

Sławomir ORZECZOWSKI¹, Maciej MICHALAK²

Opiekun naukowy: Paweł ZIOBRO³, Dorota WIĘCEK⁴

WYBÓR DOSTAWCY GWINTOWNIKÓW Z WYKORZYSTANIEM SYSTEMU MONITOROWANIA PRACY NARZĘDZI

Streszczenie: W artykule przedstawiono projekt badawczy, którego celem jest zebranie danych pochodzących z wielowrzecionowej jednostki gwinciarskiej z wykorzystaniem systemu monitorowania narzędzia i analizy porównawczej trendów pracy gwintowników od kilku różnych dostawców. Zebrane dane i ich analiza dla każdego z dostawców pozwala ocenić opłacalność zastosowania poszczególnych narzędzi. Szczegółowa analiza zaowocowała wieloma korzyściami i dała możliwość wdrożenia ulepszeń.

Słowa kluczowe: zbieranie danych, jednostka gwinciarska, system monitorowania narzędzia, przemysł produkcyjny

CHOOSING THREADER SUPPLIER USING A TOOL MONITORING SYSTEM

Summary: The article presents a research project aimed at collecting data from a multi-spindle threading unit using a tool monitoring system and a comparative analysis of tap work trends from several different suppliers. The collected data and their analysis for each of the suppliers allows to assess the profitability of using individual tools. Detailed analysis resulted in many benefits and gave the opportunity to implement improvements.

Keywords: data collection, tapping unit, tool monitoring system, manufacturing industry

1. Wprowadzenie

W przedsiębiorstwach produkcyjnych wdrażanie coraz bardziej zaawansowanych rozwiązań i złożonych systemów każdego dnia generuje ogromne ilości danych. Natomiast dopiero od niedawna coraz popularniejsza staje się wiedza o tym, jak ogromna kryje się w nich wartość. Korzystać z tego mogą firmy, poprzez optymalizację swojej działalności i oferty, a także instytucje rządowe dla lepszego

¹ Akademia Techniczno-Humanistyczna w Bielsku-Białej, WBMiI, Inżynieria Zarządzania Przedsiębiorstwem, slawomir.orzechowski.95@gmail.com

² Akademia Techniczno-Humanistyczna w Bielsku-Białej, WBMiI, Inżynieria Zarządzania Przedsiębiorstwem, maciek9559@gmail.com

³ Właściciel firmy ZPT Paweł Ziobro, pawel.ziobro@zp-team.pl

⁴ Dr inż., Akademia Techniczno-Humanistyczna w Bielsku-Białej, Wydział Budowy Maszyn i Informatyki, dwiecek@ath.bielsko.pl

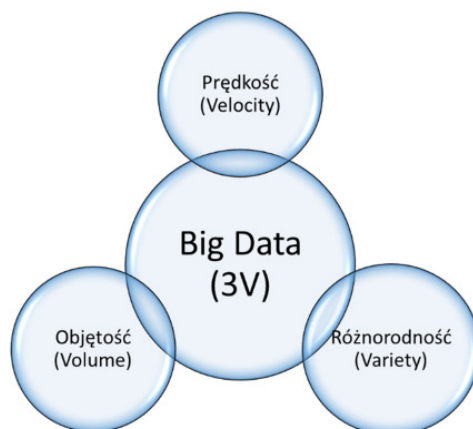
zrozumienia potrzeb obywateli. Wszystko to umożliwia nam postęp technologiczny. Celem analizowania danych w procesach jest prognozowanie, innymi słowy uzupełnienie informacji, których nie ma. Można to wykorzystać do przewidywania przyszłości m.in. oszacowania daty zużycia narzędzia czy uszkodzenia jakiejś części. Innym celem jest deskrypcja, czyli ukazanie wzorców ukrytych w zbiorach informacji. Dzięki temu możliwe jest odkrywanie sekwencji zdarzeń prowadzących do: uszkodzenia maszyny, narzędzia czy innego urządzenia lub straty klienta [5].

