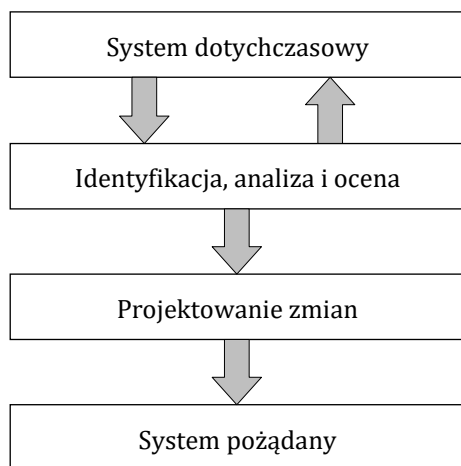


2

OBSERWACJA CIĄGŁA – STUDIUM PRZYPADKU OPERATORA FREZARKI

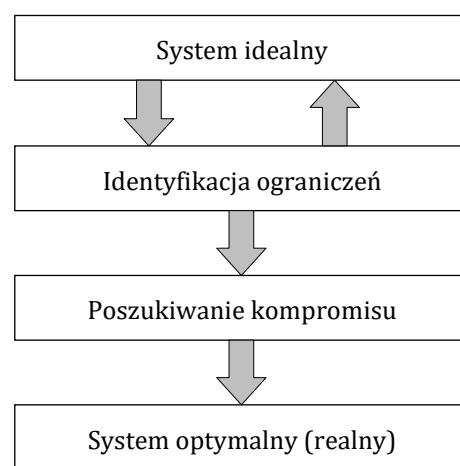
2.1 WPROWADZENIE

Przedsiębiorstwa koncentrują się na poszukiwaniu rozwiązań mających na celu ich doskonalenie, zwiększając przy tym, szeroko rozumianą efektywność ekonomiczną [6]. Celem racjonalizowania produkcji jest poprawa efektywności gospodarowania zasobami przedsiębiorstwa. Można to uzyskać zwiększając wartość produkcji i jednocześnie utrzymując koszty na niezmienionym poziomie lub je dodatkowo redukując. Sposób racjonalizowania produkcji może być oparty o strategię poszukiwania usprawnień i eliminacji błędów organizacyjnych. Usprawnianie procesów i rozwiązywanie problemów w organizacji odbywa się poprzez zastosowanie różnych metod i technik. Metody doskonalenia można podzielić ogólnie na: diagnostyczne i prognostyczne. Podejście diagnostyczne polega na działaniu, które rozpoczyna się od analizy, a kończy na syntezie, natomiast prognostyczne przebiega odwrotnie [3]. Procedurę metody diagnostycznej oraz prognostycznej przedstawiono kolejno na rys. 2.1 i 2.2.



Rys. 2.1 Procedura metody diagnostycznej

Źródło: [2]



Rys. 2.2 Procedura metody prognostycznej

Źródło: [3]

W zakresie metody diagnostycznej można umieścić badanie pracy. Badanie pracy polega na przeanalizowaniu wykonywanej pracy w celu jej udoskonalenia. Dokonuje się obserwacji, analizy i pomiarów czasu trwania realizowanych operacji oraz definiuje się standardy w tym zakresie. Na początku ustala się rzeczywisty przebieg wykonywania

pracy, ujawnia się strata czasu, które wynikają z zastosowanej metody pracy, a następnie projektuje usprawnienia i się je wdraża. Takim sposobem ustala się racjonalny sposób wykonania określonej pracy oraz niezbędny czas realizacji zadania [14]. Rezultatem badania pracy jest uzyskanie korzystnej zmiany organizacji pracy oraz wdrożenie usprawnień, które przyczynią się do zmniejszenia kosztów funkcjonowania przedsiębiorstwa lub/i zwiększenia jego przychodów, co w konsekwencji doprowadzi do poprawy jego wyników finansowych [1]. Takie podejście nie niesie ze sobą dużego ryzyka i często nie wymaga dużych nakładów finansowych, jak w przypadku odmiennych koncepcji, takich jak na przykład reengineering (szerzej o reengineeringu [4]).

