

# BADANIA KLUCZOWYCH PROBLEMÓW W ZARZĄDZANIU UTRZYMANIEM RUCHU

Sławomir KŁOS, Justyna PATALAS-MALISZEWSKA

**Streszczenie:** W artykule przedstawiono wyniki pilotażowych badań ankietowych przeprowadzonych w 30 przedsiębiorstwach produkcyjnych, które dotyczyły najistotniejszych problemów związanych z zarządzaniem obszarem utrzymania ruchu. Badania były prowadzone w małych i średnich przedsiębiorstwach produkcyjnych. W artykule przedstawiono analizy statystyczne oparte na odpowiedziach respondentów i przeprowadzono dyskusję wyników w kontekście identyfikacji kluczowych problemów związanych z zarządzaniem obszarem utrzymania ruchu. Badania miały charakter pilotażowy i stanowią podstawę do opracowania szeroko zakrojonych badań ankietowych dotyczących efektywności zarządzania produkcją w polskich przedsiębiorstwach. W artykule przedstawiono również wyniki analizy korelacji pomiędzy wybranymi problemami obszaru utrzymania ruchu.

**Słowa kluczowe:** Badania ankietowe, utrzymanie ruchu, analiza statystyczna, zarządzanie produkcją.

## 1. Wstęp

Skuteczne i efektywne funkcjonowanie obszaru utrzymania ruchu ma fundamentalne znaczenie dla przedsiębiorstw produkcyjnych, szczególnie tych, które realizują produkcję w oparciu o zautomatyzowane procesy wytwórcze. Liczba awarii oraz czas przestoju zasobów produkcyjnych w przedsiębiorstwach realizujących produkcję seryjną produkcją powtarzalną jest jednym z kluczowych problemów, który bezpośrednio wpływa na produktywność całego systemu produkcyjnego. Wartości wskaźników MTTR (ang. Mean Time to Repair) oraz MTBF (ang. Mean Time Between Failure) oraz OEE (ang. Overall Equipment Effectiveness) określanych dla zasobów produkcyjnych pokazują skalę problemu zakłóceń w realizacji procesów wytwórczych w danym przedsiębiorstwie. Problemy techniczne związane z częstymi awariami maszyn prowadzą do [1], [4], [5]:

- destrukcji planu produkcyjnego,
- utraty zaufania klientów poprzez nieterminową realizację zleceń,
- wzrostu ilości braków produkcyjnych,
- wzrostu kosztów eksploatacji maszyn,
- wzrostu kosztów robocizny bezpośredniej,
- frustracji operatorów, którzy nie mogą osiągnąć określonych norm produkcyjnych.

Wiele przedsiębiorstw produkcyjnych realizuje procesy związane z utrzymaniem ruchu na zasadzie „gaszenie pożarów”. Ponieważ bardzo często park maszynowy tych firm jest przestarzały (stare maszyny i linie produkcyjne przeniesione z zakładów macierzystych lub zakupione po okresie amortyzacji), brak właściwych metod i procedur związanych z obsługą procesów utrzymania ruchu może prowadzić do drastycznego obniżenia produktywności całego przedsiębiorstwa. [2], [7], [10].

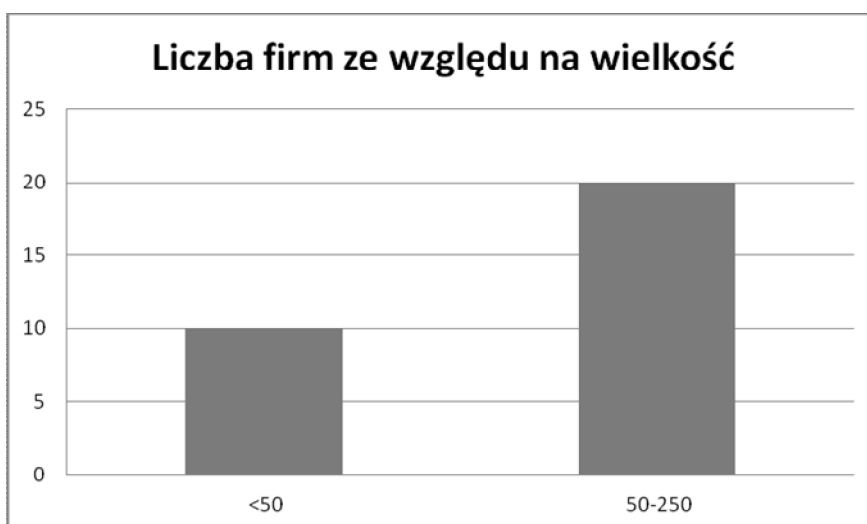
Jeszcze do niedawna powszechnie było założenie, że głównym celem funkcji utrzymania ruchu jest optymalizacja dostępności środków produkcji przy minimalnych