2. Duże zbiory danych

Połączenie dużej liczby cyfrowych danych z technikami matematycznymi przeznaczonymi do ich przetwarzania w XIX wieku zapoczątkowało fenomen pod tytułem „Big Data”. Z racji tego, że aktualnie ogromna ilość danych jest cyfrowa to szybko można je zdanetyzować [3].

Początki „Big Data” to 2001 rok. Wtedy jeden z analityków dostrzegł, że w przedsiębiorstwach zaczęto zwracać większą uwagę na temat gromadzenia i zarządzania ogromnymi ilościami danych. Według tegoż analityka dane można opisać trzema właściwościami (3V), (Rys. 1)”

- Ilość (data volume) – liczba danych zbieranych przez przedsiębiorstwa.
- Szybkość (data velocity) – czas powstawania danych i czas w jakim trzeba się nimi zająć.
- Różnorodność (data variety) – typ zbieranych danych (np. numeryczne, audio, wideo, wiadomości e-mail, dane dotyczące transakcji finansowych itd.).

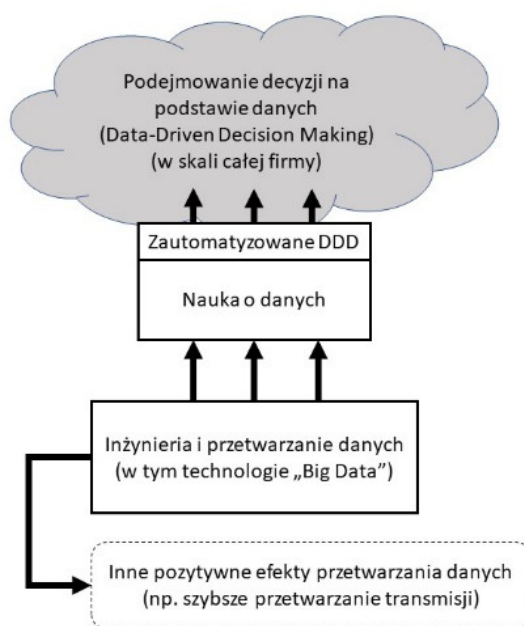


Rysunek 1.. Model 3D – Big Data [6]

Wraz z rozwojem technologii, a co za tym idzie ułatwieniem zbierania, przetwarzania i zarządzania ogromną ilością danych stały się one swego rodzaju walutą, którą handlować można na rynku [3].

Big Data to „zasadniczo zbiory danych, które są zbyt duże dla tradycyjnych systemów przetwarzania danych i wobec tego wymagają nowych technologii przetwarzania. Podobnie jak w przypadku tradycyjnych technologii, technologie Big Data są

wykorzystywane do wielu zadań, w tym w ramach inżynierii danych. ... Znacznie częściej jednak dobrze znane technologie Big Data są wykorzystywane do przetwarzania danych w celu wspierania technik eksploracji danych i innych działań w sferze nauki o danych” (Rys. 2) [4].



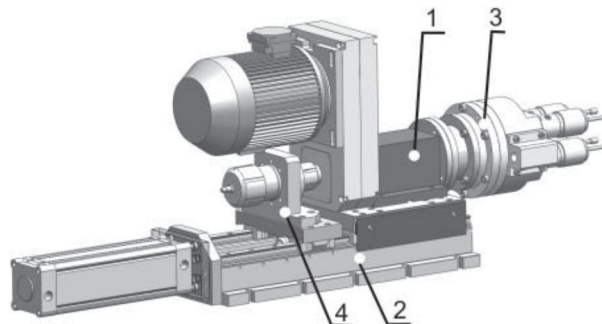
Rysunek 2. Nauka o danych w kontekście różnych związanych z danymi procesów w ramach organizacji [4]

W 2008 roku w amerykańskim specjalistycznym magazynie napisano: „Nasza zdolność do zdobywania, magazynowania i rozumienia ogromnych ilości danych zmienia naukę, medycynę, biznes i technologię. Z każdą chwilą, gdy zbiór faktów i liczb powiększa się, rośnie szansa na znalezienie odpowiedzi na fundamentalne pytania” [2].

