

## ANALIZA WYKORZYSTANIA CYSTERN SAMOCHODOWYCH DO ODBIORU MLEKA W MAŁYM ZAKŁADZIE MLECZARSKIM

*Marek Gaworski, Katarzyna Makowska*  
*Katedra Organizacji i Inżynierii Produkcji*  
*Szkoła Główna Gospodarstwa Wiejskiego w Warszawie*

**Streszczenie.** Celem pracy była analiza czynników kształtujących efektywność odbioru i transportu mleka surowego cysternami samochodowymi, na przykładzie obsługi bazy surowcowej zakładu mleczarskiego z terenu województwa mazowieckiego. Zakres badań uwzględniał zmiany produkcji mleka na terenie bazy surowcowej danego zakładu, a także wielkości charakteryzujące pracę cystern samochodowych, w tym pokonywane odległości i ilość zużytego paliwa. Analiza danych pochodzących z zakładu mleczarskiego i jego bazy surowcowej potwierdziła istnienie sezonowości produkcji mleka, mogącej przekładać się na różnicowanie wskaźników wykorzystania cystern samochodowych do odbioru i transportu mleka w skali roku. Przedstawiono powiązania wskaźnika koncentracji skupu mleka ze wskaźnikiem paliwochłonności skupu mleka.

**Słowa kluczowe:** baza surowcowa, cysterna samochodowa, mleko, skup mleka, zużycie paliwa

### Wprowadzenie

Produkcja mleczarska zalicza się do kluczowych obszarów systemu gospodarki żywnościowej w Polsce i na świecie. Wysoka sprawność systemu produkcji i zagospodarowania mleka jest uwarunkowana czynnikami zarówno strukturalnymi, przyrodniczymi, jak i ekonomicznymi (Ziętara, 2012).

Mleko jest surowcem nietrwałym, w którym nieustannie zachodzą naturalne procesy, możliwe do ograniczenia poprzez obniżenie temperatury (Jurczak, 2005). Dlatego w systemie produkcji mleczarskiej szczególnie istotny nacisk kładzie się na zapewnienie łańcucha chłodniczego (Gaworski i Kupeczyk, 2001), w którym – oprócz schładzalników w gospodarstwach prowadzących pozyskiwanie mleka – istotną rolę pełni etap odbioru i transportu mleka do zakładu przetwórczego.

Jeszcze w pierwszej połowie lat 90-tych ubiegłego stulecia dominował w Polsce system pośrednich dostaw mleka. Surowiec odbierano od ok. 900 tys. producentów za pośrednictwem 12 tys. wozaków i prawie 9 tys. punktów odbioru (Ziajka, 2008). W minionych dwudziestu latach nastąpiła jednak koncentracja produkcji mleka w gospodarstwach, która została poparta zmianami w organizacji obrotu surowcem mlecznym. Zmiany te, polegające na ograniczeniu liczby ogniw dzielących etapy produkcji (na poziomie gospodarstw) i przetwórstwa mleka, stanowią tym samym przesłankę podejmowania szczegółowych badań zmierzających do oceny uwarunkowań doskonalenia efektywności funkcjonowania systemu skupu mleka na bazie specjalistycznych cystern samochodowych. Badania te stanowią równocześnie odpowiedź na potrzebę rozwiązywania problemów transportowych, związanych ze skupem mleka (Siarkowski i in., 1997), zmierzających do podnoszenia efektywności pozyskiwania mleka przez poszczególne zakłady mleczarskie (Gaworski i Stępień, 2007).

## **Cel i zakres analizy**

Celem pracy była analiza zbioru czynników decydujących o ocenie efektywności pracy cystern samochodowych do odbioru i transportu mleka surowego, na przykładzie obsługi bazy surowcowej zakładu mleczarskiego, położonego na terenie województwa mazowieckiego.

Szczegółowym zakresem badań objęto zmiany wolumenu produkcji mleka na terenie bazy surowcowej rozpatrywanego zakładu, a także wielkości charakteryzujące pracę cystern samochodowych, w tym pokonywane odległości, ilość zużytego paliwa i wynikające stąd wskaźniki efektywności wykorzystania sprzętu technicznego do odbioru i transportu mleka z gospodarstw.