Efektywność organizacji pracy skupia się na maksymalizacji wykorzystania czasu pracy, zasobów ludzkich i materialnych w procesie produkcyjnym [9]. Analiza czasu roboczego jest istotna, gdyż wydajność ludzi i maszyn jest jednym z podstawowych kryteriów oceny stanu funkcjonowania organizacji. Struktura czasu roboczego jest źródłem informacji o rezerwach produkcyjnych przedsiębiorstwa oraz jest pomocna przy ustalaniu norm pracy. Normy służą do stworzenia warunków dla prawidłowego planowania, motywowania, realizacji i kontroli produkcji [11].

Jedną z najstarszych metod pomiaru czasu pracy jest obserwacja ciągła, zwana również fotografią dnia pracy. Początki wykorzystania obserwacji ciągłej odnotowano w fabryce porcelany w Derby w roku 1792 [7]. W literaturze przedmiotu można odnaleźć stwierdzenia, że obserwację ciągłą traktuje się jako uzupełnienie chronometrażu. Za pomocą chronometrażu precyzyjniej określa się czas wykonania czynności powtarzanych podczas zmiany roboczej, gdyż zadania dzieli się na krótsze odcinki czasu, metoda uwzględnia tempo pracy i obejmuje pomiary różnych operatorów realizujących te same zabiegi. Dane z obserwacji ciągłych pokazują różne sposoby wykonania zadania, służą do określenia struktury czasu pracy, zdefiniowania prawidłowej kolejności wykonywania operacji, oszacowania stopnia wykorzystania czasu pracy na operacje produkcyjne i postoje, ustalenia frekwencji występowania czynności pomocniczych oraz prawdopodobieństwa wystąpienia nieregularności. Ze względu na stosunkowo długi czas trwania (równy zazwyczaj zmianie roboczej) obserwacje ciągłe są coraz częściej wypierane przez obserwacje migawkowe [10].

Literatura jest uboga w przykłady zastosowania obserwacji ciągłej, jednakże zastosowanie metody oddaje pełny obraz przebiegu wszystkich czynności i przerw w trakcie produkcji, który po przeanalizowaniu ma znaczący wpływ na wygenerowanie działań usprawniających organizację oraz ustalenie optymalnego sposobu wykorzystania czasu pracy pracowników i maszyn. Im więcej obserwacji zostanie wykonanych, tym reprezentatywność danych i wyników będzie większa. Celem niniejszej pracy jest zaprezentowanie studium przypadku wykorzystania obserwacji ciągłej jako narzędzia do planowania racjonalizacji produkcji w przedsiębiorstwie produkcyjnym na przykładzie stanowiska frezera.

2.2 MATERIAŁ I METODY

Do celów przeprowadzenia obserwacji ciągłej na stanowisku pracy zalicza się:

- przegląd i wykonanie analizy uwzględniającej: organizację pracy, czasy poszczególnych zadań i czynności, definicję zakłóceń, określenie efektywności;
- wykonanie analizy ergonomicznej;
- obserwację poziomu zaangażowania i zachowań pracowników w czasie ich pracy.

Obserwacje wykonuje się poprzez pomiary czasów przez całą zmianę roboczą wybranego wykwalifikowanego pracownika. Definiuje się przy tym, jaki czas trwa dane zadanie, a następnie wykonuje analizę wykonanej pracy. Określa się wszelkie nieprawidłowości i możliwe działania naprawcze. Na podstawie zebranych danych opracowuje się raport, który może reprezentować wszystkie zmiany robocze. Pozwala to na określenie sytuacji zastanej na stanowisku i określenie możliwości wprowadzenia zmian.

W zależności od potrzeb stosuje się kilka odmian fotografii dnia pracy [5]:

- indywidualną – wykonywana jest na jednym stanowisku roboczym z udziałem jednego pracownika;
- zespołową – polegająca na obserwowaniu zespołu pracowników wykonujących określoną pracę;
- trasową – służąca do pomiaru czasu pracy potrzebnego do wykonania danego zadania/wyrobu, poruszającego się po wyznaczonej trasie;
- samofotografię – podczas której wykonawca rejestruje czas wykonywanych operacji, stosuje się ją głównie w pracy biurowej.

