

WYKORZYSTANIE PLANOWANIA PRZEZ ANALOGIĘ DO ZAKUPU CZĘŚCI ZAMIENNYCH DLA WYROBÓW GOTOWYCH O KRÓTKIM CYKLU ŻYCIA

Alicja Kowalczyk

Studia Doktoranckie, Wydział Zarządzania, Informatyki i Finansów
Uniwersytet Ekonomiczny we Wrocławiu
ul. Komandorska 118/120, 53-345 Wrocław
alicja.kowalczyk2612@gmail.com

Streszczenie

Artykuł dotyczy problematyki zakupu części zamiennych dla telefonów komórkowych. Część empiryczna oparta jest na analizach zużycia części zamiennych oraz badaniach ankietowych, dotyczących głównych przyczyn awaryjności poszczególnych komponentów. Przedstawione wyniki badań mogą być pomocne w rozwiązaniu problemu planowania zakupu części zamiennych oraz oszacowania zamówienia „last time buy”, które określa popyt na części zamienne do końca życia produktu. Badania przeprowadzono w przedsiębiorstwie zajmującym się serwisowaniem sprzętu elektronicznego popularnej marki.

Słowa kluczowe: zakup części zamiennych, planowanie przez analogię, „last time buy”, awaryjność sprzętu elektronicznego.

1. Wprowadzenie

Według normy DIN 24420 części zamienne są elementami (zwanymi również częściami), grupami elementów (zwanymi także zespołami i podzespołami), lub kompletnymi wyrobami, które służą do zastępowania uszkodzonych, zużytych lub wadliwych części, zespołów lub wyrobów (DIN, 2007). Podobnie definicję części zamiennych określa APICS - są to mianowicie moduły, komponenty i elementy, które planuje się wykorzystać bez żadnych dodatkowych modyfikacji, w celu zastąpienia części oryginalnych (Kolińska, 2012b). Przedsiębiorstwa utrzymują zapasy części zamiennych (Skowronek i Sarjusz-Wolski, 2012) z powodu konieczności wyrównywania różnych intensywności strumieni przepływów materiałowych, możliwości oddziaływania na procesy logistyczne czynnika

losowego, prewencji na wypadek wystąpienia zwiększonego zapotrzebowania na dany asortyment, ochrony przed opóźnieniami dostaw, możliwość uzyskania korzystniejszej ceny zakupu w wyniku zamówienia większej partii towaru, zabezpieczenie potrzeb przeglądów, zabezpieczenie przed ewentualnymi awariami maszyn i urządzeń.

O problematyce zapewniania części zamiennych na skalę masową literatura mówi niewiele. Literatura przedmiotu wyszczególnia problematykę logistyki części zamiennych oferenta (producenta) oraz użytkownika (odbiorcy) tych części (Edwarczyk i Stachowiak, 2009). O ile w klasycznej logistyce planowanie popytu jest możliwe do oszacowania, to w koncepcji logistyki części zamiennych pojawiają się spore trudności. Dostępność części zamiennych jest ściśle związana z cyklem życia produktu, zarówno w sensie rynkowym jak i technicznym. Największą różnicą w planowaniu materiałowym w logistyce i w logistyce części zamiennych jest ich dostępność w czasie rzeczywistym.

Jak zauważa Pfohl (Pfohl, 1998), zapotrzebowanie na części zamienne można planować tylko w ograniczonym zakresie. Według tego autora jednym z występujących ograniczeń jest fakt, że wprowadzane innowacje powodują zastępowanie wyrobów pierwotnych, natomiast części zamienne muszą być dostępne zarówno dla starych, jak i nowych wyrobów. Powoduje to ciągle rozszerzanie asortymentu. Ponadto, części zamienne charakteryzują się nieciągłością i zmiennością zużycia. Tradycyjne metody uzupełniania zapasów nie zapewniają pożądanych efektów w zakresie poziomu obsługi oraz zapasu w przypadku wszystkich części zamiennych (Kolińska, 2012a, ss. 161-164). W planowaniu bieżącej produkcji, zakupu dokonuje się w momencie wystąpienia popytu, w oparciu o termin realizacji i minimalną ilość zamówienia. Dostawca realizuje zamówienie zgodnie z zawartą umową. W planowaniu części zamiennych możliwość ta istnieje jedynie przez krótki okres. Brak zasadności stosowania klasycznych modeli w sterowaniu zapasami części potwierdza Sarjusz-Wolski, który udowadnia, że dokonywanie zakupów według wskazań optymalnej partii jest najwłaściwsze dla popytu powtarzalnego w kolejnych okresach i możliwie stacjonarnego. Jeżeli popyt waha się w sposób znaczący, wówczas stosowanie modeli opartych na optymalnej partii przyczyni się do występowania zapasów nadmiernych (Sarjusz-Wolski, 2000, s. 186). Podobne stanowisko zajmuje M. Christopher, który uważa, że tradycyjne koncepcje optymalnych ekonomicznie zamówień mogą prowadzić do powstawania zapasów nadmiernych, ponieważ te ilości mogą nie odzwierciedlać realnego zapotrzebowania (Christopher, 1997).

