

PRACE NAUKOWE
Uniwersytetu Ekonomicznego we Wrocławiu
RESEARCH PAPERS
of Wrocław University of Economics

252

Instrumenty zarządzania kosztami i dokonaniem



Redaktorzy naukowi
Edward Nowak
Maria Nieplowicz



Wydawnictwo Uniwersytetu Ekonomicznego we Wrocławiu
Wrocław 2012

Recenzenci: Jolanta Chluska, Ksenia Czubakowska, Mieczysław Dobija, Wojciech Fliegner,
Wiktor Krawczyk, Dorota Kuchta, Henryk Ronek, Elżbieta Skrzypek

Redaktorzy Wydawnictwa: Agnieszka Flasińska, Aleksandra Śliwka

Redaktor techniczny: Barbara Łopusiewicz

Korektor: Barbara Cibis

Łamanie: Małgorzata Czupryńska, Beata Mazur

Projekt okładki: Beata Dębska

Publikacja jest dostępna na stronie www.ibuk.pl

Streszczenia opublikowanych artykułów są dostępne w międzynarodowej bazie danych
The Central European Journal of Social Sciences and Humanities <http://cejsh.icm.edu.pl>
oraz w The Central and Eastern European Online Library www.ceeol.com,
a także w adnotowanej bibliografii zagadnień ekonomicznych BazEkon [http://kangur.uek.krakow.pl/
bazy_ae/bazekon/nowy/index.php](http://kangur.uek.krakow.pl/bazy_ae/bazekon/nowy/index.php)

Informacje o naborze artykułów i zasadach recenzowania znajdują się
na stronie internetowej Wydawnictwa
www.wydawnictwo.ue.wroc.pl

Kopiowanie i powielanie w jakiegokolwiek formie
wymaga pisemnej zgody Wydawcy

© Copyright by Uniwersytet Ekonomiczny we Wrocławiu
Wrocław 2012

ISSN 1899-3192

ISBN 978-83-7695-245-1

Wersja pierwotna: publikacja drukowana

Druk: Drukarnia TOTEM

Spis treści

Wstęp	9
Jacek Barburski , Rola czynnika ludzkiego w rozwoju sektora bankowego w Polsce	11
Agnieszka Bieńkowska, Zygmunt Kral, Anna Zablocka-Kluczka , Strategiczna karta wyników jako narzędzie realizacji idei zrównoważonego rozwoju organizacji	26
Leszek Borowiec , Koncepcja kosztu netto usług komunalnych w Polsce.....	42
Halina Buk , Kreowanie wyniku finansowego ze sprzedaży długoterminowych usług budowlanych	54
Magdalena Chmielowiec-Lewczuk , Kalkulacja kosztów ubezpieczeń dla przedsiębiorstw na potrzeby rachunków decyzyjnych.....	66
Małgorzata Cieciora, Hanna Ewa Czaja-Cieszyńska , Konstrukcja systematycznego rachunku kosztów logistyki w kontekście tworzenia wartości przedsiębiorstwa.....	76
Alina Dyduch , Budżetowanie kosztów w Państwowym Gospodarstwie Leśnym Lasy Państwowe	88
Joanna Dynowska , Metody racjonalizacji kosztów w ośrodkach odpowiedzialności w przedsiębiorstwach województwa warmińsko-mazurskiego	104
Waldemar Piotr Gil , Dylemat koncepcji kosztu kapitału własnego	115
Renata Gmińska , Rachunek kosztów logistyki jako narzędzie zarządzania kosztami	126
Joanna Habelman , Pomiar i ocena dokonań w Zarządzie Morskich Portów Szczecin i Świnoujście S.A.	136
Arkadiusz Januszewski, Justyna Śpiewak , Identyfikacja zasobów i rachunek kosztów zasobów w koncepcji rachunku kosztów działań na przykładzie przedsiębiorstwa produkcyjnego	149
Arkadiusz Januszewski, Justyna Śpiewak , Identyfikacja procesów i rozliczenie kosztów w koncepcji rachunku kosztów działań na przykładzie przedsiębiorstwa produkcyjnego	163
Elżbieta Jaworska , Społeczna odpowiedzialności przedsiębiorstw jako źródło szans i przewagi konkurencyjnej	180
Marcin Kaczmarek , Aspekty wdrożeniowe zarządzania przez zadania w Policji.....	193
Ilona Kędzierska-Bujak , Możliwość połączenia kompleksowej karty wyników i zarządzania przez otwarte księgi – wybrane zagadnienia	213
Konrad Kochański , Nowoczesne koncepcje rachunku kosztów i ich przydatność w podejmowaniu decyzji w obszarze logistyki przedsiębiorstwa.....	223

Marcin Kowalewski , Mapy strategii w procesie implementacji w przedsiębiorstwie systemu pomiaru dokonań	237
Michał Jerzy Kowalski, Marcin Krzysztof Świdorski , Wpływ wzrostu sprzedaży na wartość przedsiębiorstwa	248
Jarosław Kujawski , Przychody i marża w rozszerzonym <i>Earned Value Management</i>	263
Grzegorz Lew , „Zrównoważony” rachunek kosztów	280
Agnieszka Lew , Zarządca walory tradycyjnego rachunku kosztów	290
Sebastian Lotz , Target costing w zarządzaniu kosztami w branży motoryzacyjnej .	300
Monika Łada , Analiza rentowności strumieni wartości	312
Anna Łapińska , Specyfika rachunku kosztów w rolnictwie	324
Jarosław Mielcarek , Zarządzanie wynikami za pomocą optymalizacji wielkości serii produkcyjnej	334
Daria Moskwa-Bęczkowska , Zarządzanie kosztami w publicznych szkołach wyższych jako instrument poprawy ich efektywności	349
Przemysław Mućko , Studium przypadku zastosowania rachunku kosztów działań w policji angielskiej	365
Bożena Nadolna , Metody badawcze rachunkowości zarządczej a ich podstawy filozoficzne	377
Agnieszka Nóżka , Rachunek kosztów w instytucie badawczym jako instrument kontroli i oceny ośrodków odpowiedzialności	393
Andrzej Parzonko , Koszty normatywne jako ważny instrument wspomagający zarządzanie gospodarstwem mlecznym – rozwiązania KTBL	403
Michał Pietrzak , <i>Balanced scorecard</i> a kreowanie wartości z zasobów ludzkich poprzez zaangażowanie pracowników	415
Michał Poszwa , Identyfikacja i wycena przychodów z nieodpłatnych świadczeń	432
Sabina Rokita , Wykorzystanie wybranych narzędzi rachunku kosztów w ocenie <i>ex ante</i> i <i>ex post</i> opłacalności innowacji produktowych	440
Anna Stronczek , Kontrola zarządcza w znowelizowanej ustawie o finansach publicznych	448
Piotr Szczypa , Koszty jakości procesów logistycznych przedsiębiorstwa	458
Alfred Szydelko , Wpływ procesów integracyjnych rachunku kosztów zmiennych na jakość informacji kosztowych	467
Łukasz Szydelko , Wykorzystanie informacji z rachunku kosztów docelowych w zarządzaniu ośrodkami odpowiedzialności za koszty	478
Piotr Urbanek , Rachunkowość odpowiedzialności. Teoria a praktyka biznesowa	489
Małgorzata Wasilewska , Wycena przedsięwzięcia inwestycyjnego „Pole Stefanów” kopalni Bogdanka SA z wykorzystaniem opcji realnych	502
Elżbieta Wawrzyniak , Niewykorzystana zdolność produkcyjna a analiza punktu progu rentowności w szpitalu	520
Edward Wiszniowski , Koncepcja skorygowanej ceny nabycia i jej wpływ na pozycje sumy bilansowej	531

