

INNOWACYJNE UJĘCIE ZARZĄDZANIA LOGISTYCZNEGO OBSŁUGĄ TECHNICZNĄ POJAZDÓW I MASZYN ROLNICZYCH

1. Wprowadzenie

Pojazdy i maszyny rolnicze oferowane klientom przez sieć firm dealerskich na terenie kraju, to obiekty techniczne posiadające nowoczesne rozwiązania konstrukcyjne i technologiczne [16]. W decydujący sposób wpływa to na wysoką wydajność w trakcie ich eksploatacji oraz daje możliwość wszechstronnego wykorzystania w czasie prac prowadzonych w gospodarstwach, ale powoduje również, że ceny nowych wyrobów są relatywnie wysokie.

Opłacalność produkcji prowadzonej przez gospodarstwa rolnicze w znacznym zakresie uzależniona jest od sumy kosztów ponoszonych z tytułu realizacji procesów w systemie eksploatacji pojazdów i maszyn [19]. Należy podkreślić, że podstawowym warunkiem do uzyskania niezbędnego poziomu efektywności w branży rolniczej jest zapewnienie wysokiego stopnia mechanizacji prac i zabiegów oraz dysponowanie sprawnym parkiem pojazdów i maszyn. Do kosztów zakupu użytkownicy muszą dodawać nakłady finansowe ponoszone w trakcie obsługi technicznej. Realizacja obsługi serwisowej ma na celu zachowanie pojazdów i maszyn w stanie gotowości do procesów użytkowania, ale również utrzymanie ich trwałości w długim horyzoncie czasowym na pożądanym poziomie technicznym. Szczególnie istotne są dla użytkowników koszty napraw, na które składają się ceny części i świadczonych usług [10, 15, 18]. Stosowane nowoczesne rozwiązania techniczne, redukują stopniowo zakres prac możliwych do wykonania bezpośrednio przez klientów na rzecz zleceń składanych do firmowych serwisów w sieci dealerskiej lub przedsiębiorstw usługowo-naprawczych. W warunkach krajowych, gdzie przy stosunkowo niskim areale upraw przypadającym na gospodarstwo rolnicze, nadal dominuje model indywidualnego posiadania i użytkowania pojazdów i maszyn, sumaryczne koszty ponoszone są w całości przez pojedynczego użytkownika. W zależności od rodzaju posiadanych upraw i wykorzystywanych technologii, udział kosztów eksploatacji stanowi od 30% do 70% w całkowitych kosztach produkcji rolniczej [3].

Kolejnym istotnym problemem związanym z rozdrobnieniem powierzchniowym są okresy wykorzystania pojazdów i maszyn w skali roku. Eksploatacja w większości indywidualnych gospodarstwach jest krótka, zarówno w odniesieniu do wydajności nominalnej pojazdów i maszyn, jak i długości trwania okresów agrotechnicznych [6, 17]. Zabezpieczenie realizacji zabiegów agrotechnicznych jest uzależnione od obsługi serwisowej gwarantującej sprawność funkcjonalną i czasową pojazdów i maszyn. Miarą niezawodności systemów eksploatacji wyrobów jest czas, którego potrzebuje firmowy serwis na naprawę usterek technicznych lub technologicznych, zaistniałych podczas ich użytkowania. Decydujący dla powodzenia prac serwisu

jest sprawny dostęp do części zamiennych, stąd proces ich dystrybucji wspierany jest poprzez wykorzystanie metody outsourcingu [7, 12].

2. Cel i zakres badań

Systemy logistyczne podmiotów gospodarczych pracujących na rzecz obsługi sektora rolniczego zarządzają działalnością serwisową tak, aby stanowiła podstawowy element potransakcyjnej obsługi klienta. Działalność autoryzowanej stacji obsługi konfigurowana jest w celu uzyskania dla klientów pozytywnych efektów: organizacyjnych, technicznych i ekonomicznych. Rentowność realizowanych zadań usługowych oddziałuje bezpośrednio na wypracowywane wyniki ekonomiczne podmiotu gospodarczego, natomiast w dłuższym okresie czasu buduje pozytywny wizerunek firmy w opinii klientów [4, 11, 21].

Liczba usług realizowanych przez Dział Serwisu, związanych z naprawami i remontami obiektów technicznych, podlega wahaniom sezonowym. Ewolucyjnie struktura napraw zmienia się również stosownie do przekroju wiekowego wyrobów na danym rynku. Właściciele gospodarstw rolniczych w bieżącej działalności muszą uwzględniać wysokie ryzyko przyrodnicze i ekonomiczne, a to determinuje działania mające na celu kompleksową redukcję ogółu kosztów. Metodą zmniejszania bieżących obciążeń finansowych gospodarstw jest przesuwanie decyzji o naprawach pojazdów i maszyn rolniczych, a to prowadzi do ich niejednorodności ilościowej i czasowej. Struktura popytu na usługi serwisowe zależy bezpośrednio m.in. od decyzji rolników o realizacji remontów kapitałnych i napraw planowanych sprzętu, ale jest także przypadkowo konfigurowana w czasie sezonowego wykorzystania parku maszynowego. Występujące losowo w szczytowych okresach agrotechnicznych awarie i wypadki otrzymują status zadań priorytetowych, aby do niezbędnego minimum skrócić przestoje pojazdów i maszyn. Biorąc pod uwagę fakt jednoczesnego występowania wszystkich opisanych zjawisk, naprawy wykonywane przez serwis wymagają wielu intensywnych prac logistycznych i długookresowych badań rynkowych, które umożliwią ich ocenę i optymalizację [5, 8, 9].

Celem prowadzonych badań było poznanie i analiza struktury ilościowej napraw gwarancyjnych i pogwarancyjnych pojazdów rolniczych, wykonywanych przez autoryzowany serwis oraz charakterystyka programu realizowanego w celu dywersyfikacji zapotrzebowania na usługi serwisowe. Badania prowadzono w przedsiębiorstwie handlowo-usługowym, które jest autoryzowanym dystrybutorem pojazdów i maszyn rolniczych, prowadzi ich obsługę serwisową i sprzedaż pełnego asortymentu części zamiennych. Przedsiębiorstwo wytypowane do badań, prowadzi od końca lat 80. XX wieku działalność dystrybucyjną i serwisową na

obszarze Polski środkowo-wschodniej. Obiektem badań zrealizowanych w latach 2003-2010 był Dział Serwisu funkcjonujący w strukturach firmy.

Naprawy serwisowe w okresie badań obejmowały ciągniki rolnicze marki: John Deere, Zetor, Same, Deutz Fahr, Lamborghini i Pronar. Prace naprawcze przy maszynach rolniczych realizowano dla koncernów: John Deere, Väederstad, Kuhn, Lemken, Kongskilde, Hardi, Manitou i Joskin oraz w maszynach wytwarzanych przez krajowych producentów współpracujących w ramach UNIA Group, czyli: Unia Grudziądz, Kraj Kutno, Agrometr Brzeg, Pilmet Brzeg i Famarol Słupsk, a także przedsiębiorstw Akpil i Metaltech. Dla koncernów John Deere, Kuhn i Väederstad badane przedsiębiorstwo prowadziło autoryzowany serwis, jako generalny dealer na obszarze województwa lubelskiego, natomiast dla pozostałych wytwórców realizowało usługi, jako serwis lokalny.

3. Analiza programu obsługi serwisowej pojazdów i maszyn rolniczych

Warunki do realizacji napraw serwisowych pojazdów i maszyn rolniczych podlegają zmianie i zależą od pór roku oraz czynników atmosferycznych. Istotnym elementem kształtującym popyt na usługi serwisowe jest system wykorzystania pojazdów i maszyn rolniczych przy produkcji roślinnej i zwierzęcej.

Program *Akcja Serwisowa* (rys. 1) prowadzony przez autoryzowanego dealera ma na celu zmianę struktury zapotrzebowania na naprawę pojazdów i maszyn rolniczych na przestrzeni roku kalendarzowego. Użytkownicy powszechnie przesuwały realizację zleceń naprawczych na okres sezonów agrotechnicznych, natomiast w miesiącach zimowych następuje istotna redukcja zgłoszonych prac. Akcja świadczenia przeglądów serwisowych w promocyjnej cenie 1 zł za wizytę obejmuje okres trzech miesięcy, od początku grudnia do końca lutego. Głównym przesłaniem prowadzonej sezonowo akcji serwisowej jest próba stopniowej zmiany przyzwyczajeń i kształtowania odmiennego podejścia do realizacji zleceń naprawy sprzętu.

Atrakcyjna finansowo i organizacyjnie oraz świadczona w dogodnym dla rolników czasie akcja ma za zadanie wzmocnić dążenie do kompleksowej i systematycznej obsługi technicznej parku maszynowego. Wizyty zespołów serwisowych służą pomocą użytkownikom w zdefiniowaniu potrzeb w zakresie napraw gwarancyjnych i pogwarancyjnych. Prowadzone działania stanowią kontynuację prac w zakresie zarządzania logistycznego obsługą klientów. Dystrybucja wyrobów umożliwia firmie budowę bazy danych o pojazdach i maszynach na terenie, który obsługuje Dział Serwisu [11]. Uzupełniającym działaniem przy dystrybucji części zamiennych jest wprowadzenie *Programu Lojalnościowego*. Służy on do konfiguracji kolejnego modułu w bazie danych o osobach fizycznych i podmiotach gospodarczych zainteresowanych zakupem części zamiennych w punktach prowadzonych przez dealera. Cykliczność zakupów dla uczestników programu premiowana jest nagrodami.

