

Uniwersytet Przyrodniczy w Lublinie, Katedra Energetyki i Pojazdów
Zakład Logistyki i Zarządzania Przedsiębiorstwem, ul. Poniatowskiego 1, 20-060 Lublin
e-mail: slawomir.juscinski@up.lublin.pl

SŁAWOMIR JUŚCIŃSKI

**Analiza zapotrzebowania na obsługę techniczną
pojazdów i maszyn rolniczych w aspekcie
odległości od punktu serwisowego**

The analysis of demand for technical maintenance services of farm vehicles
and machines in the context of the distance from the service point

Streszczenie. Przedstawiono problemy współczesnej produkcji rolniczej, prowadzonej na dużych arealach, związane z obsługą techniczną pojazdów i maszyn rolniczych. Omówiono zagadnienia obsługi serwisowej świadczonej w ramach logistyki dystrybucji. Scharakteryzowano obsługę serwisową wyposażenia technicznego gospodarstw przy produkcji roślinnej i zwierzęcej. Wyjaśniono funkcje Działu Serwisu w zakresie organizacji napraw w warsztatach firmy i wyjazdów zespołów mechaników. Przedstawiono rozwiązania, które zapewniają oczekiwany poziom obsługi klienta przy jednoczesnej minimalizacji kosztów. Zaprezentowano badania obsługi technicznej pojazdów i maszyn rolniczych, realizowanych przez autoryzowany Dział Serwisu w aspekcie odległości miejsca wykonywania prac od siedziby firmy. Przedstawiono strukturę zleceń serwisowych dla czterech promieni odległości: $r = 0$ km, $0 \text{ km} < r \leq 50$ km, $50 \text{ km} < r \leq 100$ km oraz $r > 100$ km. Badania zrealizowano w latach 2003–2010 w przedsiębiorstwie prowadzącym autoryzowaną działalność dystrybucyjną i serwisową pojazdów i maszyn rolniczych na terenie środkowo-wschodniej Polski. Strukturę 9310 wykonanych usług serwisowych na terenie warsztatów firmy ($r = 0$) oraz realizowanych w gospodarstwach rolników lub w warunkach polowych ($r > 0$) przedstawiono graficznie oraz opracowano statystycznie z wykorzystaniem programu R wersja 2.14.1. Wyznaczono trend, wahania przypadkowe i wahania sezonowe dla szeregu obserwacji miesięcznych przy promieniu odległości $r = 0$ i $r > 0$. Rozkłady czasowe przeglądów oraz napraw pojazdów i maszyn rolniczych wykonywanych przez Dział Serwisu stacjonarnie i w terenie poddano analizie i ocenie w aspekcie kalendarza zabiegów agrotechnicznych.

Słowa kluczowe: obsługa techniczna pojazdów i maszyn rolniczych, usługi serwisowe, logistyka dystrybucji

WSTĘP

Współczesna produkcja rolnicza, realizowana z uwagi na warunki ekonomiczne na dużych arealach, korzysta coraz częściej z nowoczesnych i wydajnych pojazdów oraz maszyn wytwarzanych przez międzynarodowe koncerny. Strategie logistyczne producentów przy ekspansji dystrybucyjnej na krajowe rynki zbytu dostosowują strukturę selektywnej sieci sprzedaży oraz ilość autoryzowanych dealerów do lokalnych potrzeb. Popyt generowany przez nabywców krajowych na specjalistyczne wyposażenie techniczne z uwagi na barierę finansową ogranicza się do kilkunastu procent gospodarstw o dużych arealach gruntów [Juściński i Piekarski 2008c, Rybacki i Durczak 2011].

Rozmieszczenie potencjalnych nabywców, nierównomierne zarówno na terenie kraju, jak i na obszarach poszczególnych województw powoduje, że zlecenia do działu serwisu zgłaszają użytkownicy o bardzo różnorodnej lokalizacji w odniesieniu do firmy dealerskiej. Naprawy warsztatowe na terenie stacji serwisowej stanowią obecnie część popytu na obsługę techniczną, ponieważ coraz większa liczba zleceń realizowana jest na obszarze o promieniu przekraczającym kilkadziesiąt kilometrów wokół firmy handlowo-usługowej [Juściński i Piekarski 2008b, Tomczyk 2009a].

Utrzymanie gotowości eksploatacyjnej pojazdów i maszyn obejmuje szereg działań prowadzonych przez użytkowników, związanych z bieżącą kontrolą stanu technicznego oraz obsługą konserwacyjną zabezpieczającą sprzęt przed szkodliwym działaniem środowiska [Juściński i Piekarski 2010]. Obsługa prowadzona przez serwis zgodnie ze standardami logistyki dystrybucji obejmuje przygotowanie eksploatacyjne na terenie firmy pojazdów i maszyn w ramach przeglądu przed sprzedażą. Po przeglądzie wyroby dostarczone zostają do klienta, gdzie podlegają uruchomieniu przez zespół serwisowy. Ponadto prowadzone są modernizacje sprzętu i instalacje dodatkowego wyposażenia oraz kursy i szkolenia dla użytkowników wyrobów [Juściński i Piekarski 2008b, Moniuk 2009].

Usługi serwisowe, szczególnie dla użytkowników nowoczesnych i bogato wyposażonych pojazdów i maszyn, są świadczone na obszarze o promieniu przekraczającym granice poszczególnych województw. Kolejne zadania to przeglądy prowadzone przez zespoły serwisowe w okresie obowiązywania gwarancji i po jej zakończeniu. Stanowią one obsługę profilaktyczną, która ma za zadanie zmniejszyć intensywność utraty zdolności użytkowanych pojazdów i maszyn samojezdnych [Rzeźnik 2008, Skrobaccki i Ekielski 2012]. Dział serwisu, zarówno stacjonarnie, jak i dla zleceń wyjazdowych, prowadzi naprawy okresowe odtwarzające stan zdolności użytkowej obiektów technicznych. Zarządzanie różnorodnością prac, wśród których występują sezonowe awarie eksploatacyjne, naprawy bieżące i planowane remonty kapitalne, jest utrudnione z uwagi na zróżnicowane położenie geograficzne, dla którego występuje losowa konfiguracja promienia wyjazdów realizowanych przez zespoły serwisowe. Obsługa techniczna, która powtarza się wielokrotnie w czasie procesu eksploatacji, wpływa na poziom satysfakcji użytkowników pojazdów i maszyn. Obecnie powszechnie dostępne technologie teleinformatyczne ułatwiają kontakt i prowadzenie uzgodnień, a to pozwala skracać czas oczekiwania na wykonanie prac.

Usługi serwisowe jako produkt w sferze logistyki dystrybucji stanowią zbiór życzeń i oczekiwań klienta. Zarządzanie logistyczne usługami, obejmując proces planowania, a następnie ich realizacji, powinno uwzględniać zarówno analizę bieżących potrzeb rynkowych, jak i możliwość świadczenia poszczególnych rodzajów obsługi technicznej.

Z uwagi na dynamiczny rozwój sektora usług, proces zarządzania nimi stawia wysokie wymagania firmom dealerskim [Juściński i Piekarski 2008a, Klimkiewicz i Moczulska 2008]. Obsługa techniczna nie może być tworzona na zapas, a jednocześnie występuje potrzeba utrzymania gotowości do świadczenia usług serwisowych przy zmiennym zapotrzebowaniu w ciągu roku. Wymagany wysoki poziom przygotowania zawodowego pracowników serwisu wyklucza sezonowość zatrudnień. Zapewnienie wymaganego poziomu jakości usług oraz sprawne zabezpieczenie zmiennego, sezonowego popytu generuje wysokie koszty stałe funkcjonowania obsługi technicznej. Powoduje również problemy organizacyjne z uwagi na różnorodność miejsc oraz deficyt czasu i stan osobowy mechaników, szczególnie przy realizacji naprawy sprzętu w trakcie sezonu prac agrotechnicznych. System obsługi technicznej, oprócz sprawności funkcjonalnej i organizacyjnej, musi być efektywny w zakresie prowadzonych działań, a to wymusza bieżącą kontrolę i redukcję generowanych kosztów [Durczak i Rybacki 2011, Kuboń 2008, Wajszczuk i in 2010].