Paweł Wroński , Wstępna analiza wyników inwestycyjnych wybranych otwartych funduszy emerytalnych.....	545
Adam Zawadzki , Rachunek ekonomiczny w outsourcingu.....	560

Summaries

Jacek Barburski , The role of human factor in the development of banking sector in Poland.....	25
Agnieszka Bieńkowska, Zygmunt Kral, Anna Zabłocka-Kluczka , Balanced scorecard as a tool for implementing sustainable development idea to an organization.....	41
Leszek Borowiec , The concept of net cost of municipal services in Poland.....	53
Halina Buk , Creation of financial result from the long-time construction contract sales.....	65
Magdalena Chmielowiec-Lewczuk , Cost calculation of business insurance in decision accounts.....	75
Małgorzata Cieciora, Hanna Ewa Czaja-Cieszyńska , The construction of conventional cost accounting in logistics in the context of generating the company value.....	87
Alina Dyduch , Cost budgeting in the State Forests National Forest Holding.....	103
Joanna Dynowska , Methods of cost rationalization in responsibility centers in the enterprises in Warmia and Mazury voivodeship.....	114
Waldemar Piotr Gil , Dilemma of the concept of the cost of equity capital.....	125
Renata Gmińska , Logistics costing as a tool of cost management.....	135
Joanna Habelman , Measurement and evaluation of achievements of Szczecin and Świnoujście Seaports Authority.....	148
Arkadiusz Januszewski, Justyna Śpiewak , Identification of resources and resources consumption accounting in the activity-based costing concept on the example of a large manufacturing company.....	162
Arkadiusz Januszewski, Justyna Śpiewak , Identification of processes and cost accounting in the activity-based costing concept on the example of a large manufacturing company.....	179
Elżbieta Jaworska , Corporate social responsibility as a source of opportunities and competitive advantage.....	192
Marcin Kaczmarek , Aspects of implementing performance management in the Police.....	212
Iłona Kędzierska-Bujak , Possibility of combining the total performance scorecard and open book management – selected problems.....	222
Konrad Kochoński , Modern costing concepts and their usefulness in taking decisions in the area of logistics.....	236
Marcin Kowalewski , Strategy maps in performance measurement system.....	247
Michał Jerzy Kowalski, Marcin Krzysztof Świdorski , The influence of sales growth rate on business valuation.....	262

Jarosław Kujawski , Revenue and margin in extended earned value management	279
Grzegorz Lew , „Balanced” cost accounting	289
Agnieszka Lew , Managing values of traditional bill of costs	299
Sebastian Lotz , Target costing in automotive industry costs management processes	311
Monika Łada , Value streams profitability analysis	323
Anna Łapińska , Specificity of cost accounting in agriculture	333
Jarosław Mielcarek , Performance management with optimum batch size	348
Daria Moskwa-Bęczkowska , Costs management in public higher education institutes as a tool of their efficiency improvement	364
Przemysław Mućko , Case study of activity based costing implementation in English police forces	376
Bożena Nadolna , Management accounting research methods and their philosophical foundations	392
Agnieszka Nózka , Cost accounting in research institute as a control and evaluation tool of responsibility centers	402
Andrzej Parzonko , Normative costs as an important instrument to assist dairy farm management – KTBL solutions	414
Michał Pietrzak , Balanced Scorecard and value creation from human resources through employees’ engagement	431
Michał Poszwa , Identification and measurement of free of charge benefits revenue	439
Sabina Rokita , Using selected instruments of cost accounting in ex ante and ex post assessment of profitability of product innovations	447
Anna Stroncsek , Management control of the new public finance act	457
Piotr Szczypa , Quality costs of corporation’s logistic processes	466
Alfred Szydelko , The effect of direct costing integration processes for the quality of cost information	477
Łukasz Szydelko , Using of information from target costing in cost responsibility centers management	488
Piotr Urbanek , Responsibility accounting. business theory and practice	501
Małgorzata Wasilewska , Real Options Valuation of “Pole Stefanów” investment project by Bogdanka joint stock company	519
Elżbieta Wawrzyniak , Unused capacity and the analysis of hospital break-even point	530
Edward Wiszniowski , The concept of amortized cost and its impact on balance sheet items of the sum of input	544
Paweł Wroński , Preliminary analysis of selected investment open pension funds	559
Adam Zawadzki , Outsourcing cost-effectiveness evaluation	571

Jarosław Mielcarek

Wyższa Szkoła Bankowa w Poznaniu

ZARZĄDZANIE WYNIKAMI ZA POMOCĄ OPTYMALIZACJI WIELKOŚCI SERII PRODUKCYJNEJ

Streszczenie: Problem opracowania został sformułowany w postaci pytania: jak w warunkach zaawansowanego środowiska technologicznego określić optymalną długość serii dla produkcji ciągłej, seryjnej i wielofazowej, i towarzyszącego mu zagadnienia niższego rzędu, jak przedstawia się funkcja produkcji netto i funkcja zysku brutto dla danej wielkości czasu produkcji brutto. Drugi problem został rozwiązany za pomocą funkcji całkowitej straty czasu. Wyznaczono optymalną długość serii produkcyjnej, dla której zysk po potrąceniu kosztów magazynowania osiąga wielkość maksymalną. Optymalna długość serii została znaleziona również dla maksymalnego jednostkowego zysku. Obliczenia przeprowadzono za pomocą Solvera. Najwyższy zysk brutto roczny osiągnięto dla wielkości serii dla maksymalnego zysku jednostkowego. Przyrost zysku dla optymalnej serii w porównaniu z serią równą popytowi miesięcznemu jest miarą osiągnięć przedsiębiorstwa.

Słowa kluczowe: optymalna długość serii, funkcja celu, funkcja całkowitej straty czasu, funkcja produkcji netto, funkcja zysku brutto.

