ROZDZIAŁ 14

Metody normatywów elementarnych w redukcji czasów przebrojeń

*Maciej Walczak**

14.1. Wprowadzenie

Jednym z problemów występujących w przedsiębiorstwach produkcyjnych jest znalezienie optymalnej proporcji pomiędzy wielkością zapasów a rozmiarem serii produkcyjnych. Produkcja dużych serii jest z punktu widzenia planowania i organizowania procesów produkcyjnych mniej kłopotliwa, niż stosowanie małych serii. Niestety, strategia dużych serii prowadzi w konsekwencji do powstania zapasów półproduktów i produktów gotowych, a także zmniejsza atrakcyjność oferty przedsiębiorstwa z punktu widzenia klienta. Z kolei krótkie serie produkcyjne to oferta lepiej dostosowana do wymagań klienta, wyższa elastyczność systemu produkcyjnego oraz zdecydowanie większe możliwości w zakresie redukcji zapasów. Jednak krótkie serie wymagają częstego przebrajania stanowisk, czyli dodatkowej pracy oraz przestojów na stanowiskach. Niedogodność tę ogranicza się głównie poprzez racjonalizację procesów przebrojenia, w wyniku której następuje redukcja ich pracochłonności i czasu trwania. Najczęściej usprawnienie takie wykonywane jest zgodnie z metodą SMED, opracowaną przez S. Shingo na potrzeby systemów odchudzonej produkcji. Metodyka i zasady stosowania SMED zostały szczegółowo objaśnione przez jej twórcę¹. Jednak pomimo wysokiego poziomu dopracowania, już wielokrotnie starano się udoskonalić tok postępowania SMED, co podjęli np. C. Moxham, R. Greatbanks [2001], J. P. Leschke [1997], A. R. Mileham i in. [1997], Chao-Hsien Chu [1996], D. V. Goubergen [2009]. Kolejnym potencjalnym kierun-

* Dr inż., adiunkt, Uniwersytet Ekonomiczny w Krakowie, Katedra Metod Organizacji i Zarządzania.

¹ S. Shingo szczegółowo omówił metodę SMED w książce: *A Revolution in Manufacturing: The SMED System* [1985].

kiem rozwoju metody SMED może być również uzupełnienie toku postępowania zaproponowanego przez S. Shingo o aspekt analizy ruchów roboczych.

Zazwyczaj metody wykorzystujące normatywy czasu ustalane dla ruchów elementarnych są stosowane do normowania oraz analizowania przebiegu pracy [Mikołajczyk 2002, s. 265]. W przypadku przebrojeń metody normatywów umożliwiają określenie czasu trwania przebrojenia bez wykorzystywania techniki chronometrażu, który z racji swojej specyfiki wymaga wielokrotnego powtórzenia pomiaru czasu badanego procesu lub jego fragmentu. Prowadzenie tego typu pomiarów jest kłopotliwe w odniesieniu do przebrojeń, ponieważ częstotliwość ich powtórzeń jest zdecydowanie niższa niż typowych operacji produkcyjnych. Ponadto analiza badanego procesu pracy, towarzysząca stosowaniu metod bazujących na normatywach, niesie potencjalną możliwość usprawnienia przebiegu samego przebrojenia.

Celem niniejszego rozdziału jest przybliżenie specyfiki stosowania metod normatywów w racjonalizacji operacji przebrajania maszyn.

14.2. Racjonalizacja procesu przebrojenia zgodna z metodą SMED

Pod pojęciem przebrojenia rozumiana jest wymiana lub ustawianie w określonych położeniach: narzędzi, przyrządów i uchwytów obróbkowych oraz wymiennych części obrabiarki, niezbędnych do przeprowadzenia obróbki serii jednakowych przedmiotów z założoną dokładnością [Leksykon... 1989, s. 548].

