

Jarosław Mielcarek

Wyższa Szkoła Bankowa w Poznaniu

ZARZĄDZANIE WYNIKAMI ZA POMOCĄ WSKAŹNIKÓW NIEFINANSOWYCH W PRZEDSIĘBIORSTWIE PRODUKCYJNYM

Streszczenie: Obydwa problemy dotyczące wpływu na zysk wzrostu wydajności automatów szklarskich oraz spadku współczynników odpadu, które osiągnięto w wyniku usprawnienia działań przedsiębiorstwa, zostały analitycznie rozwiązane. Rozwiązanie drugiego problemu umożliwiło analizę przyczynowo-skutkową wpływu zmian dwóch czynników – obniżenia odpadu i kosztów energii. Sprawdzenie wyników liczbowych przy użyciu Solvera potwierdziło teoretyczne rozwiązania problemów.

Słowa kluczowe: formalizacja związków przyczynowo-skutkowych, wydajność automatów, obniżenie odpadu, zarządzanie wynikami, teoria ograniczeń

1. Wstęp

Aby sterować dokonaniem, niezbędne jest stworzenie systemu ich pomiaru. A. Jarugowa i W. Nowak uważają, że: „[...] nowoczesny system pomiaru dokonań powinien zawierać miary różnego typu, w tym miary ujmujące czynniki niezbędne do osiągnięcia przez jednostkę wiodącej pozycji na rynku” [Jarugowa, Nowak 1995, s. 300]. W tym kontekście warto przytoczyć pogląd G. Cokinsa, charakteryzujący zarządzanie dokonaniem: „[...] po pierwsze, rób rzeczy właściwe, a następnie rób te rzeczy dobrze” [Cokins 2004, s. 13]. Aby określić, co to znaczy robić rzeczy właściwe, zwrócimy uwagę na to, że M.J. Lebas podkreśla, iż dokonania przedsiębiorstwa są osiągane w ramach istniejących, specyficznych ograniczeń i sytuacji [Lebas 1995, s. 29]. Robienie właściwych rzeczy zależy zatem od warunków wewnętrznych i otoczenia zewnętrznego w danym okresie. W związku z tym przyjmujemy, że problem podjęty w opracowaniu będzie dotyczył sytuacji, w której popyt na produkty przedsiębiorstwa jest większy od zdolności produkcyjnych jego zasobów w okresie przyszłego miesiąca, czyli będzie miał charakter perspektywny. W tych warunkach robienie rzeczy właściwych zostanie określone za pomocą teorii ograniczeń. (Szczegółne znaczenie będzie miało posłużenie się rachunkiem przerobu, który omówiony jest m.in. w [Goldratt 1990a, 1990b; Noreen, Smith, Mackey 1995; Corbett 1998; Goldratt, Cox 2000; Mielcarek 2005]).

Pozostaje jeszcze określenie, co to znaczy robić te rzeczy dobrze. Tutaj szczególne znaczenie posiada uchwycenie związków przyczynowo-skutkowych między stosowanymi miernikami i osiągnięciami, na które zamierza się wpływać [Nita 2009, s. 24; Michalak 2008, s. 67–69; Nowak 2003, s. 293–295; Kaplan, Norton 2001a, s. 45–47; Kaplan, Norton 2001b, s. 15–16, 74–75, 109–110]. Opis tych związków jest niewystarczający dla sterowania dokonania. Niezbędna jest ich formalizacja¹. Sformułowanie „robić te rzeczy dobrze” będziemy rozumieć jako osiągnięcie optymalnych zysków w rezultacie efektywnego wykorzystania zasobów, sterowanego za pomocą mierników niefinansowych. W ten sposób zostanie sformułowany cel przedsiębiorstwa.

W artykule zostaną podjęte dwa problemy. Pierwszy można sformułować w postaci pytania: jaki przyrost zysku wywoła wzrost wydajności automatów szklarskich o 1% bez zwiększenia odpadu produkcyjnego?, a drugi: jaki przyrost zysku wywoła zmniejszenie odpadu produkcyjnego o 1%? Zmiany te zostaną osiągnięte w wyniku usprawnienia działań w przedsiębiorstwie.