## **Obiekt analizy**

Uwzględniony w badaniach zakład przetwórstwa mleka i jego techniczna infrastruktura przeznaczona do obsługi mleczarskiej bazy surowcowej znajduje się na terenie województwa mazowieckiego. Zakład jest dynamicznie rozwijającym się małym przedsiębiorstwem, przystosowanym do przetwarzania tylko 40 000 litrów mleka na dobę, zatrudniającym ponad 100 pełnoetatowych pracowników.

Jeszcze na koniec 2011 roku mleczarnia obsługiwała z wykorzystaniem cystern samochodowych sześć dziennych tras, na których każdego dnia odbierano mleko od ok. 180 dostawców. W maju 2012 roku tych tras było już 13 (w tym cztery nocne) i około 350 dostawców mleka, natomiast od czerwca 2012 r. strukturę systemu obsługi mleczarskiej bazy surowcowej powiększono o jeszcze jedną trasę.

Skupowane za pośrednictwem cystern samochodowych mleko jest przeznaczone do przetwórstwa na galanterię mleczarską, w tym jogurty owocowe, pitne oraz naturalne, kefiry, serki homogenizowane, a także twaróg i śmietaną. Tak bogaty, a zarazem specjalistyczny, asortyment produktów mleczarskich stanowi o konieczności pozyskiwania przez zakład surowca mlecznego najwyższej jakości, w czym niezwykle istotną rolę pełni właściwie zorganizowany system odbioru i transportu mleka cysternami samochodowymi, gwarantujący zachowanie łańcucha chłodniczego, przy równoczesnym zapewnieniu ekonomicznej efektywności realizowanych zadań transportowych.

## Wyniki badań i ich dyskusja

Kluczowe dane wybrane do analizy wskaźników charakteryzujących wykorzystanie cystern samochodowych w systemie skupu mleka na przykładzie rozpatrywanego zakładu mleczarskiego zestawiono w tabeli 1. Wspomniane dane obejmują: ilość skupionego mleka, długość pokonywanej drogi na terenie bazy surowcowej oraz ilość zużytego paliwa przez cysterny samochodowe w okresie poszczególnych miesięcy lat 2010–2011. O ocenie wykorzystania technicznej infrastruktury (cystern samochodowych) w systemie skupu mleka decydują niewątpliwie i inne parametry, w tym czas pracy cystern samochodowych (Daniel, 2010), jednakże z racji ograniczonego dostępu do tej grupy danych nie uwzględniono ich w szczegółowej analizie.

Tabela 1

*Dane charakteryzujące użytkowanie cystern samochodowych na terenie mleczarskiej bazy surowcowej badanego zakładu mleczarskiego w latach 2010–2011*

Table 1

*Data concerning the use of auto-cistern in the area, where milk is purchased by the investigated dairy plant within 2010–2011*

Miesiąc / Rok	Ilość skupionego mleka (l·m·c <sup>-1</sup> )		Długość pokonanej drogi (km·m·c <sup>-1</sup> )		Ilość zużytego paliwa (l·m·c <sup>-1</sup> )	
	2010	2011	2010	2011	2010	2011
Styczeń	1 033 672	1 016 116	18 099	20 563	7 460	7 676
Luty	922 818	943 702	17 153	18 893	7 005	7 086
Marzec	1 055 318	1 077 510	19 073	21 002	7 365	7 708
Kwiecień	1 107 335	1 076 107	20 072	19 768	7 417	7 126
Maj	1 287 449	1 223 163	21 023	20 826	7 727	7 337
Czerwiec	1 284 346	1 209 303	20 026	20 054	7 380	7 125
Lipiec	1 255 519	1 217 763	20 549	20 352	7 487	7 449
Sierpień	1 284 346	1 208 407	20 357	21 316	7 599	7 916
Wrzesień	1 242 106	1 160 687	20 659	19 637	7 226	7 279
Październik	1 187 445	1 122 863	20 782	23 088	7 449	8 774
Listopad	1 023 575	1 007 141	19 765	21 850	6 932	8 237
Grudzień	994 885	1 041 036	21 023	22 156	8 695	8 233