S. Shingo czynności związane z przebrojeniem podzielił na dwa rodzaje: przebrojenia wewnętrzne i zewnętrzne [Shingo 1985, s. 22]. Przebrojenia wewnętrzne mogą być wykonywane jedynie w chwili postoju maszyny. Typowymi czynnościami o charakterze wewnętrznym są: zdjęcie materiału z maszyny, demontaż narzędzi, czyszczenie powierzchni roboczych, montaż narzędzi, założenie nowego materiału, serie próbne, regulacje maszyny itp. Natomiast przebrojenia zewnętrzne są to czynności, które mogą być wykonane, w momencie, gdy maszyna jest w ruchu. Do czynności tego typu zaliczane są: przygotowanie planów i instrukcji, transport materiałów i narzędzi z lub do magazynu, zebranie wszystkich pracowników niezbędnych do wykonania przebrojenia itp.

Usprawnienia procesu przebrojenia, zgodnie z oryginalną wersją metody SMED, dokonuje się w następujących etapach [Shingo 1985, s. 28]:

1. Stadium przygotowawcze.
2. Rozgraniczenie przebrojenia wewnętrznego i zewnętrznego.
3. Przekształcenie przebrojenia wewnętrznego w przebrojenie zewnętrzne.
4. Racjonalizacja wszystkich aspektów operacji przebrojenia.

Istota metody SMED przewiduje zastosowanie szeregu metod i technik pomocniczych. Podzielić je można na dwie grupy: metody i techniki o charakterze

organizatorskim oraz o charakterze rozwiązań typowo technicznych, czyli wymagających zmian w konstrukcji przeobrażanych stanowisk.

14.3. Specyfika przebrojeń w poszczególnych typach produkcji

Problem przebrojeń nabiera na znaczeniu wraz ze wzrostem częstotliwości ich przeprowadzania. Częstotliwość, z jaką dokonywane są przeobrażenia stanowiska roboczego jest bezpośrednio powiązana z typem produkcji realizowanym na danym stanowisku. Wyróżnia się następujące typy produkcji [Durlik 2000, s. 116]:

- jednostkowy – produkcja niepowtarzalna lub powtarzalna nieregularnie, liczba części i operacji jest nieograniczona;
- małoseryjny – krótkie partie produkcyjne, w niektórych przypadkach nie występuje cykliczność operacji, na stanowisku może być wykonywanych 20 do 50 (w szczególnych przypadkach nawet do 100) części i operacji;
- średnioseryjny – liczba wykonywanych części i operacji zawiera się w przedziale 5–20 w okresie powtarzalności;
- wielkoseryjny – 2 do 5 (w szczególnych przypadkach 10) części i operacji w okresie powtarzalności,
- masowy – ograniczenie zróżnicowania wykonywanych części i operacji do jednego rodzaju.

Realizowany typ produkcji oraz stopień specjalizacji stanowiska roboczego są ze sobą ściśle powiązane. W praktyce występują trzy podstawowe rodzaje stanowisk: uniwersalne, specjalizowane i specjalne (tab. 14.1).

Tabela 14.1. Stopień specjalizacji stanowisk roboczych i ich zastosowanie w poszczególnych typach produkcji

Stopień specjalizacji stanowisk roboczych	Możliwości w zakresie przeobrażania	Obsługiwane typy produkcji				
		jednostkowy	seryjny			masowy
			mało-	średnio-	wielko-	
Uniwersalne	bardzo duże	×	×	×	–	–
Specjalizowane	zawężone	–	–	×	×	×
Specjalne	bardzo małe	–	–	–	–	×

Źródło: opracowanie własne na podstawie: Durlik [2000], s. 117.

Stanowiska uniwersalne charakteryzują się dużą elastycznością w odniesieniu do rodzaju wytwarzanych części i wykonywanych operacji technologicznych. Możliwości takie wynikają z zastosowania uniwersalnego wyposażenia i narzędzi. W przypadku stanowisk specjalizowanych przebrojenia mogą być wykonywane jedynie w zakresie ograniczonym do określonej klasy przyrządów i narzędzi. Natomiast przy projektowaniu stanowisk specjalnych, przeznaczonych do wykonywania jednego rodzaju operacji i części, najczęściej nie przewiduje się możliwości dokonywania przebrojeń. Z tego też względu przygotowanie stanowiska specjalnego do wykonywania operacji innej niż ta, do której zostało pierwotnie przeznaczone, jest najczęściej powiązane z koniecznością jego przebudowy [Durlik 2000, s. 117].