Do badań wybrano indywidualną fotografię dnia pracy. Studium przypadku Dotyczy stanowiska frezera CNC (ang. Computerized Numerical Control). W analizowanym przedsiębiorstwie istnieje siedem takich samych stanowisk roboczych, z których jedno poddano obserwacji. Jedną frezarkę CNC jednocześnie obsługuje jeden operator. Maszynę wyposażono w nowe oprzyrządowanie umieszczone na stole rotacyjnym frezarki. Oprzyrządowanie służy do mocowania półwyrobu i pozwala na to, aby jednocześnie zamontowane były dwa produkty w maszynie – wówczas jeden element znajduje się w strefie obróbki, a drugi w strefie montażu. Po zakończeniu obróbki stół maszyny obraca się i dokonywana jest zamiana miejsca elementów względem siebie.

Produkcja jest wykonywana partiami. Po wykonaniu jednej partii następuje zmiana asortymentu, podczas której należy wymienić elementy składowe oprzyrządowania i wyregulować maszynę. W jednej partii wykonuje się elementy podobne, lecz nieidentyczne, stąd konieczne są dodatkowe regulacje, a czasy frezowania różnią się od siebie. Przy stanowisku znajduje się pomieszczenie ze współrzędnościowymi maszynami pomiarowymi, których używa się do weryfikacji każdego elementu gotowego.

Przebieg wykonania obserwacji podzielono na trzy etapy zgodnie z wytycznymi znajdującymi się w literaturze przedmiotu [8]: przygotowanie do obserwacji, obserwowanie i mierzenie, opracowanie i analiza zmierzonych wartości. Obserwację wykonał autor niniejszej pracy.

W pierwszym etapie wyznaczono stanowisko robocze i cel obserwacji, którym było określenie możliwości produkcyjnych frezarki CNC z wykorzystaniem zakupionego oprzyrządowania do montowania elementów. Wybrano wykwalifikowanego pracownika do badania, którego poinformowano wcześniej o obserwacji ciągłej i przekonano go, że ma ona na celu usprawnienie pracy, bez uszczerbku dla niego. Działanie to jest istotne ze względu na zapewnienie kooperacji operatora oraz zapobiegnięcie błędów w obserwacji czasu [12]. Przed przystąpieniem do pomiarów obserwujący zapoznał się z technologią, organizacją i obsługą stanowiska roboczego, operacjami wykonywanymi przez pracownika frezarki oraz charakterystyką wyrobu.

Drugi etap to właściwa obserwacja. Obserwujący wykonał ośmiogodzinne pomiary rozpoczynające się wraz z początkiem zmiany roboczej. W trakcie notował wszystko, co wykonywał podmiot obserwacji, zapisywał czas cykli pracy frezarki, jak również jej przerw oraz uwagi i spostrzeżenia. Do pomiarów wykorzystano elektroniczne urządzenie rejestrujące czas. Rejestracji czasów dokonano z dokładnością do ok. 5 sekund. Docelowo przygotowano arkusz fotografii dnia pracy, który zawierał elementy zmiany roboczej (tab. 2.1).

Tab. 2.1 Fragment arkusza fotografii dnia pracy

Godz.	Kod	Czas	Opis	Grupa	Maszyna
09:15:31	12	0:01:29	Montaż półwyrobu	Czynności główne	Postój
09:16:18	52	0:00:47	Czynności administracyjne	Czynności pomocnicze	Praca
09:21:18	91	0:05:00	Przerwa operatora	Odpoczynek	Praca
09:22:59	13	0:01:41	Regulacja maszyny	Czynności główne	Praca
09:24:37	52	0:01:38	Czynności administracyjne	Czynności pomocnicze	Praca
09:26:06	13	0:01:29	Regulacja maszyny	Czynności główne	Praca
09:27:17	13	0:01:11	Regulacja maszyny	Czynności główne	Praca
09:28:09	52	0:00:52	Czynności administracyjne	Czynności pomocnicze	Praca
09:31:34	53	0:03:25	Pobranie półwyrobu z pola	Czynności pomocnicze	Praca
09:33:48	11	0:02:14	Obróbka ręczna półwyrobu	Czynności główne	Praca