Organizacja przyjmująca model, w którym zespół mechaników wyjeżdża indywidualnie do każdego przyjętego zgłoszenia, może funkcjonować tylko w okresach małego popytu na rynku. W czasie intensywnej realizacji zabiegów agrotechnicznych przy takim sposobie działania następuje szybkie wyczerpanie potencjału ekip serwisowych i spiętrzenie prac przyjętych do realizacji, a to wydłuża czas oczekiwania na wizytę zespołu serwisowego. System działania, który podwyższa współczynnik wykorzystania czasu na efektywną pracę, łączy wykonanie usług u kilku klientów podczas jednego wyjazdu. Zarządzanie logistyczne takim modelem powinno weryfikować wstępne dane i uwzględniać przy podejmowaniu decyzji planowany czas pobytu u kolejnych zlecających oraz ich rozmieszczenie geograficzne. Wyjazdy łączone służą także diagnozowaniu i weryfikacji zakresu napraw oraz dostawom części i materiałów eksploatacyjnych [Juściński i Piekarski 2008b, Skudlarski 2005, Tomczak 2009].

Przy produkcji roślinnej większość prac i zabiegów powinna być wykonywana w trakcie sezonu, w ściśle określonych, na ogół krótkich przedziałach czasu, zwanych okresami agrotechnicznymi. Brak terminowej realizacji podstawowych zabiegów wywołuje negatywne skutki dla prowadzonej działalności, przyczyniając się do obniżenia plonów i ich jakości. Czas wykorzystania pojazdów i maszyn rolniczych przy tej działalności w dominującym zakresie ograniczony jest do sprawnego wykonywania uprawy roli na wiosnę i na jesieni oraz zbioru plonów zbóż i roślin okopowych. Aby uzyskać pożądane efekty jakościowe i ekonomiczne przy zbiorach plonów, prace polowe muszą być realizowane na bieżąco po wystąpieniu zapotrzebowania [Karczmarczyk 2005]. Awarie pojazdów i maszyn rolniczych w okresach prac agrotechnicznych wymagają szybkiej i skutecznej pomocy technicznej. Oznacza to najczęściej interwencyjne wyjazdy zespołów serwisowych do odległych i losowo rozmieszczonych miejsc uszkodzenia sprzętu. Po zakończeniu sezonowych prac polowych czas realizacji naprawy sprzętu nie jest już traktowany przez użytkowników priorytetowo [Juściński i Szczepanik 2008, Juściński i Piekarski 2009b, Karczmarczyk 2005, Skudlarski 2006].

Przy produkcji zwierzęcej wykorzystanie pojazdów i maszyn rolniczych jest całoroczne i w praktyce nie występują dłuższe okresy przestoju. Pojazdy użytkowane w ten sposób wymagają częstszych przeglądów i napraw serwisowych, które mogą być realizowane zarówno w firmowych warsztatach, jak i bezpośrednio w gospodarstwach. Ponadto system pracy czyni niezbędnym utrzymanie bieżącej sprawności technicznej.

Użytkownicy są zdeterminowani w dążeniu do uzyskania w jak najkrótszym okresie naprawy sprzętu, bez względu na porę roku i bieżące warunki pogodowe. Brak odpowiedniej infrastruktury w gospodarstwach w postaci garaży na pojazdy i maszyny rolnicze uniemożliwia jednak w wielu przypadkach wykonanie na ich terenie napraw w miesiącach zimowych. Występujące w tym okresie niekorzystne warunki pogodowe (niskie temperatury, opady atmosferyczne) radykalnie zmniejszają liczbę napraw sprzętu na terenie gospodarstw, a do wykonania obsługi technicznej konieczny jest transport maszyn do stacji serwisowej.

Przeglądy i naprawy realizowane przez dział serwisu powinny zabezpieczać ogół zleceń zgłaszanych przez użytkowników w poszczególnych miesiącach roku. Sezonowość usług związana jest również z problemem zmiennego popytu na części zamienne niezbędne przy pracach serwisu. Pojazdy i maszyny rolnicze, z uwagi na szeroką gamę modeli, zmienność ich wyposażenia oraz liczne warianty konstrukcyjne, generują różnorodne i losowe zapotrzebowanie na części zamienne. Aspekty ekonomiczne wykluczają posiadanie przez dealera pełnej oferty asortymentowej części. Generowane w czasie rzeczywistym zamówienia w połączeniu z outsourcingiem w usługach transportowych umożliwiają uzyskanie sprawnego systemu dostaw części z krajowego centrum logistycznego w ciągu 24 godzin od momentu złożenia zamówienia. Proces obsługi technicznej wspierany przez logistykę dystrybucji, która realizuje model dostaw w odpowiedzi na bieżący popyt klientów, powinien umożliwiać zachowanie pełnej gotowości do świadczenia usług serwisowych zarówno stacjonarnych, jak i w terenie [Juściński i Piękarski 2009a, Rybacki i Durczak 2011].

Celem prowadzonych badań rynkowych było poznanie i analiza zapotrzebowania na obsługę techniczną pojazdów i maszyn rolniczych, realizowaną przez autoryzowany dział serwisu w aspekcie odległości miejsca wykonywania prac od siedziby firmy. Badania objęły cztery promienie odległości: $r = 0$ km, $0 \text{ km} < r \leq 50$ km, $50 \text{ km} < r \leq 100$ km i $r > 100$ km. Analizę statystyczną przeglądów i napraw, z uwagi na objętość opracowania, przeprowadzono dla $r = 0$ km oraz $r > 0$ km, czyli usług warsztatowych i wszystkich prac w terenie.

MATERIAŁ I METODY

Cykl badań przeprowadzono w przedsiębiorstwie dystrybucyjno-serwisowym. Podmiot gospodarczy wybrany do badań rynkowych wykonuje autoryzowaną dystrybucję pojazdów i maszyn rolniczych, realizuje obsługę serwisową oraz prowadzi sprzedaż szerokiego asortymentu części zamiennych. Działalność dystrybucyjną i serwisową przedsiębiorstwo prowadzi na obszarze środkowo-wschodniej Polski od ponad dwóch dekad. Obiektem badań wykonanych w latach 2003–2010 był dział serwisu prowadzący prace w ramach obsługi technicznej pojazdów i maszyn rolniczych.

Zlecenia przeglądów i napraw realizowanych na terenie serwisu, w gospodarstwach i w warunkach polowych obejmowały ciągniki rolnicze firm: John Deere, Zetor, Pronar, Same, Deutz Fahr i Lamborghini. Usługi serwisowe prowadzono również przy maszynach rolniczych produkowanych przez koncerny: John Deere, Kuhn, Väederstad, Manitou, Lemken, Kongskilde, Joskin i Hardi, a także maszynach wytwarzanych przez krajowe przedsiębiorstwa tworzące Unia Group, czyli: Unia Grudziądz, Kraj Kutno, Agromet

Brzeg, Pilmet Brzeg i Famarol Słupsk oraz przedsiębiorstw Metaltech i Akpil. Dla koncernów John Deere, Väederstad i Kuhn podmiot gospodarczy stanowiący miejsce badań realizował obsługę techniczną na obszarze województwa lubelskiego jako generalny dystrybutor, natomiast dla pozostałych wyrobów świadczył lokalne usługi serwisowe.