Dodatkowym czynnikiem wpływającym na częstotliwość i zakres przebrojeń jest powtarzalność produkcji na stanowiskach. Z tego punktu widzenia wyróżnia się produkcję [Durlik 2000, s. 123; Brzeziński (red.) 2002, s. 95–98]:

- jednostkową – operację i część wykonuje się jeden raz, bez planowania kolejnych powtórzeń;

- seryjną niepowtarzalną – liczba powtórzeń operacji odpowiada wielkości serii produkcyjnej i nie planuje się ich kolejnych powtórzeń, różnorodność prac jest duża;

- seryjną powtarzalną – liczba powtórzeń operacji jest uzależniona od wielkości serii, zakłada się ponowne wykonywanie operacji wraz z rozpoczęciem kolejnego okresu powtarzalności. Liczba operacji realizowanych na stanowisku uzależniona jest od ich czasów jednostkowych. Zazwyczaj w przypadku produkcji małoseryjnej występuje również prawidłowość polegająca na tym, że zróżnicowanie prac będzie zdecydowanie większe niż przy produkcji wielkoseryjnej;

- masową – wykonywana operacja jest powtarzana niezmiennie w ciągu całego cyklu produkcyjnego (czyli w okresie wytwarzania danego elementu).

Powyższa charakterystyka poszczególnych typów produkcji sugeruje, iż największe korzyści z roszczenia metodyki SMED o elementy analizy normatywów elementarnych będzie można uzyskać w przypadku produkcji powtarzalnej średnioseryjnej. Wybór ten można argumentować odpowiednią częstotliwością występowania przebrojeń oraz ograniczoną liczbą ich zróżnicowania we wskazanym typie produkcji.

14.4. Zakres zastosowania i dobór metody normatywów na potrzeby racjonalizacji operacji przebrojenia

Pierwsze metody wykorzystujące normatywy elementarne zostały opracowane w latach 20. XX wieku. Jednak dynamiczny rozwój w tym obszarze nastąpił po II wojnie światowej wraz z opublikowaniem zasad stosowania MTM

(ang. *methods-time-measurement*), która stała się podstawą dla opracowania szeregu nowych metod wraz z ich odmianami². Istotą stosowania metod normatywów elementarnych jest podział analizowanego procesu pracy lub jego fragmentu na elementy wyszczególnione w danej metodzie, a następnie powiązanie z każdym z tych elementów odpowiadającego mu normatywu czasu. W następstwie syntezy wcześniej wyłonionych elementów zostaje wyznaczona norma czasu. Dodatkowo dzięki rozbiciu i analizie badanej pracy, w ramach przyjętego w metodzie układu normatywów mogą zostać wskazane potencjalne usprawnienia jej przebiegu.

Do najistotniejszych czynników mających wpływ na specyfikę wykorzystania metod norm elementarnych w usprawnianiu procesów przebrojeń należy zaliczyć:

- czas trwania przebrojenia – w zależności od charakterystyki wyposażenia znajdującego się na stanowisku, skomplikowania procesu przezbierania oraz poziomu jego zorganizowania czas może wynosić od kilku sekund do kilku godzin;
- poziom standaryzacji przebiegu przebrojenia – w przypadku każdej produkcji o charakterze seryjnym poziom ten jest najczęściej niższy od standaryzacji operacji produkcyjnych, które wykonywane są cyklicznie dużą liczbą razy. Wynika to z faktu, że pracownicy bezpośrednio produkcyjni przyzwyczajeni są do systematycznego powtarzania tych samych operacji (w konsekwencji, wraz z upływem czasu, nabywają wysokiej wprawy w ruchach roboczych). Natomiast przebrojenie wykonywane jest w dużo większych odstępach czasu, w wielu przypadkach przez różnych pracowników (ustawiaczy, operatorów, pracowników działu utrzymania ruchu). Stąd też poziom wprawy jak i standaryzacji będzie dużo niższy w porównaniu do operacji produkcyjnych;
- częstotliwość przebrojeń – im częściej jest powtarzane przebrojenie na stanowisku, tym korzyści z jego analizy z wykorzystaniem metod bazujących na normatywach będą większe. W przypadku, gdy przebrojenie wykonywane jest sporadycznie, z uwagi na duży nakład pracy wynikający ze specyfiki postępowania w metodach norm elementarnych, ich stosowanie traci sens.