Wielkość przyjętych zmian wynika z dwóch przesłanek. Po pierwsze, w filozofii *kaizen* stałe udoskonalenia przedsiębiorstwa przeprowadza się małymi krokami. W ten sposób buduje się w przedsiębiorstwie księgę najlepszych praktyk produkcyjnych. Po drugie, zmiany zysku mogą mieć charakter liniowy lub nieliniowy. W tym pierwszym przypadku będzie można mówić o dźwigni, jeżeli zmiana czynnika o 1% wywoła większą od niej zmianę procentową zysku. Dla dowolnej zmiany tego czynnika (oczywiście w ramach możliwości technologicznych) będzie można określić procentową wielkość zmiany zysku.

W przypadku stwierdzenia nieliniowej zależności różne zmiany wielkości czynnika będą wymagały każdorazowo przeprowadzenia nowych obliczeń. Nieliniowość zostanie stwierdzona na podstawie postaci formuły, przedstawiającej zależność między zmienną niezależną a zyskiem. Dysponowanie tą formułą umożliwi przeprowadzanie obliczeń dla danej zmiany uwzględnionego czynnika.

Przykład jest w ekonomii, w tym również w rachunkowości zarządczej, odpowiednikiem eksperymentu w fizyce [Mielcarek 2005b, s. 67–71]. W związku z tym rozwiązania teoretyczne podjętych problemów zostaną sprawdzone za pomocą przykładu produkcji opakowań szklanych w hucie szkła, w której istnieje jedno ograniczenie wiążące w postaci zasobu czasu pracy automatów szklarskich.

2. Wariant początkowy

Na dane początkowe, niezbędne na wejściu, aby na wyjściu osiągnąć poszukiwany wynik, składają się parametry produkcji i przeroby jednostkowe dla poszczególnych asortymentów. Wielkości te podane są w tabeli 1.

¹ Zadanie to jest zgodne z postulatem budowy analitycznej rachunkowości zarządczej dla złożonych związków przyczynowo-skutkowych [Mielcarek 2006].

Tabela 1. Parametry produkcji i przerobu jednostkowe

Wyszczególnienie	Szybkość formowania szt./sek.	Waga sztuki kg	Odpad % produkcji brutto	Cena zł	Koszt materiałów zł	Koszt energii zł	Przerób jednostkowy zł
Wisła 0,25	2,25	0,227	18,00%	0,21	0,04256	0,0277	0,1398
Wisła 0,5	2,08	0,362	15,00%	0,29	0,06788	0,0426	0,1795
Wielokątna 0,25	1,83	0,250	9,70%	0,30	0,04688	0,0277	0,2254
Wielokątna 0,5	1,67	0,418	10,61%	0,41	0,07838	0,0468	0,2849
Bojaroff 0,5	2,00	0,353	29,07%	0,52	0,06619	0,0498	0,4040
Bojaroff 0,75	1,75	0,518	27,48%	0,60	0,09713	0,0714	0,4314
Pshenichnaya 0,7	1,75	0,421	30,00%	0,52	0,07894	0,0601	0,3809
KW 0,33	2,08	0,443	21,00%	0,54	0,08306	0,0561	0,4009
WZ 0,25	2,25	0,340	21,00%	0,39	0,06375	0,0430	0,2832
Grandbottle 0,35	1,83	0,331	35,64%	0,25	0,06206	0,0514	0,1365
Gąsiorek 0,43	2,00	0,339	22,07%	0,29	0,06356	0,0435	0,1829

Źródło: opracowanie własne.

W rachunku przerobu za jedyne koszty zmienne uznaje się koszty materiałów. W produkcji opakowań szklanych ze względu na jej energochłonny charakter do nich zaliczyliśmy również koszty energii. Dodatkowe dane początkowe powinny również zawierać rynkowe warunki ograniczające górne i dolne. Są one podane w tabeli 2.

Tabela 2. Ograniczenia rynkowe

Wyszczególnienie	Podaż minimalna szt.	Warunek	Produkcja butelek szt.	Warunek	Popyt szt.
Wisła 0,25	1 200 000	=<	1 200 000	<=	1 400 000
Wisła 0,5	590 000	=<	590 000	<=	700 000
Wielokątna 0,25	250 000	=<	250 000	<=	920 000
Wielokątna 0,5	1 500 000	=<	2 616 817	<=	3 500 000
Bojaroff 0,5	500 000	=<	850 000	<=	850 000
Bojaroff 0,75	200 000	=<	300 000	<=	300 000
Pshenichnaya 0,7	40 000	=<	50 000	<=	50 000
KW 0,33	600 000	=<	1 000 000	<=	1 000 000
WZ 0,25	100 000	=<	240 000	<=	240 000
Grandbottle 0,35	300 000	=<	300 000	<=	400 000
Gąsiorek 0,43	500 000	=<	500 000	<=	1 000 000

Źródło: opracowanie własne.