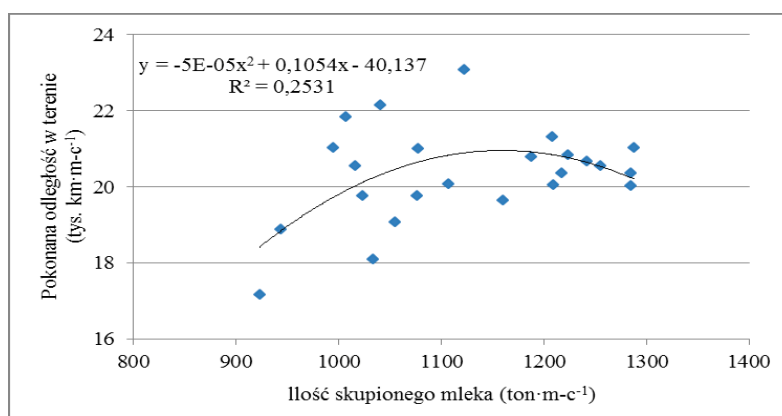
Przedstawione w tabeli 1 dane stanowią z jednej strony przesłankę rozwinięcia dyskusji na temat obserwowanych w okresie dwóch lat kalendarzowych tendencji zmian zestawionych wielkości, z drugiej zaś podstawę do bardziej szczegółowych analiz zmierzających do wyznaczenia wskaźników efektywności wykorzystania środków technicznych w systemie skupu mleka i ich zmian.

Porównanie ilości skupowanego w okresie jednego roku kalendarzowego mleka potwierdziło na terenie rozpatrywanej bazy surowcowej występowanie obserwowanego w skali kraju zjawiska sezonowości produkcji mleka. Zwiększona ilość skupowanego mleka w okresie wiosenno-letnim bez wątplenia ma związek z sezonowością występującą w produkcji mleka, która z kolei łączy się z okresem pastwiskowym. Krowy mleczne wypasane na pastwiskach mają dostęp do świeżej paszy, bogatej w składniki mineralne i od-

żywcze oraz świeżego powietrza, co pozytywnie wpływa na ich wydajność mleczną. Zatem w okresie wiosenno-letnim poprawiają się warunki produkcji bydła mlecznego, na czym korzystają nie tylko same zwierzęta, ale również producenci (gospodarze), jak i spółdzielnie mleczarskie.

Porównując ilości skupowanego surowca w latach 2010 i 2011 roku, można zauważyć nieco mniejsze różnice pomiędzy okresem zimowym a wiosenno-letnim oraz wiosenno-letnim a jesiennym. Mianowicie w 2010 r. wzrost ilości skupionego mleka pomiędzy kwietniem a majem wynosił 16%, a w 2011 r. – 13%. Zmniejszające się różnice pomiędzy poszczególnymi okresami w ciągu roku mają związek ze zmianami systemu żywienia i utrzymania krów mlecznych. Z roku na rok poprawie ulegają warunki utrzymywania zwierząt, a także jakość zadawanych pasz, co wynika z coraz wyższej świadomości producentów i ich doskonalszej wiedzy z zakresu chowu i hodowli bydła.

Przytoczone w tabeli 1 dane stanowią ważne informacje o potencjale produkcyjnym mleczarskiej bazy surowcowej, a także parametrach charakteryzujących funkcjonowanie systemu odbioru i transportu mleka z rozpatrywanej bazy surowcowej. Zestaw danych (tab. 1) może sugerować ich wykorzystanie do poszukiwania odpowiedzi na pytania dotyczące zależności pomiędzy zmianami potencjału produkcyjnego mleczarskiej bazy surowcowej i ogólnie ujętymi nakładami na skup mleka, wyrażonymi długością pokonywanej drogi w terenie, a także zużyciem paliwa przez cysterny samochodowe prowadzące skup mleka. Przykładowy wynik dociekań, zmierzających do sformułowania zależności między ilością skupionego w poszczególnych miesiącach mleka a długością pokonanej przez cysterny samochodowe odległości w terenie, przedstawiono na rysunku 1. Do wyznaczenia przebiegu rozpatrywanej zależności wykorzystano miesięczne dane z okresu dwóch lat: 2010 i 2011.