Z punktu widzenia planowania produkcji do najistotniejszych konsekwencji wynikających z konieczności wykonania przebrojenia należy zaliczyć przestój stanowiska. W efekcie zastosowania metody SMED czas trwania przerwy w procesie produkcyjnym jest równy czasowi realizacji wszystkich czynności przebrojenia wewnętrznego. Oznacza to, że największą efektywnością będzie cechowało się zastosowanie metod bazujących na normatywach elementarnych w odniesieniu do czynności przebrojenia wewnętrznego. Propozycję integracji metod normatywów z etapami metody SMED przedstawiono na rys. 14.1.

² Wyczerpujący opis rozwoju metod mierzenia i normowania czasu pracy został zaprezentowany przez Ćwiklickiego [2011].

Rysunek 14.1. Zastosowanie metod normatywów w racjonalizacji przebiegu przeobrażenia
Źródło: opracowanie własne

Podział na analizę na poziomie makro i mikro wynika ze specyfiki metody SMED i metod ukierunkowanych na analizę normatywów. Zdaniem M. Cakmakciego i M. K. Karasu [2007, s. 336] radykalne skrócenie czasu przeobrażenia można osiągnąć w wyniku połączenia metodyki SMED, pozwalającej określić logiczną sekwencję czynności, oraz metody analizy normatywów, która wskaże optymalne ruchy ciała podczas wykonywania przeobrażenia wewnętrznego. Aby uzyskane skrócenie czasu miało charakter trwały, wypracowany sposób przeobrażenia należy ująć w formie standardowej procedury. Takim ustaleniem precyzyjnego toku postępowania powinny zostać objęte w szczególności czynności przeobrażenia wewnętrznego.

Poszczególne metody normatywów różnią się między sobą szczegółowością analizy, która przekłada się na dokładność uzyskanych wyników. Na przykład stosowanie metody MTM-1 jest opłacalne w przypadku prac o wysokim stopniu powtarzalności, których czas trwania wynosi 0,1–0,5 minut [Mikołajczyk 2002, s. 267]. W przypadku prac o dłuższym czasie trwania należy wybierać metody charakteryzujące się wyższym stopniem scalenia elementów podstawowych³.

³ Szacuje się, że w przypadku stosowania MTM-1 na 1 minutę badanego procesu przypada 400 minut analiz [Mikołajczyk 2002, s. 267].

Tabela 14.2. Zakres stosowania wybranych wariantów metody MTM

Charakterystyka organizacji pracy	Odpowiadający charakterystyce typ produkcji				
	jednostkowa	seryjna			masowa
		mało-	średnio-	wielko-	
Poziom klasyfikacji	1	2	3	4	5
Poziom szczegółowości informacji przekazywanych wykonawcy odnośnie do przebiegu pracy	całość procesu produkcyjnego	operacje robocze	czynności robocze	sekwencje ruchów (zabiegi)	pojedyncze ruchy robocze
Poziom zróżnicowania prac, długość cykli	niezdefiniowany zakres prac, duża zmienność czasu realizacji	niski poziom zmienności, szybki przepływ pracy	niski poziom zmienności, wysoki przepływ pracy	długi cykl przepływu pracy	krótki cykl przepływu pracy
Organizacja materiału	poszukiwanie materiałów	dobieranie materiałów	dobieranie przygotowanych materiałów	materiały są dostarczane na stanowisko	materiały są dostarczane na stanowisko
Charakterystyka stanowiska pracy	brak wytycznych odnośnie organizacji	stanowiska uniwersalne	stanowiska częściowo specjalizowane	stanowiska specjalizowane	stanowiska specjalne

Liczba podobnych zamówień w miesiącu × średnia wielkość serii			
>200			
<200			

	MTM-UAS	Std Data	MTM-1
--	---------	----------	-------

	MTM-MEK
--	---------

Źródło: opracowanie własne na podstawie Cakmakci, Karasu [2007], s. 338–339; <http://www.mtmbelux.eu/page3E.html> (dostęp 20.04.2014).