Obsługę techniczną pojazdów i maszyn rolniczych, zrealizowaną przez dział serwisu na terenie warsztatów firmowych ($r = 0$) oraz dla prac prowadzonych przez zespoły mechaników w gospodarstwach i w warunkach polowych ($r > 0$), uporządkowano w postaci obserwacji miesięcznych. Utworzony szereg czasowy Y_t , obejmujący przeglądy i naprawy, poddano analizie statystycznej w celu opisanie zjawisk wywierających wpływ na prowadzone prace serwisowe. Na podstawie struktury usług serwisowych przyjęto do analizy model multiplikatywny składowych szeregu czasowego, który opisuje zależność [Aczel i Sounderpandian 2008, Pułaska-Turyna 2008]:

$$Y_t = T_t \cdot S_t \cdot C_t \cdot I_t \quad (1)$$

gdzie: Y_t – wartość szeregu,
 T_t – trend szeregu,
 S_t – wahania sezonowe,
 C_t – wahania cykliczne,
 I_t – wahania przypadkowe.

Wartość scentrowanych średnich ruchomych przedstawia zależność:

$$\bar{y}_t^{(d)} = \frac{1}{d} \left(\frac{1}{2} y_{t-\frac{d}{2}} + \sum_{t-t_0}^{t+t_0} y_t + \frac{1}{2} y_{t+\frac{d}{2}} \right), \quad t_0 = \frac{d}{2} - 1 \quad (2)$$

Wartość indeksów sezonowych dla modelu multiplikatywnego przedstawia równanie:

$$O_i = \frac{1}{c} \left[\sum_{t=1}^c \frac{y_{t_i}}{\bar{y}_{t_i}^{(d)}} \right] \cdot 100WK^{(M)} \quad (3)$$

gdzie: c – liczba cykli okresowości,

$WK^{(M)}$ – średni multiplikatywny wskaźnik korygujący dla uzyskania

$$\sum_{i=1}^{12} O_i = 1200$$

Wskaźnik korygujący wyznaczono ze wzoru:

$$WK^{(M)} = \frac{100 \cdot d}{c \sum_{i=1}^c \frac{y_{t_i}}{\bar{y}_{t_i}^{(d)}}} \cdot 100 \quad (4)$$

Wartość wahań przypadkowych dla szeregu multiplikatywnego przedstawia zależność:

$$y_{t(skor)}^{(M)} = \frac{y_t}{O_t} \cdot 100 \quad (5)$$

Trend dla średniej ważonej 5-okresowej wyznaczono zgodnie z zależnością:

$$\hat{y}_t^{(M)} = \bar{y}_t^{(5)(M)} = \frac{1}{g} \sum_{t-2}^{t+2} y_{t(skor)}^{(M)} \cdot w_t \quad \text{dla} \quad [w_t] = \begin{bmatrix} 1 \\ 2 \\ 3 \\ 2 \\ 1 \end{bmatrix} \quad (6)$$

Poziom przeciętny dla indeksów sezonowych posiada wartość 100%. Stanowi ona odniesienie przy analizie graficznej wpływu, jaką mają wahania sezonowe na rozkład zbioru zmiennych. Analizę statystyczną badań obsługi technicznej pojazdów i maszyn rolniczych wykonano za pomocą programu R wersja 2.14.1 dla Windows [Crawley 2008, Walesiak i Gatnar 2009].

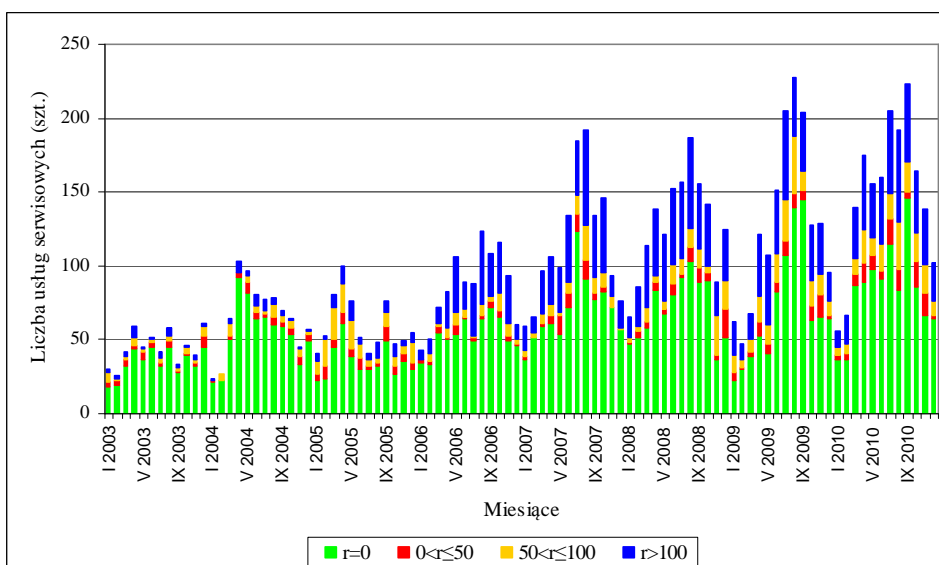
WYNIKI

Badania obsługi technicznej w latach 2003–2010

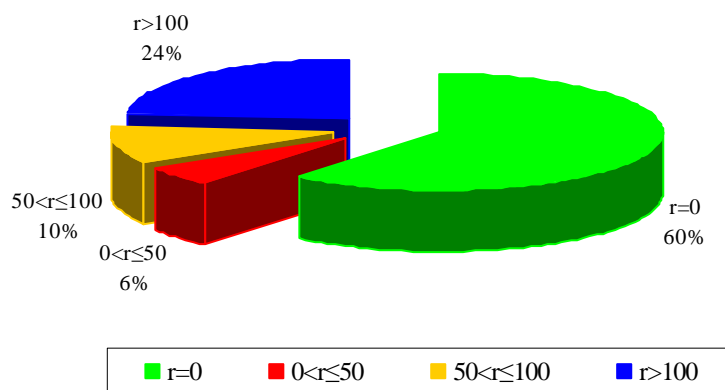
Dział serwisu w okresie prowadzonych badań wykonał ogółem 9310 zleceń w warsztatach firmowych, w gospodarstwach i w warunkach polowych. Obsługa techniczna pojazdów i maszyn rolniczych obejmowała przeglądy przed sprzedażą, przeglądy w okresie gwarancyjnym i pogwarancyjne oraz naprawy gwarancyjne i pogwarancyjne. Rozkład usług serwisowych dla poszczególnych promieni odległości miejsca wykonywania prac od siedziby firmy w układzie miesięcznym przedstawia histogram (rys. 1).

Badania struktury układu terytorialnego prac przy obsłudze technicznej potwierdziły:
 5667 prac serwisu przy $r = 0$ km,
 526 prac serwisu przy $0 \text{ km} < r \leq 50 \text{ km}$,
 906 prac serwisu przy $50 \text{ km} < r \leq 100 \text{ km}$,
 2211 prac serwisu przy $r > 100 \text{ km}$.

Struktura liczby przeglądów oraz napraw pojazdów i maszyn rolniczych wykonanych przez serwis pokazuje przewagę liczbową usług przy $r = 0$ nad pracami w terenie (rys. 2).



Rys. 1. Rozkład liczby przeglądów i napraw pojazdów i maszyn rolniczych zrealizowanych przez serwis dla poszczególnych promieni odległości w latach 2003–2010
 Fig. 1. The distribution of the number of inspections and repairs of farm vehicles and machines carried out by the service point for particular radiuses of distance in the years 2003–2010



Rys. 2. Struktura liczby przeglądów i napraw pojazdów i maszyn rolniczych zrealizowanych przez serwis w latach 2003–2010
 Fig. 2. The structure of the number of inspections and repairs of farm vehicles and machines carried out by the service point in the years 2003–2010

Zlecenia obsługi technicznej dla promienia $r = 0$ w latach 2003–2010

Strukturę kwartalną obsługi technicznej pojazdów i maszyn rolniczych, realizowaną na terenie stacji obsługi (promień $r = 0$) charakteryzuje tabela 1.