Rysunek 1. Powiązania ilości skupionego mleka z odległością pokonywaną w terenie przez cysterny samochodowe, obsługujące mleczarską bazę surowcową  
 Figure 1. Relationship between the amount of the purchased milk and distance covered by milk auto-cisterns in the considered region of milk production

Przedstawiona na rysunku próba znalezienia zależności wiążącej zmiany potencjału mleczarskiej bazy surowcowej (wyrażonej ilością skupionego mleka) z ilością kilometrów pokonywanych na terenie mleczarskiej bazy surowcowej wskazała co prawda na istnienie pewnej tendencji w tym zakresie, jednakże stwierdzony współczynnik determinacji ( $R^2=0,2531$ ) zasygnalizował znaczny rozrzut danych, nie potwierdzając silnej zależności pomiędzy rozpatrywanymi wielkościami.

Bezpośrednie zestawienie danych pochodzących z badań nie przyniosło w danym przypadku oczekiwanego efektu w postaci sformułowania zależności wiążącej zmiany potencjału mleczarskiej bazy surowcowej i cechę wyróżniającą wykorzystanie cystern samochodowe w procesie odbioru i transportu mleka do zakładu przetwórczego.

W tej sytuacji podjęto drogę znalezienia zależności między wybranymi cechami charakteryzującymi mleczarską bazę surowcową i techniczną infrastrukturę do jej obsługi. Do tego celu wykorzystano zestaw zaproponowanych wskaźników wyznaczonych na podstawie zebranych w badaniach danych. Wspomniane wskaźniki zestawiono w tabeli 2.

Tabela 2

*Zestaw wskaźników zaproponowanych do analizy, opracowanych na podstawie danych zebranych w badaniach*

Table 2

*Set of indices proposed in the analysis, prepared on the base of the collected data*

Miesiąc / Rok	Wskaźnik koncentracji skupu mleka ( $l \cdot km^{-1}$ )		Wskaźnik paliwochłonności skupu mleka ( $l_p \cdot t_{ml}^{-1}$ )		Skorygowany wskaźnik paliwochłonności skupu mleka ( $l_p \cdot t^{-1} \cdot km^{-1}$ )	
	2010	2011	2010	2011	2010	2011
Styczeń	57,1	49,4	7,22	7,55	0,000399	0,000367
Luty	53,8	49,9	7,59	7,51	0,000443	0,000397
Marzec	55,3	51,3	6,98	7,15	0,000366	0,000341
Kwiecień	55,2	54,4	6,70	6,62	0,000334	0,000335
Maj	61,2	58,7	6,00	6,00	0,000285	0,000288
Czerwiec	64,1	60,3	5,75	5,89	0,000287	0,000294
Lipiec	61,1	59,8	5,96	6,12	0,000290	0,000301
Sierpień	63,1	56,7	5,92	6,55	0,000291	0,000307
Wrzesień	60,1	59,1	5,82	6,27	0,000282	0,000319
Październik	57,1	48,6	6,27	7,81	0,000302	0,000338
Listopad	51,8	46,1	6,77	8,18	0,000343	0,000374
Grudzień	47,3	47,0	8,74	7,91	0,000416	0,000357

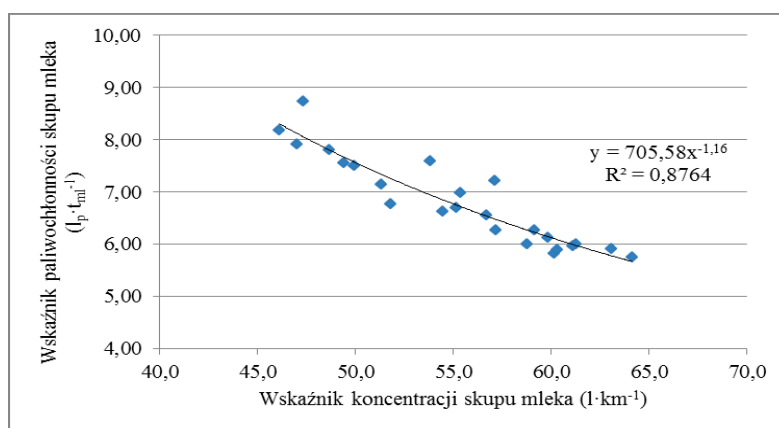
Zaproponowane w analizie wskaźniki (tab. 2) zostały zinterpretowane w następujący sposób:

