

**Andrzej Ratkiewicz, Kinga Kosińska**

Politechnika Warszawska, Wydział Transportu

## **WYBRANE ASPEKTY WYMIAROWANIA PROCESU KONFEKCJONOWANIA W PRZEDSIĘBIORSTWIE DYSTRYBUCYJNYM**

Rękopis dostarczono: czerwiec 2017

**Streszczenie:** W artykule przedstawiono koncepcję wymiarowania procesu konfekcjonowania. Określono pracochłonność procesu jako podstawę do jego wymiarowania. Dla wybranego podprocesu wyznaczono jego pracochłonność przy użyciu narzędzi MTM, a następnie empirycznie, z zastosowaniem metodyki określenia minimalnej liczebności próby.

**Słowa kluczowe:** wymiarowanie procesów, usługi dodawania wartości, minimalna liczebność próby.

### **1. WPROWADZENIE**

Duże zróżnicowanie zamówień klientów prowadzi do konieczności uelastyczniania profilu działalności przedsiębiorstw, w szczególności przedsiębiorstw dystrybucyjnych. Najczęściej spotykanym elementem przedsiębiorstwa dystrybucyjnego jest magazyn dystrybucyjny. Magazyn dystrybucyjny, inaczej magazyn handlowy, czyli wg [1] „zapewniający rozdział oraz ciągłość zaopatrzenia materiałowego i konsumpcji, w którym spełniane są głównie funkcje rozdziału, komisjonowania, transportu wewnętrznego i pakowania”. Magazyn, będący przedmiotem zawartych w niniejszym opracowaniu badań spełnia ww. funkcje.

W celu zaspokojenia potrzeb klientów, poza wykonywaniem podstawowych usług wchodzących w zakres magazynowania, przedsiębiorstwa coraz częściej decydują się uzupełniać swoją ofertę o tzw. usługi dodawania wartości (VAS – Value Added Services). Pozwalają one na bardziej kompleksową i dostosowaną do klienta obsługę magazynowanych ładunków. W skład usług dodawania wartości (inaczej nazywanych usługami dodanymi lub wg [4] dodatkowymi) wchodzi m.in. konfekcjonowanie.

Konfekcjonowanie wg [5] to „zamiana opakowania towaru lub wybranych cech informacyjnych opakowania bez zmiany cech użytkowych towaru (np. etykietowanie, pakowanie w paczki świąteczne, łączenie w zestawy promocyjne) realizowana z zastosowaniem odpowiednich środków technicznych i operacji”.

Projektowanie magazynu dystrybucyjnego realizującego proces konfekcjonowania musi zawierać elementy ukształtowania oraz wymiarowania tego procesu. Wymiarowanie

procesu, będące przedmiotem niniejszego artykułu, polega wg [2] w pierwszym rzędzie na ustaleniu liczby ludzi i (lub) urządzeń, potrzebnych do realizacji tego procesu. Wspomniana liczba ludzi jest iloczynem pracochłonności wymiarowanego procesu oraz czasu dysponowanego. Natomiast pracochłonność procesu (inaczej: czas potrzebny do jego realizacji) jest sumą czasów wszystkich czynności elementarnych składających się na dany proces. Określenie pracochłonności procesu stanowi zatem podstawowy etap wymiarowania.

Pracochłonność procesu może być oszacowana na dwa sposoby:

- 1) empirycznie, *per analogiam* – na podstawie obserwacji statystycznych realizacji istniejących procesów o zbliżonym charakterze (w sytuacji idealnej – procesów identycznych do badanego) poprzez pomiar czasu trwania całego procesu lub pojedynczych czynności elementarnych;
- 2) przy użyciu metod z rodziny MTM (ang. *Measuring Time Methods* lub *Methods Time Measurement*) – w oparciu o opracowane uprzednio wartości czasów trwania o charakterze wzorca dla poszczególnych czynności elementarnych.

W niniejszym artykule przedstawiono badania określające na oba ww. sposoby pracochłonność wybranego podprocesu konfekcjonowania.

## 2. OKREŚLENIE PRACOCHŁONNOŚCI PROCESU

Przykładowym procesem stanowiącym obszar badań będzie często występujący w ramach realizacji konfekcjonowania w danym przedsiębiorstwie proces pakowania i foliowania czasopisma i zabawki. W p. 2.1 określona zostanie minimalna liczebność próby, w p. 2.2 wyznaczona zostanie miarodajna empiryczna wartość pracochłonności procesu, w p. 2.3 pracochłonność procesu zostanie określona przy pomocy narzędzia MTM.