W tabeli 3 podane są ograniczenia zasobowe, wynoszące 84 750 minut pracy automatów oraz 4500 t wyciągu szkła z wanny szklarskiej miesięcznie.

Tabela 3. Ograniczenia zasobowe

Wyszczególnienie	Produkcja netto	Produkcja brutto	Zużycie zasobu czasu pracy automatów brutto w min.	Waga sztuki kg	Zużycie zasobu szkła – wyciąg brutto t
Wisła 0,25	1 200 000	1 463 415	10 840	0,227	332
Wisła 0,5	590 000	694 118	5 553	0,362	251
Wielokątna 0,25	250 000	276 855	2 517	0,250	69
Wielokątna 0,5	2 616 817	2 927 285	29 273	0,418	1 224
Bojaroff 0,5	850 000	1 198 365	9 986	0,353	423
Bojaroff 0,75	300 000	413 679	3 940	0,518	214
Pshenichnaya 0,7	50 000	71 429	680	0,421	30
KW 0,33	1 000 000	1 265 823	10 127	0,443	561
WZ 0,25	240 000	303 797	2 250	0,340	103
Grandbottle 0,35	300 000	466 128	4 238	0,331	154
Gąsiorek 0,43	500 000	641 560	5 346	0,339	217
Wartość zużycia			84 750		3 579
Zależność			<=		<=
Warunek ograniczający			84 750		4 500

Źródło: opracowanie własne.

W tabeli 4 za pomocą Solvera znaleziono portfel produktów, dla których zysk osiąga po uwzględnieniu danych początkowych i warunków ograniczających wielkość optymalną.

Maksymalizowana funkcja celu ma następującą postać:

$$H = h_1 P_{n1} + h_2 P_{n2} + \dots + h_n P_{nn} = \sum_{i=1}^n h_i P_{ni} \quad (1)$$

a wagi funkcji celu dla poszczególnych asortymentów, to:

$$h_i = c_i - k_{mi} - k_{ei} \quad (2)$$

gdzie: H – przerób całkowity,

h_i – przerób jednostkowy dla asortymentu i ,

P_{ni} – produkcja netto asortymentu i ,

c_i – cena asortymentu i ,

k_{mi} – jednostkowy koszt materiału asortymentu i ,

k_{ei} – jednostkowy koszt energii asortymentu i .

Tabela 4. Przerób i zysk optymalny

Wyszczególnienie	Produkcja netto	Produkcja brutto	Przerób dla produkcji planowanej	Przerób na jednostkę wąskiego gardła
Wisła 0,25	1 200 000	1 463 415	167 705	15,47
Wisła 0,5	590 000	694 118	105 927	19,08
Wielokątna 0,25	250 000	276 855	56 360	22,39
Wielokątna 0,5	2 616 817	2 927 285	745 441	25,47
Bojaroff 0,5	850 000	1 198 365	343 438	34,39
Bojaroff 0,75	300 000	413 679	129 434	32,85
Pshenichnaya 0,7	50 000	71 429	19 046	28,00
KW 0,33	1 000 000	1 265 823	400 862	39,59
WZ 0,25	240 000	303 797	67 971	30,20
Grandbottle 0,35	300 000	466 128	40 952	9,66
Gąsiorek 0,43	500 000	641 560	91 470	17,11
Razem	7 896 817	9 722 453	2 168 606	25,59
Koszty stałe			1 500 000	
Zysk całkowity – maksimum			668 606	

Źródło: opracowanie własne.

Zamieszczone w tabeli 4 optymalne wielkości produkcji poszczególnych asortymentów zostały znalezione w taki sposób, że najpierw zapewniono produkcję odpowiadającą minimalnej podaży, następnie pozostałe wolne zasoby zostały przeznaczone na zaspokojenie popytu na kolejno asortymenty o najwyższym przerobie na jednostkę zasobu, będącego wiążącym ograniczeniem tak długo, aż wielkość zasobu wystarczyła tylko na częściowe zaspokojenie popytu kolejnego asortymentu. Został on nazwany granicznym i jest nim butelka Wielokątna 0,5. W tabeli 3 można zauważyć, że dla rozwiązania optymalnego ograniczeniem wiążącym jest zasób czasu pracy automatów.