Tabela 1. Rozkład usług serwisowych dla $r = 0$ realizowanych podczas obsługi technicznej pojazdów i maszyn rolniczych

Table 1. The distribution of servicing activities for radius $r = 0$ carried out within the technical maintenance services of farm vehicles and machines

Okres realizacji Realisation time	2003 %	2004 %	2005 %	2006 %	2007 %	2008 %	2009 %	2010 %
I kwartał – quarter	16,5	14,3	21,4	19,2	17,6	18,4	10,8	15,9
II kwartał – quarter	30,2	36,5	30,7	26,5	22,3	27,4	20,8	27,8
III kwartał – quarter	25,2	28,3	26,2	29,1	34,8	33,3	45,9	34,6
IV kwartał – quarter	28,1	20,9	21,7	25,2	25,3	20,9	22,5	21,7

W 2003 r. dział serwisu wykonał 417 usług stacjonarnych. Popyt na obsługę serwisową w ujęciu kwartalnym był najmniejszy w pierwszym kwartale, a największy w drugim (tab. 1). W 2004 r. zrealizowano 651 zleceń. W odniesieniu do roku poprzedniego stwierdzono wzrost prac o 56,1%. Maksymalne zapotrzebowanie okresowe na usługi odnotowano w drugim, a minimalne w pierwszym kwartale. W 2005 r. zakończono 424 przeglądy i naprawy. W stosunku do roku minionego zapotrzebowanie na obsługę obniżyło się o 34,9%. Redukcja liczby zleceń była zbieżna czasowo ze spadkiem sprzedaży pojazdów i maszyn. Małe zapotrzebowanie na prace odnotowano zarówno w pierwszych, jak i ostatnich miesiącach, a maksymalne w drugim kwartale badanego roku. W 2006 r. obsługa techniczna objęła 635 prac prowadzonych na terenie stacji serwisowej. Maksymalne zapotrzebowanie wystąpiło w trzecim kwartale, a najmniejsze na początku roku. W porównaniu z rokiem poprzednim stwierdzono wzrost o 49,8%. W 2007 r. przeprowadzono 837 przeglądów i napraw. Liczba zgłoszeń usługowych była maksymalna w trzecim, a najmniejsza w pierwszym kwartale. W stosunku do roku poprzedniego odnotowano wzrost prac o 31,8%. W 2008 r. zrealizowano 852 zlecenia. W porównaniu z rokiem 2007 wzrost prac wynosił 1,8%. Najwięcej usług wykonano w trzecim kwartale, a najmniej na początku roku. W 2009 r. wykonano 852 usługi serwisowe. Maksymalny popyt okresowy zarejestrowano w trzecim, a minimalny w pierwszym kwartale. Liczba wykonanych zleceń była na poziomie roku poprzedniego. W 2010 r. dział serwisu przeprowadził 999 usług warsztatowych. Największe zapotrzebowanie okresowe wystąpiło w trzecim, a najmniejsze w pierwszym kwartale. W porównaniu z rokiem poprzednim zarejestrowano wzrost zleceń o 17,3%.

Zlecenia obsługi technicznej dla $r > 0$ w latach 2003–2010

Strukturę kwartalną obsługi technicznej pojazdów i maszyn rolniczych realizowaną przez zespoły serwisowe w gospodarstwach użytkowników i w warunkach polowych (promień wyjazdu $r > 0$) charakteryzuje tabela 2.

Tabela 2. Rozkład usług serwisowych dla $r > 0$ realizowanych podczas obsługi technicznej pojazdów i maszyn rolniczychTable 2. The distribution of servicing activities for radius $r > 0$ carried out within the technical maintenance services of farm vehicles and machines

Okres realizacji Realisation time	2003 %	2004 %	2005 %	2006 %	2007 %	2008 %	2009 %	2010 %
I kwartał – quarter	24,8	16,3	28,5	10,9	13,5	15,9	12,2	13,2
II kwartał – quarter	25,6	31,1	33,2	27,8	27,7	26,2	29,1	27,4
III kwartał – quarter	24,0	30,4	18,3	33,8	40,1	31,8	35,5	35,4
IV kwartał – quarter	25,6	22,2	20,0	27,5	18,7	26,1	23,2	24,0

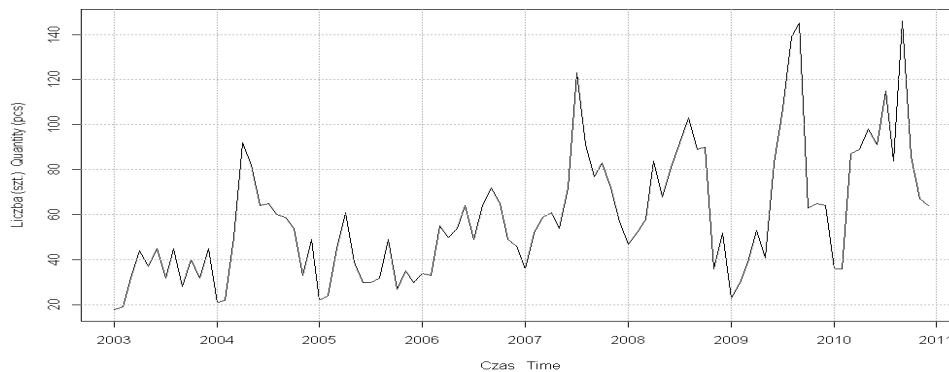
W 2003 r. zespoły serwisowe wykonały 117 zleceń. Zapotrzebowanie kwartalne na obsługę serwisową było wyrównane na długości całego badanego roku (tab. 1). W 2004 r. przeprowadzono 135 prac. W stosunku do roku minionego odnotowano wzrost usług o 15,4%. Maksymalna liczba zgłoszeń w układzie okresowym wystąpiła w drugim, a minimalna w pierwszym kwartale. W 2005 r. obsługę techniczną wykonano dla 295 pojazdów i maszyn rolniczych. W odniesieniu do roku poprzedniego popyt na prace serwisu wzrósł o 118,5%. Najwięcej prac zarejestrowano w drugim, a najmniej w trzecim kwartale badanego roku. W 2006 r. zrealizowano 396 prac poza terenem stacji serwisowej. W porównaniu z rokiem poprzednim odnotowano wzrost usług o 34,2%. Dominujący pod względem liczby zleceń był trzeci kwartał, a minimum okresowe prac zarejestrowano na początku roku. W 2007 r. zespoły serwisowe zakończyły 549 usług. W stosunku do roku minionego wystąpił wzrost prac o 38,6%. Liczba zgłoszeń od użytkowników była minimalna w pierwszym, a maksymalna w trzecim kwartale. W 2008 r. przeprowadzono 679 prac w terenie. W zestawieniu z rokiem poprzednim oznaczało to wzrost usług o 23,7%. Najwięcej zleceń użytkownicy zgłosili w trzecim kwartale, a najmniej na początku roku. W 2009 r. zakończono 694 prace serwisowe i było ich o 2,2% więcej niż w roku poprzednim. Zapotrzebowanie okresowe na usługi było maksymalne w trzecim, a minimalne w pierwszym kwartale. W 2010 r. zrealizowano 778 zleceń obsługi technicznej. W stosunku do roku poprzedniego odnotowano wzrost prac o 12,1%. Największe zapotrzebowanie okresowe na usługi w terenie odnotowano w trzecim, a najmniejsze w pierwszym kwartale.