kosztach. Dzisiaj utrzymanie ruchu należy rozumieć znacznie szerzej, ponieważ obejmuje swoim zakresem również bezpieczeństwo ludzi i środowiska, efektywność produkcji, poziom podejmowanego ryzyka, efektywne zużycie energii oraz jakość produktów i usług. Koszty utrzymania ruchu sięgają zwykle 5% obrotu firmy w zależności od branży może stanowić to 4–15% kosztów produkcji oraz około 18% wartości inwentarzowej [6].

Głównym problemem badawczym analizowanym w artykule jest próba identyfikacji kluczowych problemów związanych z utrzymaniem ruchu w przedsiębiorstwach produkcyjnych w oparciu o przeprowadzone badania ankietowe i analizy statystyczne uzyskanych wyników. W ramach przygotowywanego planu szeroko zakrojonych badań, dotyczących efektywności zarządzania produkcją w polskich przedsiębiorstwach, przeprowadzono pilotażowe badania ankietowe wśród 30 przedsiębiorstw. Odpowiedzi na pytania ankietowe udzielali głównie pracownicy obszaru produkcji, utrzymania ruchu lub kontroli jakości. Zakres prowadzonych badań ankietowych i analizy wyników zostały przedstawione w kolejnym rozdziale.

## 2. Zakres prowadzonych badań ankietowych i analiza wyników badań ankietowych

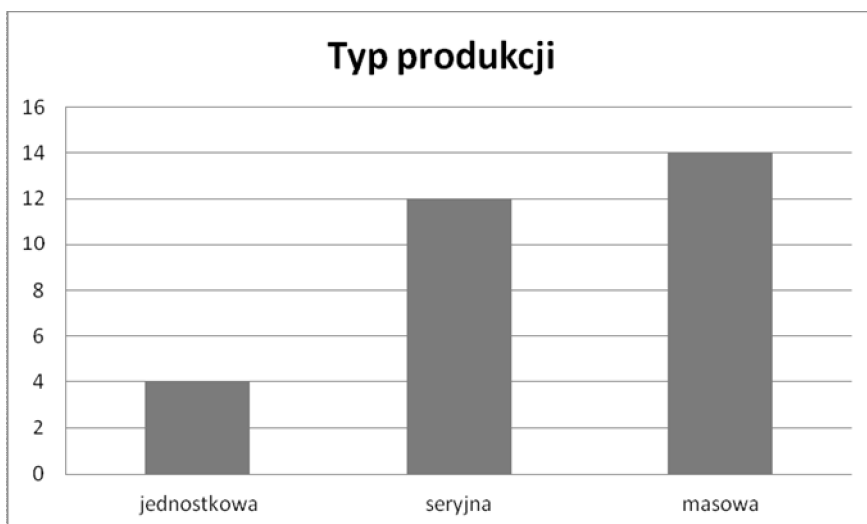
Badania ankietowe zostały przeprowadzone wśród 30 firm sektora MSP z terenu całej Polski. Jak wynika z analizy danych pokazanych na rys. 1, 20 spośród badanych firm to przedsiębiorstwa średniej wielkości, a pozostałe 10 firm to przedsiębiorstwa małe.