2. Planowanie przez analogie

Analogia to zgodność, odpowiedniość, podobieństwo cech między odmiennymi przedmiotami, zjawiskami (Kopaliński, 1994). Prognozowanie przez

Planowanie przez analogię zakupu części zamiennych

analogię polega na przewidywaniu przyszłych stanów określonej zmiennej na podstawie danych o innych zmiennych, z pewnych względów do niej podobnych. Należy je rozumieć jako „wnioskowanie o przyszłości określonego zjawiska występującego w danym obiekcie przez wykorzystanie informacji o kształtowaniu się tego zjawiska w tym samym lub podobnych obiektach albo przez wykorzystanie informacji o innych zjawiskach występujących w tym samym lub podobnych obiektach” (Krzyżaniak i Cyplik, 2008, s. 94). Nie zakłada się zatem identity zjawisk zachodzących w analizowanych obiektach, lecz ich podobieństwo (Cieślak, 2011), przy czym nie poddaje się głębszej analizie przyczyn występowania podobieństwa.

Przy planowaniu zakupu części zamiennych należy, w szczególności, rozróżnić trzy rodzaje prognozowania: prognozowanie przez analogię z przeszłością obiektu (prognozę otrzymuje się jako przeniesienie przeszłości zmiennej prognozowanej w jej przyszłość), prognozowanie przez analogię z przeszłością innych obiektów (prognozę otrzymuje się jako przeniesienie przeszłości tej samej zmiennej, lub różnych zmiennych z kilku, wybranych ze względu na pewne kryterium obiektów, do obiektu badanego), prognozowanie z wykorzystaniem wiedzy o istocie przewidywanych zjawisk i intuicji. W ostatnim przypadku można posłużyć się opiniami specjalistów i poszerzyć metodę o metodę ekspercką.

Wybór odpowiedniej metody, odwołującej się do analogii, powinien być powiązany z cyklem życia produktu gotowego, w którym część została użyta. W literaturze polskojęzycznej opisywana jest głównie problematyka zakupu części zamiennych w utrzymaniu ruchu i dotyczy ona pojedynczych maszyn produkcyjnych, nie zaś skali makro – jak w przypadku zakupu dla potrzeb serwisu. S. Legutko w „Trendach rozwoju utrzymania ruchu urządzeń i maszyn. Eksploatacja i Niezawodność” (Legutko, 2009) opisuje problem niezawodności w kontekście pojedynczej maszyny produkcyjnej. Podobne rozważania dotyczą pracy Aleksandry Rewolińskiej i Marka Nowaka w „Analizie zapotrzebowania na części zamienne na przykładzie wybranego zakładu spożywczego” (Rewolińska i Nowak, 2013). S. Nosal (Nosal, 2012) czy K. Dohn (Dohn, 2009) także skupiają się na problematyce utrzymania ruchu. Problematyka, podejmowana w wymienionych pracach dotyczy problemu niezawodności, ale wyłącznie w kontekście wykrywalności, częstości awarii i wpływu na zatrzymanie produkcji. Rozważania w literaturze potwierdzają brak metody obliczania zapotrzebowania na części zamienne w skali masowej.

3. Planowanie niezawodności

Kluczowym czynnikiem, niezbędnym do oszacowania wartości zapasu na części zamienne, jest zbadanie niezawodności produktu oraz określenie udziału

procentowego w niezawodności dla poszczególnych komponentów. Literatura, dotycząca niezawodności obiektów jest bardzo obszerna. Dotychczasowe systemy badań eksploatacyjnych, ograniczają się najczęściej do wykorzystania wyników tych badań w bieżącej ocenie obiektu badań oraz w sferze projektowej w odniesieniu do obiektu, jak również systemu jego eksploatacji. Część z nich uwzględnia w modelach czynnik ludzki, który jest bardzo zmienny. Testy przeprowadzane na etapie planowania produktu bądź określenia jego niezawodności są przeprowadzane według określonych procedur, w stosunkowo krótkim czasie. Zakłada się, że w całym cyklu życia produktu faza użytkowania stanowi do 90% tego czasu. To, który podzespół ulegnie awarii determinowane jest także przez rodzaj materiału, z którego jest wykonany. Krzywa życia pojedynczego komponentu elektronicznego będzie inna niż dla części plastikowej.

Na tym etapie pojawia się także problem krytyczności usterki. Nie zawsze bowiem wada komponentu spowoduje jego awarię. Od pewnego czasu na jaw wychodzą manipulacje niezawodnością stosowaną przez producentów dla zwiększenia sprzedaży. Prawo nakłada na producentów sprzętu, ich dostawców i importerów obowiązek zbierania, ponownego użycia, recykling oraz odzyskiwanie odpadów elektronicznych. Ponadto producenci mają obowiązek wymiany sprzętu na nowy lub naprawę zepsutego produktu. W podjęciu decyzji o wymianie sprzętu lub jego naprawie kluczowym kryterium jest jednostkowa cena produktu i koszt naprawy pojedynczej sztuki, zakładający nie tylko koszt komponentu, ale i robociznę.