DYSKUSJA

Analiza statystyczna zleceń obsługi technicznej dla $r = 0$

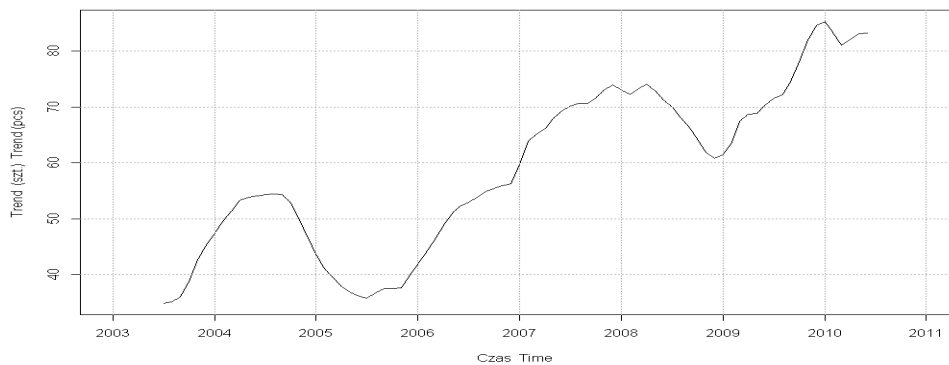
Usługi zrealizowane na terenie firmowej stacji serwisowej (promień wyjazdu $r = 0$) w latach 2003–2010 charakteryzowały się niejednorodną strukturą ilościową (rys. 1). Porównanie struktury przeglądów i napraw warsztatowych wykazało istnienie dużych różnic w liczbie prac, które wykonywano w poszczególnych miesiącach (rys. 3). Zmienny poziom zapotrzebowania odnotowano także w kolejnych latach prowadzonych badań. Efektywne wykorzystanie personelu serwisowego i wyposażenia technicznego stacji obsługi wymagało różnorodnych zabiegów organizacyjnych z uwagi na zmienne zapotrzebowanie w funkcji czasu. Różnice pomiędzy minimalnym i maksymalnym zapotrzebowaniem na obsługę techniczną w układzie miesięcznym dla poszczególnych okresów badawczych zmieniały się od kilkudziesięciu do kilkuset procent.

Dystrybucja prowadzona przez dział handlowy w każdym kolejnym okresie badawczym zmieniała strukturę wyrobów na obsługiwanym rynku. Liczba prac prowadzonych stacjonarnie wzrastała wprost proporcjonalnie do liczby przeglądów przed sprzedażą, które realizowano przed dostarczeniem wyrobów do użytkowników. Wzrost populacji pojazdów i maszyn z marek, które firma obsługiwała będąc autoryzowanym serwisem, powodował rosnący w kolejnych latach popyt na przeglądy. W kolejnych latach wystąpił również wzrost liczby kompleksowych remontów i planowych prac przywracających sprawność funkcjonalną maszyn, które z uwagi na zakres działań, jak i czas ich trwania prowadzone były w firmowych warsztatach. Zestawienie zapotrzebowania z pierwszego i ostatniego roku prowadzonych badań wykazało ponaddwukrotny wzrost popytu na obsługę techniczną prowadzoną w stacji serwisowej.



Rys. 3. Struktura liczby przeglądów i napraw pojazdów i maszyn rolniczych dla promienia usług $r = 0$ w latach 2003–2010

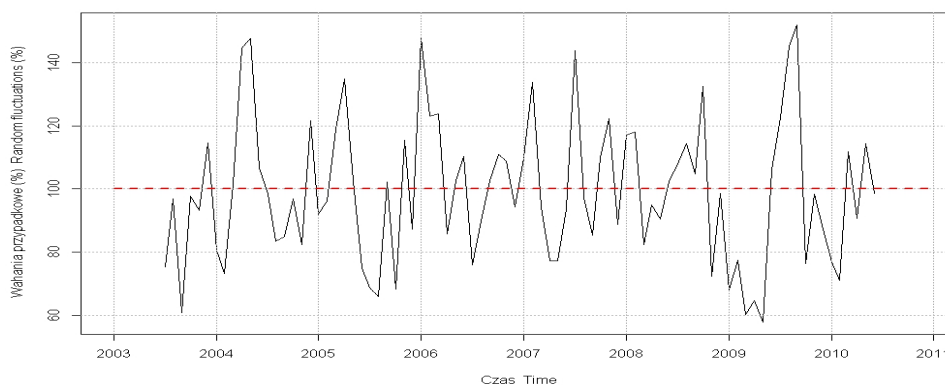
Fig. 3. The structure of the number of inspections and repairs of farm vehicles and machines for radius of distance $r = 0$ in the years 2003–2010



Rys. 4. Trend liczby przeglądów i napraw pojazdów i maszyn rolniczych dla promienia usług $r = 0$ w latach 2003–2010

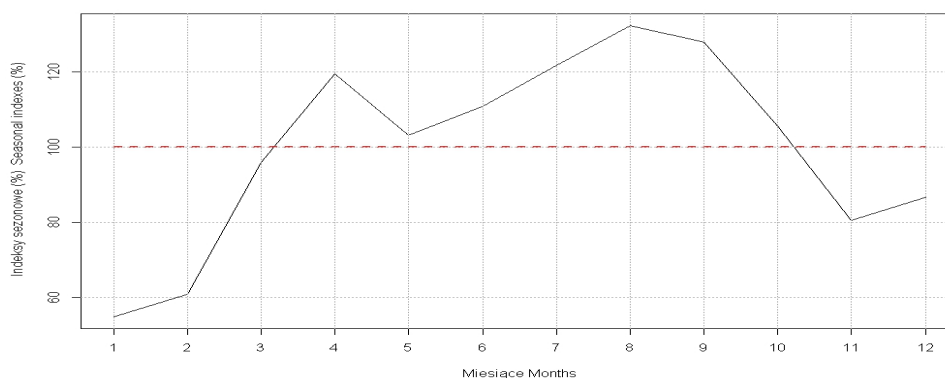
Fig. 4. The trend of the number of inspections and repairs of farm vehicles and machines for radius of distance $r = 0$ in the years 2003–2010

Dla zleceń obsługi technicznej realizowanych na stacji wyznaczono trend, który stanowi ilustrację zmian długookresowych w zapotrzebowaniu na prace serwisu (rys. 4). Od 2003 r. do połowy 2004 r. występował trend rosnący, a następnie w ciągu jednego roku trend malejący. Od połowy 2005 r. do końca 2008 r. trend miał silną dynamikę wzrostową. W 2008 r. odnotowano trend malejący, a w 2009 r. trend wzrastający popytu na warsztatową obsługę serwisową. Końcowy okres badań miał trend o zmiennym przebiegu.