Rys. 1. Liczba badanych firm sektora MSP ze względu na wielkość

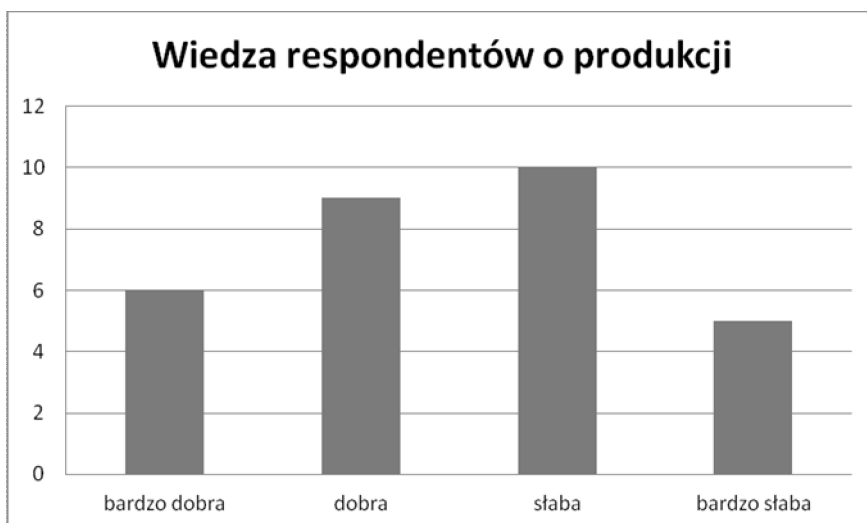
Ze względu na typ realizowanej produkcji, zdecydowana większość badanych firm realizuje produkcję seryjną lub masową (26 badanych przedsiębiorstw), a tylko 4 firmy zajmują się produkcją jednostkową (rys. 2). Odpowiada to założeniom prowadzonych badań, których celem była analiza problemów w obszarze utrzymania ruchu, a to właśnie firmy realizujące produkcję seryjną i masową są najczęściej wyposażone w zautomatyzowane systemy produkcyjne wymagające dużego zaangażowania służby utrzymania ruchu. W celu weryfikacji narzędzia badawczego, w ankiecie zamieszczono

pytanie dotyczące ogólnej wiedzy respondentów na temat produkcji. Wyniki odpowiedzi na to pytanie zostały przedstawione na rysunku 3.



Rys. 2 Typy produkcji w badanych przedsiębiorstwach

Dokładnie połowa respondentów przyznaje się do słabej lub bardzo słabej wiedzy na temat produkcji. Jednak wydaje się, że pomimo braku wiedzy w obszarze produkcji, respondenci są byli w stanie ocenić poziom występowania wybranych problemów w obszarze produkcji.



Rys. 3 Poziom wiedzy respondentów na temat produkcji

Należy tu również zaznaczyć, że większość respondentów w metryczce zaznaczyła, że pracuje w obszarze produkcji, utrzymania ruchu lub kontroli jakości.

Kolejne pytanie dotyczyło nowoczesności parku maszynowego badanych przedsiębiorstw. Najwięcej - 13 spośród badanych firm zaznaczyło, że park maszynowy wymaga renowacji.



Rys. 4 Stan parku maszynowego badanych przedsiębiorstw produkcyjnych

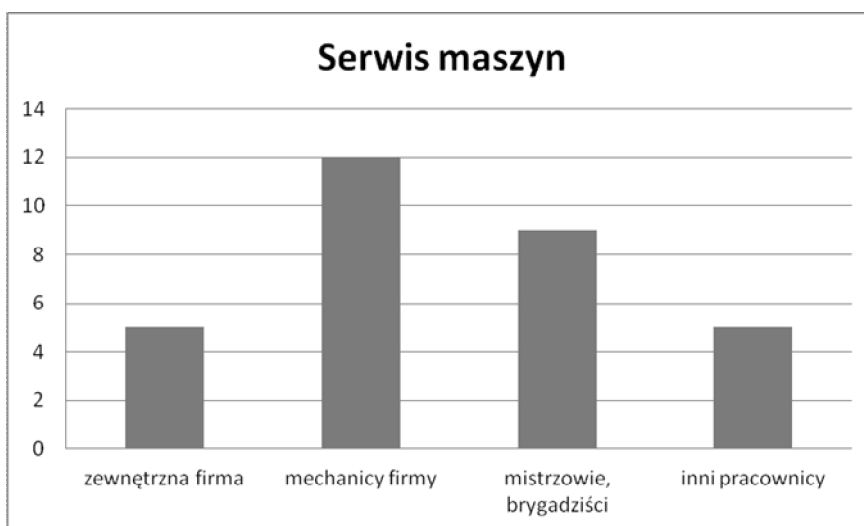
9 respondentów zadeklarowało, że środki produkcji wykorzystywane w ich firmach są nowoczesne i w dobrym stanie. 8 firm określiło park maszynowy jako przestarzały.