4. Problem Last Time Buy (LTB) w branży elektronicznej

Problematyką rozpatrywanego tutaj zagadnienia zajmuje się Maria Yakovleva w artykule „Managing Last Time Buy components”, wyjaśniając różnicę między standardowymi zakupami, a zakupem, określanym jako *last time buy* (Yakovleva, 2017). Badaniem polityki zakupów części zamiennych dla producenta automatyki przemysłowej zajęli się autorzy artykułu „End-of-Life Inventory Problem with Phase-out Returns” (Pourakbar i inni, 2011). Praca skupia się na aspekcie kosztowym różnych strategii zakupowych oraz określa ich optymalny udział w procesie zakupowym. Autorzy artykułu podkreślają, że niezwykle ważne jest zrównoważenie ryzyka niedoboru zapasów w porównaniu z ryzykiem nadmiaru. Producenci są zobowiązani do obsługi klientów w każdej fazie życia produktu i na każdym etapie. Z jednej strony brak zaspokojenia popytu na części zamienne jest bardzo kosztowny, z drugiej zaś nadmiar zapasów wiąże się z kosztem utrzymania zapasu oraz zwiększa ryzyko złomowania części w przypadku braku konieczności użycia.

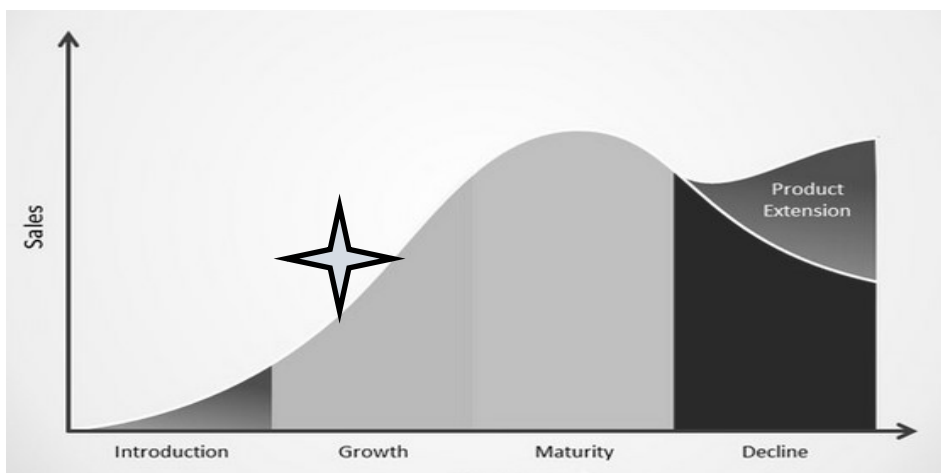
Procedura zakupów części zamiennych zależna jest od cyklu życia produktu. We wstępnej fazie cyklu życia (NPI – *new product introduction*), zakupy części

Planowanie przez analogię zakupu części zamiennych

zamiennych mogą być dokonywane cyklicznie, w dowolnym czasie i dowolnej ilości. Dostawca produkuje wyroby gotowe i posiada części w magazynie. W fazie wzrostu ilość dostępnych wyrobów gotowych na rynku i ich sprzedaż gwałtownie wzrastają, przy czym dostępność części zamiennych u dostawcy utrzymuje się wciąż na wysokim poziomie. Wywołanie tzw. „*last time buy*” (LTB) przez dostawcę stanowi informację o wygaszaniu produkcji danego modelu wyrobów gotowych. Wiąże się to z brakiem możliwości dokonywania zakupów części danego wyrobu w przyszłości.

Rolą planisty jest obliczenie zapotrzebowania na wszystkie części z „*bill of materials*” (BOM) w taki sposób, aby planowany zakup pokrył zużycie do końca życia produktu. W przypadku badanej grupy wyrobów gotowych *last time buy* wywoływany jest przez dostawcę komponentów w ok. 3 miesiące po wprowadzeniu modelu na rynek. Zazwyczaj dzieje się to jeszcze zanim produkt osiągnie fazę wzrostu. Na Rys. 1 moment wywołania LTB oznaczono symbolicznie gwiazdką. Określenie wielkości LTB tylko na podstawie zużycia poszczególnych części danego modelu jest niemożliwe. Produkt dopiero co trafił na rynek, a do serwisu zwrócone zostały pojedyncze sztuki, które uległy awarii. Zużycie części jest więc znikome, a zamówienie LTB zakłada, że zakupiona ilość będzie pokrywać zużycie nawet do 5 lat w przód.

Rysunek 1. Fazy cyklu życia produktu elektronicznego, opracowanie własne



5. Metodologia badań i problem badawczy

Celem przeprowadzonych badań empirycznych było sprawdzenie czy istnieje możliwość zastosowania planowania przez analogię dla zakupu części zamiennych. Sformułowano problem badawczy w postaci następujących pytań badawczych:

1. czy istnieje analogia między zużyciem części zamiennych w danej grupie asortymentowej?
2. czy na podstawie historycznych danych o awaryjności części można wytypować najbardziej awaryjne grupy części?

W badaniach wykorzystano zarówno metody ilościowe jak i jakościowe. Pierwsza i druga faza obejmowała analizę ilościową danych historycznych zużycia części zamiennych. Trzecia faza polegała na zebraniu opinii i przeprowadzeniu ankiety o powodach wysokiej awaryjności wybranych komponentów.