Akcja Serwisowa skierowana jest głównie do uczestników tych dwóch programów, ponieważ tworzą oni wyselekcjonowaną grupę użytkowników obsługiwanych logistycznie

marek. Przyjęcie oferty stanowi podstawę do uzgodnienia terminu wizyty zespołu serwisowego w ramach czasowych promocji na przeglądy. Zależy ona od warunków eksploatacji pojazdów i maszyn oraz położenia gospodarstwa. Dział Serwisu konfiguruje optymalne harmonogramy i trasy dla zespołów serwisowych. Wykonany przegląd pracownik serwisu podsumowuje sporządzeniem listy koniecznych i zalecanych czynności naprawczych oraz wyceną części i kosztów pracy. W przypadku akceptacji oferty przez użytkownika w Dziale Serwisu następuje uzgodnienie terminu naprawy. Determinanty takiej decyzji to rodzaj i zakres koniecznych prac oraz możliwe miejsca realizacji. Istotnym warunkiem jest ograniczony czas oferty do momentu rozpoczęcia wiosennego sezonu agrotechnicznego, który podwyższa zapotrzebowanie na obsługę techniczną. Dodatkowym elementem stymulującym są promocyjne ceny części zamiennych, które w miesiącach zimowych wprowadza dystrybutor. Wykonanie naprawy gwarancyjnej połączone jest z przeprowadzeniem procesu reklamacyjnego, a naprawy pogwarancyjnej z wystawieniem faktury rozliczającej wykonane prace i zużyte części. Na każdym etapie usług serwisowych uzupełniane i aktualizowane są bazy danych.

4. Metoda badań statystycznych

Naprawy gwarancyjne i pogwarancyjne zrealizowane przez Dział Serwisu w układzie miesięcznym, to zmienna losowa tworząca szereg czasowy Y_t . W celu określenia charakteru badanego zjawiska, szereg poddano analizie statystycznej, wyznaczając trend, wahania przypadkowe i sezonowe. Usługi związane z realizacją zabiegów agrotechnicznych w rolnictwie, determinują ustalenie długości okresów ruchomych $d = 1, 2, \dots, 12$. Analizę napraw pojazdów i maszyn rolniczych wykonano korzystając z modelu multiplikatywnego składowych szeregu czasowego, który opisuje równanie [1, 14]:

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

gdzie:

Y_t – wartość szeregu,

T_t – trend szeregu,

S_t – wahania sezonowe,

C_t – wahania cykliczne,

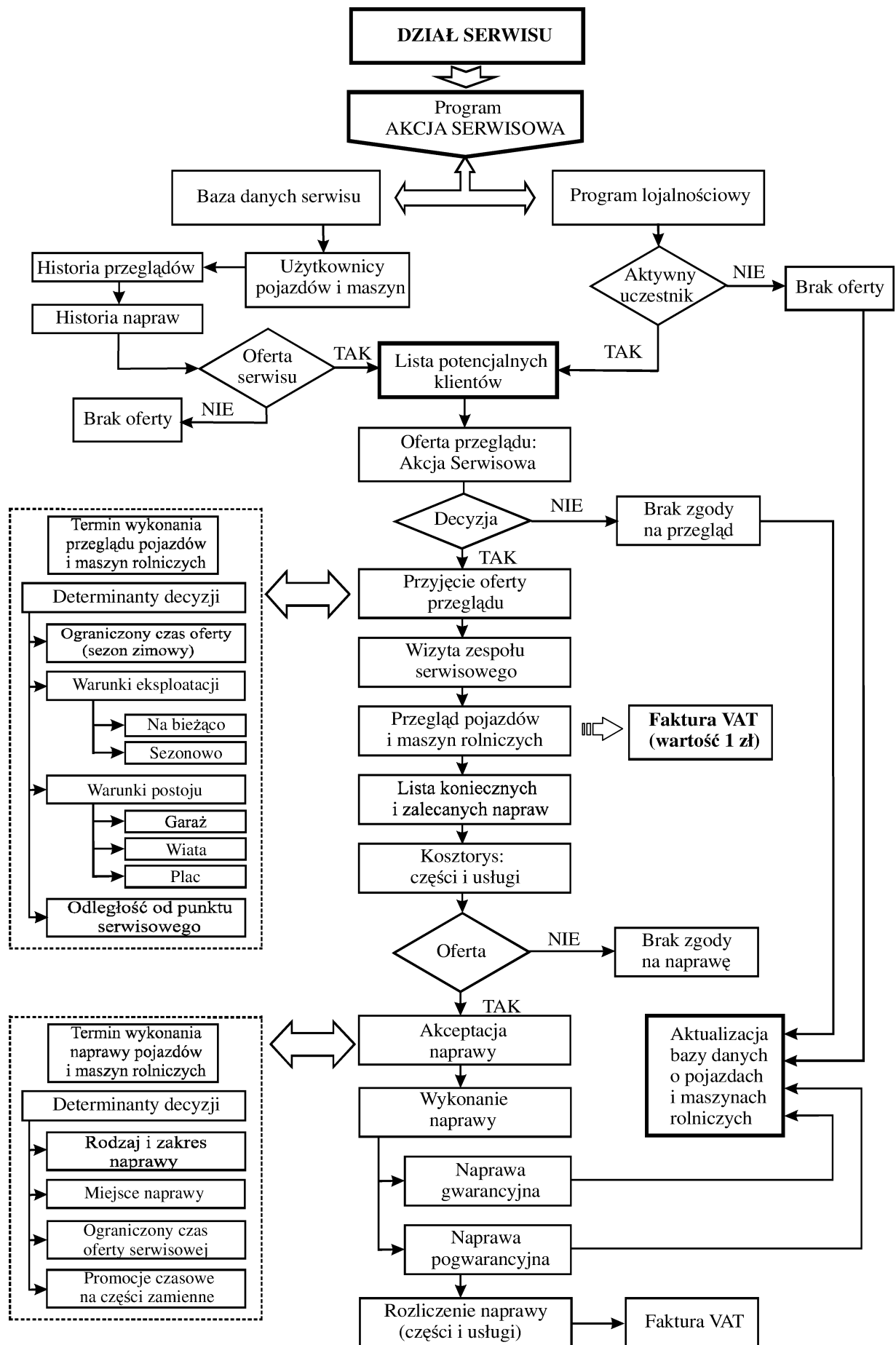
I_t – wahania przypadkowe.

Scentrowane średnie ruchome dla poszczególnych poziomów szeregu mają postać:

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

Wartość indeksów sezonowych dla modelu multiplikatywnego przedstawia wzór:

$$O_t = \frac{1}{c} \left[\sum_{t=1}^c \frac{y_t}{\bar{y}_t^{(d)}} \right] \cdot 100WK^{(M)} \quad (3)$$



Rys. 1. Zarządzanie logistyczne obsługą techniczną pojazdów i maszyn rolniczych w ramach realizacji programu *Akcja Serwisowa*

gdzie:

c – liczba cykli okresowości,

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

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

Średni multiplikatywny wskaźnik korygujący opisuje zależność:

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

Wartość wahań przypadkowych określa wzór:

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

Trend wyodrębniono poprzez zastosowanie średniej ważonej 5-okresowej według zależności:

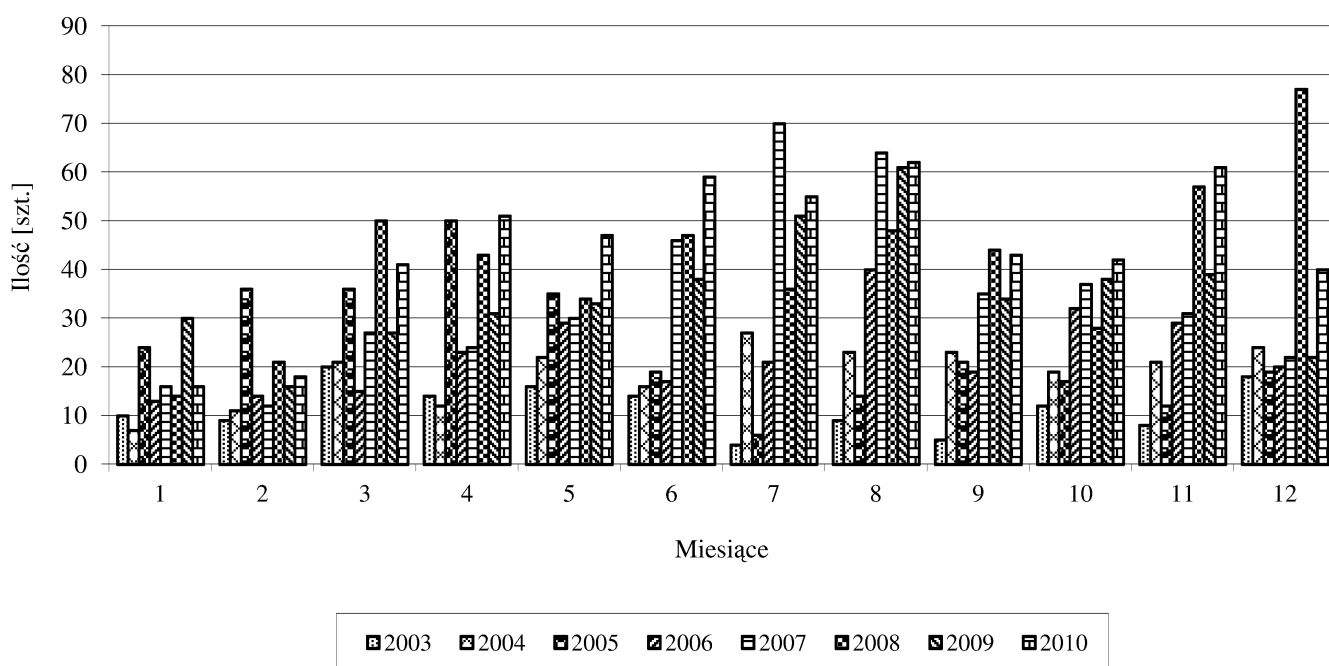
$$\hat{y}_t^{(M)} = \bar{y}_t^{(5)(M)} = \frac{1}{g} \sum_{t=2}^{t+2} y_{t(skor)}^{(M)} \cdot w_t \quad \text{dla } [w_t] = \begin{bmatrix} 1 \\ 2 \\ 3 \\ 2 \\ 1 \end{bmatrix} \quad (6)$$

Indeksy sezonowe w układzie miesięcznym posiadają poziom odniesienia (poziom przeciętny) równy 100%. Analizę statystyczną wyników badań przeprowadzono przy pomocy programu R wersja 2.14.1 dla Windows [2, 20].