Rys. 5 Częstotliwość awarii maszyn w badanych przedsiębiorstwach

Z odpowiedzi respondentów wynika, że w ponad połowie badanych przedsiębiorstwach maszyny wymagają remontów lub wymiany na nowsze.

Jednym z ważniejszych pytań zamieszczonych w ankiecie, było oszacowanie liczby awarii maszyn. Prawie połowa badanych firm (12) wskazała, że awarie występują kilka razy dziennie, a 8 przedsiębiorstw zadeklarowało występowanie awarii rzadziej niż raz w tygodniu. Przeprowadzono również prostą analizę korelacji pomiędzy danymi dotyczącymi parku maszynowego i częstotliwością występowania awarii (w oparciu o oprogramowanie Statistica). Okazało się, że bardzo silna korelacja dodatnia równa 0,8295 przy poziomie istotności  $p < 0,05$  charakteryzuje przestarzały park maszynowy i częstotliwość awarii rzadszą niż raz w tygodniu. Z drugiej strony, korelacja pomiędzy firmami deklarującymi nowoczesny park maszynowy, a częstotliwością awarii na poziomie kilku dziennie jest silna i wynosi 0,4803 przy poziomie istotności  $p < 0,05$ . Na rysunku 6 przedstawiono analizę odpowiedzialności za serwisowanie środków produkcji w badanych przedsiębiorstwach.



Rys. 6 Odpowiedzialność za serwisowanie środków produkcji

Dwie trzecie badanych przedsiębiorstw deklaruje, że za serwisowanie maszyn odpowiadają mechanicy, mistrzowie lub brygadziści zatrudnieni w przedsiębiorstwie. W przypadku 5 firm, serwis środków produkcji jest dokonywany przez firmy zewnętrzne. Charakterystyczne jest to, że maszyny rzadziej ulegają awariom, jeśli za ich serwisowanie jest odpowiedzialna bezpośrednio, średnia kadra zarządzania produkcją (mistrzowie i brygadziści). Silna korelacja wynosząca 0,4277 (przy poziomie istotności  $p < 0,05$ ), charakteryzuje zależność pomiędzy serwisowaniem maszyn przez mistrzów i brygadzystów i rzadszymi niż raz w tygodniu awariami środków produkcji.

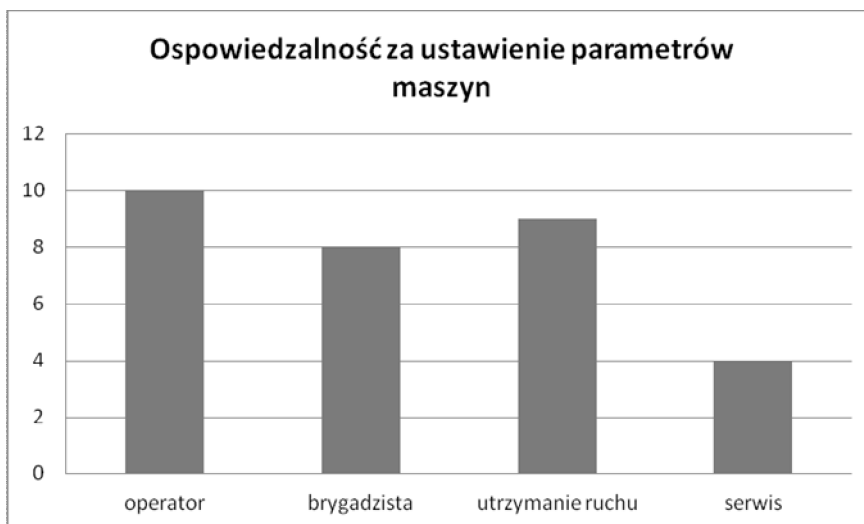
W trakcie badania, identyfikowano również przeznaczenie środków produkcji do realizacji projektów/zleceń produkcyjnych. 12 spośród badanych firm zadeklarowało, że środki produkcji wykorzystywane w przedsiębiorstwie są uniwersalne i przeznaczone do realizacji wszystkich zleceń. Pozostali respondenci zadeklarowali, że maszyny są

dedykowane indywidualnie do każdego projektu/zlecenia osobno (7 firm) lub do grupy projektów (11 przedsiębiorstw).