Źródło: opracowanie własne

W ostatnim etapie pogrupowano jednoimienne elementy pracy i przerw oraz wyliczono czas trwania poszczególnych czynności. Obliczenia wykonano w arkuszu kalkulacyjnym. W zestawieniu sklasyfikowano czas pracy. Celem racjonalizacji produkcji jest poprawa efektywności gospodarowania zasobami przedsiębiorstwa przy niezmiennych kosztach, więc należy przywrzeć się wskaźnikom efektywności: zasobów ludzkich, wykorzystaniu materiałów i maszyn. Na podstawie danych z obserwacji ciągłej dokonano kalkulacji wskaźnika efektywnego wykorzystania czasu pracy maszyny, według wzoru (na podstawie [13]):

$$W_e = \frac{E}{F_{rz}} \times 100\% \quad (2.1)$$

gdzie:

- W_e – wskaźnik efektywnego wykorzystania czasu pracy maszyny,
 E – efektywny czas pracy maszyny,
 F_{rz} – rzeczywisty fundusz czasu pracy maszyny.

Zestawienie wyników posłużyło do wykonania analizy i określenia możliwości produkcyjnych frezarki z wykorzystaniem oprzyrządowania do montowania elementów umieszczonego na stole rotacyjnym maszyny. Wnioski z obserwacji ciągłej powinny być zawsze tak sformułowane, aby ukierunkowywały działania na eliminację albo redukcję wszystkich stwierdzonych postojów i strat w produkcji.

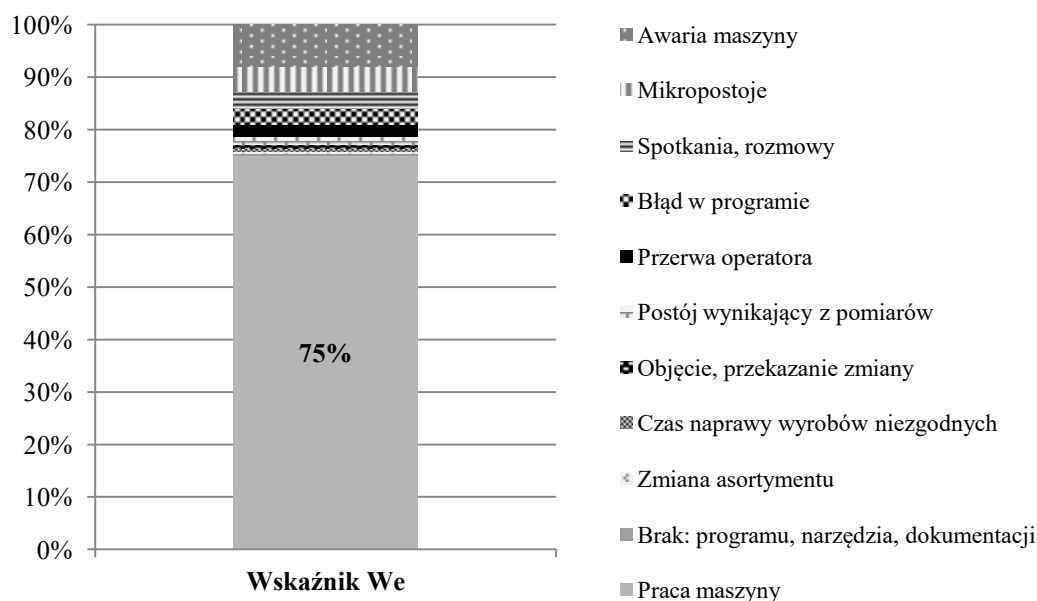
2.3 WYNIKI I DYSKUSJA

Założono, że wykonana fotografia dnia pracy to próbka reprezentatywna, gdyż operator w ciągu zmiany roboczej wykonał 6,4 wyrobów w określonej technologii, a jego średni wynik zarejestrowany w miesiącu poprzedzającym obserwację to 5,8 sztuk /zmianę.

