny technik i technologii produkcji stosowanych w praktyce rolniczej, które trzeba brać pod uwagę przy doborze maszyn i projektowaniu tych technologii są nakłady energetyczne (pracy żywej, energii mechanicznej, elektrycznej i w postaci zużywanego paliwa) [33]. Właściwa ocena przydatności poszczególnych linii technologicznych i określenia wskaźników energetyczno-ekonomicznych w ujęciu kompleksowym wymaga znajomości poszczególnych operacji, począwszy od zbioru materiału aż do chwili jego użytkowania [6]. Dotychczasowe wyniki prac uzyskane przez wielu autorów dotyczą maszyn zarówno starej jak i nowej generacji. Równocześnie autorzy ograniczają się do wyznaczenia ważniejszych wskaźników eksploatacyjnych i energetycznych pojedynczych maszyn podczas zbioru suchych pasz objętościowych [6, 33, 40].

O energochłonności procesu zbioru słomy w znacznym stopniu decydują rodzaj i wielkość stosowanych maszyn, klasa ciągnika współpracującego, parametry zbieranego materiału, powierzchnia i kształt pola oraz warunki trakcyjne podłoża. Wymienione czynniki determinują zarówno przepustowość jak i czas przestojów wynikających z usterek techniczno-technologicznych [31, 32, 40].

Energetycznymi aspektami oceny kompleksowych technologii zbioru pasz objętościowych stosowanych w kraju zajmowali się między innymi Olszewski [30, 33], Sęk i Przybył [39], Wierzbicki [46]. Badania prowadzone przez Waszkiewicza, Gacha i Klonowskiego [43] dotyczyły tylko pierwszej operacji technologii zbioru pasz objętościowych. Przedmiotem ich badań była stałokomorowa prasa zwijająca Z-543, przy

pomocy której formowano bele z podsuszanej zielonki oraz słomy. Autorzy tych badań wykazali, że zapotrzebowanie na moc rośnie wraz ze zwiększaniem się masy zagęszczonego materiału roślinnego. Do podobnych wniosków doszli Freeland i Bledsoe [4], Kutzbach [19] oraz Tremblay i in. [41]. Ponadto stwierdzili oni, że zbiór pasz objętościowych maszyną zmiennokomorową charakteryzuje się równomiernym wzrostem zapotrzebowania na moc podczas trwania całego procesu formowania beli.

## Ocena badań ekonomicznych aspektów technologii

Prawidłowa organizacja technologii zbioru suchych pasz objętościowych nie może opierać się tylko na czynnikach o charakterze eksploatacyjnym. Powinna także uwzględniać ich związek z kosztami realizacji poszczególnych operacji. Jak wspomniano wcześniej, w ostatnich latach obserwujemy w kraju tendencje wzrostu powierzchni upraw zbóż, co wiąże się z koniecznością wdrażania wydajnych i ekonomicznie uzasadnionych technologii zbioru słomy. Aktualnie stosowane technologie często uwzględniają nowoczesne maszyny, których zakup wiąże się z wysokimi nakładami kapitałowymi [16, 25, 27].

W obecnych warunkach koszty eksploatacji maszyn i urządzeń rolniczych oraz mechanizacji prac stanowią często największe obciążenie dla gospodarstw (nawet ponad 30% kosztów produkcji) i zmniejszają się wraz ze wzrostem powierzchni uprawy w gospodarstwie. Ocena kalkulacyjna kosztów opiera się na wielu współczynnikach, których wartości mogą być zróżnicowane w zależności od warunków użytkowania sprzętu, wielkości powierzchni gospodarstw itd. Także przyjęta do obliczeń metoda kalkulacji może wpłynąć na zróżnicowanie wyniku oceny [35]. Dla warunków krajowych sposób liczenia kosztów eksploatacji maszyn i urządzeń opracowany został przez IBMER w Warszawie. Metoda ta oparta jest na podziale kosztów na koszty utrzymania (koszty stałe) i koszty użytkowania (koszty zmienne) bezpośrednio związane z ilością wykonanej pracy [23]. Podobne stanowisko w kwestii liczenia kosztów eksploatacji maszyn rolniczych zajmuje szwajcarski Instytut FAT [1]. Opracowanie krajowe różni się jednak od metody pochodzącej z Instytutu szwajcarskiego, gdyż nie uwzględnia kosztów oprocentowania kapitału wydatkowanego na zakup maszyn i urządzeń rolniczych. Uważa się, że koszt oprocentowania kapitału nie stanowi rzeczywistego wydatku i z tego względu nie powinien być zaliczany do kosztów eksploatacji. Uwzględnianie kosztów oprocentowania kapitału w kosztach eksploatacji maszyn rolniczych, które są coraz częściej nabywane na kredyt będzie zbieżne z metodami stosowanymi w wielu krajach zachodnich. W ten sposób dokonane kalkulacje będzie można porównać z wynikami uzyskanymi w innych krajach Unii Europejskiej.