6. Wyniki badań

W pierwszej fazie zebrano oraz przeanalizowano dane historyczne zużycia części zamiennych do napraw telefonów komórkowych (smartphone) w okresie 4 lat. Zauważono, że głównymi komponentami użytymi do napraw (najczęściej ulegającymi awariom) są płyty główne (*mainboards*), wyświetlacze (LCD), a następnie baterie (*battery*) (Wykres 1). Wyniki analizy wykazały, że główną grupą części kupowanych w serwisie przyszłych i teraźniejszych modeli powinny być te właśnie wyżej wymienione komponenty.

Ponadto zauważono, że tylko dla trzech grup komponentów zapotrzebowanie wynosi prawie 86% całego zużycia. Same płyty główne i wyświetlacze LCD stanowią 75% wszystkich wymienianych komponentów. Jest to z pewnością jeden z ważniejszych wniosków, na którego podstawie można ocenić, że istnieją komponenty, które będą stanowić większość dokonywanych zakupów „*last time buy*”. Zatem, podejmując decyzję o wielkości LTB można odnieść się do historycznych i analogicznych wartości zużycia.

Planowanie przez analogię zakupu części zamiennych

Wykres 1. Rozkład procentowy zużycia części do napraw telefonów komórkowych danej marki z 4 lat

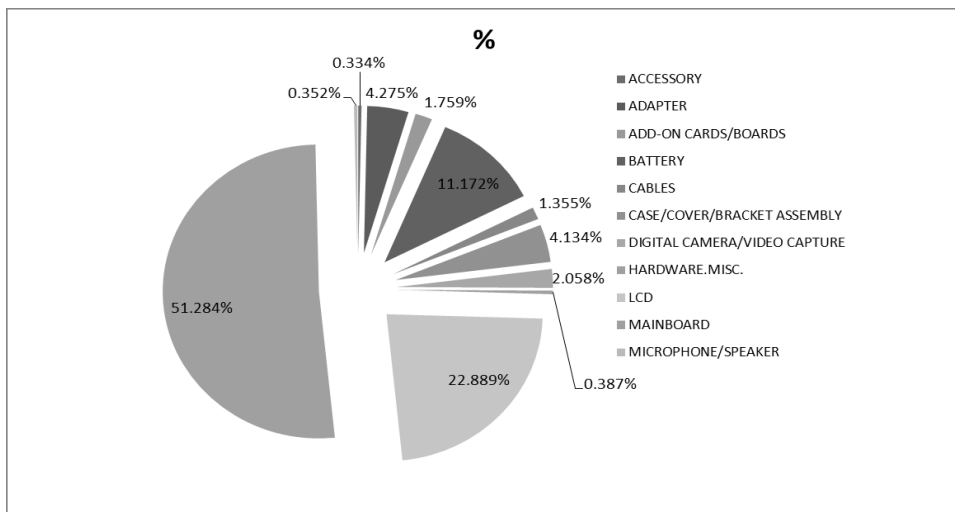


Tabela 1. Porównanie usterkowości dla grup części (w %), opracowanie własne

Grupa części	%
Płyty główne + LCD + baterie	85.35%
Inne	14.66%

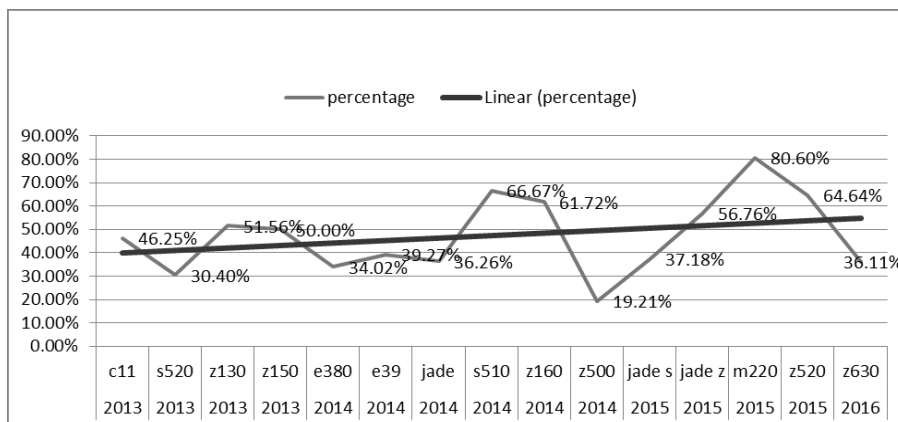
W dalszej części badań skupiono się zatem na trzech grupach materiałów, które stanowiły większość używanych części do napraw.

W drugiej fazie badawczej przeanalizowano zmienność zużycia najbardziej rotujących części (tj. płyty główne, wyświetlacze LCD oraz baterie) w czasie. Badany okres obejmował lata 2013-2017, z uwzględnieniem daty wprowadzenia produktu na rynek. Do badań użyto danych dla modeli telefonów o największej liczbie wyrobów gotowych wprowadzonych na rynek. Wyniki badań miały na celu wskazanie w jakich proporcjach należałoby dokonać zakupu, aby móc realizować naprawy nie zamrażając kapitału w przypadku nadmiaru zapasów i błędnego oszacowaniu proporcji.