Zsumowano czas efektywnej pracy frezarki, czyli wytworzenia wyrobów gotowych i odniesiono go do czasu zmiany roboczej. W ten sposób obliczono wskaźnik efektywnego wykorzystania czasu pracy maszyny, który wyniósł:

$$W_e = \frac{361 \text{ min}}{480 \text{ min}} \times 100\% = 75\% \quad (2.2)$$

Otrzymany wynik wskaźnika efektywnego wykorzystania czasu pracy maszyny wraz z przyczynami postojów przedstawiono na rys. 2.3.



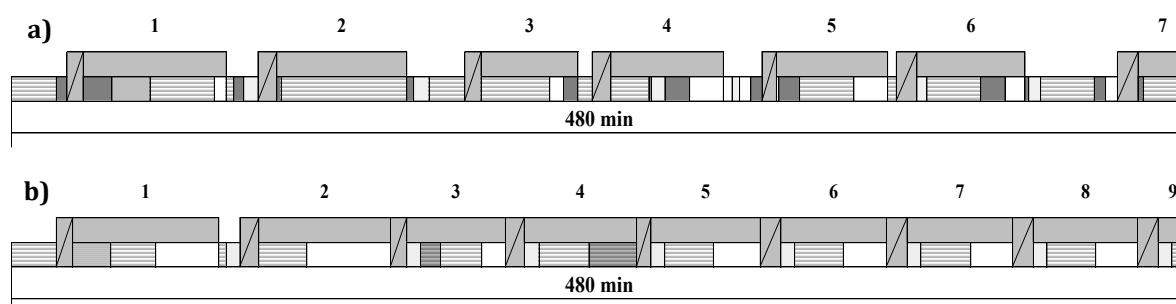
Rys. 2.3 Wykres przedstawiający procentowy udział zużycia czasu frezarki CNC podczas zmiany roboczej

Źródło: opracowanie własne

Operator miał za zadanie w miarę możliwości zachować ciągłość produkcji na frezarce poprzez redukcję postojów maszyny oraz wykorzystując w tym celu oprzyrządowanie do montowania elementów umieszczonego na stole rotacyjnym maszyny. Ozna-

czało to, że gdy w strefie obróbki trwał proces frezowania, drugi element w tym samym czasie miał być montowany przez operatora w strefie mocowania maszyny. Niestety nie przy każdym cyklu produkcyjnym ta zasada była realizowana w opisany sposób. Ponadto każdy wyrób gotowy poddawano weryfikacji poprzez wykonanie pomiaru na współrzędnościowej maszynie. Te kontrolne czynności również przyczyniły się do wzrostu czasu postojów frezarki, ponieważ operator po zakończeniu frezowania (podczas postoju maszyny) weryfikował element, a następnie montował kolejny w strefie mocowania frezarki. Dodatkowo w trakcie zmiany roboczej miały miejsce zakłócenia, między innymi takie jak: brak potrzebnych narzędzi do pracy, rozmowy z innymi pracownikami, awarie (wyciek chłodziwa, alarm wynikający z pozostawienia przyrządów mocujących w maszynie), błąd w programie obróbczym, szukanie dokumentacji technologicznej.

Czas frezowania jednego elementu trwał minimum 45 min do maksymalnie 67 min, więc operator miał wystarczającą ilość czasu na wykonanie czynności przygotowujących do kolejnego cyklu. Zauważono, że podczas, gdy element był frezowany, operator wykonywał czynności porządkowe, przesuwając w czasie pomiar wyrobu gotowego oraz montaż kolejnego półwyrobu. Charakterystykę pracy operatora frezarki z uwzględnieniem cyklu maszynowego zestawiono na rys. 2.4 ze schematem pracy na tym samym stanowisku po eliminacji lub redukcji czynności i zakłóceń, których można było uniknąć podczas badanej zmiany. Pola na szarym tle oznaczają cykl pracy maszyny, a pozostałe pracę manualną operatora frezarki.