Big Data z biegiem czasu ze względu na rosnącą ilość gromadzonych i przetwarzanych przez ludzi i maszyny danych staje się coraz potężniejszym narzędziem. Dzięki niemu mamy możliwość porównywania, zestawiania i korelacji danych, a to daje ogromne perspektywy i możliwość wypracowania przewagi nad konkurencją.

3. Przedmiot badań

Budowa jednostki gwinciarzkiej stosowanej w przemyśle motoryzacyjnym (Rys. 3). Zadaniem maszyny jest gwintowanie.

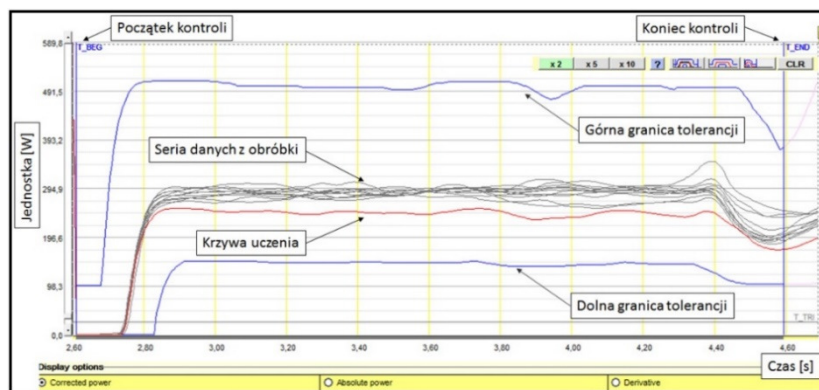


Rysunek 3.. Przykładowa jednostka gwinciarska z głowicą czterowrzecionową: 1 - wrzeciennik, 2 - zespół posuwowy, 3 - głowica gwinciarska, 4 - przystawka gwinciarska [1]

Badania zostały przeprowadzone na wielowrzecionowej jednostce gwinciarskiej. Cykl maszyny jest następujący:

- ruch dostawczy za pomocą siłownika do „twardego zderzaka”,
- włączenie obrotów silnika i gwintowanie,
- obroty silnika zostają zahamowane - koniec gwintowania,
- włączenie przeciwnych obrotów silnika i wyjście narzędzi z materiału, a później zahamowanie obrotów silnika,
- z pomocą siłownika zespół wycofuje się na pozycje wyjściową.

Przez 2 lata gromadzono bazy danych z 516 239 cykli pracy gwintowników różnych dostawców. Do zbierania danych wykorzystano system monitorowania narzędzia Digital Way WattPilote. System ten daje możliwość monitorowania procesu w czasie rzeczywistym i gromadzenia danych z wykresu mocy w czasie z wielowrzecionowej jednostki gwinciarskiej z częstotliwością 0,005 sek., co pozwala określić większą dynamikę sygnału danego narzędzia [8].



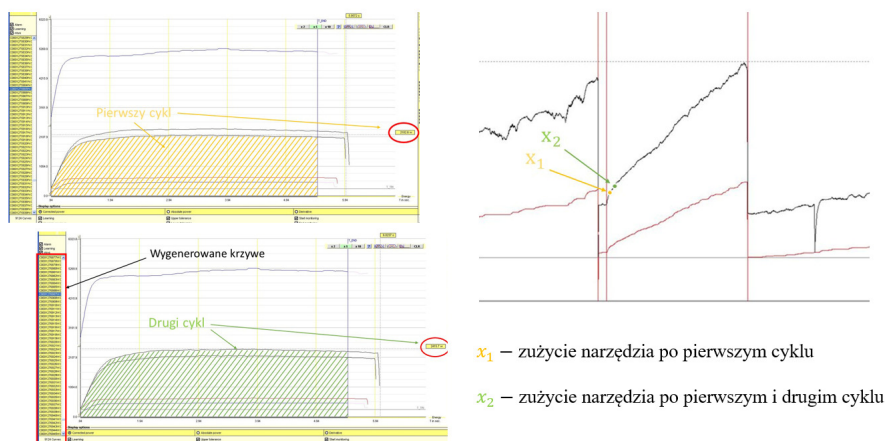
Rysunek 4. Zasada funkcjonowania [7]