**Wskaźnik koncentracji skupu mleka**, wyrażany w ( $l \cdot km^{-1}$ ) stanowi iloraz wielkości skupu mleka i ilości przejechanych kilometrów przez cysterny samochodowe w danym okresie czasu (miesiąc).

**Wskaźnik paliwochłonności skupu mleka**, wyrażany w ( $l_p \cdot t_{ml}^{-1}$ ) przedstawia relację ilości zużytego przez cysterny samochodowe paliwa do ilości odebranego i przetransportowanego mleka w danym okresie czasu (miesiąc).

**Skorygowany wskaźnik paliwochłonności skupu mleka**, wyrażany w ( $l_p \cdot t^{-1} \cdot km^{-1}$ ) prezentuje relację ilości zużytego przez cysterny samochodowe paliwa do wykonanej przez pojazdy pracy (wyrażonej w tonokilometrach) związanej z odebraniem i przetransportowaniem mleka w danym okresie czasu (miesiąc).

Zaproponowane w analizie wskaźniki wykorzystano do przedstawienia zależności pomiędzy cechą mleczarskiej bazy surowcowej, tj. wskaźnikiem koncentracji skupu mleka, a cechą charakteryzującą użytkowanie cystern samochodowych w systemie obsługi mleczarskiej bazy surowcowej, tj. wskaźnikiem paliwochłonności skupu mleka. Wspomnianą zależność przedstawiono graficznie na rysunku 2.



Rysunek 2. Powiązania wskaźnika koncentracji skupu mleka ze wskaźnikiem paliwochłonności skupu mleka

Figure 2. Relationship between the milk purchase concentration index and the fuel-consumption index of milk purchase

Przedstawiony na rysunku 2 przebieg zmian wskazuje, że wraz ze wzrostem wskaźnika koncentracji skupu mleka w rozpatrywanym przedziale, wynikającym z analizy mleczarskiej bazy surowcowej danego zakładu mleczarskiego, obserwuje się stopniowy spadek wartości wskaźnika paliwochłonności skupu mleka. W praktyce oznacza to, że w sytuacji coraz większej ilości mleka przypadającego na kilometr pokonywanej trasy przez cysternę samochodową na terenie mleczarskiej bazy surowcowej można oczekiwać zmniejszania ilości paliwa zużywanego przez pojazdy na pozyskanie i transport jednej tony mleka od dostawców. Przytoczone wyniki analizy potwierdzają tym samym znaczenie procesu koncentracji produkcji mleczarskiej, która w połączeniu z odpowiednim rozplanowaniem tras skupu mleka przekłada się na możliwe do osiągnięcia oszczędności w zużyciu paliwa na tonę mleka.

Wśród innych ważnych spostrzeżeń wynikających z analizy tej części wyników warto podkreślić, że zaproponowane przyjęcie wskaźników charakteryzujących mleczarską bazę surowcową i pracę cystern samochodowych pozwoliło na bardziej precyzyjne określenie powiązań rozpatrywanych wielkości w zestawieniu z ich bezpośrednim porównaniem.

Wspomniana, wyższa precyzja szacowania powiązań wyrażana jest wartością współczynnika determinacji, który w danym przypadku wynosi  $R^2=0,8764$ .

## Podsumowanie

Przeprowadzona analiza danych pochodzących z wybranego zakładu mleczarskiego w Polsce i jego bazy surowcowej potwierdziła istnienie sezonowości produkcji mleka, mogącej przekładać się na różnicowanie wskaźników wykorzystania cystern samochodowych do odbioru i transportu mleka w skali roku.