Tabela 14.2 umożliwia wybór wariantu metody MTM dostosowanego do poszczególnych rodzajów prac⁴.

⁴ W tabeli wskazano również sugerowane typy produkcji, należy jednak podkreślić że przy wyborze metody normatywów priorytet posiada charakter procesu, do analizy którego metoda ta ma zostać wykorzystana.

Zgodnie z analizą dokonaną przez M. Cakmakciego i M. K. Karasu [2007, s. 339] charakterystyka przebrojenia odpowiada zazwyczaj trzeciemu poziomowi klasyfikacji⁵ (patrz tab. 14.2), w przypadku którego optymalne jest zastosowanie metody MTM-UAS. W MTM-UAS wyróżnionych zostało 7 klas ruchów roboczych oraz 3 przedziały odległości.

14.5. Zastosowanie metody MTM-UAS w usprawnianiu przebiegu przebrojenia – przykład praktyczny⁶

Analizowane w przykładzie przedsiębiorstwo jest producentem felg stalowych do samochodów dostawczych i ciężarówek. W okresie, w którym prowadzono badanie, roczny poziom produkcji wyniósł 1,2 mln felg. W celu dostosowania asortymentu do potrzeb odbiorców, oferta obejmuje felgi o: 57 wymiarach obręczy, dostosowane do 112 rozmiarów opon, 4 wariantów rozmieszczenia otworów na śruby, różnym ciężarze własnym i dopuszczalnym obciążeniu podczas eksploatacji, a także kilku innych parametrach zależnych od konkretnego przeznaczenia. Tak duże zróżnicowanie oferty wymusza częstą wymianę matryc w prasach stosowanych do produkcji. Tym samym sprawne przezbijanie stanowisk ma w analizowanym przypadku wysoki priorytet.

Do przeprowadzenia badań pilotażowych wybrano jedną z pięciu linii produkujących stalowe dyski, które w późniejszych fazach są wykorzystywane w tłoczeniu felg. Linia składała się z 18 maszyn podzielonych na 5 stanowisk. Następnie posłużono się analizą Pareto w celu wybrania stanowiska, którego przebrojenia powinny zostać poddane usprawnieniu w pierwszej kolejności. Największą liczbą przebrojeń w okresie objętym analizą Pareto oraz najdłuższym sumarycznym czasem przestojów charakteryzowało się stanowisko o symbolu BPD⁷. Na tej podstawie zostało ono wybrane jako obiekt zastosowania zmodyfikowanej metody SMED.

Na początku, zgodnie z zaleceniami S. Shingo [1985, s. 29], posłużono się techniką filmowania. Zarejestrowany tą techniką proces podzielono na 6 grup czynności: demontaż matrycy, oczekiwanie na wózek widłowy, transport matrycy, wymiana mechanizmu centrującego, montaż matrycy oraz kontrola jakości.

⁵ W tab. 14.2 metoda MTM-UEK umieszczona jest w kolumnie prac odpowiadających średnioseryjnemu typowi produkcji. Zarazem ten typ produkcji został wskazany w opracowaniu jako najodpowiedniejszy do zastosowania metody SMED wzbogaconej o metodę normatywów. Zdaniem autora jest to zbieżność przypadkowa. Jednak potwierdzenie lub zanegowanie tej tezy wymaga przeprowadzenia dodatkowych analiz.

⁶ Przykład został przedstawiony na podstawie Cakmakci, Karasu [2007].