Rys. 5. Wahania przypadkowe liczby przeglądów i napraw pojazdów i maszyn rolniczych dla promienia usług $r = 0$ w latach 2003–2010

Fig. 5. Random fluctuations of the number of inspections and repairs of farm vehicles and machines for radius of distance $r = 0$ in the years 2003–2010



Rys. 6. Indeksy sezonowe dla liczby przeglądów i napraw pojazdów i maszyn rolniczych dla promienia usług $r = 0$ w latach 2003–2010

Fig. 6. Seasonal indices for the number of inspections and repairs of farm vehicles and machines for radius of distance $r = 0$ in the years 2003–2010

Wahania przypadkowe wyznaczone dla szeregu czasowego stacjonarnych usług serwisowych ilustruje rysunek 5. Zmiany zapotrzebowania na obsługę pojazdów i maszyn rolniczych miały dużą amplitudę wahań w badanych okresach rocznych. Niejednorodność popytu odnotowano w poszczególnych miesiącach dla kolejnych lat, a występujące zmiany miały dużą dynamikę. Charakter wahań przypadkowych upoważnia do postawienia tezy

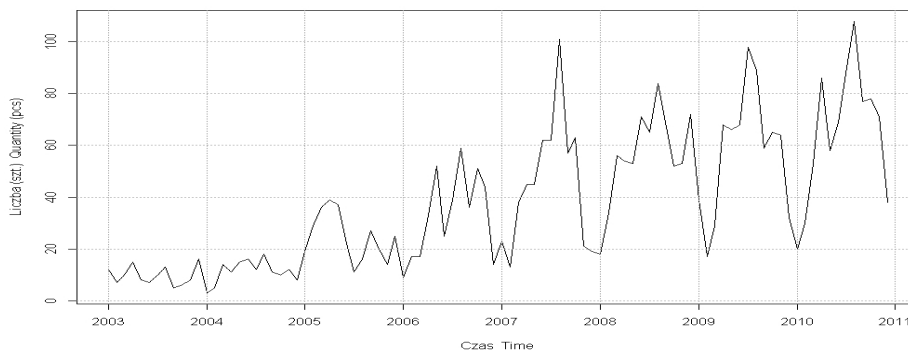
o istnieniu niestabilnego zapotrzebowania na przeglądy i naprawy pojazdów i maszyn rolniczych, realizowane na terenie warsztatów firmy. Największe różnice w liczbie wykonanych prac serwisowych wystąpiły w latach 2004, 2005 i 2009. Zmiany o charakterze losowym stanowią ważny problem organizacyjny, który utrudnia planowanie prac działu serwisu i jest częstym powodem ich korekty w kolejnych okresach miesięcznych.

Wartość indeksów sezonowych dla obsługi technicznej pojazdów i maszyn rolniczych, realizowanej na terenie firmowej stacji obsługi, przedstawia rysunek 6.

W styczniu, lutym i marcu liczba prac wykonywana przez stację serwisową była mniejsza od poziomu odniesienia odpowiednio o 45,1%, 39,1% i 4,0%. Okres, gdy nie były prowadzone zabiegi agrotechniczne, a tym samym występowała redukcja wykorzystania pojazdów i maszyn, charakteryzował zmniejszony popyt na ich obsługę techniczną. W następstwie wahań sezonowych, po rozpoczęciu wiosennych prac i zabiegów polowych, odnotowano wzrost liczby zleceń serwisowych. W kwietniu miały one wartości o 19,4% większe od poziomu przeciętnego. Od maja do lipca stopniowo wzrastało zapotrzebowanie sezonowe na usługi, a indeksy były wyższe od poziomu odniesienia odpowiednio o: 3,1%, 9,5%, 21,8%. Realizacja zbioru plonów zbóż i roślin okopowych od sierpnia do października wywołała maksymalny wzrost popytu, a indeksy osiągnęły wartość odpowiednio o 32,3%, 27,8% i 5,6% powyżej poziomu odniesienia. Na skutek wahań sezonowych po zakończeniu prac polowych nastąpiło zmniejszenie liczby zleceń, a indeksy sezonowe miały wartość mniejszą odpowiednio o 19,4% i 13,4% od przeciętnego poziomu.

Analiza statystyczna zleceń obsługi technicznej dla $r > 0$

Usługi zrealizowane przez zespoły serwisowe na terenie gospodarstw rolniczych oraz w warunkach polowych w latach 2003–2010 charakteryzowały się zmienną strukturą ilościową (rys. 7). Analizę statystyczną przeprowadzono łącznie dla promieni $0 \text{ km} < r \leq 50 \text{ km}$, $50 \text{ km} < r \leq 100 \text{ km}$ i $r > 100 \text{ km}$ z uwagi na to, że zarządzanie procesem planowania i realizacji wszystkich prac w terenie wymaga pokonania podobnych problemów.



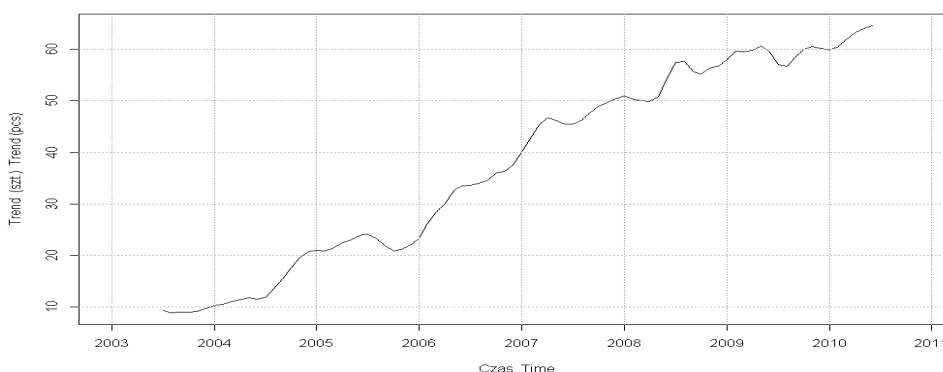
Rys. 7. Struktura liczby przeglądów i napraw pojazdów i maszyn rolniczych dla promienia usług $r > 0$ w latach 2003–2010

Fig. 7. The structure of the number of inspections and repairs of farm vehicles and machines for radius of distance $r > 0$ in the years 2003–2010

Poziom popytu na obsługę techniczną prowadzoną poza terenem stacji w dwóch pierwszych latach badań był stosunkowo niski. Stopniowy wzrost ilości nowych pojazdów i maszyn rolniczych na terenie obsługiwany przez dealera spowodował w kolejnych okresach rocznych radykalny wzrost liczby zleceń dla ekip serwisowych. Popyt na ich obsługę zmieniał się również w zakresie struktury w ciągu kolejnych miesięcy roku. Następowła stopniowa ewolucja potrzeb klientów, zgodnie ze zmianą statusu pojazdów i maszyn, które czasowo podlegały ochronie gwarancyjnej, a następnie pełnopłatnej obsłudze technicznej.

Istotnym problemem przy zapotrzebowaniu na usługi świadczone w terenie były dodatkowe koszty generowane z powodu wyjazdu zespołów serwisowych. Partycypowanie użytkowników w takich kosztach wpływało na decyzje dotyczące czasu składania zleceń obsługowych oraz zakresu powierzanych prac. Porównanie popytu z pierwszego i ostatniego roku badań wykazało ponad sześciokrotny wzrost popytu na obsługę techniczną prowadzoną w gospodarstwach rolniczych oraz w warunkach polowych. Różnice pomiędzy minimalnym i maksymalnym popytem na obsługę techniczną w układzie miesięcznym dla poszczególnych lat prowadzonych badań zmieniały się od kilkudziesięciu do kilkuset procent.

Charakter zmian zapotrzebowania w dłuższym okresie na obsługę techniczną realizowaną poza terenem stacji serwisowej ilustruje trend, który wyznaczono dla badanego szeregu czasowego (rys. 8). Na przestrzeni ośmiu lat badań występował generalnie trend rosnący o zmiennej dynamice. Krótkotrwałe okresy z trendem malejącym, ale o małych spadkach, odnotowano jedynie w trzecim kwartale 2005 r., w drugim kwartale 2007 r. oraz w trzecim kwartale 2008 r. i w drugim kwartale 2009 r.