1. Wstęp

Pierwszym krokiem w procesie optymalizacji długości serii (*optimum batch size*) jest określenie funkcji produkcji, co w zaawansowanym środowisku technologicznym staje się problemem skomplikowanym¹. Powodów komplikacji w przypadku elastycznych systemów produkcji można wyróżnić kilka, w tym dyspozycyjność systemu, zależną od czasu przezbierania maszyn [Matczewski 1999, s. 298], zróżnicowane systemy przezbierania, o różnych proporcjach operacji automatycznych i ręcznych, produkcję jednoasortymentową, uniemożliwiającą zmniejszenie pola niewykorzystanej zdolności produkcyjnej w momencie przezbierania linii [Matczewski 1990, s. 44], występowanie odpadu produkcyjnego, niemożliwego do unik-

¹ Wpływ zaawansowanego środowiska technologicznego na rachunkowość zarządzczą jest analizowany m. in. w: [Karmańska 2006, s. 693-797; Nowak 2003; 2006, s. 181-224; Nowak 2001, s. 499-580; Piechota 2004, s. 161-217, 229-252; Sobańska 2006, s. 354-371; Świdarska 2002, s. 7-1 – 7-48; Wierzbński 2004, s. 99-160, 218-228.

nięcia, również w czasie przezbrajania linii dla ciągłego procesu produkcyjnego, wysoki poziom odpadu w okresie „oswajania” produkcji po dokonaniu przezbrojenia [Maczewski 1990, s. 44], odpad może skokowo zmaleć do wielkości różnej dla poszczególnych asortymentów na początku drugiej części okresu „oswajania”, wielkość odpadu może nadal spadać do jakiejś wielkości granicznej po okresie „oswojenia” w zakładanych granicach, czas trwania dwóch części okresu „oswajania” i inne parametry decydujące o różnicy między produkcją brutto i netto mogą być różne dla poszczególnych asortymentów oraz szybkości produkcji dla poszczególnych asortymentów mogą być różne.

Wszystkie opisane komplikacje występują w produkcji opakowań szklanych na zautomatyzowanej linii technologicznej. Problem podjęty w opracowaniu można sformułować w postaci następującego pytania: jak w tych warunkach określić optymalną długość serii dla produkcji ciągłej, seryjnej i wielofazowej. Rozwiązanie tego problemu będzie wymagało rozwiązania problemu niższego rzędu, podanego w postaci pytania: jak przedstawia się funkcja produkcji netto i funkcja zysku brutto dla danej wielkości czasu produkcji brutto. Przedstawienie tych funkcji z zastosowaniem rachunku całkowego umożliwi znalezienie za pomocą dodatku Solver arkusza kalkulacyjnego Excel optymalnych długości serii produkcyjnej dla maksymalizowanych funkcji celu, którymi są funkcja zysku brutto dla serii produkcyjnej i funkcja zysku jednostkowego lub funkcja zysku przypadająca dla serii produkcyjnej na produkcję odpowiadającą miesięcznemu popytowi. Zostanie również wyznaczony zysk brutto dla wielkości serii produkcyjnej równej miesięcznemu popytowi. Trzy wielkości zysku brutto umożliwią dokonanie porównań i obliczenie wielkości osiągnięć finansowych w wyniku podjęcia optymalnej decyzji produkcyjnej.

W opracowaniu posługujemy się terminem „zaawansowane środowisko technologiczne”. Nadaje mu się znaczenie zgodne z podejściem rachunkowości zarządczej prezentowanym w literaturze podanej w przypisie 1. Nie jest to znaczenie nadawane temu pojęciu w literaturze poświęconej zarządzaniu produkcją wówczas, gdy traktuje się je jako synonim terminu *World Class Manufacturing* (w skrócie: WCM).

2. Funkcja produkcji netto

Przyjmujemy, że przedmiotem badań będzie przedsiębiorstwo, które ma jedną wana szklarską. Wielkość straty czasu produkcji od momentu otrzymania pierwszej dobrej produkcji do momentu pomiaru jest całą oznaczoną funkcji współczynnika odpadu chwilowego²:

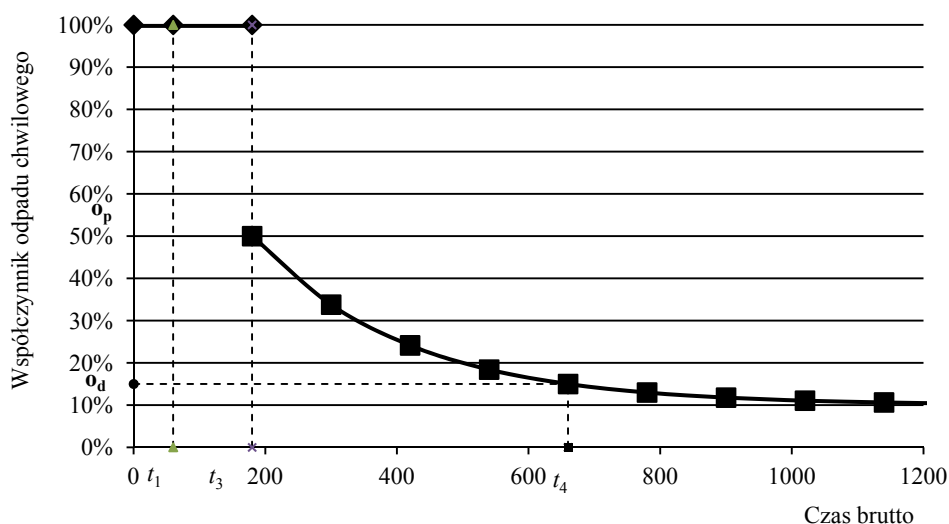
$$O_c = \int_{t_3}^t o_m dt = \int_{t_3}^t (a + be^{-c(t-t_3)}) dt, \quad (1)$$

gdzie: o_m – współczynnik odpadu chwilowego, a – parametr, który określa asymptotę, do której zmierza od góry funkcja odpadu chwilowego, czyli znamionową wiel-

² Szerzej funkcja odpadu chwilowego jest analizowana w [Mielcarek 2008, s. 247-261].

kość produkcji, b – parametr, który określa wielkość początkowego odpadu o_p w momencie podjęcia decyzji, że produkcja jest już dobra, po dokonaniu przebrożenia automatu szklarskiego, czyli w momencie t_3 , c – parametr, który określa wielkość docelową odpadu chwilowego o_d w momencie t_4 , czyli na zakończenie okresu „oswajania”, t – czas, jaki upływa od rozpoczęcia przezbierania automatu na produkcję nowej serii, t_3 – czas, jaki upływa od rozpoczęcia przezbierania do otrzymania pierwszej dobrej produkcji, t_1 – okres przezbierania automatu, t_2 – czas, jaki upływa od zakończenia przezbierania do otrzymania pierwszej dobrej produkcji.