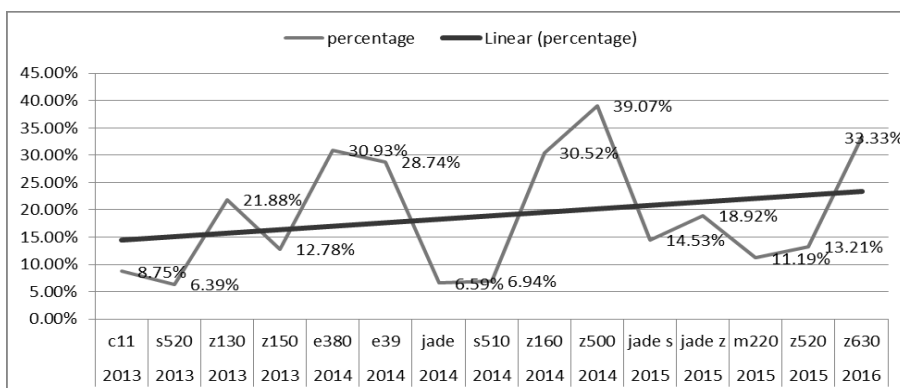
Wyniki badań wykazały, że zmienność procentowego użycia płyt głównych w naprawach różnych modeli waha się między 19.21% a 80.60%.

Najmniej zmienna w czasie jest grupa baterii, która wykazuje pewną stałość w użyciu i z powodzeniem można użyć uzyskane dane do planowania zakupów tego rodzaju części w przypadku przyszłych modeli. Poza „incydentalnymi” przypadkami, takimi, jak z roku 2013, które świadczą o ewidentnym problemie jakościowym, popyt na baterie wydaje się być dość przewidywalny.

Wykres 2. Rozkład procentowy zużycia płyt głównych na przestrzeni 4 lat w wybranych modelach telefonów

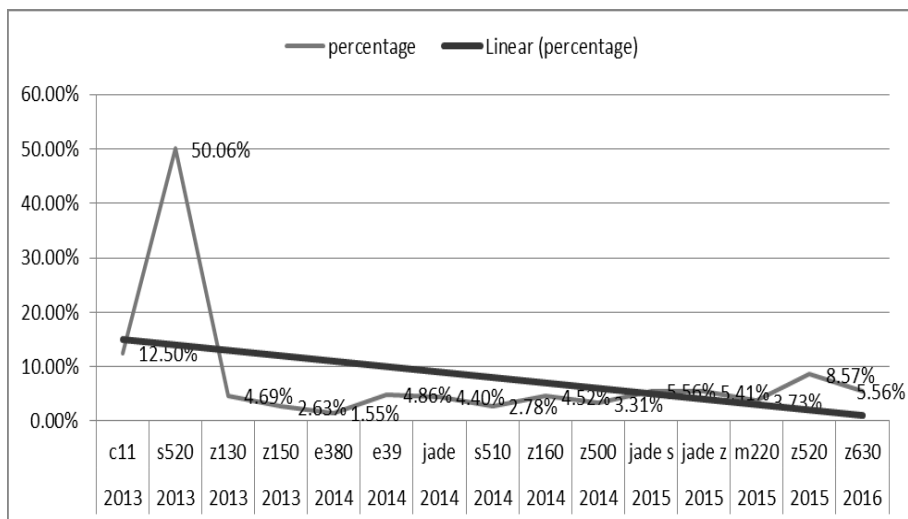


Wykres 3. Rozkład procentowy zużycia wyświetlaczy na przestrzeni 4 lat w wybranych modelach telefonów



Planowanie przez analogię zakupu części zamiennych

Wykres 4. Rozkład procentowy zużycia baterii na przestrzeni 4 lat w wybranych modelach telefonów.



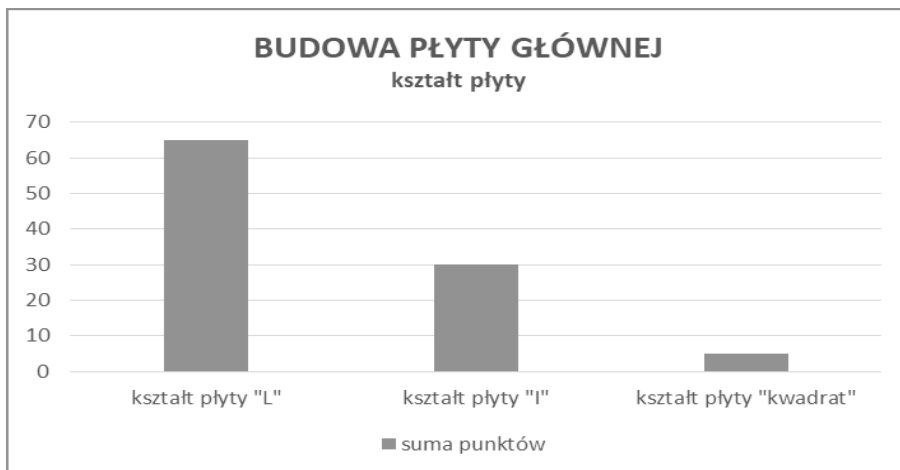
Wartość średnia zużycia zarówno płyt głównych, jak i LCD, z Wykresu nr 1. oraz ta z Wykresów 2 i 3 są rozbieżne, co wskazuje na brak możliwości wykorzystania wyłącznie metody ilościowej dla analizowanego przypadku.