Istotna różnica pomiędzy krajową metodą określania kosztów eksploatacji maszyn rolniczych a metodami opracowanymi w Szwajcarii i Niemczech odnosi się do wartości przyjmowanych wskaźników (okres użytkowania, roczne wykorzystanie, współczynnik kosztów napraw). Jest to spowodowane zróżnicowaniem walorów

użytkowych stosowanych maszyn. Przyjmowanie wskaźników z opracowań krajowych dla maszyn produkowanych przez czołowe firmy zagraniczne prowadzi do niewłaściwej kalkulacji kosztów.

Porównanie wskaźników ekonomiczno-technicznych technologii zbioru suchych pasz objętościowych, uzyskane w różnych krajach, jest także znacznie utrudnione z powodu niepełnej informacji o sposobie ich wyznaczania. Są one funkcją wielu parametrów technologicznych oraz poziomu techniczno-organizacyjnego. Uwarunkowania te wraz z różnicami cenowymi oddziałują w sposób zasadniczy na wartość tych wskaźników, a więc ograniczają możliwości ich odniesienia do polskich warunków [2, 3, 27].

Ekonomicznymi aspektami oceny technologii zbioru suchych pasz objętościowych zajmowali się w kraju Olszewski [31, 32, 34], Roszkowski [37], Sadowski [38], Wierzbicki [46]. Przedmiot ich badań w większości nie stanowiły jednak maszyny najnowszej generacji.

Z danych zamieszczonych w pracy Sadowskiego [38] wynika, że kompleksowa technologia zbioru (formowanie bel, załadunek, transport, rozładunek) słomy żytniej z zastosowaniem prasy zwijającej Z-279/1 wymaga małych nakładów finansowych (około  $70 \text{ zł} \cdot \text{ha}^{-1}$ ). Jest to spowodowane przede wszystkim dużą wydajnością maszyny zbierającej ( $2 \text{ ha} \cdot \text{h}^{-1}$ ). W opracowaniu IBMER podaje się, że wydajność  $W_{07}$  wymienionej prasy wynosi od  $0,55 \text{ ha} \cdot \text{h}^{-1}$  do  $0,9 \text{ ha} \cdot \text{h}^{-1}$  [23].

Dane opracowane przez Wierzbickiego [46] informują, że technologia z przyczepą zbierającą (pojemność skrzyni ładunkowej  $41 \text{ m}^3$ , odległość transportu 1 km) odznacza się najmniejszymi kosztami jednostkowymi. Najwyższy wskaźnik kosztów zbioru słomy dotyczył technologii, w której maszyną wiodącą była wielkogabarytowa prasa firmy Claas. Był on o ponad 3,5-krotnie wyższy niż dla technologii wykorzystującej klasyczne prasy zbierające, a około 8-krotnie wyższy niż koszt zbioru przyczepą zbierającą. Wynikało to głównie z przyjęcia krajowych wskaźników do kalkulacji kosztów eksploatacji maszyny produkcji zagranicznej (okres użytkowania 15 lat, wykorzystanie roczne 150 h). Nie jest więc do przyjęcia wartość normatywnego wykorzystania maszyny (2250 h) w okresie jej użytkowania. W niemieckich opracowaniach wskaźnik ten wynosi 70 000 ton zebranego materiału.

Ekonomiczną oceną technologii zbioru, transportu i składowania słomy w postaci dużych bel prostopadłościennych zajmowali się między innymi Herrmann i Papesch [12]. Wyniki przeprowadzonych analiz wykazały, że znaczny wpływ na jednostkowe koszty kompleksowej technologii zbioru ma odległość przemieszczania materiału oraz ładowność środków transportowych. Przy odległościach transportowania bel poniżej 5 km nie zarejestrowano znacznych różnic w wysokości ponoszonych kosztów dla analizowanych wariantów technologicznych. Dla większych odległości przemieszczania bel korzystniejsze staje się stosowanie środków transportowych (ogólnego przeznaczenia) o dużej ładowności, pomimo zaangażowania dodatkowej liczby pracowników i zestawów roboczych do realizacji prac załadunkowych i wyładunkowych. Stwierdzono także, że mniejsze koszty jednostkowe ponoszone na transportowanie bel środkami ogólnego przeznaczenia wynikają również z większego ich