Umożliwia to wykrywanie wykruszeń gwintowników. Serie danych z obróbki mogą być wyświetlone przez użytkownika systemu w dowolnym momencie. Górna i dolna granica wytyczają tolerancję w jakiej powinny mieścić się krzywe, w momencie

przekroczenia któreś z nich wyzwalany jest alarm (Rys. 4). Na kształt i ułożenie krzywych wpływają: rodzaj chłodzenia, rodzaj narzędzia i rodzaj materiału z jakiego wykonany jest produkt.

3.1. Zasady działania systemu

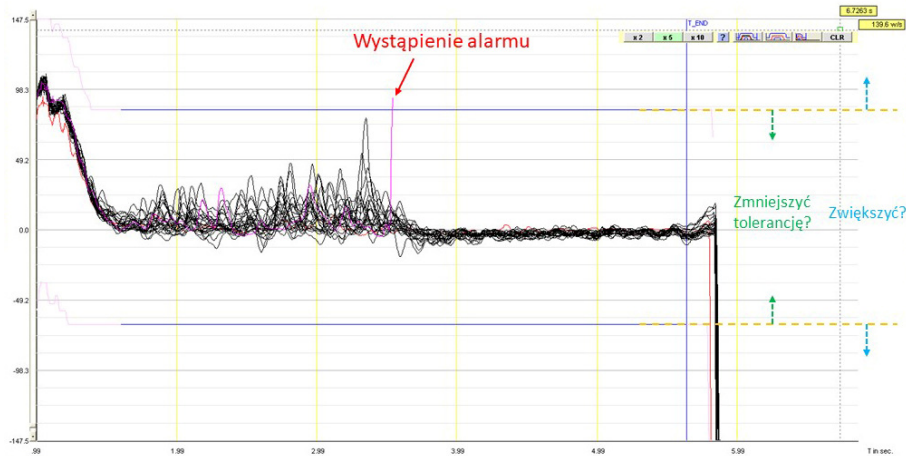
Aby zostały stworzone trendy zużyciowe należy przeanalizować zarejestrowane wykresy mocy w czasie pracy narzędzi. Pionowa oś wykresu przedstawia wartości mocy wyrażoną w Watach, a pozioma czas w sekundach. Po każdym cyklu obróbczym maszyny na wykresie pojawia się krzywa (Rys. 5). Na wykresie zapisane zostają wszystkie wygenerowane krzywe, gdzie zostaje im nadany indywidualny, przyrastający numer seryjny. Z każdym kolejnym cyklem generuje się trend zużyciowy eksploatowanego narzędzia.



Rysunek 5. Tworzenie trendu zużyciowego narzędzia [opracowanie własne]

3.2. Początkowe testy

Badania rozpoczynają się od wyzwania ustawienia zakresów granic tolerancji, aby nie wywoływać fałszywych (niepotrzebnych) alarmów. Taka optymalizacja pozwoli na swobodną produkcję jednocześnie nie dopuszczając do złamania narzędzia. W późniejszym etapie konieczna jest analiza ilości alarmów, a także złamań gwintowników w okresie czasu, który pozwoli na empiryczne udowodnienie, że przyjęte założenia są słuszne (Rysunek 6).