### 2.1. OKREŚLENIE MINIMALNEJ LICZEBNOŚCI PRÓBY

Przyjmuje się [3], że minimalną liczebnością próby, przy której maksymalny błąd szacunku nie przekroczy ustalonej wartości  $d$ , jest wielkość

$$n = \frac{t_{\alpha}^2 \cdot \hat{\sigma}^2}{d^2} \quad (1)$$

gdzie:

$n$  – minimalna liczebność próby;

$n_0$  – liczebność próby początkowej;

$\hat{\sigma}^2$  – wariancja obliczona dla próby początkowej;

$t_\alpha$  – wartość odczytana z tablic rozkładu  $t$ -Studenta dla przyjętego współczynnika ufności  $1 - \alpha$  oraz dla  $n_0 - 1$  stopni swobody w taki sposób, że

$$P(-t_\alpha < t < t_\alpha) = 1 - \alpha \quad (2)$$

Wartość  $\hat{\sigma}^2$  wyznacza się (dla liczebności próby początkowej  $n_0 \leq 30$ ) w oparciu o wzór:

$$\hat{\sigma}^2 = \frac{1}{n_0 - 1} \sum_{k=1}^{n_0} (x_k - \bar{x})^2 \quad (3)$$

gdzie:

$\bar{x}$  – średnia arytmetyczna obliczona dla próby początkowej;

$$\bar{x} = \frac{1}{n_0} \sum_{k=1}^{n_0} x_k \quad (4)$$

W warunkach badanego przedsiębiorstwa niemożliwe okazało się zarejestrowanie procesu pakowania i foliowania czasopisma i zabawki w postaci filmu video. Dlatego zastosowano pomiar chronometrażu procesu przy użyciu stopera cyfrowego. Wartości pomiaru czasu pakowania i foliowania czasopisma i zabawki, stanowiącego próbę początkową, przedstawiono w tablicy 1.

Tablica 1

**Próba początkowa**

Nr pomiaru	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Wartość pomiaru [s]	27,12	15,24	20,07	21,70	20,60	15,34	24,39	20,45	22,00	16,14

Przyjęto następujące założenia:

- współczynnik ufności  $1 - \alpha = 0,999$ , zatem  $\alpha = 0,001$ ;
- $d_0$  (założona wielkość maksymalnego błędu, który można popełnić przy ustaleniu liczebności próby) równy jest 0,5, zatem w mianowniku wzoru (1) wystąpi liczba 0,25

Następnie dla ww. założeń na podstawie zawartości Tablicy 1 przeprowadzono obliczenia zgodnie ze wzorami (1) – (5), uzyskując  $n = 39,987 \approx 40$ .

## 2.2. OKREŚLENIE EMPIRYCZNEJ PRACOCHOŁONNOŚCI PROCESU

Literatura przedmiotu nie wskazuje jednoznacznie, czy otrzymana w wyniku postępowania przeprowadzonego w p. 2.1 liczebność próby uwzględnia próbę początkową, czy też jej nie uwzględnia. Dlatego przeprowadzono próbę uzupełniającą w liczebności 40

dotychczasowych pomiarów w warunkach identycznych, jak dla próby początkowej. Wyniki przedstawiono w Tablicy 2.

Tablica 2

### Próba uzupełniająca

Nr pomiaru	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Wartość pomiaru [s]	19,68	17,56	22,23	15,32	19,47	15,89	18,36	23,27	17,15	22,22
Nr pomiaru	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
Wartość pomiaru [s]	15,37	14,17	<b>20,02</b>	30,24	30,11	24,67	19,73	20,87	23,81	16,28
Nr pomiaru	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40
Wartość pomiaru [s]	19,28	19,81	13,33	13,16	20,89	30,80	21,82	18,84	19,54	13,54
Nr pomiaru	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50
Wartość pomiaru [s]	16,27	18,62	23,90	28,67	20,56	14,55	20,55	17,32	16,87	20,97

Następnie zgodnie z (4) wyznaczono średnią arytmetyczną wartość czasu pakowania i foliowania czasopisma i zabawki dla pomiarów nr 1–50 z Tablic 1–2. Otrzymano wynik 19,96 s. Należy zauważyć, że wartość pomiaru, najbliższa otrzymanej wartości średniej, występuje dla pomiaru nr 23 i wynosi 20,02 s.

## 2.3. OKREŚLENIE PRACOCHLONNOŚCI PROCESU NARZĘDZIEM MTM ORAZ ZESTAWIENIE PRACOCHLONNOŚCI

Następnie, na podstawie metod oraz przykładów zawartych w [2], przeprowadzono określenie pracochłonności procesu pakowania i foliowania czasopisma i zabawki przy użyciu narzędzia MTM. W Tablicy 3 przedstawiono czasy czynności elementarnych określonych wg narzędzia MTM oraz odpowiednie czasy zmierzone empirycznie dla pomiaru o wartości czasu najbardziej zbliżonej do średniej.