Celem trzeciej fazy badań było zweryfikowanie, jakie cechy płyty głównej i LCD wpływają na ich zmienną usterkowość w kolejnych modelach. W tej części badania użyto metody jakościowej i przeprowadzono ankietę wśród inżynierów i techników, zajmujących się rozwiązywaniem problemów technicznych serwisu. W badaniu wzięło udział 10 osób. Zadaniem ankietowanych było wskazanie cech charakterystycznych płyty głównej oraz wyświetlacza, które mogą znacząco wpłynąć na usterkowość danej części.

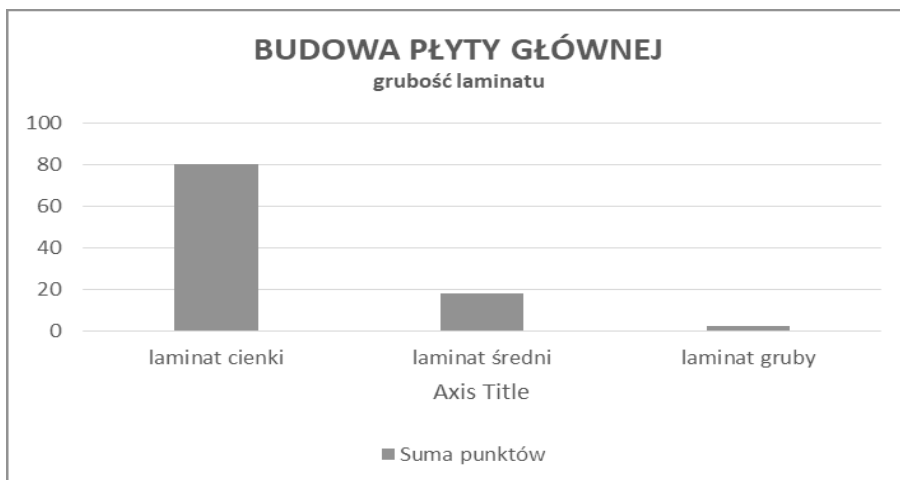
Ankieta obejmowała przede wszystkim pytania o cechy płyty, które mogą wskazywać na jej niską jakość i tym samym jej wysoki poziom awaryjności. Ankietowani wyróżnili dwa najważniejsze kryteria oceny płyty pod kątem jej awaryjności: budowa płyty (kształt i grubość laminatu) oraz jakość użytych komponentów (aktywnych, pasywnych, BGA) i przydzielali punkty według stopnia usterkowości, od najwyższego do najniższego, rozdzielając 100 pkt.

Wyniki ankiety przedstawiono na Wykresach 5 do 7.

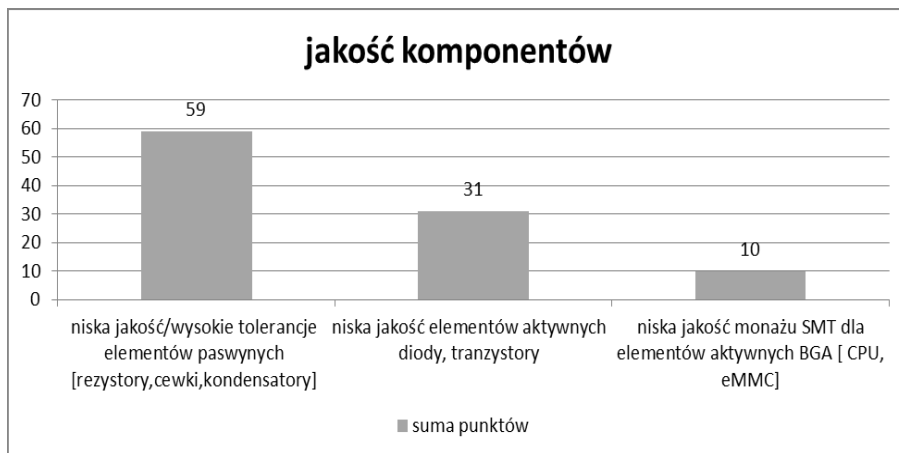
Wykres 5. Wpływ kształtu płyty na jej usterkowość



Wykres 6. Wpływ grubości laminatu na usterkowość płyty głównej



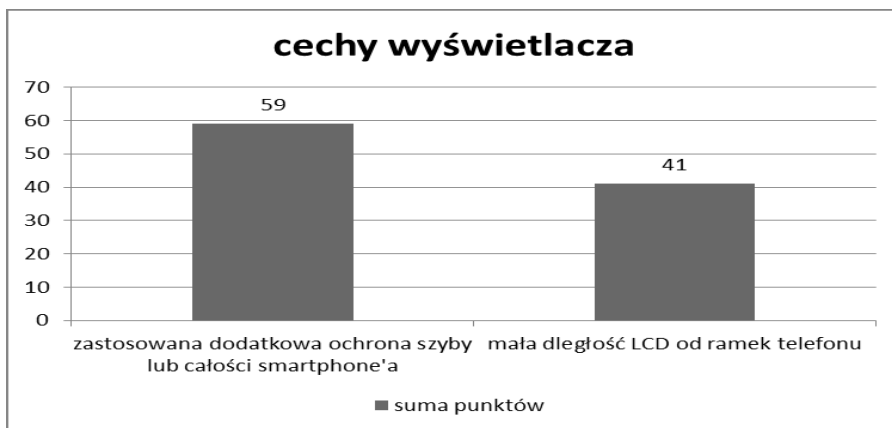
Wykres 7. Wpływ jakości poszczególnych komponentów płyty na jej usterkowość