Rysunek 6. Analiza pracy narzędzi. Źródło: Zasoby firmy ZPT

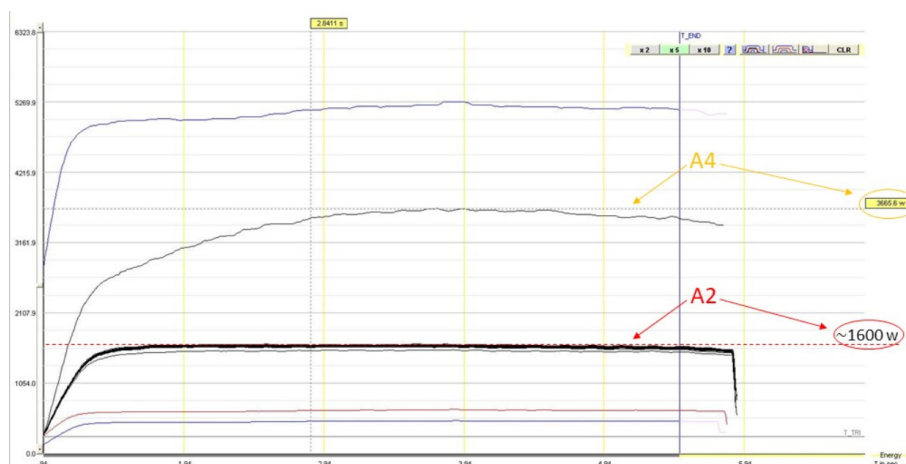
Aby wykonać analizy alarmów, złamań gwintowników oraz dokonać optymalizacji zakresów tolerancji potrzebne są odpowiednie dane, zatem konieczne było wykonanie testów. Rysunek 6 przedstawia wykres pracy narzędzi od dostawcy A1 na 30 sztukach detali. Podjęto decyzję o odrzuceniu tego dostawcy ze względu na fakt, iż gwintowniki wywoływały dużą ilość alarmów co widać na ilustracji i łamały się po wykonaniu niewielkiej ilości sztuk nie pozwalając na dalszą produkcję. Spowodowało to konieczność znalezienia innego rozwiązania. Zostały przeprowadzone próby kilku rodzajów gwintowników, przy różnych ustawieniach systemu monitorowania. Testowano także możliwości narzędzi regenerowanych. Próby były przeprowadzane od 1 grudnia 2015 roku do 14 września roku następnego, czyli w czasie 10 miesięcy. W tym okresie zostało wykonanych 254 401 sztuk detali. Przetestowano wówczas gwintowniki od pięciu dostawców: A1, A2, A3, A4, A5.

Po testach i wielu zmianach w systemie monitorowania przeanalizowano wygenerowane dane. W trakcie prób miały miejsce różne zdarzenia m.in. łamały się gwintowniki, powstało 58 alarmów, w oparciu o które zostały zweryfikowane ustawienia ze względu na specyfikę pracy poszczególnych gwintowników. Sprawdzano pracę narzędzi z różnych firm i z czasem otrzymane wyniki zostały zweryfikowane. Po analizie rejestru zdarzeń podjęto decyzję o odrzuceniu do dalszych prób trzech dostawców: A1, A3 i A5.

3.3. Analiza trendów zużyciowych narzędzia

Kolejny etap wykonanych testów dał nowe możliwości obserwacji i analizy pracy narzędzi. Próby zostały przeprowadzone od 15 września 2016 roku do 13 czerwca następnego roku, czyli w czasie 9 miesięcy. W tym okresie zostało wykonanych 261 838 sztuk detali. Do testów zostały wykorzystane gwintowniki od dwóch dostawców: A2 i A4.

Rysunek 7 przedstawia zużycie mocy w trakcie cykli dwóch dostawców gwintowników. Po przeanalizowaniu rejestru zdarzeń oraz mocy jaka jest potrzebna do obróbki zdecydowano, że jedynym dostawcą narzędzi będzie firma A2.



Rysunek 7. Zużycie mocy gwintowników firmy A4 i A2. Źródło: Zasoby firmy ZPT

Wykresy pracy narzędzi pozwalają śledzić zdarzenia i w pewnym stopniu odciążają pracę człowieka. Dzięki nim otrzymujemy również informacje, których w inny sposób nie bylibyśmy w stanie uzyskać. Oprócz tego pozwalają one na dokładniejszą analizę zarejestrowanych zdarzeń, co zwiększa prawdopodobieństwo podejmowania trafnych decyzji. Niepotrzebne jest sprawdzanie maszyny co jakiś sztywno określony odstęp czasowy, zmniejsza się ilość wymian, a to minimalizuje ilości zatrzymań w trakcie produkcji.