Rozwinięcie wcześniej podejmowanych analiz z zakresu oceny skupu mleka w regionach o zróżnicowanej koncentracji produkcji mleka (Gaworski, 2002a) potwierdziło istotę opracowania grupy wskaźników prezentujących kierunek doskonalenia mleczarskiej bazy surowcowej w kontekście poszukiwania oszczędności przy jej obsłudze za pomocą cystern samochodowych do odbioru i transportu mleka. Podejmowane analizy efektywności wykorzystania nowoczesnych środków technicznych w systemie skupu mleka (Gaworski, 2002b; Marczuk, 1999), jak wskazały wyniki zaprezentowanych badań, mogą być dalej rozwijane, służąc krytycznej ocenie funkcjonowania systemu odbioru i transportu mleka z gospodarstw.

## Literatura

- Daniel, Z. (2010). Ocena czasu pracy cystern samochodowych podczas skupu mleka. *Inżynieria Rolnicza*, 7(125), 35-40.
- Gaworski, M. (2002a). Indices characterizing the work of auto-cisterns under conditions of small dairy farms. *Annals of Warsaw University of Life Sciences*, 42, 45-50.
- Gaworski, M. (2002b). Efektywność wykorzystania nowoczesnych środków technicznych w systemie skupu mleka. cz. I. Analiza wskaźników eksploatacyjnych. *Zeszyty Problemowe Postępów Nauk Rolniczych*, 486, 599-605.
- Gaworski, M.; Kupczyk, A. (2001). *Łańcuch chłodniczy w produkcji mleczarskiej*. Warszawa, Oficyna Wydawnicza „Hoża”, ISBN 83-85038-71-X.
- Gaworski, M.; Stepień, A. (2007). Analysis of indices of milk collecting system improvement on an example of the co-operative “Rolmlecz” in Radom. *Annals of Warsaw University of Life Sciences*, 51, 93-98.
- Jurczak, M. (2005). *Mleko – produkcja, badanie, przerób*. Warszawa, Wydawnictwo SGGW, ISBN 83-7244-599-0.
- Marczuk, A. (1999). Organizacja transportu mleka do zakładów mleczarskich przy wykorzystaniu teorii okien czasowych. *Inżynieria Rolnicza*, 3(4), 279-287.
- Siarkowski, Z.; Marczuk, A.; Kwieciński, A. (1997). Problemy transportowe związane ze skupem mleka. *Inżynieria Rolnicza*, 1(1), 125-131.
- Ziajka, S. (red.). (2008). *Mleczarstwo, cz. I*. Olsztyn, Wyd. Uniwersytetu Warmińsko-Mazurskiego, ISBN 9788372995360.
- Ziętara, W. (2012). Organizacja i ekonomika produkcji mleka w Polsce, dotychczasowe tendencje i kierunki zmian. *Roczniki Nauk Rolniczych, Seria G, T. 99, 1*, 43-57.

## **ANALYSIS OF AUTO-CISTERN UTILIZATION IN THE FIELD OF MILK PURCHASE ON THE EXAMPLE OF A SMALL DAIRY PLANT**

**Abstract.** The objective of the paper was to analyze some factors influencing the effectiveness of collection and transport of raw milk by auto-cisterns on the example of dairy production area in Mazowieckie province. Detailed investigations covered changes of milk production in the considered dairy area as well as some data resulting from operation of auto-cisterns, like transport distances and fuel consumption. Analysis of data from a dairy plant and the area of milk production confirmed the seasonality of milk production as a source of some monthly differences in auto-cistern utilization and management. Some relationships between milk purchase concentration and the fuel-use index were presented and discussed.

**Key words:** raw material base, auto-cistern, dairy plant, milk, milk purchase, fuel consumption

**Adres do korespondencji:**

Marek Gaworski; e-mail: [marek\\_gaworski@sggw.pl](mailto:marek_gaworski@sggw.pl)  
Katedra Organizacji i Inżynierii Produkcji  
Szkoła Główna Gospodarstwa Wiejskiego  
ul. Nowoursynowska 164  
02-787 Warszawa