5. Naprawy gwarancyjne w latach 2003-2010

W czasie ośmiu lat badań serwis wykonał ogółem 2 794 napraw gwarancyjnych pojazdów i maszyn rolniczych. Rozkład ilości napraw gwarancyjnych (NG) w układzie miesięcznym przedstawia histogram (rys. 2).

W 2003 r. Dział Serwisu zrealizował 139 usług. Najniższe zapotrzebowanie na naprawy pojazdów i maszyn rolniczych wystąpiło w miesiącach: lipiec i wrzesień, a najwyższe w miesiącach: marzec i grudzień. Naprawy serwisowe w ujęciu kwartalnym posiadały najniższy poziom w trzecim, a najwyższy w drugim kwartale (tab. 1). W 2004 r. przeprowadzono 226 napraw. W stosunku do roku poprzedniego wystąpił wzrost zleceń o 62,6%. Najniższe zapotrzebowanie odnotowano w miesiącach styczeń i luty, a najwyższe w miesiącach lipiec i grudzień. Minimalny popyt okresowy na usługi zarejestrowano w pierwszym, a maksymalny w trzecim kwartale. W 2005 r. stacja serwisowa wykonała 289 zleceń naprawczych. W odniesieniu rok do roku zarejestrowano ich wzrost o 27,9%. Najniższy popyt na naprawy sprzętu był w miesiącach: lipiec, sierpień i listopad, a najwyższy w miesiącach: luty, marzec i kwiecień. Minimalną ilość napraw przeprowadzono w trzecim, a maksymalną w drugim kwartale badanego roku. W 2006 r. naprawy objęły 272 pojazdy. Minimalne zapotrzebowanie w ujęciu kwartalnym zarejestrowano na początku roku, a najwyższe w trzecim kwartale. W porównaniu do roku minionego wystąpił spadek o 5,9%. Najniższy popyt na naprawy był w miesiącach: styczeń, luty i marzec, a największą ich ilość zrealizowano w miesiącach: sierpień, październik i listopad. W 2007 r. wykonano 414 napraw. Ilość zleceń była minimalna na początku roku, a najwyższa w trzecim kwartale. W stosunku do roku minionego stwierdzono wzrost prac o 52,2%. Najniższy poziom napraw wystąpił w miesiącach: styczeń, luty i grudzień, a najwyższy w miesiącach: lipiec i sierpień. W 2008 r. stacja serwisowa zakończyła 499 zleceń. Minimalną ilość napraw zrealizowano na początku roku, a maksymalną w czwartym kwartale. W odniesieniu do roku poprzedniego był wzrost o 20,5%. Najniższą ilość zleceń naprawy sprzętu wykonano w miesiącach styczeń i luty, a najwyższą w miesiącach: sierpień, listopad i grudzień. W 2009 r. przeprowadzono 420 napraw. Najmniej zgłoszeń odnotowano w miesiącach luty i grudzień,



Rys. 2. Rozkład ilości napraw gwarancyjnych pojazdów i maszyn rolniczych w latach 2003-2010

Lp.	Czas realizacji napraw gwarancyjnych	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010
		%	%	%	%	%	%	%	%
1	I kwartał	28,1	17,3	33,2	15,4	13,3	17,0	17,4	14,0
2	II kwartał	31,7	22,1	36,0	25,4	24,2	24,8	24,3	29,4
3	III kwartał	12,9	32,3	14,2	29,4	40,8	25,7	34,8	29,9
4	IV kwartał	27,3	28,3	16,6	29,8	21,7	32,5	23,5	26,7
<i>Ogółem:</i>		<i>100,0</i>	<i>100,0</i>	<i>100,0</i>	<i>100,0</i>	<i>100,0</i>	<i>100,0</i>	<i>100,0</i>	<i>100,0</i>

Tab. 1. Struktura ilości napraw gwarancyjnych pojazdów i maszyn rolniczych w układzie kwartalnym

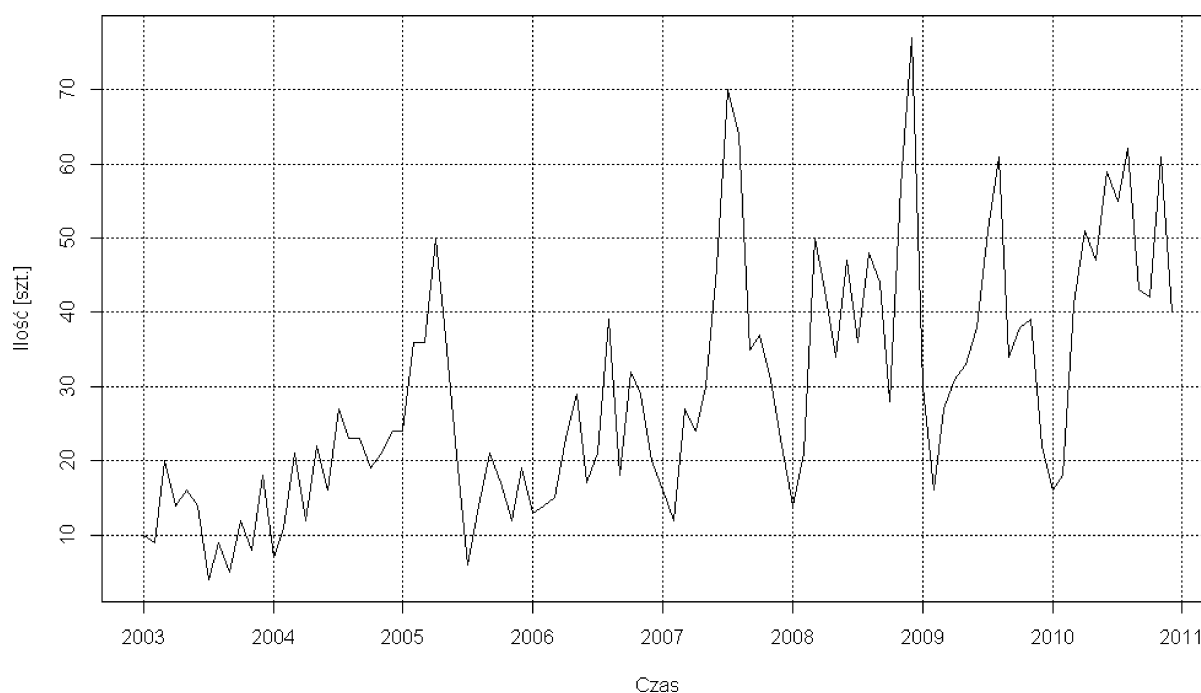
a najwięcej w miesiącach lipiec i sierpień. W porównaniu rok do roku stwierdzono spadek o 15,8%. Minimalny popyt okresowy odnotowano w pierwszym, a maksymalny w trzecim kwartale. W 2010 r. Dział Serwisu zrealizował 535 napraw gwarancyjnych. Najmniej zleceń użytkownicy zgłosili w miesiącach styczeń i luty, a najwięcej w miesiącach: czerwiec, sierpień i listopad. Najniższy popyt okresowy był na początku roku, a wysoki wystąpił w drugim i trzecim kwartale. W stosunku do roku poprzedniego stwierdzono wzrost o 27,4%.

6. Analiza statystyczna napraw gwarancyjnych

Naprawy gwarancyjne pojazdów i maszyn rolniczych wykonane przez Dział Serwisu w latach 2003–2010 charakteryzowały się zmienną strukturą ilościową (rys. 3). Wykonywane w początkowym okresie użytkowania na koszt producenta, w ramach udzielonej gwarancji, służyły do przywracania stanu gotowości do realizacji prac i zabiegów. Przeprowadzona analiza stanowi dowód na istnienie dużych różnic w ilości napraw gwarancyjnych wykonywanych w kolejnych miesiącach.

Rozpiętość pomiędzy najniższym i najwyższym poziomem zrealizowanych zleceń dla poszczególnych okresów miesięcznych wahała się od kilkudziesięciu do kilkuset procent. Zmiany poziomu zapotrzebowania na badany rodzaj prac wymagały dostosowania potencjału serwisowego zarówno w zakresie wyposażenia technicznego, jak i stanu osobowego. Dystrybucja pojazdów i maszyn rolniczych poszczególnych wytwórców, powodowała wzrost nasyceń lokalnego rynku, a to generowało wzrastający w kolejnych latach poziom popytu na naprawy wyrobów. Porównanie zapotrzebowania z pierwszego i ostatniego roku prowadzonych badań wykazało ponad czterokrotny wzrost zapotrzebowania na naprawy gwarancyjne.

Realizacja wieloletnich badań umożliwiła wyznaczenie trendu, który stanowi graficzne odzwierciedlenie przebiegu zmian przy wykonywaniu napraw gwarancyjnych (rys. 4). W 2003 r. po okresie stagnacji rozpoczął się trend rosnący, który trwał przez 2004 r. W 2005 r. występował trend malejący. Okres od początku 2006 r., aż do końca 2007 r. to trend o zmiennej dynamice, ale cały czas wzrastający. Od początku 2008 r. do połowy 2009 r. występowały na przemian kwartały z trendem rosnącym i malejącym. Końcowy okres badań posiadał trend rosnący.