⁷ W oryginalnym tekście stanowisko to zostało określone nazwą angielską: *an air hole boring machine*.

Określono również procentowy udział poszczególnych grup czynności w całkowitym czasie trwania przebrojenia.

W pierwszej fazie racjonalizacji operacji przebrojenia (faza makro) zastosowano klasyczną metodykę SMED. W tym celu zostało zidentyfikowanych i rozwiązanych 5 najważniejszych problemów występujących podczas realizacji przebrojeń zgodnie ze stosowaną dotychczas organizacją pracy (były to głównie problemy z montażem i transportem matryc oraz ich mechanizmów centrujących). Ponadto, rozgraniczono przebrojenie wewnętrzne i zewnętrzne, wdrożono technikę 5S (głównie w celu poprawy ergonomii i bezpieczeństwa pracy na stanowisku), wyeliminowano regulacje, przydzielono dodatkowego pracownika na czas trwania przebrojenia.

W efekcie została opracowana standardowa, uznana za optymalną, procedura przezbierania analizowanej prasy na poziomie czynności. W ostatecznej wersji wyróżniono i opisano 4 czynności przebrojenia zewnętrznego, jak również 4 czynności przebrojenia wewnętrznego. Należy mieć świadomość, że wszelkie ustalenia poczynione w fazie makro zmodyfikowanej metody SMED mają istotny wpływ na przebieg fazy mikro. Na przykład dopuszczenie do wystąpienia w trakcie trwania przebrojenia wewnętrznego czynności związanych z regulacjami spowoduje problem ze standaryzacją jego przebiegu i tym samym obniży dokładność analiz przeprowadzonych z wykorzystaniem ruchów elementarnych.

Zasadniczym celem fazy drugiej (mikro) było przeanalizowanie wszystkich czynności wchodzących w skład przebrojenia wewnętrznego i wyznaczenie standardu dla ich realizacji na poziomie ruchów roboczych. W analizowanym przypadku jedną z wyodrębnionych czynności przebrojenia wewnętrznego był „montaż matrycy przez dwóch operatorów”. Na początku analizy tej czynności poddano optymalizacji rozmieszczenie narzędzi i uchwytów wykorzystywanych w trakcie centrowania i mocowania matrycy w prasie. W efekcie wyeliminowano zbędne ruchy, a także zredukowano odległości tak, aby pracownicy nie musieli daleko sięgać po części i materiały wykorzystywane podczas wykonywania przebrojenia. W następnej kolejności wyznaczono czas trwania czynności z wykorzystaniem analizy MTM-UAS. Czas ten wyniósł 450 jednostek TMU, czyli 16,2 sekundy (tab. 14.3).

Podobne analizy zostały przeprowadzone dla pozostałych czynności przebrojenia wewnętrznego. Po wyznaczeniu optymalnego przebiegu przebrojenia, wszystkie czynności ujęto w postaci procedury, w której precyzyjnie określono sposób wykonywania ruchów wchodzących w skład przebrojenia wewnętrznego. Pracowników poinstruowano w zakresie stosowania procedury, a jej wersje drukowane zostały umieszczone na stanowisku.

Tabela 14.3. Analiza czynności montażu nowej matrycy

Opis	Symbol	TMU	Liczba wystąpień	Suma TMU
Pobranie i umieszczenie pierwszego uchwytu w rowku prasy	AE3	70	1	70
Pobranie i umieszczenie drugiego uchwytu w rowku prasy	AE1	30	1	30
Wstępne ręczne dokręcenie dwoma obrotami śrub w uchwytach	ZB1	10	2	20
Wzięcie klucza i umieszczenie na śrubie pierwszego uchwytu	HB2	60	1	60
Pierwszy obrót klucza	ZA2	15	1	15
Dwa kolejne obroty z powrotami klucza	ZC2	45	2	90
Powrót klucza i dociągnięcie śruby	ZD	20	1	20
Przełożenie klucza na śrubę drugiego uchwytu	PB1	20	1	20
Pierwszy obrót klucza	ZA2	15	1	15
Dwa kolejne obroty z powrotami klucza	ZC2	45	2	90
Powrót klucza, trzeci obrót, dociągnięcie śruby	ZD	20	1	20
			SUMA	450

Źródło: opracowanie własne na podstawie Cakmakci, Karasu [2007], s. 344.