Rys. 2.4 Analiza zużycia czasu pracy maszyny i operatora

- a) – Produkcja wykonana podczas zmiany roboczej,
b) – Możliwości produkcyjne podczas analizowanej zmiany roboczej.
Źródło: opracowanie własne

W celu uzyskania poprawy wyników autor zaproponował wprowadzić następujące udoskonalenia:

- poprawa jakości prac działu utrzymania ruchu, aby uniknąć awarii (eliminacja wycieku chłodziwa) – regularne przeglądy i prewencje;
- wykorzystanie tzw. tablicy cieni narzędzi na stanowisku;
- poprawa błędów w programie obróbczym przez programistę przed udostępnieniem programu obróbczego na maszynę;
- uporządkowanie szafy z dokumentacją technologiczną;
- zakup niezbędnych narzędzi do pracy, aby uniknąć szukania i pobierania z innych stanowisk;

- uwrażliwienie operatora na przestrzeganie czasu przerwy (redukcja czasu prywatnych rozmów);
- redukcja czasu sprzątanania stanowiska, sporządzenie harmonogramu czyszczenia maszyny;
- redukcja prac przygotowawczo-zakończeniowych między cyklami maszyny (przejścia na pusto, zbędna weryfikacja półwyrobów i opis półwyrobów flamastrem);
- zdefiniowanie standardu: wykonywanie pomiaru na maszynie współrzędnościowej w momencie, gdy kolejny element jest już zamontowany w strefie mocowania frezarki (wykorzystywanie oprzyrządowania do mocowania wyrobów), po zakończeniu cyklu frezowania bezzwłoczne uruchamianie następnego (redukcja postojów między cyklami maszyny);
- monitorowanie odchyłeń od przestrzegania nowego standardu;
- aktualizacja norm produkcyjnych.

Wprowadzając powyższe ulepszenia można znacznie poprawić organizację pracy, tym samym zwiększając możliwości produkcyjne stanowiska frezera CNC. Należy mieć na uwadze, że w badanym przedsiębiorstwie jest grupa jednorodnych maszyn, więc zysk z wdrożenia zmian będzie uwielokrotniony.

PODSUMOWANIE

Analiza pokazała, że poprzez modyfikację metody pracy frezera oraz wprowadzenie usprawnień każdy operator może uzyskać wzrost produktywności nawet o ok. 2 wyroby więcej w ciągu zmiany roboczej (ilość zależna od czasu jednostkowego określonego asortymentu), co przełoży się na podwyższenie wskaźnika efektywnego wykorzystania czasu pracy maszyny o ok. 20%. Z teoretycznego punktu widzenia istnieje możliwość osiągnięcia 100% wyniku wskaźnika efektywnego wykorzystania czasu pracy maszyny. Z analizy wynika, że podczas badanej zmiany roboczej operator nie mógł uniknąć czynności przygotowawczych na początku zmiany oraz regulacji maszyny po pierwszym cyklu frezowania.

Obserwacja ciągła pozwoliła na zebranie istotnych informacji służących do uporządkowania zadań w procesie produkcyjnym, jak i wygenerowania pomysłów na podniesienie poziomu efektywności stanowiska frezera. W przedstawionym studium określono kierunki doskonalenia analizowanego stanowiska, które w znacznym stopniu mogą przyczynić się do zwiększenia produkcji oraz efektywniejszego wykorzystania zasobów ludzkich i maszynowych.

Dokonanie analizy organizacji pracy jest stosunkowo łatwe, natomiast w praktyce zmiana funkcjonujących standardów jest znacznie trudniejsza. Wdrożenie działań usprawniających realizowane jest w długim okresie czasu i niekiedy wymaga dodatkowych nakładów finansowych. Należy podkreślić, że osiągnięcie połowy z teoretycznie wyliczonych zysków, czyli w tym przypadku podniesienie wskaźnika efektywnego wykorzystania czasu pracy maszyny o ok. 10%, również można będzie uznać za sukces, biorąc pod uwagę złożony charakter procesu i wysokie wymagania na przykład w aspekcie jakości produktu i związaną z tym weryfikacją.