3. Podniesienie szybkości formowania butelek

Zasadnicze zagadnienie, które będzie nas interesować, brzmi następująco: jak wpłynie podniesienie szybkości formowania butelek i tym samym wydajności automatów o 1% w wyniku podniesienia umiejętności pracowników bez zmiany współczynnika odpadu w badanym przedsiębiorstwie na przyrost zysku?

Zasób czasu pracy automatów zużywany na wyprodukowanie początkowej produkcji netto po wzroście wydajności automatów określamy za pomocą formuły:

$$T_1 = \frac{T_0}{1 + d_f} \quad (3)$$

gdzie: T_0 – dostępny zasób czasu pracy automatów,
 T_1 – zużyty zasób czasu pracy automatów na wyprodukowanie dotychczasowej produkcji po wzroście wydajności automatów,
 d_f – stopa wzrostu wydajności automatów.

Zwolniony zasób czasu pracy automatów w wyniku wzrostu wydajności automatów obliczamy, odejmując od zasobu dostępnego zasób zużyty po wzroście wydajności pracy:

$$\Delta T = T_0 - T_1 = T_0 - \frac{T_0}{1 + d_f} = T_0 \left(1 - \frac{1}{1 + d_f}\right) = T_0 \frac{d_f}{1 + d_f} \quad (4)$$

Produkcja brutto dla danego zasobu czasu wynosi:

$$P_b = 60 f_g T_0 \quad (5)$$

a formuła na produkcję netto, uwzględniająca wielkość współczynnika odpadu:

$$P_n = (1 - o_g) P_b = 60(1 - o_g) f_g T_0 \quad (6)$$

Przyrost produkcji netto asortymentu granicznego w wyniku wzrostu wydajności pracy automatów będzie wynosił po uwzględnieniu (4), (5) i (6):

$$\Delta P_n = (1 - o_g) \Delta P_b = 60(1 - o_g) f_g (1 + d_f) \Delta T = 60(1 - o_g) T_0 f_g d_f \quad (7)$$

gdzie: f_g – wydajność pracy początkowa dla asortymentu granicznego,
 o_g – współczynnik odpadu dla asortymentu granicznego.

W formule (7) umieszczamy mnożnik 60, ponieważ przyrost zasobu czasu pracy jest liczony w minutach, a wydajność automatów w sztukach na sekundę. Przyrost produkcji netto asortymentu granicznego przy innych czynnikach stałych jest liniową funkcją stopy wzrostu wydajności automatów.

Przyrost zysku wywołany zwiększeniem szybkości formowania będzie równy przyrostowi przerobu, ponieważ nie wywołuje on wzrostu kosztów stałych, a przyrost przerobu będzie równy iloczynowi przerobu jednostkowego i przyrostu produkcji netto asortymentu granicznego (7):

$$\Delta Z_g = \Delta H = h \Delta P_n = (c - k_z) \Delta P_n = 60(c_g - k_{zg})(1 - o_g) R_0 f_g d_f \quad (9)$$

gdzie: ΔZ_g – przyrost zysku wywołany wzrostem wydajności automatów,
 c_g – cena asortymentu granicznego,
 k_{zg} – jednostkowy koszt zmienny asortymentu granicznego.

Posługując się danymi zawartymi w tabeli 1 i 3 oraz formułą (9), znajdziemy odpowiedź na pytanie, jaki przyrost zysku wywoła podniesienie szybkości formowania butelek i tym samym wydajności pracy automatów bez zmiany współczynników odpadów o 1%?:

$$\Delta Z_g = 60 * 0,2849 * 0,8939 * 84\,750 * 1,6667 * 0,01 = 21\,582 \quad (10)$$

Przyrost zysku równa się 21 582 zł, czyli stopa wzrostu zysku wyniosła 3,23% w porównaniu z zyskiem dla modelu początkowego z tabeli 4. Ponieważ funkcja przyrostu zysku jest liniowa, to można stwierdzić, że istnieje dźwignia wydajności automatów, która dla podanych warunków początkowych wynosi 3,23, czyli na każdy procent zmiany wydajności automatów przypada 3,23% zmiany zysku.

Poprawność naszych obliczeń sprawdzimy za pomocą Solvera, zmieniając w warunkach początkowych wydajność automatów dla wszystkich asortymentów o 1%. Obliczenia podane są w tabeli 5.