Rys. 7 Przypisanie maszyn do realizowanych w firmie zleceń/projektów

Na rys. 8 przedstawiono wyniki badań związanych z odpowiedzialnością za ustawienia parametrów maszyn. W 4 firmach, serwis odpowiada za ustawienie parametrów maszyn. W jednej trzeciej badanych firm, odpowiedzialność za ustawienia parametrów maszyn ponosi operator zaś w pozostałych firmach za ustawienie parametrów maszyn są odpowiedzialni odpowiednio służba utrzymania ruchu (9 firm) lub brygadzysta (8 firm).



Rys. 8 Przypisanie maszyn do realizowanych w firmie zleceń/projektów

Na podstawie analizy korelacji, znaleziono silną zależność pomiędzy rzadkim występowaniem awarii, a ustawianiem parametrów maszyn przez służbę utrzymania ruchu. Wskaźnik korelacji wyniósł 0,5922 przy poziomie istotności  $p < 0,05$ .

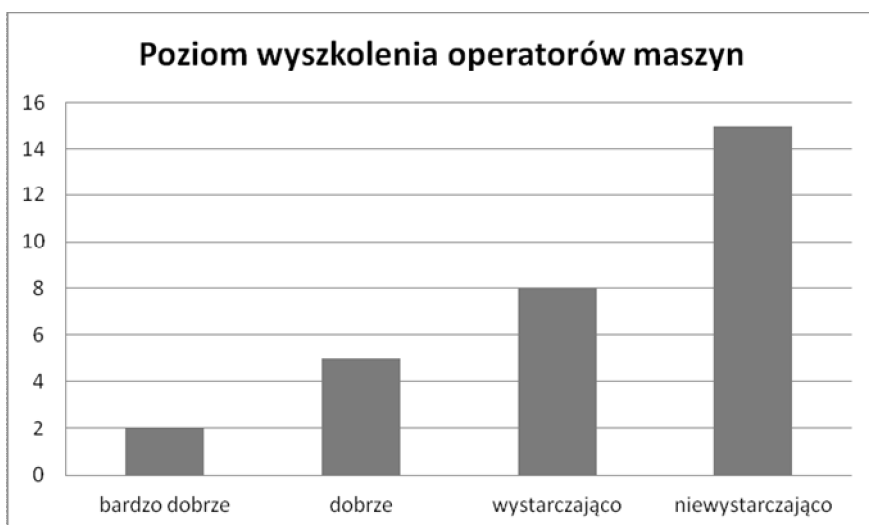
Kolejna analiza dotyczyła warunków pracy maszyn (rys. 9). Połowa respondentów zadeklarowała, że maszyny w ich firmach pracują w ciężkich warunkach. Odpowiednio 9 określiło warunki, w których pracują maszyny jako umiarkowane, a pozostałych 6 jako dobre. Co ciekawe analiza korelacji nie wykazała związku pomiędzy ciężkimi warunkami pracy maszyn a wysoką częstotliwością awarii. Bardzo silna korelacja (wskaźnik korelacji równy 0,7715, przy poziomie istotności  $p < 0,05$ ) wystąpiła pomiędzy awariami występującymi kilka razy w tygodniu i umiarkowanymi warunkami pracy maszyn.



Rys. 9 Zabezpieczenia maszyn przed niepowołanym dostępem

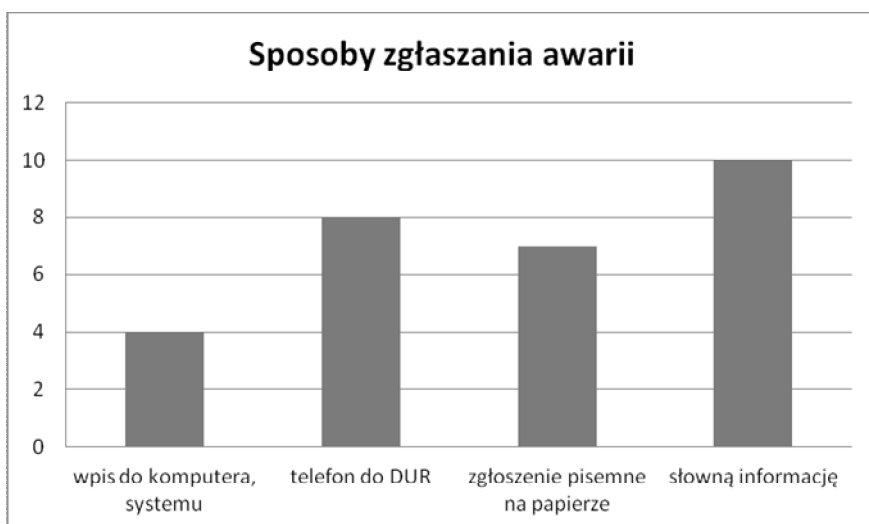
Kolejną, bardzo istotną kwestią analizowaną w oparciu o przeprowadzoną ankietę był poziom wyszkolenia operatorów (rys.10). Tylko dwie firmy spośród 30 badanych zadeklarowało bardzo dobre przeszkolenie swoich operatorów. 15 firm uznało, że operatorzy w ogóle nie byli szkoleni lub że szkolenia te były niewystarczające. Analiza korelacji nie wykazała silnej zależności pomiędzy niskim poziomem wyszkolenia operatorów a częstotliwością występowania awarii. Wyniki badania pokazują jednak, że połowa ankietowanych przedsiębiorstw uznaje, że operatorzy środków produkcji są niewystarczająco wyszkoleni.