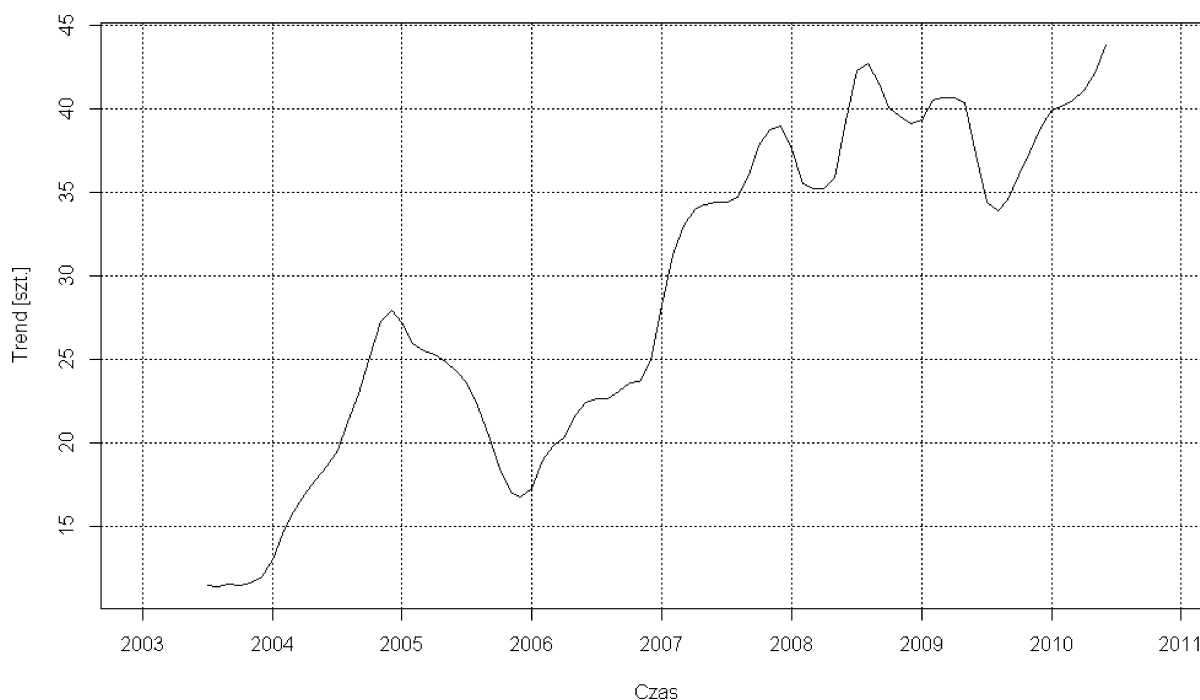


Rys. 3. Struktura ilości napraw gwarancyjnych pojazdów i maszyn rolniczych w latach 2003-2010

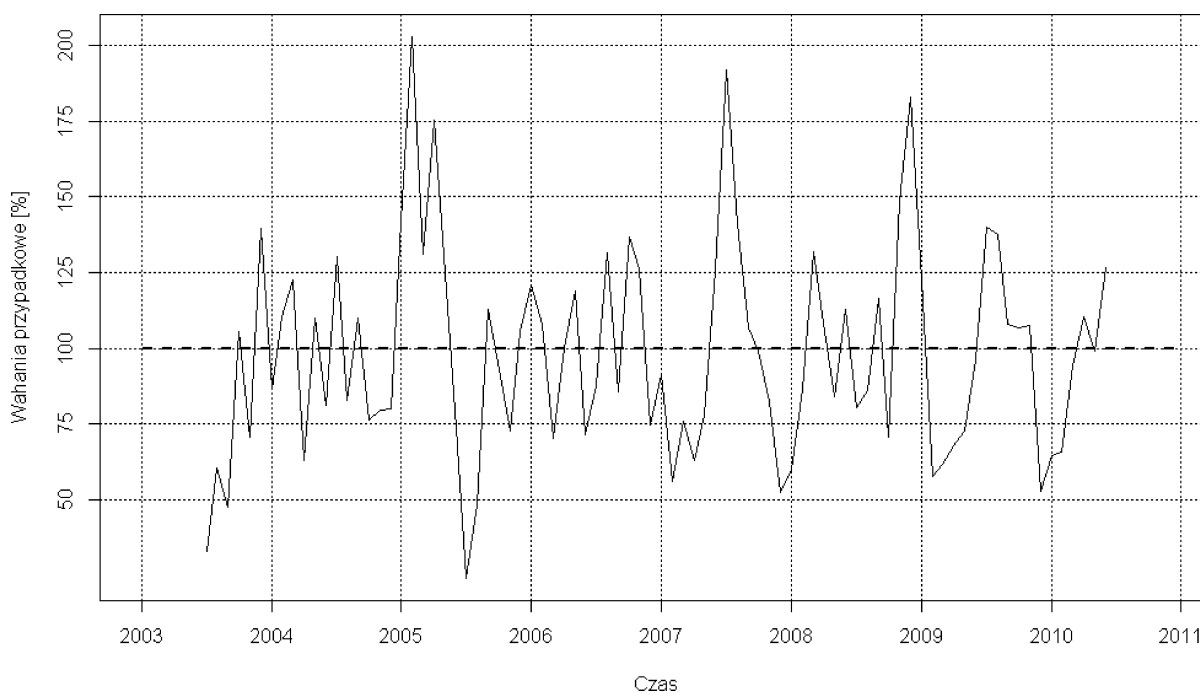
Wahania przypadkowe wyodrębnione z szeregu czasowego napraw gwarancyjnych ilustruje wykres na rysunku 5. Zmiany popytu na usuwanie awarii pojazdów i maszyn rolniczych miały dużą rozpiętość w badanych okresach. Niejednorodność zapotrzebowania na prace serwisu występowała w kolejnych miesiącach poszczególnych lat i charakteryzowała się dynamicznymi zmianami. Przebieg wahań przypadkowych w badanym okresie upoważnia do postawienia tezy o występującym niestabilnym poziomie zapotrzebowania na naprawy pojazdów i maszyn rolniczych.

Najwyższe różnice w ilości wykonanych zleceń wystąpiły w latach 2005, 2007 i 2009. Zmiany przypadkowe były istotnym utrudnieniem przy zarządzaniu i tworzeniu harmonogramów prac Działu Serwisu.

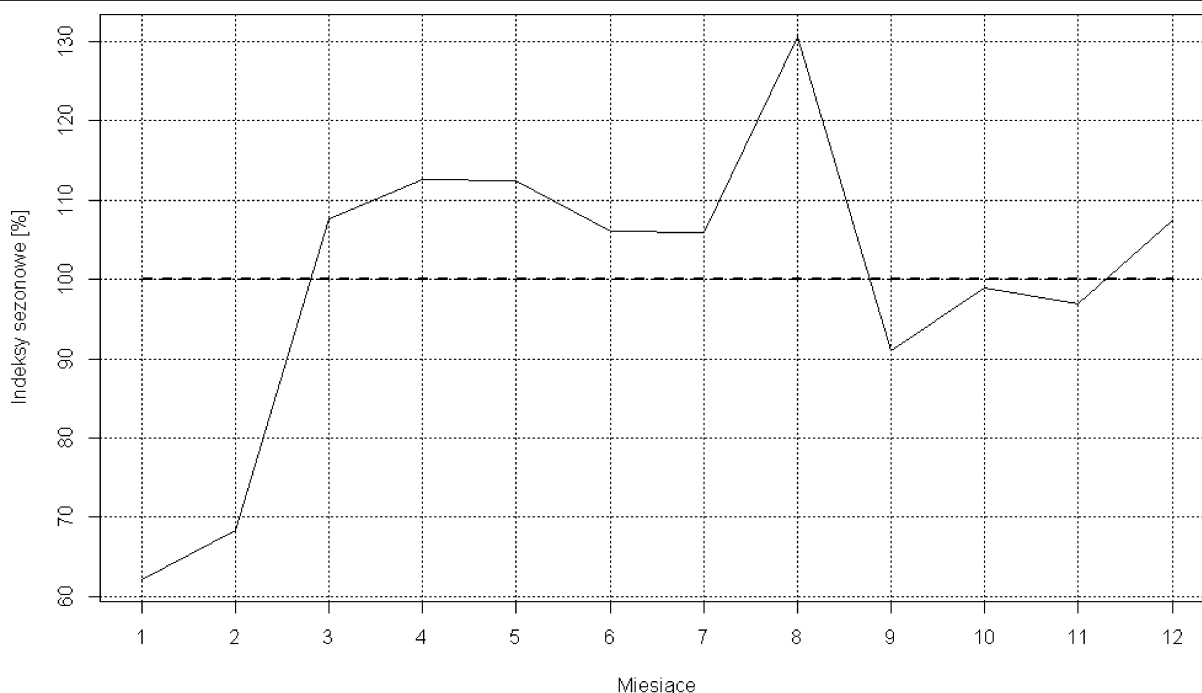
Wartość indeksów sezonowych dla napraw gwarancyjnych pojazdów i maszyn rolniczych, wyznaczono dla szeregu czasowego poprzez eliminację trendu, wahań cyklicznych i przypadkowych (rys. 6). W miesiącach styczeń i luty ilość napraw gwarancyjnych była niższa od poziomu odniesienia odpowiednio o 37,9% i 31,7%. Brak realizacji połowych



Rys. 4. Trend ilości napraw gwarancyjnych pojazdów i maszyn rolniczych w latach 2003-2010



Rys. 5. Wahania przypadkowe ilości napraw gwarancyjnych pojazdów i maszyn rolniczych w latach 2003-2010



Rys. 6. Indeksy sezonowe dla ilości napraw gwarancyjnych pojazdów i maszyn rolniczych w latach 2003-2010

zabiegów agrotechnicznych powodował zmniejszenie popytu. W wyniku wahań sezonowych, po rozpoczęciu prac polowych, nastąpił wzrost ilości napraw. W miesiącach od marca do lipca były one wyższe od przeciętnego poziomu odpowiednio o: 7,6%, 12,6%, 12,5%, 6,1% i 5,9%. Realizacja zbioru plonów w sierpniu spowodowała podwyższenie popytu na naprawy o 30,6% powyżej poziomu odniesienia. W miesiącach: wrzesień, październik i listopad indeksy sezonowe miały wartość niższą od poziomu przeciętnego odpowiednio o: 9,1%, 1,1% i 3,1%. W wyniku wahań sezonowych w grudniu popyt wzrósł powyżej poziomu odniesienia o 7,5% [13].