Tabela 5. Rozwiązanie optymalne dla wzrostu wydajności automatów o 1%

Wyszczególnienie	Produkcja netto	Produkcja brutto	Przerób dla produkcji planowanej	Przerób na jednostkę wąskiego gardła
Wisła 0,25	1 200 000	1 463 415	167 705	15,63
Wisła 0,5	590 000	694 118	105 927	19,27
Wielokątna 0,25	250 000	276 855	56 360	22,62
Wielokątna 0,5	2 692 578	3 012 035	767 023	25,72
Bojaroff 0,5	850 000	1 198 365	343 438	34,73
Bojaroff 0,75	300 000	413 679	129 434	33,18
Pshenichnaya 0,7	50 000	71 429	19 046	28,28
KW 0,33	1 000 000	1 265 823	400 862	39,98
WZ 0,25	240 000	303 797	67 971	30,51
Grandbottle 0,35	300 000	466 128	40 952	9,76
Gąsiorek 0,43	500 000	641 560	91 470	17,28
Razem	7 972 578	9 807 203	2 190 188	25,84
Koszty stałe			1 500 000	
Zysk całkowity – maksimum			690 188	

Źródło: opracowanie własne.

Zysk całkowity w porównaniu z warunkami początkowymi zwiększył się o 21 582 zł i jest identyczny z obliczonym za pomocą formuły (9). Efekt ten został osiągnięty w wyniku zmniejszenia się zużycia czasu pracy automatów na początkową produkcję netto o 839,11 min. zgodnie z formułą (2) i przeznaczenie go na podniesienie produkcji asortymentu granicznego, którym jest butelka Wielokątna 0,5.

4. Obniżenie odpadu²

Obniżenie marnotrawstwa zasobu, będącego ograniczeniem, będzie w tym przypadku polegać na zmniejszeniu współczynników odpadu, w wyniku czego zwiększy się udział w czasie nominalnym czasu zużywanego na produkcję dobrych butelek. Będziemy poszukiwali odpowiedzi na zasadnicze pytanie, jak zmieni się zysk pod wpływem spadku współczynników odpadu o 1%? Można to osiągnąć w wyniku prac, zmierzających do udoskonalenia najlepszych praktyk produkcyjnych, m.in. w zakresie nastawów automatów, rodzaju szkła i jego temperatury.

W przypadku zmian współczynnika odpadu dla początkowej produkcji netto danego asortymentu wielkość produkcji brutto jest dana formułą:

$$P_{b2} = \frac{P_n}{1 - o(1 + d_o)} \quad (11)$$

i stąd przyrost produkcji brutto wynosi:

$$\Delta P_b = P_{b2} - P_{b1} = \frac{P_n}{1 - o(1 + d_o)} - \frac{P_n}{1 - o} = \frac{d_o o}{(1 - o)(1 - o - d_o o)} P_n \quad (12)$$

Zmiana wykorzystania czasu pracy automatów będzie równała się ilorazowi przyrostu produkcji brutto przez szybkość formowania dla danego asortymentu. Dla obniżenia współczynników odpadu powstaje w ten sposób niewykorzystany czas pracy automatów, który może być przeznaczony na zwiększenie produkcji asortymentu granicznego:

$$\Delta T = \frac{\Delta P_b}{f} = \frac{d_o o}{f(1 - o)(1 - o - d_o o)} P_n \quad (13)$$

Zmiana wykorzystania czasu pracy dla wszystkich asortymentów będzie wynosiła:

$$\Delta T = \sum_{i=1}^n \frac{\Delta P_{bi}}{f_i} = \sum_{i=1}^n \frac{d_o o_i}{f_i(1 - o_i)(1 - o_i - d_o o_i)} P_{ni} \quad (14)$$

co pozwoli na podniesienie produkcji brutto asortymentu granicznego o wielkość:

$$\Delta P_{bg} = f_g \Delta T = f_g \sum_{i=1}^n \frac{d_o o_i}{f_i(1 - o_i)(1 - o_i - d_o o_i)} P_{ni} \quad (15)$$

gdzie: ΔT – zmiana wykorzystania czasu pracy automatów dla zmiany współczynników odpadu,

d_o – stopa zmian współczynników odpadów.

² Odpad w hutnictwie opakowań szklanych jest nieunikniony ze względu na przebieg fizycznych procesów w wysokich temperaturach.