14.6. Podsumowanie

Połączenie metody SMED z analizą ruchów elementarnych stanowi rozwinięcie klasycznego podejścia w zakresie usprawniania operacji przezbrojeń. W przypadkach dużego zróżnicowania produkcji każde skrócenie czasu przestoju stanowiska, podczas jego przezbrajania znajduje odzwierciedlenie w redukcji kosztów oraz podwyższa elastyczność procesów produkcyjnych. W takiej sytuacji, pomimo zwiększonej pracochłonności w zakresie analiz, stosowanie metod wykorzystujących normatywy elementarne nabiera sensu.

W analizowanym przypadku uzupełnienie SMED odmianą metody MTM przyczyniło się do optymalizacji przebiegu przezbrojenia wewnętrznego na poziomie ruchów roboczych. Umożliwiło nie tylko wyznaczenie dokładnej normy czasu dla poszczególnych czynności, lecz także stało się podstawą do opracowania szczegółowej procedury przebiegu przezbrojenia na analizowanym stanowisku.

Bibliografia

- Brzeziński M. (red.), 2002, *Organizacja i sterowanie produkcją*, Agencja Wydawnicza Placet, Warszawa.
- Cakmakci M., Karasu M. K., 2007, *Set-up Time Reduction Process and Integrated Predetermined Time System MTM-UAS: A Study of Application in a Large Size Company of Automobile Industry*, „The International Journal of Advanced Manufacturing Technology”, No. 33.
- Chao-Hsien Chu, 1996, <http://net1.ist.psu.edu/chu/wcm/smed.htm> (dostęp 20.04.2014).
- Ćwiklicki M., 2011, *Ewolucja metod organizatorskich*, Wyd. Uniwersytetu Ekonomicznego w Krakowie, Kraków.
- Durlik I., 2000, *Inżynieria zarządzania. Strategia i projektowanie systemów produkcyjnych*, Agencja Wydawnicza Placet, Warszawa.
- Goubergen D. V., 2009, *An Integrated Change Framework for Setup Reduction*, Industrial Engineering Research Conference, Proceedings, Institute of Industrial Engineers, Miami.
- <http://www.mtmbenelux.eu/page3E.html>
- Leksykon naukowo-techniczny*, 1989, t. I, Wyd. WNT, Warszawa.
- Leschke J. P., 1997, *The Setup-Reduction Process: Part 1–2*, „Production and Inventory Management Journal”, No. 38 (1).
- Mikołajczyk Z., 2002, *Techniki organizatorskie w rozwiązywaniu problemów zarządzania*, Wyd. Naukowe PWN, Warszawa.
- Mileham A. R., Culley S. J., McIntosh R. I., Gest G. B., Owen G. W., 1997, *Set-up Reduction (SUR) Beyond Total Productive Maintenance (TPM)*, Institution of Mechanical Engineers, Part B: „Journal of Engineering Manufacture”, Vol. 211, No. 4, April.
- Moxham C., Greatbanks R., 2001, *Prerequisites for the Implementation of The SMED Methodology. A Study in a Textile Processing Environment*, „International Journal of Quality & Reliability Management”, Vol. 18, No. 4.
- Shingo S., 1985, *A Revolution in Manufacturing: The SMED System*, Productivity Press, Stamford.

Maciej Walczak

PREDETERMINED TIME SYSTEMS IN THE REDUCTION OF CHANGEOVER TIME

(Abstract)

The problem of the application of predetermined time systems in the reduction of changeover time is presented. Firstly, SMED method is described. Next, the medium batch production is indicated, as the optimal area of application of the developed methodology. MTM-UAS method is chosen as the optimal extension methodology SMED. Finally, practical aspects of the implementation of modified SMED methodology are discussed on the example of rim manufacturer.