7. Naprawy pogwarancyjne w latach 2003-2010

W badanym okresie serwis wykonał ogółem 2 618 napraw pogwarancyjnych pojazdów i maszyn rolniczych. Rozkład ilości napraw pogwarancyjnych (NP) w układzie miesięcznym przedstawia histogram (rys. 7).

W 2003 r. naprawy objęły 68 usług. Naprawy pogwarancyjne w ujęciu kwartalnym miały najniższy poziom w czwartym, a najwyższy w pierwszym kwartale (tab. 2). Najniższy popyt na naprawy pojazdów i maszyn odnotowano w miesiącach: czerwiec, lipiec oraz październik i listopad. W 2004 r. serwis zrealizował 64 naprawy. W porównaniu do roku minionego wystąpił spadek zleceń o 5,9%. Najmniej zleceń zgłoszono w miesiącach: styczeń, luty i wrzesień, a najwięcej w miesiącach kwiecień i sierpień. Minimalny popyt okresowy odnotowano w pierwszym, a maksymalny w drugim kwartale. W 2005 r. Dział Serwisu wykonał 124 naprawy. W stosunku do roku poprzedniego odnotowano ich wzrost o 93,8%. Minimalną ilość napraw pogwarancyjnych wykonano w pierwszym, a maksymalną w trzecim kwartale. Najniższa ilość zgłoszeń od klientów była w miesiącach: styczeń, luty i maj, a najwyższa w miesiącach: wrzesień i grudzień. W 2006 r. zrealizowano 308 napraw. Minimalny

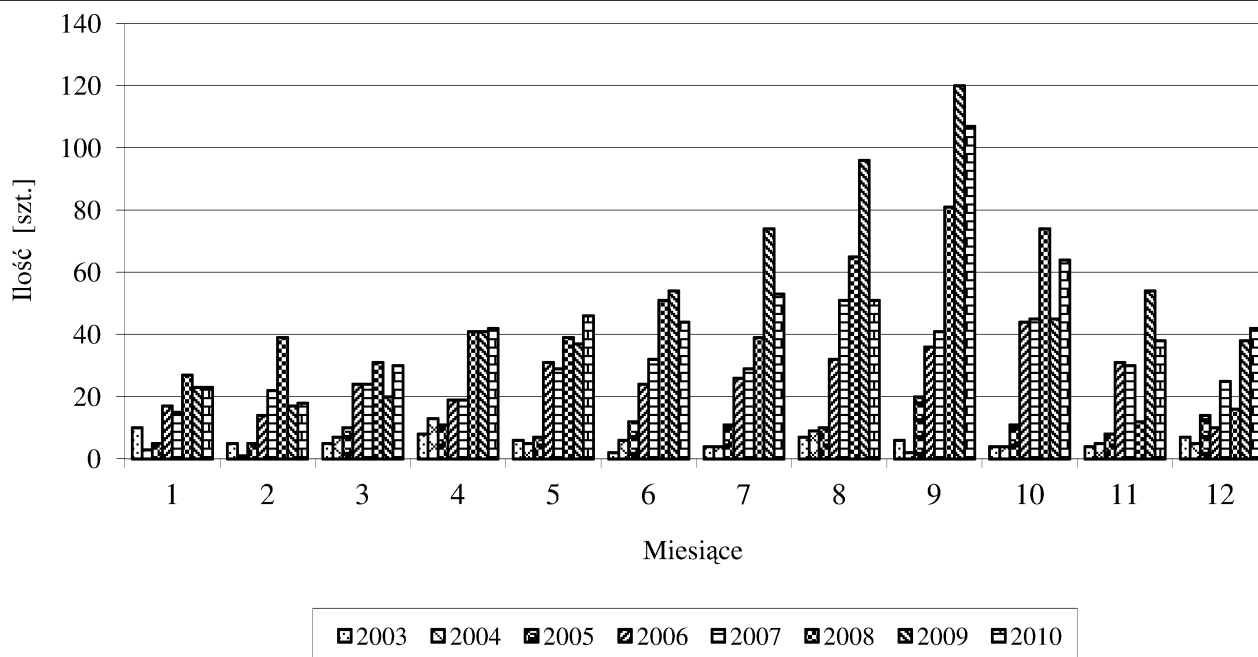
popyt w ujęciu kwartalnym odnotowano na początku roku, a najwyższy w trzecim kwartale. W zestawieniu do roku minionego stwierdzono wzrost o 148,4%. Najniższy popyt na naprawy był w miesiącach: styczeń, luty i grudzień, a największy w miesiącach: wrzesień i październik. W 2007 r. przeprowadzono 362 naprawy pogwarancyjne. W stosunku rok do roku odnotowano wzrost ilości o 17,5%. Najniższą ilość zleceń zrealizowano w miesiącach styczeń i kwiecień, a najwyższą w miesiącach sierpień i październik. Minimalny popyt okresowy wystąpił w pierwszym, a maksymalny w trzecim kwartale.

W 2008 r. zrealizowano 515 zleceń. Ilość prac była niska zarówno na początku, jak i na końcu roku, a najwyższa w trzecim kwartale. Najniższy poziom zleceń był w miesiącach: listopad i grudzień, a najwyższy w miesiącach: wrzesień i październik. W odniesieniu do roku minionego zarejestrowano wzrost o 42,3%. W 2009 r. Dział Serwisu wykonał 619 napraw. Najniższe zapotrzebowanie na prace wystąpiło w miesiącach: styczeń, luty i marzec, a najwyższe w miesiącach sierpień i wrzesień. W porównaniu rok do roku odnotowano wzrost o 20,2%. Minimalny popyt okresowy stwierdzono w pierwszym, a maksymalny w trzecim kwartale.

W 2010 r. przeprowadzono 558 napraw pogwarancyjnych. Minimalna ilość zleceń wystąpiła na początku roku, a maksymalna w trzecim kwartale. W odniesieniu do roku poprzedniego wystąpił spadek o 9,9%. Najmniej napraw wykonano w miesiącach styczeń i luty, a najwięcej w miesiącach: wrzesień i październik.

8. Analiza statystyczna napraw pogwarancyjnych

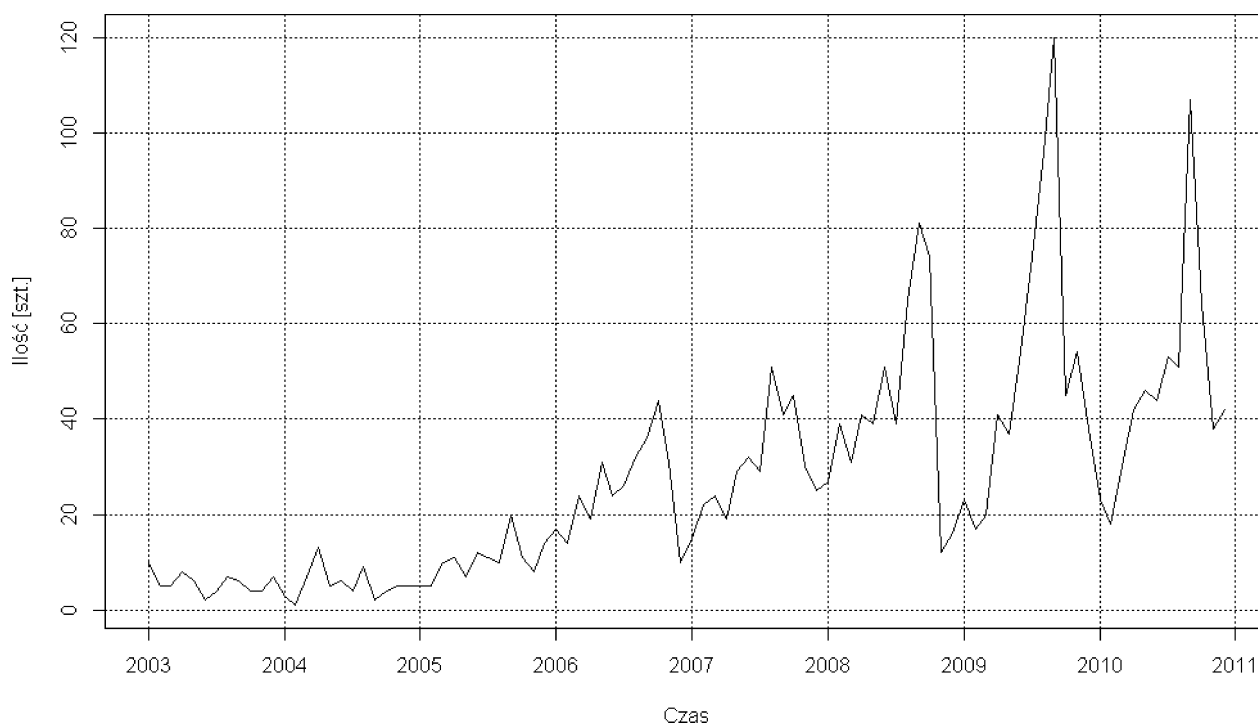
Naprawy pogwarancyjne pojazdów i maszyn rolniczych zrealizowane przez serwis firmy dealerskiej w latach 2003-2010 posiadały zmienną strukturę ilościową (rys. 8). Zapotrzebowanie na naprawy odpłatne w pierwszych