Przyrost zysku zostanie określony przez iloczyn przyrostu produkcji asortymentu granicznego i jego jednostkowego przerobu:

$$\Delta Z = \Delta P_{ng} (c_g - k_{mg} - k_{eg2}) = f_g \Delta T [1 - o_g (1 + d_o)] (c_g - k_{mg} - k_{eg2}) \quad (16)$$

W wyniku zmiany współczynników odpadu zmienia się dla asortymentu granicznego wielkość jednostkowego kosztu energii, ponieważ spada wielkość produkcji brutto niezbędna do otrzymania produkcji netto. Zmieniona wielkość jednostkowych kosztów energii zostanie określona przez stopę zmian tej wielkości:

$$k_{eg2} = k_{eg1} (1 + d_e) \quad (17)$$

Zależność jednostkowego kosztu energii od wagi asortymentu granicznego i kosztu energii na stopienie jednego grama szkła oraz współczynnika odpadu przedstawia poniższa formuła:

$$k_{eg} = \frac{w_g e}{1 - o} \quad (18)$$

przy pomocy której obliczymy stopę wzrostu kosztów energii pod wpływem zmian współczynnika odpadu:

$$\begin{aligned} d_e &= \frac{k_{e2} - k_{e1}}{k_{e1}} = \frac{k_{e2}}{k_{e1}} - 1 = \frac{\frac{we}{1 - o_2}}{\frac{we}{1 - o_1}} - 1 = \frac{1 - o_1}{1 - o_2} - 1 = \frac{o_2 - o_1}{1 - o_2} = \frac{o_1(1 + d_o) - o_1}{1 - o_1(1 + d_o)} = \\ &= \frac{o_1 d_o}{1 - o_1(1 + d_o)} \end{aligned} \quad (19)$$

gdzie: w_g – waga asortymentu granicznego,
 e – koszt energii na stopienie jednego grama szkła,
 d_o – stopa wzrostu współczynników odpadu.

Podstawiamy (14) oraz (19) do (16) i otrzymujemy formułę na przyrost zysku spowodowany zmianą współczynników odpadu:

$$\begin{aligned} \Delta Z_g &= f_g [1 - o_g (1 + d_o)] [c_g - k_{mg} - k_{e1g} (1 + \frac{o_g d_o}{1 - o_g (1 + d_o)})] * \\ &= \sum_{i=1}^n \frac{d_o o_i}{f_i (1 - o_i) (1 - o_i - d_o o_i)} P_{ni} = m_g \Delta T \end{aligned} \quad (20)$$

Przyrost zysku wynika ze zmniejszenia czasu pracy automatów niezbędnego do wytworzenia początkowej produkcji netto oraz ze spadku jednostkowego kosztu energii asortymentu granicznego. Można go zapisać w skrótovej formie jako iloczyn przyrostu czasu i mnożnika zysku m_g .

Nie możemy przeoczyć, że istnieje również drugi efekt spadku współczynników odpadu, który przyczynia się do wzrostu zysku. Jest nim spadek kosztów energii dla dotychczasowej produkcji w wyniku spadku współczynników odpadu, ponieważ dotychczasową produkcję przy mniejszym odpadzie można wyprodukować mniejszym nakładem energii. Zmianę kosztów energii dla danego asortymentu określimy, korzystając z formuły na stopę wzrostu energii (19):

$$\Delta k_e = d_e k_{e1} = \frac{o d_o}{1 - o(1 + d_o)} k_{e1} \quad (21)$$

Przyrost zysku wywołany zmianą kosztów energii pod wpływem zmiany współczynników odpadu będzie równy iloczynowi zmiany kosztów energii i produkcji netto dla warunków początkowych:

$$\Delta Z_e = -\Delta E = -\sum_{i=1}^n \Delta k_{ei} P_{ni} = -\sum_{i=1}^n \frac{o_i d_o}{1 - o_i(1 + d_o)} k_{ei} P_{ni} \quad (22)$$

Na podstawie (20) i (22) określimy całkowitą zmianę zysku spowodowaną zmianą współczynników odpadu:

$$\Delta Z = \Delta Z_g + \Delta Z_e = f_g [1 - o_g(1 + d_o)] [c_g - k_{mg} - k_{e1g} (1 + \frac{o_1 d_o}{1 - o_1(1 + d_o)})] * \\ * \sum_{i=1}^n \frac{d_o o_i}{f_i(1 - o_i)(1 - o_i - d_o o_i)} P_{ni} + \sum_{i=1}^n \frac{o_i d_o}{1 - o_i(1 + d_o)} k_{ei} P_{ni} \quad (23)$$