Na rys. 11 przedstawiono sposoby zgłaszania awarii w obszarze utrzymania ruchu. W jednej trzeciej spośród badanych firm, informacje o awarii przekazywane są słownie, a w połowie za pośrednictwem telefonu lub na papierze. Tylko cztery badane firmy wpisują zgłoszenia awarii do systemu informatycznego.



Rys. 10 Zabezpieczenia maszyn przed niepowołanym dostępem

Jest to szczególnie istotne ze względu na możliwość oceny efektywności pracowników utrzymania ruchu. Zgłoszenia telefoniczne i przekazywanie słownej informacji o wystąpieniu awarii uniemożliwia oceny czasów reakcji pracowników utrzymania ruchu czy też innych statystyk związanych z występowaniem awarii w przedsiębiorstwach. Brak danych uniemożliwia również stworzenie efektywnych mechanizmów motywowania służby utrzymania ruchu w oparciu o zintegrowane systemy informatyczne [3], [11].

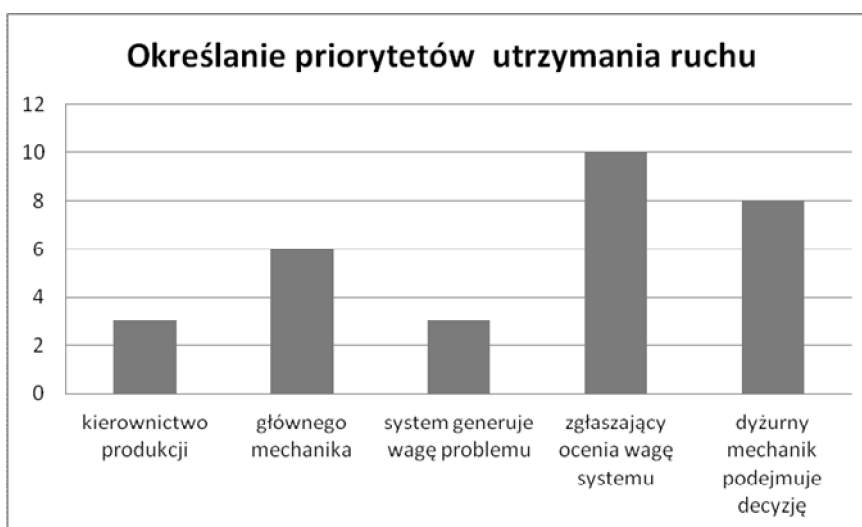


Rys. 11 Sposoby zgłaszania awarii



Badania dotyczące przebiegu informacji w obszarze utrzymania ruchu powinny być poszerzone o analizę potrzeb w zakresie informatycznego wspomaganie zarządzania danymi dotyczącymi tego obszaru funkcjonalnego.