Rys. 7. Rozkład ilości napraw pogwarancyjnych pojazdów i maszyn rolniczych w latach 2003-2010

Lp.	Czas realizacji napraw pogwarancyjnych	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010
		%	%	%	%	%	%	%	%
1	I kwartał	29,4	17,2	16,1	17,9	16,9	18,8	9,7	12,7
2	II kwartał	23,5	37,5	24,2	24,0	22,1	25,5	21,3	23,7
3	III kwartał	25,0	23,4	33,1	30,5	33,4	35,9	46,9	37,8
4	IV kwartał	22,1	21,9	26,6	27,6	27,6	19,8	22,1	25,8
<i>Ogółem:</i>		<i>100,0</i>	<i>100,0</i>	<i>100,0</i>	<i>100,0</i>	<i>100,0</i>	<i>100,0</i>	<i>100,0</i>	<i>100,0</i>

Tab. 2. Struktura ilości napraw pogwarancyjnych pojazdów i maszyn rolniczych w układzie kwartalnym



Rys. 8. Struktura ilości napraw pogwarancyjnych pojazdów i maszyn rolniczych w latach 2003-2010

trzech latach było relatywnie niskie z uwagi na dominującą liczbę pojazdów i maszyn objętych programem gwarancyjnym. Stopniowy wzrost popytu utrwał różnice w poziomie ilości zleceń realizowanych w różnych miesiącach na przestrzeni poszczególnych lat. Usługi serwisowe w postaci remontów i usuwania awarii w kolejnych pięciu latach badań wykazały istotny wzrost składanych zleceń. Wykonana analiza stanowi dowód na istnienie dużych różnic w ilości napraw pogwarancyjnych rozliczanych w kolejnych miesiącach. Porównanie najniższej i najwyższej ilości napraw, które wystąpiły w pierwszym i ostatnim roku prowadzonych badań, wykazało ponad ośmiokrotny wzrost zapotrzebowania. Wielokrotny wzrost ilości prowadzonych napraw po kilku sezonach użytkowania, mający na celu przywrócenie stanu gotowości pojazdów i maszyn do realizacji kolejnych zabiegów, generował stopniową rozbudowę wielkości Działu Serwisu.

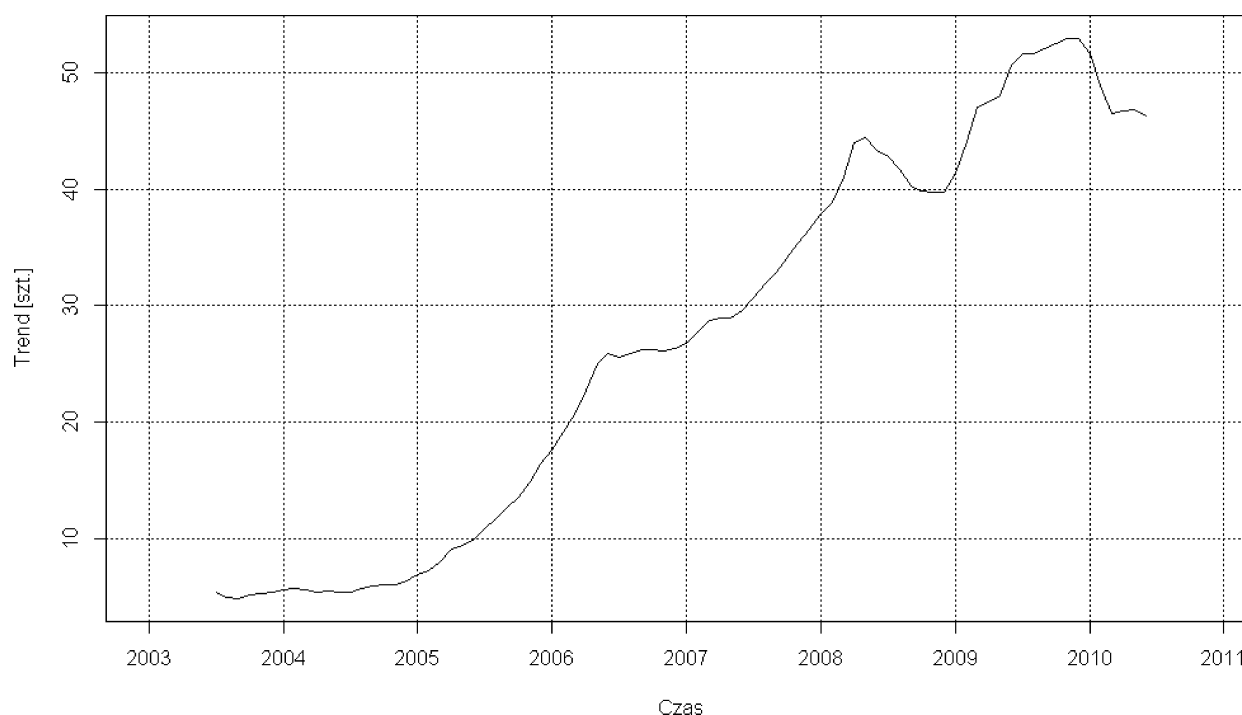
Wykonanie ośmioletnich badań w działalności rynkowej pozwoliło na wyznaczenie trendu, który jest odwzorowaniem przebiegu zmian przy realizacji napraw pogwarancyjnych (rys. 9). W latach 2003 i 2004 wystąpił trend boczny charakterystyczny dla stagnacji rynku. W okresie od początku 2005 r. aż do pierwszego kwartału 2008 r. występował trend o silnej dynamice wzrostowej, który odzwierciedla wielokrotny wzrost popytu. Pozostała część 2008 r. miała trend malejący. Na przestrzeni 2009 r. był trend rosnący, ale o zmiennej dynamice. Ostatni okres badań miał trend malejący.

Wahania przypadkowe stanowiące składową szeregu czasowego napraw pogwarancyjnych przedstawia wykres na rysunku 10. Zapotrzebowanie o zmiennej strukturze, stanowiące odzwierciedlenie popytu przy awariach i wypadkach podczas użytkowania pojazdów i maszyn rolniczych, po-

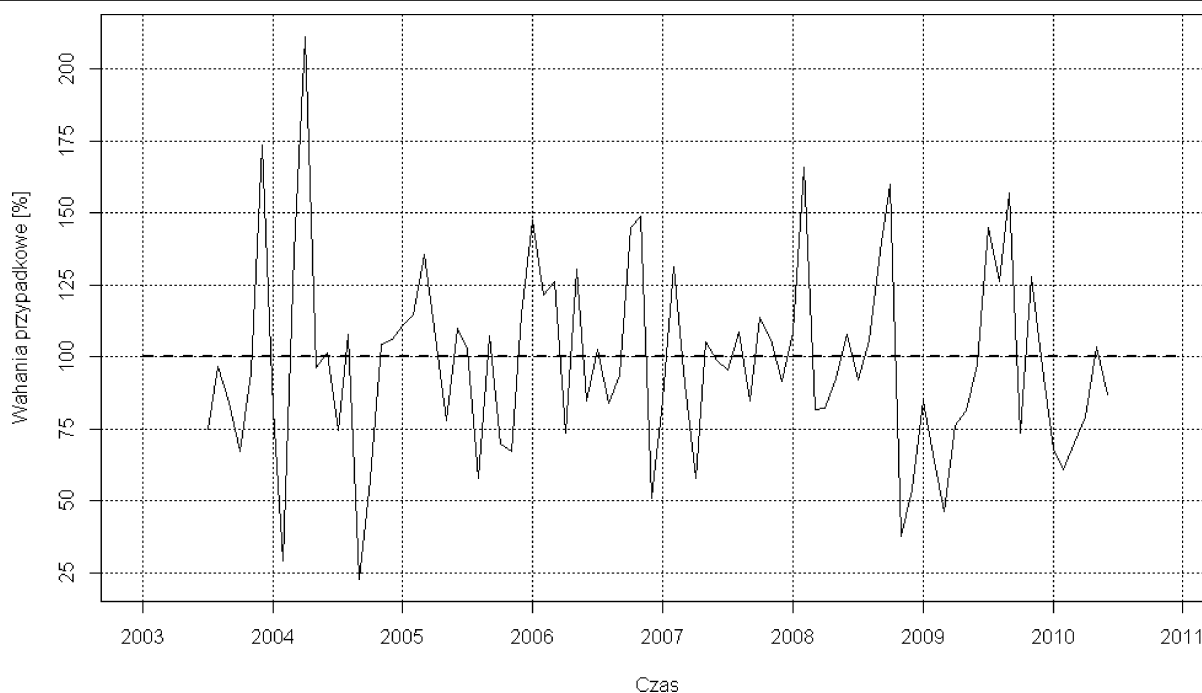
siadało wysoką amplitudę w badanych latach. Skokowy wzrost i spadek zgłoszeń do napraw serwisowych zaobserwowano w poszczególnych miesiącach dla kolejnych lat. Charakterystyka wahań przypadkowych w analizowanym okresie stanowi podstawę do postawienia tezy o niestabilnym poziomie popytu na naprawy pogwarancyjne pojazdów i maszyn rolniczych. Najwyższe amplitudy w ilości zrealizowanych zleceń odnotowano w latach 2004, 2008 i 2009. Losowe zmiany zapotrzebowania stanowiły wyzwanie dla codziennego procesu zarządzania działalnością serwisową.