LITERATURA

- 1 J. Antoszkiewicz, K. Piech. „Diagnozowanie wykonawstwa – zespół metod badania pracy.” J. Antoszkiewicz (red.), *Metody rozwiązywania problemów w warunkach małego przedsiębiorstwa. Monografie i Opracowania*. Warszawa: Instytut Funkcjonowania Gospodarki Narodowej SGH, 1999.
- 2 H. Bieniok i inni. *Metody sprawnego zarządzania*. Warszawa: Placet, 1997.
- 3 M. Brzozowski, T. Kopczyński. *Metody zarządzania*. Poznań: Uniwersytet Ekonomiczny, 2011.
- 4 W. A. Cempel. „Logistic process reengineering: a case study”. *Total Logistic Management*, No. 3, 2010, p. 5-20.
- 5 A. Czermiński i inni. *Wybrane zagadnienia z teorii organizacji i zarządzania*. Warszawa: PWN, 1982.
- 6 Z. Gomółka. *Doskonalenie funkcjonowania organizacji*. Warszawa: Difin, 2009.
- 7 J. Lewandowski, B. Skołod, D. Plinta. *Organizacja systemów produkcyjnych*. Warszawa: PWE 2014.
- 8 V. Libal i inni. *Organizacja i zarządzanie produkcją*. Warszawa: PWE, 1976.
- 9 J. Matuszek, T. Kasperek. „Racjonalizacja czasów przebrojeń stanowisk roboczych.” *Zeszyty Naukowe Politechniki Śląskiej. Seria: Organizacja i zarządzanie*, z. 70, 2014.
- 10 Z. Mikołajczyk. *Techniki organizatorskie w rozwiązywaniu problemów zarządzania*. Warszawa: PWN, 1999.
- 11 J. Mioduszeński i inni. *Metody organizacji i zarządzania*. Olsztyn: EXPOL, 2013.
- 12 H. Mreła. *Metody badania pracy*. Warszawa: PWE, 1979.
- 13 W. Popławski i inni. *Ocena i diagnoza. Wstęp do metod organizacji i zarządzania*. Olsztyn: Wydawnictwo UWM, 2002.
- 14 J. Żurek, O. Ciszak, M. Suszyński. „Dobór metod badania czasu pracy w procesie montażu”. *Technologia i automatyzacja montażu*, Nr 2(3), 2007.

OBSERWACJA CIĄGŁA – STUDIUM PRZYPADKU OPERATORA FREZARKI

Streszczenie: W artykule przedstawiono charakterystykę obserwacji ciągłej, jednej z metod badania czasu pracy. Zaprezentowano studium przypadku wykorzystania tej metody na przykładzie stanowiska operatora frezarki CNC. Opisano całą procedurę realizacji obserwacji. W wyniku otrzymano pełny obraz przebiegu wszystkich czynności i przerw mających miejsce w trakcie procesu produkcyjnego. Obserwacja ciągła zilustrowała najczęściej powtarzające się problemy, głównie związane z organizacją pracy. Uzyskane dane z obserwacji poddano analizie. Oszacowano, że poprzez modyfikację sposobu pracy frezera oraz wprowadzenie usprawnień każdy operator może uzyskać wzrost produktywności nawet o ok. 2 wyroby więcej w ciągu zmiany roboczej. Wdrożenie zaproponowanych udoskonaleń może mieć znaczny wpływ na podwyższenie efektywności ekonomicznej całego przedsiębiorstwa.

Słowa kluczowe: obserwacja ciągła, fotografia dnia pracy, badanie pracy

CONTINUOUS OBSERVATION - A CASE STUDY OF MILLING MACHINE OPERATOR

Abstract: The article presents the characteristics of continuous observation, one of the methods of work study. The material presents a case study of this method on the example of milling machine operator. The procedure of observation is described. The result was a complete picture of the course of all activities and breaks, which take place during the production process. Continuous observation illustrated the most recurrent problems, mainly connected with organization of work. The obtained data from observation was analyzed. It was estimated that by modifying the way of working milling machine operator and by the implementation of improvements each operator may obtain increasing productivity by up to approx. 2 products more during the work shift. The implementation of the proposed improvements can have a considerable impact on increasing the economic efficiency of the entire company.

Key words: continuous observation, snap shoot of daily routines, work study

Mgr inż. Celina BARTNICKA
Uniwersytet Warmińsko-Mazurski w Olsztynie
Wydział Nauk Technicznych
Katedra Inżynierii Bezpieczeństwa
ul. Oczapowskiego 11, 10-719 Olsztyn
e-mail: C.Bartnicka@interia.pl

Data przesłania artykułu do Redakcji: 30.04.2016
Data akceptacji artykułu przez Redakcję: 13.05.2016