Tablica 3

### Zestawienie czynności elementarnych oraz czasów ich wykonania

L.p.	Czynność	Czas wykonania czynności [s]		Różnica %
		wg narzędzia MTM	zmierzony empirycznie	
1	Skierowanie wzroku	0,36	0,39	-7,69
2	Sięgnięcie po folię na odległość $l = 25$ cm	0,50	1,05	-52,00
3	Uchwycenie folii	0,36	0,38	-5,26
4	Ruch ręką na odległość $l = 5$ cm	0,14	0,21	-31,43
5	Skomplikowane uchwycenie folii (w celu rozsunięcia jej brzegów)	0,36	0,73	-50,68
6	Dokładne zwolnienie uchwytu	1,08	1,12	-3,57
7	Skierowanie wzroku	0,36	0,38	-5,26

8	Sięgnięcie po czasopismo na odległość l = 30 cm	0,58	1,01	-42,97
9	Uchwycenie czasopisma	0,36	0,39	-7,69
10	Wsunięcie czasopisma do folii	0,72	1,41	-48,94
11	Skierowanie wzroku	0,36	0,39	-7,69
12	Sięgnięcie po zabawkę na odległość l = 50 cm	0,83	1,73	-52,14
13	Uchwycenie zabawki	0,36	0,59	-38,98
14	Wsunięcie zabawki do folii	0,76	1,06	-28,68
15	Ruch ręką na odległość l = 30 cm	0,58	1,01	-42,97
16	Oderwanie naklejki zabezpieczającej klej	0,68	0,89	-23,15
17	Ruch ręką na odległość l = 45 cm	0,76	1,44	-47,50
18	Uchwycenie pakietu od góry	0,36	0,47	-23,40
19	Zaklejenie pakietu	1,69	1,71	-1,05
20	Obrócenie i pochylenie ciała	1,30	1,39	-6,76
21	Umieszczenie pakietu w kartonie	0,54	0,74	-27,03
22	Wyprostowanie i obrócenie ciała	1,51	1,53	-1,18
	SUMA	<b>14,54</b>	<b>20,02</b>	<b>-27,35</b>

### 3. WNIOSKI

Dla tego samego procesu procentowa różnica czasu jego trwania określonego empirycznie oraz czasu wyznaczonego wg narzędzia MTM wynosi  $100\% \cdot (20,02 - 14,544) / 20,02 = 27,35\%$  (wg tablicy 3 dla pomiaru najbliższego wartości średniej arytmetycznej) lub  $100\% \cdot (19,96 - 14,544) / 19,96 = 27,19\%$  (dla wartości średniej arytmetycznej). Otrzymana różnica jest nieakceptowalna, a w dodatku nie może być w omawianym przypadku wyjaśniona czynnikami uznawanymi za wpływające na czasy czynności elementarnych (niedostateczne oświetlenie, nadmierny hałas, uwarunkowania pracowników itp.) ani błędem pomiaru. Wstępna analiza wartości zawartych w kolumnie „Różnica %” Tablicy 3 nie daje podstaw do wnioskowania na temat związku typu lub stopnia skomplikowania czynności z występującą dla niej różnicą procentową. Zasadne zatem stają się dalsze badania w zakresie wymiarowania procesu konfekcjonowania.

#### Bibliografia

- [1] Fijałkowski J.: Technologia magazynowania, OWPW, Warszawa 1995
- [2] Fijałkowski J.: Transport wewnętrzny w systemach logistycznych, OWPW, Warszawa 2003
- [3] Józwiak J., Podgórski J.: Statystyka od podstaw, PWE, Warszawa 2000
- [4] Mindur M.: Logistyka. Infrastruktura techniczna na świecie, Wydawnictwo Instytutu Technologii Eksploatacji, Warszawa-Radom 2008
- [5] Ratkiewicz A.: Procedura suboptymalizacji stref funkcjonalno - przestrzennych, Logistyka nr 4/2012, ILiM, Poznań 2012, s. 629

### **SELECTED ASPECTS OF THE KITTING PROCESS DIMENSIONING IN DISTRIBUTION COMPANY**

**Summary:** This paper presents a conception of dimensioning of the kitting process. The workload of process was determined as a base for its dimensioning. For the selected subprocess there was defined its workload with use of MTM instrument and then empirically, with use of methodology of definement the minimum sample size.

**Keywords:** process dimensioning, value added services, minimum sample size.