Na rysunku 1 przedstawiona jest funkcja odpadu chwilowego.



Rys. 1. Funkcja odpadu chwilowego o_m

Źródło: opracowanie własne.

Różnica czasu między t_3 a t_1 jest czasem t_2 , który upływa od zakończenia przezbierania do otrzymania pierwszej dobrej produkcji. W czasie t_3 odpad chwilowy wynosi 100%. W dłuższym okresie krzywa odpadu chwilowego zmierza od góry do asymptoty, wyznaczonej przez parametr a funkcji odpadu chwilowego.

Parametr c otrzymujemy z rozwiązania formuły (1) dla znanego na podstawie księgi najlepszych praktyk produkcyjnych odpadu chwilowego, otrzymanego po upływie czasu t_4 :

$$c = -\frac{1}{t_4 - t_3} \ln \frac{o_m - a}{b}, \quad (2)$$

gdzie t_4 to czas, jaki upływa od rozpoczęcia przezbierania do otrzymania zakładanego współczynnika docelowego odpadu chwilowego o_d .

W wyniku rozwiązania całki (1) otrzymaliśmy formułę na wielkość straty czasu produkcji od momentu uzyskania pierwszej dobrej produkcji jako funkcji czasu produkcji brutto:

$$O_c = a(t - t_3) - \frac{b}{c}(e^{-c(t-t_3)} - 1) \text{ dla } t \geq t_3. \quad (3)$$

Do straty czasu (3) dodamy jeszcze stratę czasu określoną przez czas przebrojenia automatu oraz czas od przebrojenia do uzyskania pierwszej dobrej produkcji, czyli łącznie czas t_3 , w którym to okresie odpad wynosi 100%:

$$T_s = t_3 + O_c = t_3 + a(t - t_3) - \frac{b}{c}(e^{-c(t-t_3)} - 1). \quad (4)$$

Produkcję brutto określimy jako iloczyn szybkości formowania (mierzonej liczbą wyprodukowanych butelek na jednostkę czasu) i czasu brutto:

$$P_b = s_f t, \quad (5)$$

gdzie: s_f to szybkość formowania butelek na automacie mierzona liczbą sztuk na minutę.

Znajomość wielkości straty czasu umożliwi określenie czasu pracy netto na wytworzenie dobrej produkcji:

$$t_n = t - T_s. \quad (6)$$

Na podstawie znajomości czasu netto możliwe staje się określenie funkcji dobrej produkcji, czyli funkcji produkcji netto, która powstaje w wyniku pomnożenia czasu netto przez szybkość formowania danej butelki:

$$P_n = s_f t_n = s_f(t - t_3 - O_c) = s_f[t - t_3 - a(t - t_3) + \frac{b}{c}(e^{-c(t-t_3)} - 1)]. \quad (7)$$

Cena minimalna posłuży do obliczania jednostkowego zysku brutto. Dla niej zysk brutto jest zerowy. Aby ją wyznaczyć, najpierw obliczymy koszt całkowity danej serii brutto butelki:

$$K_s = P_b k_j. \quad (8)$$

Przychód całkowity dla serii jest iloczynem produkcji netto i ceny rynkowej butelki:

$$S_s = cP_n. \quad (9)$$

Zysk brutto przyrównujemy do zera, odejmując (8) od (9):

$$Z_b = cP_n - P_b k_j = c(1 - o)P_b - P_b k_j = 0. \quad (10)$$

I po przekształceniu i uproszczeniach otrzymujemy formułę na minimalną cenę przy danym współczynniku odpadu całkowitego, dla której zysk brutto jest zerowy:

$$c_m = \frac{k_j}{1-o}. \quad (11)$$

Zysk jednostkowy brutto jest równy różnicy między ceną rynkową a ceną minimalną danej serii:

$$z_s = c - c_m, \quad (12)$$

gdzie: K_s – koszt całkowity danej serii brutto butelki, k_j – koszt jednostkowy butelki brutto w danej serii, S_s – przychód całkowity dla danej serii, c – cena rynkowa butelki, c_m – cena minimalna, o – współczynnik odpadu średniego, zysk jednostkowy brutto dla danej serii produkcyjnej.

Dla parametrów podanych w tab. 1 i 2 tablicowano funkcję produkcji netto.

Tabela 1. Parametry funkcji produkcji netto dla butelki Wisła 0,5 l

Wyszczególnienie	Wisła 0,5
Czas przebrojenia min.	150
Osiągnięcie dobrej produkcji minimalnej	180
Czas t_3	330
Czas t_4	810
Odpad docelowy o_d po t_4	16,00%
c	0,003674
a	0,10
b	0,35
Odpad początkowy o_p	45,00%

Źródło: opracowanie własne.

W tabeli 2 przedstawiono tablicowanie funkcji straty czasu (4), ceny minimalnej, produkcji brutto (5) i produkcji netto (7).

Tabela 2. Funkcja produkcji brutto i netto

Czas brutto (min)	Czas stracony (min)	Wskaźnik odpadu przeciętnego (%)	Cena minimalna (zł)	Szybkość formowania szt./min	Produkcja brutto szt.	Produkcja netto szt.
1	2	3	4	5	6	7
1259,1	544	43,24	0,4158	135	169 979	96 478
2 259	651	28,83	0,3316	135	304 979	217 053
2 777	703	25,33	0,3160	135	374 959	280 000
3 038	730	24,01	0,3106	135	410 149	311 666
3 259	752	23,06	0,3067	135	439 979	338 511

1	2	3	4	5	6	7
4 002	826	20,64	0,2974	135	540 320	428 817
4 037	829	20,55	0,2970	135	544 968	433 000
4 259	852	20,00	0,2950	135	574 979	460 009
5 259	952	18,09	0,2881	135	709 979	581 509
6 259	1052	16,80	0,2837	135	844 979	703 009
7 259	1152	15,86	0,2805	135	979 979	824 509
8 259	1252	15,15	0,2782	135	1 114 979	946 009
9 259	1352	14,60	0,2763	135	1 249 979	1 067 509
10 259	1452	14,15	0,2749	135	1 384 979	1 189 009
11 259	1552	13,78	0,2737	135	1 519 979	1 310 509
12 259	1652	13,47	0,2727	135	1 654 979	1 432 009
13 259	1752	13,21	0,2719	135	1 789 979	1 553 509
14 259	1852	12,99	0,2712	135	1 924 979	1 675 009
15 259	1952	12,79	0,2706	135	2 059 979	1 796 509
16 259	2052	12,62	0,2701	135	2 194 979	1 918 009
17 259	2152	12,47	0,2696	135	2 329 979	2 039 509
18 259	2252	12,33	0,2692	135	2 464 979	2 161 009
19 259	2352	12,21	0,2688	135	2 599 979	2 282 509
20 259	2452	12,10	0,2685	135	2 734 979	2 404 009
21 259	2552	12,00	0,2682	135	2 869 979	2 525 509
22 259	2652	11,91	0,2679	135	3 004 979	2 647 009
23 259	2752	11,83	0,2677	135	3 139 979	2 768 509
24 259	2852	11,75	0,2674	135	3 274 979	2 890 009
25 259	2952	11,69	0,2672	135	3 409 979	3 011 509

Źródło: opracowanie własne.