Analiza wskazanych czynników, mogących znacząco wpływać na usterkowość płyty głównej, potwierdziła, że modele o wysokiej (powyżej 60%) usterkowości płyty głównej (z520, m220, z510, z160) charakteryzują się budową płyty L lub I (z520, m220, z510, z160), cienką (z520, m220) lub średnią (z510, z160) grubością laminatu, a jakość użytych elementów pasywnych i aktywnych wizualnie można określić jako niską. Modele telefonów o niższej awaryjności płyty (z500, s520) posiadają płyty prostokątne (zwane też kwadratowymi) o grubym laminacie, a użyte komponenty wskazują na ich wysoką jakość.

Analogiczną ankietę przeprowadzono dla wyświetlaczy. Według techników i inżynierów, którzy wzięli udział w badaniu, o przyszłej awaryjności mogą decydować dwa czynniki (poza samym sposobem użytkowania, który nie może być oceniony). Są to: zastosowanie dodatkowej ochrony szyby lub całości smartphona oraz mała odległość LCD od ramek telefonu (Wykres 8). Wyniki badań jakościowych (ankieta) oraz dane z Wykresu 3, potwierdzają, że wyższy poziom awaryjności wyświetlacza (modele o wartości % napraw w całym telefonie powyżej 30%) charakteryzował aparaty, które nie posiadały dodatkowej ochrony wyświetlacza/telefonu. Modele o najniższym procencie awaryjności z Wykresu 3 charakteryzowały się dużą odległością wyświetlacza od ramek telefonu, co w sytuacji upadku mogło chronić go przed uszkodzeniem.

Wykres 8. Krytyczne cechy wyświetlacza i ich wpływ na wysoką usterkowość wyświetlacza LCD



Przeprowadzone badania ankietowe wyjaśniły przyczynę wahań popytu na najbardziej rotujących częściach w kolejnych modelach. Analiza szczegółowa, przeprowadzona w drugiej części badawczej, poddana ocenie ekspertów, może wspomóc planowanie zakupu części zamiennych w przyszłości. Wykorzystanie analogii w planowaniu zakupu „*last time buy*” jest więc możliwe, o ile poprzedzone zostanie badaniem jakościowym (np. wywiadem, zebraniem opinii, ankietą) o wybranych modelach telefonów.

7. Podsumowanie

Zaproponowane podejście do modelowania awaryjności sprzętów elektronicznych, a zwłaszcza do szacowania popytu na części zamienne jest równoważne zasadzie planowania przez analogię. Wynik wypracowanej prognozy powinien zostać poddany ocenie ekspertów. Badany przykład pokazuje, że należy łączyć metody ilościowe (planowanie przez analogię) oraz metody jakościowe (ankieta), aby trafniej ocenić prognozę zapotrzebowania na części zamienne w przyszłości. Dzięki obserwacji zużycia części zamiennych, występującego w odniesieniu do poprzednich modeli, można założyć, że zużycie części zamiennych dla kolejnych modeli sprzętu elektronicznego będzie największe w obrębie dwóch grup materiałów (płyta główna i wyświetlacz LCD). Na podstawie tej informacji, planowanej jakości wyrobu gotowego oraz ilości wyprodukowanych wyrobów gotowych, można oszacować wielkość LTB. Do oszacowania udziału procentowego poszczególnych części można kierować się zużyciem części w modelach już wprowadzonych na rynek, z uwzględnieniem cech poszczególnych materiałów, wskazanych za pomocą badań jakościowych mogących wpłynąć na ten udział.

Planowanie przez analogię zakupu części zamiennych

Przedstawione w artykule zagadnienia nie wyczerpują w całości rozpatrywanych problemów, a jedynie pokazują obszary planowane do realizacji przez autorów prac naukowych w tym zakresie w najbliższym czasie. Kolejne publikacje będą opisywać rozwinięcia szczegółowe w proponowanych metodach oraz pokazywać ich zastosowanie. Istnieje potrzeba określenia zakresów stosowalności poszczególnych metod, określenia ich efektywności i skuteczności w prognozowaniu popytu na poszczególne komponenty. Należy także dostosować proponowane modele do możliwości ich implementacji w systemach informatycznych umożliwiających realizację systemowe wspomaganie procesów zakupu części zamiennych.

Na podstawie wniosków z przeprowadzonych badań można uznać, że oceny niezawodności sprzętu oraz planowania zakupu części zamiennych można dokonać za pomocą analogii. Wyniki badań wskazują przy tym, że umiejętne łączenie metod ilościowych i jakościowych pomaga trafniej ocenić prognozę.