wykorzystania w gospodarstwie [13, 16, 17, 18]. Specjalistyczne maszyny do zbioru i transportu bel mogą być stosowane głównie w gospodarstwach, w których odległości przemieszczania materiału są nieznaczne (składowanie bel na skraju pola, mała odległość pola od gospodarstwa). Praca tymi maszynami w takich warunkach jest wtedy wydajna, a realizowany proces wymaga małych nakładów pracy ludzkiej.

Aspektami ekonomicznej oceny technologii zbioru siana zajmowali się Miserque i in. [21]. Przeprowadzona przez nich analiza wykazała, że najniższymi kosztami jednostkowymi cechowała się polowa produkcja siana z wykorzystaniem prasy formującej duże bele prostopadłościenne (dwukrotnie niższe niż w technologii z zastosowaniem klasycznej prasy zbierającej). Zbiór siana prasą wielkogabarytową był powierzony przedsiębiorstwom usługowym, natomiast zbiór z wykorzystaniem klasycznej prasy zbierającej realizowano własnym sprzętem. Warto również dodać, że odległość pola (łąki) od gospodarstwa okazała się czynnikiem znacznie wpływającym na jednostkowe koszty zbioru pasz.

Wyniki analizy ekonomicznej różnych technologii zbioru słomy prowadzone przez Clegga i Noble'a [2] wykazały, że odległość transportowania materiału ma znaczący wpływ na jednostkowe koszty. Równie ważnym czynnikiem wpływającym na koszty przewożenia materiału okazała się ładowność stosowanych środków transportowych. Dotyczyło to szczególnie przewozu słomy zbieranej sieczkarniami lub specjalnej konstrukcji przyczepami, o niewielkiej pojemności skrzyni ładunkowej (56 małych bel prostopadłościennych). Jednostkowy koszt transportowania słomy wymienioną przyczepą był ponad trzykrotnie wyższy niż z zastosowaniem transportera do dużych bel prostopadłościennych (odległość transportowania 8 km). Rezultaty przeprowadzonych analiz wykazały również, że odległość transportu bel wielkowymiarowych o dużym zagęszczeniu w zakresie 1,6–8 km w niewielkim stopniu decydowała o jednostkowych kosztach technologii zbioru słomy.

Rezultaty badań i analizy ekonomicznej przeprowadzonej przez Wagnera i Seuferta [42] wykazały, że jednostkowe koszty technologii produkcji pasz w postaci bel cylindrycznych zależą od odległości transportowania i wielkości powierzchni łąki, z której zbierany jest materiał roślinny. Jednostkowy koszt transportu bel na odległość 10 km okazał się około trzykrotnie wyższy w zestawieniu z kosztem transportu na odległość 0,5 km.

## **Podsumowanie**

Właściwej oceny technologii zbioru suchych pasz objętościowych można dokonać na podstawie wyników wielu badań i analiz. Prezentowane w literaturze wyniki badań polowych mają niekiedy małą wartość poznawczą z powodu braku opisu metod i warunków ich prowadzenia. Nie bez znaczenia są również parametry stosowanych maszyn i urządzeń oraz organizacja procesu technologicznego. W ocenie ekonomicznej technologii zbioru słomy i siana nie zawsze uwzględnia się liczbę zaangażowanego

sprzętu, który pozwoli na realizację zadań w określonym okresie agrotechnicznym. W wielu pracach nie podaje się szczegółowych metod obliczania poszczególnych składników kosztów. Kalkulacja kosztów eksploatacji maszyn i urządzeń o zróżnicowanych walorach eksploatacyjnych wymaga starannego doboru wskaźników, takich jak okres użytkowania, roczne wykorzystanie, współczynnik kosztów napraw. Niewłaściwie dokonana ocena technologii nie daje pełnej informacji o korzyściach mogących wynikać z jej wdrożenia do określonych warunków techniczno-organizacyjnych i produkcyjnych gospodarstwa.