Z formuły (7) na wielkość produkcji netto wynika, że możemy wyznaczyć tę wielkość dla dowolnego czasu brutto. Współczynnik odpadu przeciętnego w tab. 2 zmierza asymptotycznie od góry do parametru a , który ma wielkość 10%. Cena minimalna została obliczona dla kosztu całkowitego tony szkła brutto wynoszącego 816,61 zł dla wanny o wyciągu dziennym szkła równym 200 t. Koszt jednej butelki dla 289 g jej wagi to 0,236 zł. Cena minimalna maleje ze względu na spadek odpadu przeciętnego wraz ze zwiększeniem długości serii. Dla stałej ceny rynkowej wynoszącej 0,31 zł powoduje to wzrost zysku jednostkowego brutto bez uwzględnionego kosztu magazynowania.

3. Optymalizacja serii produkcyjnej

Problem optymalizacji serii produkcyjnej rozwiążemy dla:

- popytu rocznego, wynoszącego 3 360 000 sztuk butelek Wisła 0,5 l,
- popytu miesięcznego, równego 280 000 sztuk tej butelki,
- produkcja ta jest znana pracownikom i nie występują już efekty uczenia się.

Problem polega na znalezieniu odpowiedzi na pytanie, czy uruchamiać w każdym miesiącu produkcję równą miesięcznemu popytowi, czy wytwarzać tę butelkę w dłuższych seriach, ponosząc dodatkowe koszty jej magazynowania. W tabeli 3 podano obliczenie kosztów rocznych magazynowania butelki Wisła 0,5 dla 1 m².

Tabela 3. Koszty magazynowania butelki Wisła 0,5

Wyszczególnienie	Wielkość
Powierzchnia palety m ²	1
Liczba butelek Wisła 0,5 na palecie	1290
Wysokość składowania w warstwach	3
Liczba butelek na 1 m ²	3870
Koszt 1 m ² magazynu	2000
Wykorzystanie powierzchni magazynu	70%
Koszt 1 m ² skorygowany	2857
Stawka amortyzacji	2,50%
Amortyzacja 1 m ² magazynu	71,43
Oprocentowanie kredytu	10%
Koszt kredytu 1 m ²	285,71
Koszt ogrzewania 1 m ²	20
Całkowite koszty roczne magazynowania na 1 m ²	377,14

Źródło: opracowanie własne.

Budowa hali magazynowej została sfinansowana z kredytu. Przyrost kapitału obrotowego związany z wydłużeniem serii został sfinansowany ze środków własnych.

Wyznaczenie optymalnej serii produkcyjnej, dla której zysk po potrąceniu kosztów magazynowania osiąga wielkość maksymalną, przeprowadzono za pomocą Solvera, który jest dodatkiem arkusza kalkulacyjnego Excel. W jego oknie dialogowym *Solver – Parametry* wprowadzono następujące oznaczenia:

- *Komórka celu*: zawiera adres komórki, w której obliczana jest w Excelu wielkość zysku po potrąceniu kosztów magazynowania,
- *Równa*: została wybrana opcja Maks, oznaczająca poszukiwanie maksymalnej wartości obliczanej w *Komórce celu*,

- *Komórki zmieniane*: adres komórki, w której podany jest czas produkcji brutto jako zmiennej niezależnej,
- *Warunki ograniczające*: adres komórki, w której jest obliczana produkcja netto, która powinna być nie większa niż podana pod wskazanym adresem komórki wielkość rocznego popytu.

Wyniki obliczeń przedstawiono w tab. 4.

Tabela 4. Optymalna seria produkcyjna

Wyszczególnienie	Krótką seria	Długa seria
Czas brutto (min)	2 777	14 031
Czas stracony (min)	703	1 829
Wskaźnik odpadu przeciętnego	25,33%	13,03%
Cena minimalna	0,31604	0,2714
Szybkość formowania szt./min	135	135
Produkcja brutto (szt.)	374 959	1 894 181
Produkcja netto (szt.)	280 000	1 647 291
Część rocznej produkcji	8,33%	49,03%
Koszt magazynowania	1 137	39 352
Zysk brutto jednostkowy	-0,006037	0,0386
Zysk brutto całkowity	-1 690	63 634
Zysk brutto z potrąconymi kosztami magazynowania	-2 827	24 282

Źródło: opracowanie własne.

Optymalna długość serii podana w tab. 4 wynosi 1 647 291 sztuk, co stanowi 49,03% rocznego popytu. Dla takiej serii zysk brutto po odjęciu kosztów magazynowania wynosi 24 282 zł.

Tablicowanie funkcji zysku całkowitego brutto przedstawiono w tab. 5.

Tabela 5. Zysk całkowity brutto

Produkcja brutto	Produkcja netto	Część rocznej produkcji	Koszt magazynowania	Zysk jednostkowy brutto	Zysk całkowity brutto	Zysk całkowity brutto, potrącony koszt magazynowania
1	2	3	4	5	6	7
169 979	96 478	0,0287	135	-0,1058	-10 207	-10 342
304 979	217 053	0,0646	683	-0,0216	-4 689	-5 372
374 959	280 000	0,0833	1 137	-0,0060	-1 690	-2 827
410 149	311 666	0,0928	1 409	-0,0006	-179	-1 587
439 979	338 511	0,1007	1 662	0,0033	1 103	-558

Tabela 5, cd.