Tabela 6. Spadek wykorzystanego czasu pracy automatów i spadek kosztów energii

Wyszczególnienie	Początkowa produkcja netto	Odpad początkowy	Szybkość formowania	Przyrost produkcji brutto	Zmiana wykorzystania czasu (s)	Koszty energii początkowe	Spadek kosztów energii
Wisła 0,25	1 200 000	18,00%	2,25	-3 205	-1 425	0,02768	-73
Wisła 0,5	590 000	15,00%	2,08	-1 223	-587	0,04259	-44
Wielokątna 0,25	250 000	9,70%	1,83	-297	-162	0,02769	-7
Wielokątna 0,5	2 616 817	10,61%	1,67	-3 469	-2 081	0,04676	-145
Bojaroff 0,5	850 000	29,07%	2,00	-4 891	-2 446	0,04977	-173
Bojaroff 0,75	300 000	27,48%	1,75	-1 562	-892	0,07143	-81
Pshenichnaya 0,7	50 000	30,00%	1,75	-305	-174	0,06014	-13
KW 0,33	1 000 000	21,00%	2,08	-3 356	-1 611	0,05608	-149
WZ 0,25	240 000	21,00%	2,25	-805	-358	0,04304	-27
Grandbottle 0,35	300 000	35,64%	1,83	-2 567	-1 400	0,05143	-85
Gąsiorek 0,43	500 000	22,07%	2,00	-1 811	-906	0,04350	-61
Razem				-23 491	-12 042		-858

Źródło: opracowanie własne.

Korzystając z (14) i (22), w tabeli 6 obliczymy spadek wykorzystanego czasu pracy automatów na wytworzenie początkowej produkcji netto oraz spadek z tego samego powodu kosztów energii.

Koszty energii dla początkowej produkcji netto spadły o 858 zł i o tę samą kwotę nastąpił przyrost zysku. Przyrost całkowitego zysku przedstawiony jest w tabeli 7, z wykorzystaniem (20) i (22).

Przyrost zysku w wyniku pojawienia się niewykorzystanego czasu pracy automatów w wyniku spadku odpadu o 1% oraz spadku kosztów energii asortymentu granicznego wyniósł 5118 zł, a przyrost zysku w wyniku spadku kosztów energii na wyprodukowanie dotychczasowej produkcji netto – 858 zł. Łącznie zysk wzrósł o 5976 zł, co stanowi przyrost zysku o 0,8938% w porównaniu z jego wielkością początkową.

Tabela 7. Całkowity przyrost zysku

Przyrost czasu	Mnożnik przyrostu zysku	Przyrost zysku ΔZ_g	Przyrost zysku ΔZ_e	Całkowity przyrost zysku
12 041,75	0,425	5 118	858	5 976

Źródło: opracowanie własne.

Tabela 8. Optymalny zysk dla spadku odpadu o 1%

Wyszczególnienie	Produkcja netto	Produkcja brutto	Przerób dla produkcji wyjściowej	Przerób dla produkcji planowanej
Wisła 0,25	1 200 000	1 460 209	139 815	167 778
Wisła 0,5	590 000	692 895	116 748	105 971
Wielokatna 0,25	250 000	276 558	112 735	56 367
Wielokatna 0,5	2 634 779	2 943 885	569 842	750 704
Bojaroff 0,5	850 000	1 193 473	242 549	343 611
Bojaroff 0,75	300 000	412 117	107 929	129 515
Pshenichnaya 0,7	50 000	71 124	17 153	19 059
KW 0,33	1 000 000	1 262 467	300 758	401 010
WZ 0,25	240 000	302 992	42 499	67 998
Grandbottle 0,35	300 000	463 561	47 877	41 037
Gąsiorek 0,43	500 000	639 749	137 297	91 531
Razem	7 914 779	9 719 031	1 835 201	2 174 583
Koszty stałe				1 500 000
Zysk całkowity – maksimum				674 583

Źródło: opracowanie własne.

Formuła (23) została wykorzystana do analizy przyczynowo-skutkowej zmiany zysku pod wpływem spadku współczynników odpadu. Jest to formuła nieliniowa i w związku z tym dla różnych wielkości zmiany odpadu niezbędne jest przeprowadzenie za jej pomocą nowych obliczeń.

W celu sprawdzenia poprawności otrzymanych wyników w tabeli 8 przedstawimy obliczenie zysku optymalnego za pomocą Solvera.

Optymalny zysk obliczony w tabeli 8 wyniósł 674 583 zł. Oznacza to, że zarówno przerób całkowity, jak i zysk wzrosły o 5976 zł. W ten sposób poprawność naszych rozważań została potwierdzona.