## Literatura

- [1] Amman H. Maschinenkosten 2002. FAT-Berichte. 569/2001.
- [2] Clegg J.M., Noble D.H. 1987. A cost model of straw conservation systems. *Agricultural Engineer* 42(1): 15–20.
- [3] Cousins D. 1999. 5 square balers go on trial. *Farmers Weekly* 10: 76–80.
- [4] Freeland R. S., Bledsoe B. L. 1988. Energy required to form large round hay bales-effect of operational procedure and baler chamber type. *Transactions of the ASAE* 31(1): 63–67.
- [5] Fröba N. 1996. Transport, Umschlag, Lagerung. *Landtechnik* 4: 209–214.
- [6] Gieroba J., Nowak J. 1981. Analiza nakładów energetycznych i pracochłonności nowych technologii zbioru słomy i siana. *Nowe Rolnictwo* 15/16: 9–12.
- [7] Gieroba J., Nowak J. 1988. Pracochłonność technologii zbioru składowania i dystrybucji słomy i siana. *Post. Nauk Rol.* 5/6: 59–64.
- [8] Gieroba J., Nowak J. 1991. Wybrane zagadnienia zbioru i transportu bel słomy i siana formowanych prasami zwijającymi. V Sympozjum im. prof. Czesława Kanafojskiego, Problemy budowy oraz eksploatacji maszyn i urządzeń rolniczych, Płock, 23–24 IX 1991: 115–118.
- [9] Gieroba J., Nowak J., Sawa J. 1993. Uwagi o zbiorze słomy i siana. *Technika Rolnicza* 3: 7–9.
- [10] Herrmann A. 1994. Strohernte mit niedrigen Kosten. *Neue Landwirtschaft* 7: 77–80.
- [11] Herrmann A. 1994. Transportverfahren in der Landwirtschaft. *Neue Landwirtschaft* 12: 78–80.
- [12] Herrmann A., Papesch J. 1996. Stroh zur Energiegewinnung. *Landtechnik* 1: 36–37.
- [13] Kokoszka S. 1981. Koszty transportu rolniczego w zależności od odległości i rodzaju ładunków. *Maszyny i Ciągniki Rolnicze* 7/8: 13–15.
- [14] Kokoszka S. 1981. Wpływ mechanizacji prac załadunkowych i wyładunkowych na wydajność przewozową środków transportowych w warunkach transportu rolniczego. *Maszyny i Ciągniki Rolnicze* 9/10: 21–24.
- [15] Kokoszka S. 1995. Nakłady czasu pracy i wykorzystanie środków transportowych w transporcie rolniczym gospodarstw indywidualnych w zależności od kierunku produkcji. *Problemy Inżynierii Rolniczej* 2: 121–126.
- [16] Kokoszka S., Kuboń M., Sęk S. 2002. Koszty eksploatacji środków transportowych w aspekcie ich wykorzystania. *Inżynieria Rolnicza* 6: 241–248.