Bibliografia

- APICS Dictionary* (2004) 11th Edition, American Production and Inventory Control Society, Inc., Falls Church.
- Christopher M. (1996) *Strategia zarządzania dystrybucją. Praktyka logistyki biznesu*. Agencja Wydawnicza Placet, Warszawa.
- Cieślak M. (2001) *Prognozowanie gospodarcze. Metody i zastosowanie*, red. M. Cieślak. PWN, Warszawa.
- Cieślak M. (2005) *Prognozowanie gospodarcze*. Wyd. Nauk. PWN, Warszawa.
- Dohn K. (2009) Organizacja procesów transportu wewnętrznego – studia przypadków. *Prace Naukowe Politechniki Warszawskiej*, 70, 47-58.
- DIN 24420 (1976) Deutsches Institut Für Normung.
- Dittmann P. (2003) *Prognozowanie w przedsiębiorstwie. Metody i ich zastosowanie*. Oficyna Ekonomiczna, Kraków.
- Edwarczyk N., Stachowiak A. (2009) Koncepcja zamkniętej pętli łańcucha dostaw. *Logistyka* 1/2009, 75 .
- Gajda J. (2001) *Prognozowanie i symulacja a decyzje gospodarcze*. C.H Beck, Warszawa.
- Garbarski L., Rutkowski I., Wrzosek W. (2000) *Marketing – punkt zwrotny nowoczesnej firmy*. PWE.

A. Kowalczyk

- Kolińska K. (2012a) Problematyka sterowania zapasami części zamiennych. W: *Lean Management w produkcji i logistyce*, P. Golińska (red.). Wydawnictwo Politechniki Poznańskiej, Poznań, 153- 166.
- Kolińska K. (2012b) Zarządzanie zapasami grup asortymentów. W: *Wirtualne Laboratoria*, P. Fajfer, A. Koliński (red.). Wyższa Szkoła Logistyki, Poznań, 184-190.
- Kopaliński W. (1994) *Słownik wyrazów obcych i zwrotów obcojęzycznych z almanachem*. PWN, Warszawa.
- Krzyżaniak S., Cyplik P. (2008) *Zapasy i magazynowanie*. Biblioteka Logistyka, Poznań.
- Legutko S. (2009) Trendy rozwoju utrzymania ruchu urządzeń i maszyn. *Eksploatacja i Niezawodność*, 2, 8-16.
- Nosal S. (red.) (2002) *Metody stabilizacji niezawodności maszyn w fazie eksploatacji*. Poznań, Wydawnictwo i Zakład Poligrafii Instytutu Technologii Eksploatacji.
- Nowakowski T. (1999) *Metodyka prognozowania niezawodności obiektów mechanicznych*. Prace Naukowe Instytutu Konstrukcji i Eksploatacji Maszyn Politechniki Wrocławskiej. Monografie, **82**, 28, 136-136.
- Pfohl H. Ch. (1998) *Zarządzanie logistyką*. Instytut Logistyki i Magazynowania, Poznań
- Pourakbar M., Van der Laan E., Dekker R. (2011) *End-of-Life Inventory Problem with Returns Phase-out*. Erasmus School of Economics, Rotterdam School of Management, Erasmus University Rotterdam.
- Rewolińska A., Nowak M. (2013) Analiza zapotrzebowania na części zamienne na przykładzie wybranego zakładu spożywczego. *Inżynieria Rolnicza*, 1/2013.
- Skowronek C., Sarjusz-Wolski Z. (2012) *Logistyka w przedsiębiorstwie*. Polskie Wydawnictwo Ekonomiczne, Warszawa.
- Sarjusz-Wolski Z. (2000) *Sterowanie zapasami w przedsiębiorstwie*. Polskie Wydawnictwo Ekonomiczne, Warszawa.
- Sobczyk M. (2008) *Prognozowanie. Teoria, przykłady, zadania*. Wydawnictwo Placet, Warszawa.
- Szołtysek J. (2009) Ewolucja logistyki zwrotnej. *Logistyka*, 5/2009.
- Yakovleva M. (2017) *Managing Last Time Buy components*. Helsinki Metropolia University of Applied Sciences, Bachelor of Business Administration - International Business and Logistics, Thesis.
- Zeliaś A., Pawełek B., Wanat S. (2003) *Prognozowanie ekonomiczne. Teoria, przykłady, zadania*. PWN, Warszawa.

**MAKING USE OF PLANNING BY ANALOGY IN THE
PURCHASING OF SPARE PARTS FOR THE READY PRODUCTS
WITH SHORT LIFE CYCLE**

Summary

The paper deals with the problems of purchasing of the spare parts for the cell phones. The empirical part is based on the analyses of wear of the spare parts (components) and on the questionnaire-based survey study, concerning the primary reasons of failures of the particular components. The results presented might be of help in solving the problems of planning of spare parts replenishment and of estimating the “last time buy” orders, determined with respect to the demand for the spare parts until the end of product life cycle. The study was carried out in an enterprise, dealing with servicing of the electronic appliances of a well-known brand.

Keywords: spare part purchases, planning by analogy, “last time buy”, failure rates of electronic appliances