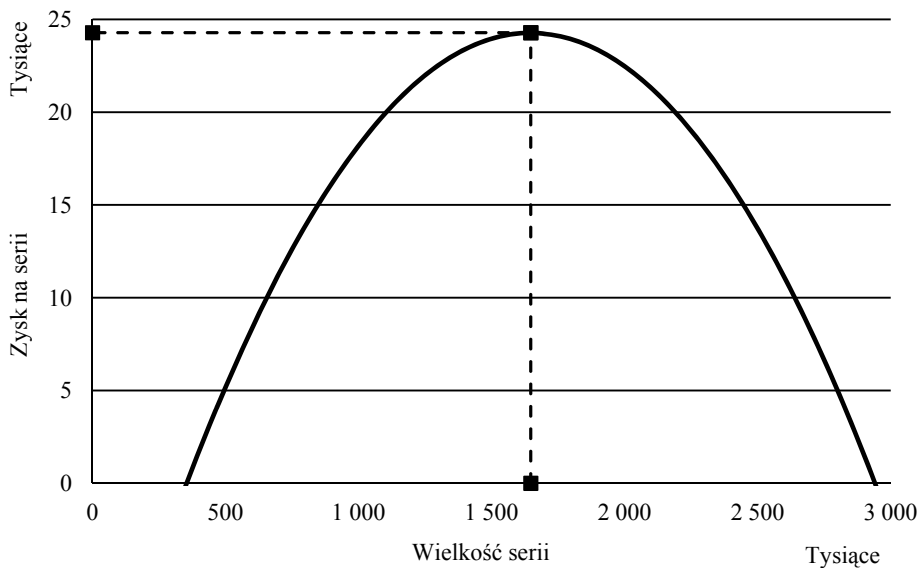
1	2	3	4	5	6	7
540 320	428 817	0,1276	2 667	0,0126	5 418	2 751
544 968	433 000	0,1289	2 719	0,0130	5 617	2 899
574 979	460 009	0,1369	3 069	0,0150	6 908	3 839
709 979	581 509	0,1731	4 904	0,0219	12 713	7 809
844 979	703 009	0,2092	7 167	0,0263	18 518	11 351
979 979	824 509	0,2454	9 859	0,0295	24 323	14 464
1 114 979	946 009	0,2816	12 978	0,0318	30 128	17 150
1 249 979	1 067 509	0,3177	16 526	0,0337	35 933	19 407
1 384 979	1 189 009	0,3539	20 502	0,0351	41 738	21 236
1 519 979	1 310 509	0,3900	24 906	0,0363	47 543	22 637
1 654 979	1 432 009	0,4262	29 738	0,0373	53 348	23 609
1 789 979	1 553 509	0,4624	34 999	0,0381	59 153	24 154
1 894 181	1 647 291	0,4903	39 352	0,0386	63 634	24 282
1 924 979	1 675 009	0,4985	40 687	0,0388	64 958	24 270
2 059 979	1 796 509	0,5347	46 804	0,0394	70 763	23 959
2 194 979	1 918 009	0,5708	53 349	0,0399	76 568	23 219
2 329 979	2 039 509	0,6070	60 322	0,0404	82 373	22 051
2 464 979	2 161 009	0,6432	67 723	0,0408	88 178	20 454
2 599 979	2 282 509	0,6793	75 553	0,0412	93 983	18 430
2 734 979	2 404 009	0,7155	83 810	0,0415	99 788	15 977
2 869 979	2 525 509	0,7516	92 496	0,0418	105 593	13 097
3 004 979	2 647 009	0,7878	101 610	0,0421	111 398	9 788
3 139 979	2 768 509	0,8240	111 152	0,0423	117 203	6 051
3 274 979	2 890 009	0,8601	121 122	0,0426	123 008	1 886
3 409 979	3 011 509	0,8963	131 521	0,0428	128 813	-2 708

Źródło: opracowanie własne.

Na podstawie danych z tab. 5 na rys. 2 przedstawiono wykres funkcji zysku brutto po potrąceniu kosztów magazynowania.

Dla długości serii wynoszącej 1 647 291 sztuk zysk brutto wynosi 24 282 zł. Dla długości mniejszej lub większej zysk brutto osiąga wartości mniejsze. Nie jest to jednak optymalna wielkość zysku, bowiem nie przeliczyliśmy go na serię odpowiadającą miesięcznemu popytowi. Wynik obliczeń za pomocą Solvera dla maksymalizacji takiej wielkości (co odpowiada maksymalizacji zysku na sztukę butelki) przedstawiono w tab. 6.

Optymalna wielkość produkcji w przeliczeniu na serię równą miesięcznemu popytowi (w celu porównania z wynikami dla podstawowej serii) wynosi 1 019 410 sztuk, co stanowi 30,34% rocznego popytu. Zysk jednostkowy osiąga zatem maksy-



Rys. 2. Funkcja zysku brutto po potrąceniu kosztów magazynowania

Źródło: opracowanie własne.

Tabela 6. Optymalna seria produkcyjna dla maksymalnego zysku jednostkowego

Wyszczególnienie	Krótką seria	Długa seria
Czas brutto (min)	2 777	8 863
Czas stracony (min)	703	1 312
Wskaźnik odpadu przeciętnego	25,33%	14,80%
Cena minimalna	0,31604	0,2770
Szybkość formowania szt./min	135	135
Produkcja brutto szt.	374 959	1 196 535
Produkcja netto szt.	280 000	1 019 410
Część rocznej produkcji	8,33%	30,34%
Koszt magazynowania	1 137	15 070
Zysk brutto jednostkowy	-0,00604	0,0330
Zysk brutto całkowity	-1 690	33 635
Zysk brutto z potrąconymi kosztami magazynowania	-2 827	18 564
Zysk na serię	-2 827	5 099

Źródło: opracowanie własne.

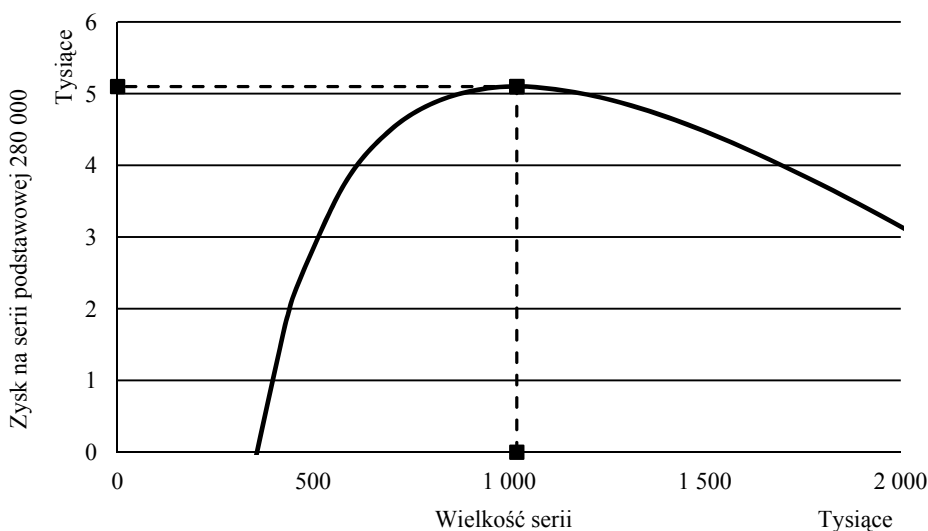
Tabela 7. Zysk brutto przeliczony na podstawową serię