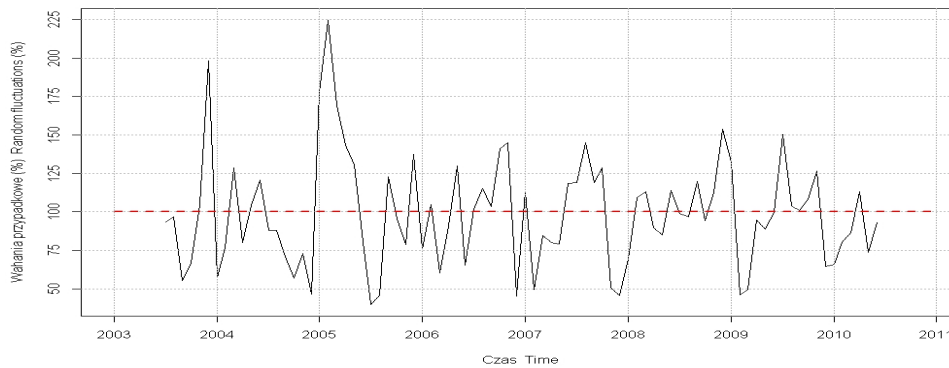


Rys. 8. Trend liczby przeglądów i napraw pojazdów i maszyn rolniczych dla promienia usług $r > 0$ w latach 2003–2010

Fig. 8. The trend of the number of inspections and repairs of farm vehicles and machines for radius of distance $r > 0$ in the years 2003–2010

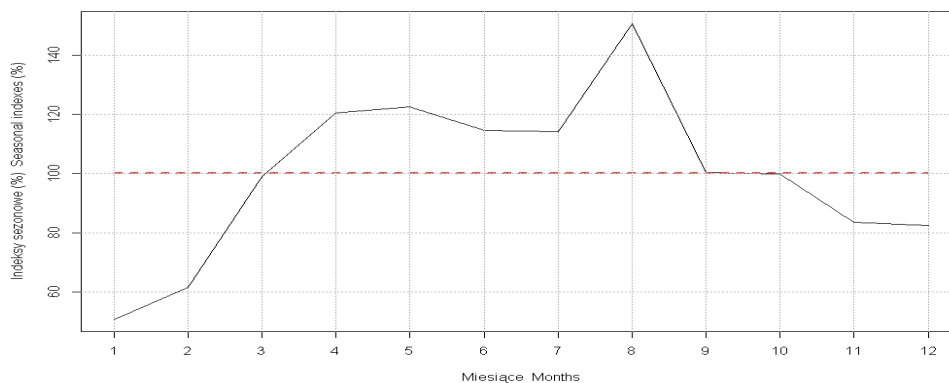
Wahania przypadkowe dla szeregu czasowego usług serwisowych realizowanych w terenie ilustruje wykres na rysunku 9. Zmiany popytu na obsługę pojazdów i maszyn rolniczych występowały we wszystkich badanych okresach rocznych. Amplituda wahań była większa dla pierwszych lat prowadzonych obserwacji. Zapotrzebowanie było niestabilne w kolejnych miesiącach, a wartość zmian ulegała zwiększeniu na początku

i końcu poszczególnych okresów rocznych. Wahania przypadkowe osiągały największą wartość dla ilości zleceń w latach 2003 i 2005. Stopniowe zmniejszanie się amplitudy wahań o charakterze losowym było korzystne dla procesu zarządzania organizacją pracy w dziale serwisu.



Rys. 9. Wahania przypadkowe liczby przeglądów i napraw pojazdów i maszyn rolniczych dla promienia usług $r > 0$ w latach 2003–2010

Fig. 9. Random fluctuations of the number of inspections and repairs of farm vehicles and machines for radius of distance $r > 0$ in the years 2003–2010



Rys. 10. Indeksy sezonowe dla ilości przeglądów i napraw pojazdów i maszyn rolniczych dla promienia usług $r > 0$ w latach 2003–2010

Fig. 10. Seasonal indices for the number of inspections and repairs of farm vehicles and machines for radius of distance $r > 0$ in the years 2003–2010

Wartość indeksów sezonowych dla obsługi technicznej pojazdów i maszyn rolniczych prowadzonej w gospodarstwach rolniczych oraz w warunkach polowych przedstawia rysunek 10.

W styczniu, lutym i marcu ilość usług realizowanych przez zespoły serwisowe była mniejsza od poziomu odniesienia odpowiednio o 49,2%, 38,3% i 1,1%. Wahania sezonowe powodowały radykalne obniżenie popytu w okresie zimowym na obsługę serwisową prowadzoną w terenie, gdyż generalnie warunki pogodowe uniemożliwiają wykony-

wanie tego typu zadań. W czasie realizacji wiosennych prac i zabiegów polowych, a następnie przygotowań do żniw obserwowano stabilny wzrost ilości zleceń przeglądów i napraw dla ekip serwisowych. W kwietniu, maju, czerwcu i lipcu indeksy sezonowe były wyższe od poziomu odniesienia odpowiednio o 20,4%, 22,6%, 14,6% i 14,2%. Okres zbioru plonów zbóż w sierpniu na skutek wahań sezonowych wyznaczył maksimum popytu na obsługę techniczną prowadzoną w terenie, a indeks osiągnął wartość o 50,6% większą od poziomu odniesienia. We wrześniu i październiku przy zbiorach roślin okopowych i jesiennych pracach polowych indeksy sezonowe były na poziomie odniesienia. Zakończenie prac polowych powodowało sezonową obniżkę ilości zleceń, a indeksy sezonowe w listopadzie i grudniu miały wartość odpowiednio o 16,5% i 17,6% mniejszą od przeciętnego poziomu.

WNIOSKI

1. Zapotrzebowanie na obsługę techniczną pojazdów i maszyn rolniczych realizowaną na stacji serwisowej ($r = 0$ km) oraz w gospodarstwach rolniczych i w warunkach polowych ($0 \text{ km} < r \leq 50 \text{ km}$, $50 \text{ km} < r \leq 100 \text{ km}$ oraz $r > 100 \text{ km}$) było zmienne na przestrzeni wszystkich badanych lat. Liczba wykonanych przeglądów i napraw wzrastała w większości badanych okresów. Zestawienie wyników badań z lat na początku i końcu okresu badawczego stanowi dowód na ponaddwukrotny wzrost ilości zleceń zrealizowanych dla $r = 0$ km i ponadsześciokrotny wzrost ilości zleceń prowadzonych przez ekipy wyjazdowe dla $0 \text{ km} < r \leq 50 \text{ km}$, $50 \text{ km} < r \leq 100 \text{ km}$ oraz $r > 100 \text{ km}$. Duża liczba pojazdów i maszyn na terenie obsługiwanym w ramach działalności dealerskiej dynamizowała wzrost ilości świadczonych usług serwisowych. Obsługa techniczna prowadzona dla $r = 0$ km przewyższała o 55,6% wszystkie usługi zrealizowane przez zespoły serwisowe w terenie dla $0 \text{ km} < r \leq 50 \text{ km}$, $50 \text{ km} < r \leq 100 \text{ km}$ oraz $r > 100 \text{ km}$.

2. Trend wyznaczony przy analizie statystycznej liczby zleceń obsługi technicznej pojazdów i maszyn rolniczych był zmienny na przestrzeni badanego okresu. Dla prac na terenie firmy ($r = 0$ km) przeważały okresy z trendem rosnącym, ale wystąpiły również dwa okresy roczne z trendem malejącym. Dla zleceń prowadzonych w terenie ($0 \text{ km} < r \leq 50 \text{ km}$, $50 \text{ km} < r \leq 100 \text{ km}$ oraz $r > 100 \text{ km}$) trend miał dynamiczny wzrost przez cały okres badań jedynie z krótkookresowymi korektami popytu. Wartość i dynamika zmian trendu obsługi technicznej powinna podlegać dalszym badaniom i analizie, aby opracować długoterminową strategię dla działalności serwisowej.