5. Podsumowanie

Rozwiązanie problemów podjętych w opracowaniu wykazało, że ulepszać można tylko to, czym się steruje, a sterować można tylko tym, co się mierzy [Halachmi 2005, s. 503]. Zarówno dla problemu wpływu zwiększenia wydajności automatów na zysk, jak i problemu wpływu zmniejszenia odpadu na zysk w wyniku ulepszenia funkcjonowania przedsiębiorstwa zostało podane rozwiązanie analityczne, czyli związek przyczynowo-skutkowy został sformalizowany. W przypadku drugiego problemu ze względu na jego większą złożoność przedstawiona formuła umożliwiła analizę przyczynowo-skutkową wpływu na zmiany zysku dwóch czynników – spadku współczynników odpadu i spadku kosztów energii. Termin *performance* został użyty w znaczeniu rezultatów i sposobów ich osiągnięcia. Dla danych początkowych obliczono, posługując się podanymi formułami, wielkość zmian zysku pod wpływem wzrostu wydajności automatów oraz spadku współczynników odpadu. Sprawdzenie otrzymanych wyników za pomocą Solvera potwierdziło poprawność teoretycznych ustaleń.

Literatura

- Cokins G., *Performance management: Finding the missing pieces (to close the intelligence gap)*, John Wiley & Sons, Hoboken 2004.
- Corbett T., *Throughput accounting. TOC's management accounting system*, The North River Press, Great Barrington 1998.
- Goldratt E.M., *What is this thing called theory of constraints and how should it be implemented?*, The North River Press, Great Barrington 1990.
- Goldratt E.M., *Esseys on the theory of constraints*, The North River Press, Great Barrington 1990.
- Goldratt E.M., Cox J., *The goal: A process of ongoing improvement*, Gower Publishing, Aldershot 2000.
- Halachmi A., *Performance measurement is only one way of managing performance*, „International Journal of Productivity and Performance Management” 2005, vol. 54, no. 7.
- Jarugowa A., Nowak W.A., *Pomiar i ocena jednostek zorientowanych na zysk*, „Rachunkowość” 1995, nr 6.
- Lebas M.J., *Performance measurement and performance management*, „International Journal of Production Economics” 1995, vol. 41, no. 1–3.

- Kaplan R.S., Norton D.P., *Strategiczna karta wyników. Jak przełożyć strategię na działanie*, PWN, Warszawa 2001a.
- Kaplan R.S., Norton D.P., *Strategiczna karta wyników. Praktyka*, Centrum Informacji Menedżera, Warszawa 2001b.
- Michalak J., *Pomiar dokonań od wyniku finansowego do Balanced Scorecard*, Difin, Warszawa 2008.
- Mielcarek J., *Paradygmat teorii ograniczeń jako koncepcji rachunkowości zarządczej*, Wydawnictwo Wyższej Szkoły Bankowej w Poznaniu, Poznań 2005a.
- Mielcarek J., *Teoretyczne podstawy rachunku kosztów i zasobów – koncepcji ABC i ABM*, Wydawnictwo Akademii Ekonomicznej w Poznaniu, Poznań 2005b.
- Mielcarek J., *Analiza wrażliwości w rachunkowości zarządczej*, Wydawnictwo Target, Poznań 2006.
- Nita B., *Rola rachunkowości zarządczej we wspomaganie zarządzania dokonaniami przedsiębiorstwa*, Prace Naukowe Uniwersytetu Ekonomicznego we Wrocławiu, nr 68, Wrocław 2009.
- Noreen E., Smith D., Mackey J.T., *The theory of constraints and its implications for management accounting*, The North River Press, Great Barrington 1995.
- Nowak E., *Zaawansowana rachunkowość zarządcza*, PWE, Warszawa 2003.

PERFORMANCE MANAGEMENT WITH NONFINANCIAL MEASURES

Summary: For both problems of an influence of automatic glass forming machines efficiency increase and pack to melt ratios decrease on profit as a result of enterprise activity, improvement analytic solutions were presented, i.e. the cause-effect relations were formalized. As to the second problem, such solution enabled profit change cause-effect analysis for two factors that is pack to melt ratios and cost of energy decrease. Profit changes were determined for initial data with the use of elaborated formulae as a result of automatic glass forming machines efficiency increase and pack to melt ratios decrease. Inspections of the numerical results with Solver confirmed theoretical solutions of the problems.