Produkcja brutto	Produkcja netto	Część rocznej produkcji	Koszt magazynowania	Zysk brutto	Zysk całkowity brutto	Zysk brutto potrącone koszty magazynowania	Zysk dla 280 000 szt.
169 979	96 478	0,0287	135	-0,1058	-10 207	-10 342	-30 015
304 979	217 053	0,0646	683	-0,0216	-4 689	-5 372	-6 930
374 959	280 000	0,0833	1 137	-0,0060	-1 690	-2 827	-2 827
410 149	311 666	0,0928	1 409	-0,0006	-179	-1 587	-1 426
439 979	338 511	0,1007	1 662	0,0033	1 103	-558	-462
540 320	428 817	0,1276	2 667	0,0126	5 418	2 751	1 796
544 968	433 000	0,1289	2 719	0,0130	5 617	2 899	1 874
574 979	460 009	0,1369	3 069	0,0150	6 908	3 839	2 337
709 979	581 509	0,1731	4 904	0,0219	12 713	7 809	3 760
844 979	703 009	0,2092	7 167	0,0263	18 518	11 351	4 521
979 979	824 509	0,2454	9 859	0,0295	24 323	14 464	4 912
1 114 979	946 009	0,2816	12 978	0,0318	30 128	17 150	5 076
1 196 535	1 019 410	0,3034	15 070	0,0330	33 635	18 564	5 099
1 249 979	1 067 509	0,3177	16 526	0,0337	35 933	19 407	5 090
1 384 979	1 189 009	0,3539	20 502	0,0351	41 738	21 236	5 001
1 519 979	1 310 509	0,3900	24 906	0,0363	47 543	22 637	4 837
1 654 979	1 432 009	0,4262	29 738	0,0373	53 348	23 609	4 616
1 789 979	1 553 509	0,4624	34 999	0,0381	59 153	24 154	4 353
1 924 979	1 675 009	0,4985	40 687	0,0388	64 958	24 270	4 057
2 059 979	1 796 509	0,5347	46 804	0,0394	70 763	23 959	3 734
2 194 979	1 918 009	0,5708	53 349	0,0399	76 568	23 219	3 390
2 329 979	2 039 509	0,6070	60 322	0,0404	82 373	22 051	3 027
2 464 979	2 161 009	0,6432	67 723	0,0408	88 178	20 454	2 650
2 599 979	2 282 509	0,6793	75 553	0,0412	93 983	18 430	2 261
2 734 979	2 404 009	0,7155	83 810	0,0415	99 788	15 977	1 861
2 869 979	2 525 509	0,7516	92 496	0,0418	105 593	13 097	1 452
3 004 979	2 647 009	0,7878	101 610	0,0421	111 398	9 788	1 035
3 139 979	2 768 509	0,8240	111 152	0,0423	117 203	6 051	612
3 274 979	2 890 009	0,8601	121 122	0,0426	123 008	1 886	183
3 409 979	3 011 509	0,8963	131 521	0,0428	128 813	-2 708	-252

Źródło: opracowanie własne.

malną wielkość dla produkcji mniejszej od zapewniającej maksymalny zysk dla danej serii. Tablicowanie tej funkcji przedstawiono w tab. 7.

Na podstawie danych z tab. 7 na rys. 3 przedstawiono graficznie optymalną wielkość serii, zapewniającą maksymalny zysk na sztukę produktu.



Rys. 3. Funkcja zysku brutto po potrąceniu kosztów magazynowania na podstawową serię 280 000 szt.

Źródło: opracowanie własne.

Funkcja zysku na rys. 3 nie jest symetryczna jak funkcja przedstawiona na rys. 2. Wielkość zysku brutto szybko rośnie aż do punktu optimum, który jest osiągany dla serii o długości 1 019 410 sztuk. Po przekroczeniu optymalnej wielkości produkcji zysk maleje wolniej, niż rósł. Jest to spowodowane tym, że zysk brutto dla całej serii rośnie nadal do produkcji równej 1 647 291 szt., co zostało pokazane na rys. 2. Ostatecznie okazało się, że maksymalizacja zysku dla danej długości serii nie jest wystarczająca, aby określić optymalną wielkość serii. Niezbędne jest znalezienie optymalnej długości serii dla maksymalizacji funkcji celu, którą jest zysk jednostkowy. Wielkości te są różne. Maksymalna wielkość zysku dla całego roku osiągnięta jest dla długości serii wynoszącej 1 019 410. W pierwszym przypadku zysk brutto roczny wynosi 49 527 zł, a w drugim 61 189 zł. Przyrost zysku osiąga zatem wielkość 11 661 zł, czyli zwiększa się o 23,55%. Taka byłaby zatem utrata korzyści, gdybyśmy nie zauważyli, że należy optymalizować nie zysk przypadający na serię, a zysk przypadający na jednostkę produktu dla danej serii.

Przedsiębiorstwo produkujące miesięcznie serię odpowiadającą miesięcznemu popytowi poniosłoby stratę roczną wynoszącą –33 927 zł. Optymalizacja serii pro-

dukcyjnej umożliwiła przyrost zysku brutto o 95 116 zł. Wielkość ta może być miarą zarządzania osiągnięciami przedsiębiorstwa za pomocą miernika niefinansowego, jakim jest optymalna wielkość serii produkcyjnej.

4. Zakończenie

Podstawą określenia funkcji produkcji netto i brutto dla wszystkich warunków wywołujących komplikacje była wielkość straty czasu produkcji od momentu otrzymania pierwszej dobrej produkcji do momentu pomiaru końcowego, mierzona za pomocą całki oznaczonej funkcji współczynnika odpadu chwilowego. Ta ostatnia jest funkcją wykładniczą, która jest odwrotnością funkcji logistycznej.

Znajomość wielkości straty czasu dla danej wielkości serii umożliwiła obliczenie czasu pracy netto na wytworzenie dobrej produkcji. Na tej podstawie określono funkcję dobrej produkcji, czyli funkcję produkcji netto, która powstaje w wyniku pomnożenia czasu netto przez szybkość formowania danej butelki.

Problem optymalizacji mógł być rozumiany dwojako. Po pierwsze, polegał na wyznaczeniu optymalnej długości serii produkcyjnej, dla której zysk po potrąceniu kosztów magazynowania osiąga wielkość maksymalną. Innymi słowy, maksymalizowaną funkcją celu była funkcja zysku dla całej serii. Określono ją za pomocą Solvera, który jest dodatkiem arkusza kalkulacyjnego Excel. Nie przyjmowano żadnych warunków ograniczających z tego względu, że wszystkie parametry były stałe, a miesięczny wyciąg szkła z wanny znacznie przekraczał zużycie szkła przez badany asortyment dla przyjmowanych długości serii, czyli nie było to ograniczenie wiążące.