3. Wahania przypadkowe występujące przy realizacji obsługi technicznej miały większą amplitudę dla prac prowadzonych stacjonarnie ($r = 0$ km) niż dla zleceń wyjazdowych ($0 \text{ km} < r \leq 50 \text{ km}$, $50 \text{ km} < r \leq 100 \text{ km}$ oraz $r > 100 \text{ km}$). Zmienny popyt w kolejnych miesiącach wynikał z losowego charakteru awarii przy intensywnej eksploatacji pojazdów i maszyn podczas realizacji zabiegów agrotechnicznych. Istotny wpływ wywierała również liczba przeglądów przed sprzedażą, które zależały od niestabilnego popytu na rynku. Wahania przypadkowe są źródłem problemów przy efektywnym i wydajnym zarządzaniu działalnością serwisową.

4. Struktura uzyskanych wartości indeksów sezonowych stanowi podstawę do stwierdzenia istotnego wpływu prac i zabiegów agrotechnicznych na cykliczne zmiany popytu na obsługę techniczną pojazdów i maszyn rolniczych. W następstwie wahań se-

zonowych występowała radykalna redukcja popytu na usługi serwisowe dla $r = 0$ km, $0 \text{ km} < r \leq 50$ km, $50 \text{ km} < r \leq 100$ km oraz $r > 100$ km w dwóch pierwszych i ostatnich miesiącach roku, gdy nie ma prac polowych. Wahania sezonowe powodowały natomiast wzrost popytu na obsługę techniczną na wiosnę oraz w czasie zbioru zbóż i jesiennych prac polowych.

5. Działalność usługowa prowadzona w terenie ($r > 0$ km), będąc atrakcyjną ofertą dla użytkowników wyrobów, stanowi poważne wyzwanie organizacyjne i logistyczne dla dealera. Należy poddać weryfikacji strukturę wyjazdów zespołów serwisowych, aby optymalizować wykorzystanie czasu pracy i redukować trasy przejazdów. Problem łączenia i doboru tras jest wyzwaniem organizacyjnym i logistycznym, który powinien podlegać dalszym badaniom. Stwierdzono, że system jest podatny na zakłócenia, gdy teoretyczne założenia czasowe podlegają negatywnej weryfikacji w rzeczywistych warunkach terenowych.

PIŚMIENNICTWO

- Aczel A.D., Sounderpandian J., 2008. Complete Business Statistics, 7th ed., R.D. Irwin/McGraw-Hill, Boston.
- Crawley M.J., 2008. The R book, Wiley & Sons, Chichester.
- Durczak K., Rybacki P., Staszak Ż., 2011. Wyniki badań jakości obsługi posprzedażnej maszyn rolniczych, *Inżynieria Rolnicza*, 8(133), 101–108.
- Juściński S., Piekarski W., 2008a. Logistics management of an authorized service for agricultural tractors and machines, *Maintenance and Reliability*, 2(38), 25–33.
- Juściński S., Piekarski W., 2008b. An analysis of the territorial range of farm tractors servicing realised as an element of distribution logistics, *Tech. Sci.*, 11, 59–67.
- Juściński S., Piekarski W., 2008c. Systemy logistyczne w procesie zarządzania dystrybucją ciągników i maszyn rolniczych, *Acta Agrophisica*, 12(1), 113–124.
- Juściński S., Szczepanik M., 2008. Naprawy gwarancyjne i pogwarancyjne ciągników rolniczych jako potransakcyjne elementy logistycznej obsługi klienta, *Inż. Rol.*, 2(100), 67–74.
- Juściński S., Piekarski W., 2009a. An analysis of a supply process of spare parts for agricultural tractors and machines based on logistic services outsourcing, *Maint. Reliab.*, 1(41), 63–70.
- Juściński S., Piekarski W., 2009b. The analysis of logistics of after guarantee service of tractors with regard to the calendar of agricultural procedures, *J. Res. Appl. Agric. Engin.*, 54(2), 51–56.
- Juściński S., Piekarski W., 2009c. Naprawy pogwarancyjne ciągników rolniczych, jako element autoryzowanego systemu dystrybucji, *Inż. Rol.*, 117(8), 23–30.
- Juściński S., Piekarski W., 2009d. Systemy zarządzania logistycznego w przedsiębiorstwie prowadzącym autoryzowaną dystrybucję pojazdów i maszyn rolniczych, *Zarz. Przed.*, 2, 42–48.
- Juściński S., Piekarski W., 2010. The farm vehicles operation in the aspect of the structure of demand for maintenance inspections, *Maint. Reliab.*, 1(45), 59–68.
- Karczmarczyk St., (red.), 2005. Agrotechnika roślin uprawnych, Wyd. AR w Szczecinie.
- Klimkiewicz M., Moczulska K., 2008. Zastosowanie zbiorów przybliżonych do analizy satysfakcji klienta serwisu pojazdów, *Inż. Rol.*, 1(99), 165–171.
- Kuboń M., 2008. Koszty eksploatacji środków technicznych w gospodarstwach o różnym typie produkcji rolniczej, *Probl. Inż. Rol.*, 1(59), 55–61.
- Moniuk J., 2009. Gwarancja dla rolnika, *Rol. Przeg. Tech.*, 1(119), 20–21.

- Puńska-Turyńska B., 2008. Statystyka dla ekonomistów, Wyd. Difin, Warszawa.
- Rybacki P., Durczak K., 2011. Ocena jakości serwisu technicznego maszyn rolniczych, *Inż. Rol.*, 9(134), 201–206.
- Rzeźnik C., 2008. Podstawy obsługi technicznej maszyn rolniczych, Wyd. UP w Poznaniu.
- Skrobaczek A., Ekielski A., 2012. Pojazdy i ciągniki rolnicze, Wyd. Wieś Jutra, Warszawa.
- Skudlarski J., 2005. Hierarchia ważności czynników techniczno-organizacyjnych w odniesieniu do efektywności obsługi serwisowej ciągników rolniczych, *Acta Sci. Pol., Technika Agraria*, 4(2), 49–57.
- Skudlarski J., 2006. Procedura badania strat na skutek przestoju, jako element kosztów eksploatacji ciągnika, *Inż. Rol.*, 11(86), 431–436.
- Tomczyk W., 2009a. Obsługa techniczna maszyn i urządzeń rolniczych w praktyce, *Inż. Rol.*, 6(115), 295–300.
- Tomczyk W., 2009b. Obsługa techniczna w procesie odnowy i utrzymania maszyn i urządzeń rolniczych, *Inżynieria Rolnicza*, 6(115), 301–307.
- Wajszczyk K., Wawrzynowicz J., Śliwczyński B., 2010. Koszty logistyki przedsiębiorstw rolnych, Wyd. UP w Poznaniu.
- Walesiak M., Gatnar E., 2009. Statystyczna analiza danych z wykorzystaniem programu R, Wyd. Nauk. PWN, Warszawa.

Summary. The study presents the issues of technical maintenance of vehicles and machines used in agricultural holdings which run crop and livestock production. The survey included services carried out by the Service Department in the context of the distance from the place of agricultural work to the company's headquarters. The structures of servicing orders are presented for four radiuses of distance: $r = 0$ km, $0 \text{ km} < r \leq 50$ km, $50 \text{ km} < r \leq 100$ km and $r > 100$ km. The surveys were carried out in the years 2003–2010 in the company conducting authorised distribution and servicing activities of farm vehicles and machines in central-eastern Poland. The services includes 9 310 orders in total. Servicing activities carried out in the company's workshops ($r = 0$) and the ones in farmers' holdings or in the field ($r > 0$) are presented in a graphic form, and their statistical analysis was performed with the use of the R program version 2.14.1. The trend and random and seasonal fluctuations were identified for services within radius $r = 0$ and $r > 0$. Temporal distributions of inspections and repairs of farm vehicles and machines were subject to analysis and evaluated in the context of the calendar of agrotechnical operations.

Key words: technical maintenance of farm vehicles and machines, servicing, radius of distance, distribution logistics.