Na rys. 12 przedstawiono wyniki badania, dotyczące ustalania priorytetów utrzymania ruchu w aspekcie kolejności usuwania awarii. Jedna trzecia badanych firm zadeklarowała, że to zgłaszający ocenia wagę problemu i ustala priorytet naprawy urządzenia. Wiedząc, że najczęściej awarie są zgłaszane przez operatorów należy wziąć pod uwagę problemy związane z tworzeniem planu remontów przedsiębiorstwa. [8], [9]



Rys. 12 Określanie priorytetów przy usuwaniu awarii na produkcji

### 3. Wnioski

W artykule przedstawiono wyniki badań ankietowych przeprowadzonych wśród 30 przedsiębiorstw produkcyjnych, dotyczących obszaru utrzymania ruchu. Przeprowadzone badania miały charakter pilotażowy i zostały przeprowadzone w celu uszczegółowienia narzędzi badawczych i przygotowania badań poziomu efektywności zarządzania produkcją w Polsce. Na podstawie przeprowadzonych badań można sformułować następujące wnioski:

- przestarzały park maszynowy nie musi determinować większej częstotliwości awarii, zaś nowoczesne maszyny mogą generować awarie z dużą częstotliwością,
- maszyny rzadziej ulegają awariom, jeśli za ich serwisowanie jest odpowiedzialna bezpośrednio, średnia kadra zarządzania,
- badania nie potwierdziły, że ciężkie warunki pracy maszyn wcale nie determinują większej częstotliwości awarii,
- poziom wykształcenia operatorów maszyn jest niewystarczający,
- sposoby zgłaszania awarii w badanych przedsiębiorstwach, uniemożliwiają późniejszą ocenę skuteczności i budowę efektywnych systemów motywowania służby utrzymania ruchu.

W oparciu o przeprowadzone badania pilotażowe zbudowane zostaną narzędzia do badań ankietowych dotyczących efektywności zarządzania produkcją w polskich przedsiębiorstwach.

## Literatura

1. Barbera L., Crespo A., Viveros P., Stegmaier R. I., Advanced model for maintenance management in a continuous improvement cycle: integration into the business strategy, *International Journal of System Assurance Engineering and Management*, Vol. 3, Issue 1, March 2012, pp. 47 – 63.
2. Horenbeek A.; Pintelon L., Muchiri P., Maintenance optimization models and criteria, *International Journal of System Assurance Engineering and Management* Volume: 1, Issue: 3, September 2010, pp. 189 - 200.
3. Kans, M., An approach for determining the requirements of computerized maintenance management systems, *Computers in Industry* Volume: 59, Issue: 1, January, 2008, pp. 32-40
4. Kłos S., Patalas-Maliszewska J., The impact of ERP on maintenance management, *Management and Production Engineering Review* .- 2013, Vol. 4, no. 3, s. 15-25
5. Laszkiewicz M., Maintenance is a strategic business asset, *Inżynieria & Utrzymanie Ruchu Zakładów Przemysłowych*, Trade Media International, Warszawa, Marzec 2005,
6. Mikler J., Efektywne zarządzanie procesem utrzymania ruchu. Przegląd metod., *Inżynieria utrzymania ruchu zakładów przemysłowych*, 2008.
7. Muchiri P., Pintelon L, Gelders L, Martin H., Development of maintenance function performance measurement framework and indicators, *Int. J. Production Economics* Vol. 131, 2011, pp. 295–302,
8. Rosqvist, T.; Laakso, K.; Reunanen, M., Value-driven maintenance planning for a production plant *Reliability Engineering and System Safety* Volume: 94, Issue: 1, January, 2009, pp. 97-110,
9. Schutz, J.; Rezg, N.; Léger, J.-B., An integrated strategy for efficient business plan and maintenance plan for systems with a dynamic failure distribution *Journal of Intelligent Manufacturing* Volume: 24, Issue: 1, February 2013, pp. 87 – 97,
10. Van Horenbeek A., Pintelon L., Muchiri P., Maintenance optimization models and criteria, *Int J Syst Assur Eng Manag*, July-Sept 2010, 1(3) pp.189–200,
11. Yang Z. M., Djurdjanovic D., Ni J., Maintenance scheduling in manufacturing systems based on predicted machine degradation, *Journal of Intelligent Manufacturing*, 2008, Vol. 19, pp. 87–98.

Dr hab. inż. Sławomir Kłos, prof. UZ  
Dr hab. inż. Justyna Patalas-Maliszewska, prof. UZ  
Instytut Informatyki i Zarządzania Produkcją  
Wydział Mechaniczny, Uniwersytet Zielonogórski  
65-516 Zielona Góra, ul. Prof. Z. Szafrana 4  
tel./fax: 048 68 328 2514  
e-mail: s.klos@iizp.uz.zgora.pl  
j.patalas@iizp.uz.zgora.pl