- [17] Kokoszka S., Kuboń M., Sęk S. 2002. Wpływ mechanizacji prac ładunkowych na efektywność pracy środków transportowych. *Inżynieria Rolnicza* 6: 229–234.
- [18] Kuboń M. 2002. Ocena efektywności użytkowania własnych środków transportowych w gospodarstwach rolniczych. *Problemy Inżynierii Rolniczej* 1: 73–80.
- [19] Kutzbach H.D. 1992. Halmgutverdichtung mit rotierenden Werkzeugen. *Landtechnik* 1/2: 60–63.
- [20] Miłośz T. 1997. Analiza i ocena kompleksowych technologii zbierania słomy pokombajnowej przeznaczonej do różnych form utylizacji. IBMER Warszawa, Symbol dok. XXIII/388.
- [21] Miserque O., Tissot S., Oestges O. 1997. Coût des techniques de récolte des fourrages en Belgique. *Fourrages* 149: 81–93.
- [22] Mitterleitner H. 1992. Ballen laden, stapeln, transportieren. *Top Agrar* 6: 68–71.
- [23] Muzalewski A. 2000. Koszty eksploatacji maszyn. Wskaźniki eksploatacyjno-ekonomiczne maszyn i ciągników rolniczych stosowanych w gospodarstwach rolniczych. IBMER Warszawa: 32 ss.
- [24] Muzalewski A. 2001. Rynek maszyn rolniczych do zbioru zielonek. *Technika Rolnicza* 3: 9–12.
- [25] Nagl T. 1992. Ballenbergung mit der Großballentechnik. *Praktische Landtechnik* 5: 7–10.
- [26] Nazarov S.I., Šaršunov V.A., Kuz'mickij A.V. 2001. Ocena čffektivnosti tehnologij zagotovki stebel'čatych kormov. *Tehnika v Sel'skom Hozâjstve* 3: 14–16.
- [27] Nowak J. 1999. Wybrane aspekty oceny pras zwijających. *Post. Nauk Rol.* 2: 137–146.
- [28] Nowak J., Karyś M. 2002. Wydajność środków transportowych przy zbiorze wielkowiarymowych bel słomy. Materiały na konferencję naukową w Krakowie 12–13 IX, Wydawnictwo ZUP, TEKST, Lublin: 86–87.
- [29] Nowak J., Karyś M., Przystupa W. 2002. Wybrane aspekty oceny pras formujących duże bele prostopadłościennne. Zbirknik naukovich prac' nacional'nogo agrarnogo universitetu, „Mechanizaciâ sil's'kogospodars'kogo virobnictva”. t. XIII: 213–219, Kiev, Ukraina.
- [30] Olszewski T. 1980. Nowa technologia zbioru pasz objętościowych. *Roczn. Nauk Rol.* Ser. C, t. 74(2): 103–119.
- [31] Olszewski T. 1991. Analiza i ocena efektywności technologii zbioru zielonek na siano. Rozprawa habilitacyjna. IBMER, Warszawa: 103 ss.
- [32] Olszewski T. 1994. Dobór i racjonalne wykorzystanie środków technicznych do produkcji zielonek na siano. IBMER Warszawa: 244 ss.
- [33] Olszewski T. 1994. Energochłonność kompleksowych technologii zbioru i zagospodarowania siana. *Problemy Inżynierii Rolniczej* 2: 13–22.
- [34] Olszewski T. 1999. Otworzyć oczy na koszty mechanizacji. *Top Agrar Polska* 12: 22–23.
- [35] Pawlak M., Wójcicki Z. 1993. Metoda oceny efektywności mechanizacji gospodarstw rodzinnych. *Post. Nauk Rol.* 2: 107–115
- [36] Petersen W. 1992. Strom und Wärme aus Stroh. *Top Agrar* 8: 92–93.
- [37] Roszkowski A. 1979. Mechanizacja zbioru i konserwacji pasz zielonych. PWRiL, Warszawa: 363 ss.
- [38] Sadowski W. 2002. Analiza kosztów mechanizacji oraz opłacalność produkcji roślinnej w gospodarstwie ekologicznym. *Journal of Research and Applications in Agricultural Engineering* 47(1): 49–54.

- [39] Sęk T., Przybył J. 1993. Ocena technologii zbioru słomy w postaci wielkowymiarowych bel prostopadłościennych. *Zeszyty Naukowe Akademii Rolniczej w Szczecinie, Rolnictwo LVI (seria techniczna)* 159: 421–424.
- [40] Szeliński T., Nowak J. 1984. Energochłonność technologii zbioru i zadawania słomy i siano. *Maszyny i Ciągniki Rolnicze* 8: 38–40.
- [41] Tremblay D., Savoie P., LePhat Q. 1997. Power requirements and bale characteristics for a fixed and a variable chamber baler. *Canadian Agricultural Engineering* 39(1): 73–76.
- [42] Wagner A., Seufert H. 2000. Transportanteile und-kosten der Grünlandbewirtschaftung in Mittelgebirgslagen. *Landtechnik* 5: 342–343.
- [43] Waszkiewicz Cz., Gach S., Klonowski J. 2000. Jakość pracy i nakłady energetyczne prasy zwijającej Z-543. *Przegląd Techniki Rolniczej i Leśnej* 8: 7–10.
- [44] Waszkiewicz Cz., Szeliński T. 1981. Analiza technologii zbioru słomy pod kątem oceny zużycia paliwa i nakładów robocizny. *Maszyny i Ciągniki Rolnicze* 7: 27–29.
- [45] Waszkiewicz Cz., Lisowski A. 1999. Jakość paszy w technologii zbioru prasą wielkogabarytową. *Problemy Inżynierii Rolniczej* 3: 29–34.
- [46] Wierzbicki D. 1994. Analiza pracochłonności i energochłonności różnych sposobów zbioru i transportu słomy pokombajnowej. Praca doktorska, SGGW, Warszawa: 118 ss.

## State of the research on straw and hay harvesting technologies

---

**Key words:** straw, hay, labour input, energy input, harvesting costs

### Summary

Paper presents an analysis of factors affecting the estimation of straw and hay harvesting technologies. Particular attention was paid to the labour and energy inputs and the costs. The economic estimation of technologies required detailed information that concerned with methods of costs calculation.