Wylimitowanie trendu, wahań cyklicznych i przypadkowych pozwoliło na wyznaczenie wartości indeksów sezonowych dla napraw pogwarancyjnych pojazdów i maszyn rolniczych (rys. 11).

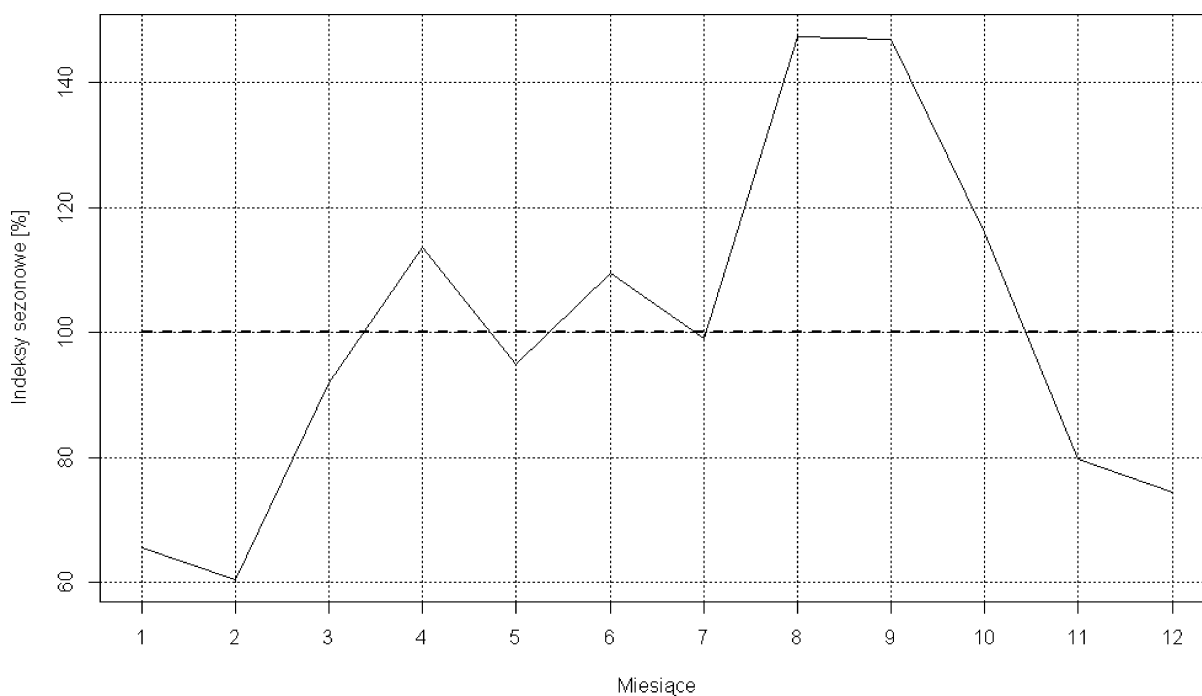
W miesiącach styczeń, luty i marzec ilość napraw pogwarancyjnych była niższa od poziomu odniesienia odpowiednio o: 34,4%, 39,5% i 7,9%. Obniżony popyt na prace serwisowe wynikał z braku realizacji polowych zabiegów agrotechnicznych. W następstwie wahań sezonowych, po rozpoczęciu prac polowych, nastąpił generalnie wzrost ilości zleceń naprawczych. W kolejnych czterech miesiącach popyt na usługi osiągał jednak zmienne wartości. W miesiącach kwiecień i czerwiec był wyższy odpowiednio o 13,6% i 9,4%, a w miesiącach maj i lipiec niższy o 5,0% i 1,0% od poziomu przeciętnego. W wyniku wahań sezonowych, związanych ze zbiorami plonów i jesiennymi pracami polowymi, indeksy osiągnęły w miesiącach sierpień, wrzesień i październik wartość odpowiednio o: 47,3%, 46,9% i 16,1% powyżej poziomu odniesienia. W miesiącach: listopad i grudzień odnotowano redukcję popytu i indeksy sezonowe były niższe od poziomu przeciętnego odpowiednio o: 20,2% i 25,5% [13].



Rys. 9. Trend ilości napraw pogwarancyjnych pojazdów i maszyn rolniczych w latach 2003-2010



Rys. 10. Indeksy sezonowe dla ilości napraw pogwarancyjnych pojazdów i maszyn rolniczych w latach 2003-2010



Rys. 11. Indeksy sezonowe dla ilości napraw pogwarancyjnych pojazdów i maszyn rolniczych w latach 2003-2010

9. Podsumowanie

1. Popyt na naprawy gwarancyjne i pogwarancyjne pojazdów i maszyn rolniczych był zmienny na przestrzeni wszystkich badanych lat. Ilość napraw gwarancyjnych wzrastała o kilkadziesiąt procent w pięciu badanych okresach. Porównanie poziomu zapotrzebowania z lat na początku i z końca okresu badawczego, stanowi dowód na prawie czterokrotny wzrost ilości zleceń naprawczych. Przy ilości napraw pogwarancyjnych także wystąpił wzrost w pięciu badanych okresach. Porównanie

poziomu popytu z pierwszego i ostatniego roku prowadzonych badań, pozwala stwierdzić ponad ośmiokrotny wzrost ilości napraw pogwarancyjnych. Zlecenia naprawcze wzrastały stosownie do wzrostu liczby pojazdów i maszyn na terenie obsługiwanym w ramach działalności dealerskiej.

2. Program *Akcja Serwisowa* skierowany do użytkowników pojazdów i maszyn rolniczych, stanowi nowoczesną próbę zarządzania popytem na naprawy gwarancyjne i pogwarancyjne. Wiodącym przesłaniem akcji promocyjnej, realizowanej poza sezonami agrotechnicz-

- nymi, jest dążenie do ewolucyjnej zmiany przyzwyczajeń i wypracowanie nowego stosunku rolników do utrzymania stanu technicznego pojazdów i maszyn. Szczególnie istotna jest zmiana niejednorodności zapotrzebowania na płatne naprawy pogwarancyjne oraz przesunięcie realizacji planowych remontów poza szczyt popytu w sezonach agrotechnicznych.
3. Trend wyznaczony przy analizie statystycznej ilości napraw gwarancyjnych i pogwarancyjnych pojazdów i maszyn rolniczych, był zmienny na przestrzeni badanego okresu. Przeważały okresy z trendem rosnącym, co potwierdzało dynamiczny wzrost popytu na usługi serwisowe. Większą niejednorodność z okresowym trendem malejącym posiadały naprawy gwarancyjne. Wartość i dynamika zmian trendu dla prowadzonych napraw powinna podlegać dalszym badaniom i analizie, aby opracować długofalową organizację działalności serwisowej.
 4. Naprawy gwarancyjne i pogwarancyjne posiadały w badanym okresie duże amplitudy wahań przypadkowych. Zmienne zapotrzebowanie w kolejnych miesiącach było spowodowane szczególnie losowym występowaniem awarii przy intensywnej eksploatacji pojazdów i maszyn podczas realizacji prac polowych, ale również tendencją do redukcji kosztów obsługi sprzętu, poprzez realizację prac bezpośrednio przed sezonami agrotechnicznymi. Wahania przypadkowe są źródłem problemów w procesie obsługi potransakcyjnej klientów z uwagi na okresową znaczącą rozbieżność pomiędzy popytem, a możliwościami jego zaspokojenia przez firmowy serwis.
 5. Struktura wartości indeksów sezonowych, stanowi podstawę do postawienia hipotezy o istotnym wpływie prowadzonych przez rolników prac i zabiegów agrotechnicznych, na cykliczne zmiany popytu na naprawy gwarancyjne i pogwarancyjne pojazdów i maszyn rolniczych. Należy jednak podkreślić, że większy wpływ analiza wykazała na rozkład ilości napraw pogwarancyjnych. W następstwie wahań sezonowych stwierdzono dużą redukcję popytu na wszystkie naprawy w dwóch pierwszych miesiącach roku, gdy nie występuje realizacja prac polowych. Dla napraw pogwarancyjnych tego typu zjawisko wystąpiło również w dwóch ostatnich miesiącach. Wahania sezonowe generują maksymalny wzrost popytu w czasie zbioru zbóż i roślin okopowych. Zjawisko jest wówczas bardziej intensywne dla napraw pogwarancyjnych.
 6. Kontynuacja badań rozkładu ilości napraw pojazdów i maszyn rolniczych, pozwoli na analizę zmian struktury w funkcji czasu dla zleceń gwarancyjnych i pogwarancyjnych. Obserwacje długofalowej realizacji nowoczesnych programów w procesie obsługi klienta, stanowiąc będą podstawę do oceny ich wpływu na decyzje użytkowników o naprawach. Umożliwią również podejmowanie działań kształtujących zasoby personalne i wyposażenie techniczne serwisu, proporcjonalnie do struktury zapotrzebowania generowanego przez klientów.