4. Podsumowanie i efekty zastosowania projektu

Gromadzenie i szczegółowa analiza dużych zbiorów danych pozwoliła znaleźć odpowiedź na pytania: czy aby na pewno firma produkuje najlepiej jak się da? Czy można lepiej? Badania pokazują, że jest możliwość wdrożenia ulepszeń, a te przynoszą wymierne efekty. Poznanie i zrozumienie działania systemu monitorowania pozwoliło na stworzenie bazy, w której istnieje możliwość przechowywania danych. Zgromadzenie 516 239 pomiarów z maszyny umożliwiło stworzenie trendów zużyciowych, a ich analiza pozwoliła również na podjęcie trafnej decyzji w postaci zmiany gwintowników typu HSS na VHS i wyboru odpowiedniego dostawcy narzędzia. Wprowadzone innowacje w znacznym stopniu odciążyły też pracowników zmniejszając liczbę wymian gwintowników. Używanie tego typu systemów prowadzi do zmiany reguł dotyczących wymiany narzędzi, nie robi się już tego tylko i wyłącznie w oparciu o klasyczną metodę sztywno założonej ilości sztuk. Zgromadzenie i przeanalizowanie danych umożliwiło w sposób doświadczalny osiąść wiedzę o rzeczywistej żywotności gwintowników, a następnie wydłużenie jej. Dzięki optymalizacji ograniczona została m.in. ilość alarmów. Tabela 1 pokazuje jak ogromny postęp został wykonany przy analizie alarmów. Od 15 września 2016 r do 13 czerwca 2017 r system zarejestrował ich 1 132, a od 4 lipca 2017 r do 7 lipca 2019 r ilość alarmów to 28.

Tabela 1. Ilość alarmów w czasie testów [opracowanie własne]

Przedział czasowy	Okres czasu	Ilość alarmów
15.09.2016 - 13.06.2017	9 miesięcy	1132
04.07.2017 - 07.07.2019	24 miesiące	28

Ponadto możliwe jest też obliczenie średniej liczby sztuk produkowanych dla danych gwintowników. Daje to możliwość oszacowania opłacalności zastosowania poszczególnych rodzajów narzędzi (Tabela 2).

Tabela 2. Gwintownik typu HSS i VHM [opracowanie własne]

Typ gwintownika	HSS	VHM
Średnia ilość produkowanych sztuk	1300	21650
Maksymalna ilość wyprodukowanych sztuk	3101	27784

LITERATURA

1. FABISZEWSKI M., RYCHLIK K.: Jednostka gwinciarska dla przemysłu opracowana w IMBiGS. Technologia i Automatykacja Montażu, Warszawa 1(2013), 45-46.
2. MAYER-SCHÖNBERGER V., CUKIER K.: Big Data: rewolucja, która zmieni nasze myślenie, pracę i życie: efektywna analiza danych. MT Biznes, Warszawa 2017, s. 20.
3. OSOWSKI S.: Metody i narzędzia eksploracji danych. BTC, Legionowo 2013.
4. PROVOST F., FAWCETT T.: Analiza danych w biznesie. Sztuka podejmowania skutecznych decyzji. Helion, Gliwice 2019, s. 29-31.
5. SZELIGA M.: Data science i uczenie maszynowe. PWN, Warszawa 2017.
6. KOBIELA A., KACZMAR E., KOLNY D., WIĘCEK D.: Istota, potencjał i ograniczenia wdrażania rozwiązań Big Data w przemyśle. Red. WIĘCEK D., RYSIŃSKI J.: Technologia, procesy i systemy produkcyjne, tom 3. Akademia Techniczno-Humanistyczna, 2018, s.139-148.
7. KOLNY D., WIĘCEK D., ZIOBRO P., KRAJCOVIC M.: Application of a computer tool monitoring system in CNC machining centres. Applied Computer Science, 13(4), 7-19.
8. Strona internetowa firmy Digital Way <https://www.digitalway.fr/>, 02.10.2020.