Po drugie, optymalna długość serii mogła być wyznaczona dla funkcji celu, którą była funkcja jednostkowego zysku lub zysku przypadającego na produkcję równą miesięcznemu popytowi dla danej serii produkcyjnej. Podobnie jak w pierwszym przypadku w Solverze nie przyjęto żadnych warunków ograniczających.

Dla drugiego podejścia funkcja zysku nie była symetryczna jak funkcja dla podejścia pierwszego. Wielkość zysku brutto szybko rosła aż do punktu optimum, który był osiągnięty dla serii o długości 1 019 410 sztuk. Po przekroczeniu optymalnej wielkości produkcji zysk malał wolniej, niż rósł. Było to spowodowane tym, że zysk brutto dla całej serii rósł nadal do wielkości produkcji równej 1 647 291 sztuk. Ostatecznie okazało się, że maksymalizacja zysku dla długości serii nie jest wystarczająca, aby określić optymalną wielkość serii. Niezbędne jest znalezienie optymalnej długości serii dla maksymalizacji funkcji celu, którą jest zysk jednostkowy lub zysk przypadający na wielkość produkcji równą miesięcznemu popytowi. Maksymalna wielkość zysku dla całego roku osiągana jest wtedy dla długości serii wynoszącej 1 019 410.

Dla pierwszego podejścia zysk brutto roczny dla produkcji całkowitej równej rocznemu popytowi wyniósł 49 527 zł, a dla drugiego 61 189 zł. Przyrost zysku osiągnął zatem wielkość 11 661 zł, czyli zwiększył się o 23,55%. Jest to miara utraconych korzyści, gdybyśmy nie zauważyli, że należy maksymalizować nie funkcję

celu, jaką jest zysk przypadający na serię, a funkcję celu, jaką jest zysk jednostkowy lub przypadający w ramach serii produkcyjnej na wielkość produkcji równą popytowi miesięcznemu, co jest podejściem równoważnym.

Oczywiście można sobie wyobrazić przedsiębiorstwo produkujące co miesiąc serię odpowiadającą popytowi miesięcznemu. Poniosłoby ono stratę roczną na tym asortymencie wynoszącą –33 927 zł. W porównaniu z tym wynikiem optymalizacja serii produkcyjnej umożliwiła przyrost zysku brutto o 95 116 zł. Wielkość ta może być miarą zarządzania osiągnięciami przedsiębiorstwa za pomocą miernika niefinansowego, jakim jest optymalna wielkość serii produkcyjnej. Kierowników tego przedsiębiorstwa cechuje racjonalność *ex ante*, polegająca na tym, że znają skutki finansowe swoich decyzji produkcyjnych dotyczących długości serii przed ich podjęciem i na tej podstawie wybierają rozwiązanie optymalne w danych warunkach.

Literatura

- Karmańska A., *Rachunek kosztów działań w świetle Systemu Informacji Monitorowania Dokonań (SIMD)*, [w:] *Rachunkowość zarządcza i rachunek kosztów w systemie informacji przedsiębiorstwa*, A. Karmańska (red.), Difin, Warszawa 2006.
- Matczewski A., *Zarządzanie produkcją przemysłową. Problemy. Metody. Środki*, PWE, Warszawa 1990.
- Matczewski A., *Zarządzanie produkcją*, [w:] *Zarządzanie. Teoria i praktyka*, A.K. Koźmiński, W. Piotrowski (red.), PWN, Warszawa 1999.
- Mielcarek J., *Budżetowania sprzedaży i produkcji w zaawansowanym środowisku technologicznym*, [w:] *Budżetowanie działalności jednostek gospodarczych. Teoria i praktyka*, W. Krawczyk (red.), Uniwersytet Szczeciński, Studia i Prace Wydziału Nauk Ekonomicznych i Zarządzania nr 4, Wydawnictwo Naukowe Uniwersytetu Szczecińskiego, Szczecin 2008.
- Nowak E., *Zaawansowana rachunkowość zarządcza*, PWE, Warszawa 2003.
- Nowak E., *Rachunek kosztów działań. Inne modele rachunku kosztów działań*, [w:] K. Czubakowska, W. Gabrusewicz, E. Nowak, *Podstawy rachunkowości zarządczej*, PWE, Warszawa 2006.
- Nowak W.A., *Rachunkowość zarządcza w zaawansowanym środowisku ekonomicznym i technologicznym*, [w:] A.A. Jaruga, W.A. Nowak, A. Szychta, *Rachunkowość zarządcza. Koncepcje i zastosowania*, Absolwent, Łódź 2001.
- Piechota R., *Rachunek kosztów i działań. Rachunek kosztów jakości. Rachunek kosztów projektów innowacyjnych*, [w:] E. Nowak, R. Piechota, M. Wierziński, *Rachunek kosztów w zarządzaniu przedsiębiorstwem*, PWE, Warszawa 2004.
- Sobańska I., *Nowe technologie*, [w:] *Rachunek kosztów i rachunkowość zarządcza. Najnowsze tendencje, procedury i ich zastosowanie w przedsiębiorstwach*, I. Sobańska (red.), C.H. Beck, Warszawa 2006.
- Świdarska G.K., *Zarządzanie kosztami nowych produktów i technologii*, [w:] *Rachunkowość zarządcza i rachunek kosztów*, G.K. Świdarska (red.), T. I, Difin, Warszawa 2002.
- Wierziński M., *Rachunek kosztów cyklu życia produktu. Rachunek kosztów docelowych. Rachunek kosztów ciągłego doskonalenia. Koszty w systemie zarządzania dokładnie na czas*, [w:] E. Nowak, R. Piechota, M. Wierziński, *Rachunek kosztów w zarządzaniu przedsiębiorstwem*, PWE, Warszawa 2004.

PERFORMANCE MANAGEMENT WITH OPTIMUM BATCH SIZE

Summary: The problem of the paper has been formulated as a question of how to determine the optimum batch size for continuous batch and multi-phase production in the conditions of an advanced technological environment. The second problem of lower order has been presented, how to determine the net production function and gross profit function for a given volume of gross production time. The second problem was solved by using a total waste time function. The optimum batch size for which the profit after deducting the costs of stock holding reached a maximum value was found. The optimum batch size was determined also to maximize the unit profit. Calculations were performed using Solver. The best gross annual profit was achieved for the batch size for the maximum unit profit. The annual gross profit increase for the best optimum batch size in comparison with a batch size equal to the monthly demand is a measure of the enterprise performance.

Keywords: optimum batch size, objective function, total waste time function, net production function, gross profit function.