Literatura:

- [1] Aczel A. D., Sounderpandian J.: *Complete Business Statistics*. 7th ed., R. D. Irwin/McGraw-Hill, Boston 2008.
- [2] Crawley M. J.: *The R book*. J. Wiley & Sons Ltd., Chichester 2008.
- [3] Grześ Z.: *Badania rzeczywistych kosztów obsługi technicznej nowoczesnych kombajnów zbożowych*. Roczniki AR w Poznaniu, CCCXLIII, Poznań 2002, s. 123-127.
- [4] Juściński S., Piekarski W.: *Logistic management of an authorized service for agricultural tractors and machines*. "Maintenance and Reliability" vol. 2(38), 2008, pp. 25-33.
- [5] Juściński S., Piekarski W.: *An analysis of logistic structure of farm tractors inspections and repairs in the aspect of the calendar of agrotechnical operations*. "Technical Sciences" No. 11, 2008, pp. 35-46.
- [6] Juściński S., Szczepanik M.: *Naprawy gwarancyjne i pogwarancyjne ciągników rolniczych jako potransakcyjne elementy logistycznej obsługi klienta*. „Inżynieria Rolnicza” nr 2/(100), 2008, s. 67-74.
- [7] Juściński S., Piekarski W.: *Outsourcing as a logistics function in distribution of spare parts for tractors and farm machines*. "Maintenance and Reliability" vol. 1(41), 2009, pp. 54-62.
- [8] Juściński S., Piekarski W.: *The analysis of logistics of after guarantee service of tractors with regard to the calendar of agricultural procedures*. "Journal of Research and Applications in Agricultural Engineering" vol. 54(2), 2009, pp. 51-56.
- [9] Juściński S., Piekarski W.: *An analysis of demand seasonality for post-warranty service repairs of agricultural tractors*. Annals of Warsaw University of Life Sciences – SGGW, Agriculture, vol. 54, Warszawa 2009, pp. 27-33.
- [10] Juściński S., Piekarski W.: *Naprawy pogwarancyjne ciągników rolniczych jako element autoryzowanego systemu dystrybucji*. „Inżynieria Rolnicza” vol. 117, nr 8, 2009, s. 23-30.
- [11] Juściński S., Piekarski W.: *Systemy zarządzania logistycznego w przedsiębiorstwie prowadzącym autoryzowaną dystrybucję pojazdów i maszyn rolniczych*. „Zarządzanie Przedsiębiorstwem” nr 2/2009, s. 42-48.
- [12] Juściński S.: *Outsourcing in logistics management*. Scientific Monograph. Wyd. Polihymnia, Lublin 2011.
- [13] Karczmarczyk St. (red.): *Agrotechnika roślin uprawnych*. Wyd. Akademii Rolniczej, Szczecin 2005.
- [14] Pułaska-Turyna B.: *Statystyka dla ekonomistów*. Wyd. Difin, Warszawa 2008.
- [15] Rzeźnik C.: *Podstawy obsługi technicznej maszyn rolniczych*. Wyd. Uniwersytetu Przyrodniczego w Poznaniu, Poznań 2002.
- [16] Skrobaccki A., Ekielski A.: *Pojazdy i ciągniki rolnicze*. Wyd. Wieś Jutra, Warszawa 2012.
- [17] Tomczyk W.: *Obsługi techniczne maszyn i urządzeń rolniczych w praktyce*. „Inżynieria Rolnicza” nr 6(115), 2009, s. 295-301.
- [18] Tomczyk W.: *Obsługi techniczne w procesie odnowy i utrzymania maszyn i urządzeń rolniczych*. „Inżynieria Rolnicza” nr 6(115), 2009, s. 301-307.
- [19] Wajszczuk K., Wawrzynowicz J., Śliwczyński B.: *Koszty logistyki przedsiębiorstw rolnych*. Wyd. Uniwersytetu Przyrodniczego w Poznaniu, Poznań 2010.

- [20] Walesiak M., Gatnar E.: *Statystyczna analiza danych z wykorzystaniem programu R*. Wyd. Naukowe PWN, Warszawa 2009.
- [21] Wojciechowski T.: *Marketingowo-logistyczne zarządzanie przedsiębiorstwem*. Wyd. Difin, Warszawa 2007.

AN INNOVATIVE VIEW ON LOGISTICS MANAGEMENT OF TECHNICAL SERVICE OF AGRICULTURAL VEHICLES AND MACHINES

Key words:

logistics management, technical service of agricultural vehicles and machines

Abstract:

Farm vehicles and machines offered to clients through the network of dealers in the whole country are characterised with modern construction and technological solutions, which makes the prices of new products relatively high. The users must include expenditures on technical service in the purchase costs. The costs of repairs are particularly important for users, and they consist of the prices of spare parts and of the services provided. The applied technical solutions gradually reduce the range of work possible to perform directly by clients to the benefit of services ordered in authorised service points within the dealer's network. The measure of the reliability of product use is the time needed by the service to repair the technical or technological defects which occurred during the use of vehicles and machines. The number of services implemented by the Service Department connected with repairs and overhauls of technical equipment is subject to seasonal and random fluctuations and changes in an evolutionary way proportionally to the breakdown by age of products in a given market.

The purpose of the surveys was to identify and analyse the quantitative structure of warranty and post-warranty repairs of farm vehicles performed by an authorised service point, and to characterise the implemented programme in order to present the diversification of demand for servicing. The surveys were conducted in a trade and services company which is an authorised distributor of farm vehicles and machines in mid-eastern Poland, deals with their servicing and sales of the full assortment of spare parts. The subject of the surveys carried out in the years 2003-2010 was the Service Department operating with the company's structures. Service repairs in the period of the surveys included farm tractors and machines made by 21 producers.

The Service Action programme carried out by an authorised dealer aims at changing the demand structure for the repair of farm vehicles and machines within a calendar year. The action consisting of providing service inspections at a bargain price of PLN 1 per visit is organised for the period of the three months from the beginning of December until the end of February. The main objective of the seasonal action is an attempt to gradually change users' habits and to develop a different approach towards commissioning machinery repair. The visits of service teams help users in defining their needs in the area of warranty and post-warranty repairs. Accepting the offering constitutes a basis for determi-

ning the date of the visit by the service team within the time limits of the bargain inspections. The determinants of such a decision are the type and scope of the necessary work and the possible locations where the inspection could be performed. A significant condition is the limited time of the offering from the beginning of the spring agritechnical season. At each stage of servicing, the databases are completed and updated.

Warranty and post-warranty repairs carried out by the Service Department in monthly terms are the random variable creating time series Y_t . In order to determine the nature of the surveyed phenomenon, the series was subject to the statistical analysis with the determination of the trend, and random and seasonal fluctuations. The analysis of farm vehicle and machine repairs was made with the use of the multiplicative model of time series components. The statistical analysis of the survey results was performed with the use of the R program version 2.14.1 for Windows.

In the period of 8 years in total 2 794 warranty repairs of farm vehicles and machines performed by the Service Department were recorded. The distribution of the number of warranty repairs was analysed in monthly and quarterly terms, indicating the highest and the lowest values for particular years. Warranty repairs performed at the producer's expense in the years 2003-2010 were characterised by a varying quantitative structure. The range between the lowest and the highest level of orders for particular monthly periods was from several dozen to several hundred percent. Carrying out multi-year surveys made it possible to determine the trend, which constitutes a graphic representation of the changes concerning warranty repairs. The course of the trend was varied, with dominating periods of increases. Random fluctuation separated from the time series of warranty repairs illustrate the heterogeneity of demand for servicing in the successive months of the years in question. The largest differences in the number of orders occurred in the years 2005, 2007 and 2009. The value of seasonal indices shows a decline in demand for repairs in the months when field agritechnical work is not carried out. As a result of seasonal fluctuations, the highest demand occurred during harvest.

In the surveyed period the service performed in total 2 618 post-warranty repairs of farm vehicles and machines. The distribution of the number of post-warranty repairs was analysed in monthly and quarterly terms, indicating the highest and the lowest values for subsequent years.

Post-warranty repairs carried out in the years 2003-2010 had a varying quantitative structure. The demand for paid repairs in the first three years was relatively low due to the dominant number of farm vehicles and machines included in the warranty programme. Repairs in the subsequent five surveyed years showed a significant increase in the number of orders. The trend determined for the implementation of post-warranty repairs, after a two-year stagnation, showed an upward dynamics. A characterisation of random fluctuation in the analysed period constitutes a basis for a statement that the level of demand for post-warranty repairs is unstable. The highest amplitudes were recorded in the years 2004, 2008 and 2009. Seasonal indices had the lowest value in the months in which no field work was carried out. As a

result of seasonal fluctuations, after the launch of field work, the number of repairs orders increased.

It should be emphasised that the demand for warranty and post-warranty repairs was changing throughout the surveyed years. A comparison of the level of demand at the beginning and end of the surveyed period is a proof for a nearly fourfold rise of the number of warranty repairs and an eightfold increase in the number of post-warranty repairs.

The Service Action programme is addressed to the users of farm vehicles and machines, and constitutes a modern attempt to manage demand for warranty and post-warranty repairs. The leading objective of the promotional action is aiming at an evolutionary change of farmers' habits and developing a new attitude towards maintaining a good technical condition of vehicles and machines outside agritechnical seasons.

The trend identified during the statistical analysis of warranty and post-warranty repairs was changing within the surveyed period, however, with dominating periods of growth. In the surveyed period, repairs had large amplitudes of random fluctuations. The changing demand in the subsequent months was caused by the random occurrence of failures during intensive use of vehicles and machines in field work, but also by a tendency to reduce the costs of equipment operation by carrying out the work directly before agritechnical seasons. The value structure of seasonal indices is a basis for a hypothesis on the considerable influence of agritechnical work and operations carried out by farmers on cyclical changes in demand for warranty and post-warranty repairs of farm vehicles and machines. It should be emphasised that the analysis has shown a greater influence on the distribution of post-warranty repairs.

Continuing surveys concerning the distribution of the number of repairs of farm vehicles and machines will make it possible to analyse the changes in the structure versus time for warranty and post-warranty repair orders. This will also make it possible to undergo actions for the development of human resources and technical equipment of service points, corresponding to the structure of demand generated by clients.

Dr inż. Sławomir JUŚCIŃSKI

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