

Edyta KARDAS*, Ryszard BUDZIK*

PLANOWANIE WIELKOŚCI ZAPASÓW MATERIAŁOWYCH NA WYDZIALE WIELKOPIECOWYM

Streszczenie

W artykule przedstawiono metodę planowania zapasów materiałowych wykorzystywanych do produkcji surówki żelaza na wydziale wielkopiecowym Huty X. Dokonano analizy znaczenia poszczególnych grup materiałowych, zastosowano w tym celu analizę Pareto Lorenza materiałów z punktu widzenia ilości zużycia i ich kosztów. Dokonano ilościowej analizy zużycia surowców i materiałów w procesie wytwarzania surówki z podziałem na dwa procesy wielkopiecowy i spiekalniczy, wykorzystując narzędzia statystyczne. Dokonano analizy wielkości produkcji z użyciem funkcji trendu, na podstawie którego wyznaczono wielkość planowanej produkcji i zapotrzebowania na podstawowe materiały. Badania przeprowadzono na wydziale wielkopiecowym Huty X, obejmują one trzy kolejne lata kalendarzowe.

Słowa kluczowe: zapasy, materiały, planowanie, metody statystyczne.

1. WPROWADZENIE

Gospodarka zapasami jest jednym z podstawowych elementów zarządzania przedsiębiorstwem. Swoim zakresem obejmuje ona zespół działań związanych z regulacją oraz sterowaniem strumieniami, a także zasobami materiałowymi w organizacji [2]. Do głównych zadań działu gospodarki materiałowej należą m. in. zapewnienia odpowiednich dostaw właściwych materiałów w określonej ilości oraz po najniższym koszcie [10]. W każdym przedsiębiorstwie zaopatrzenie w materiały powinno rozpoczynać się od zaplanowania potrzeb materiałowych do produkcji wytwarzanych wyrobów.

W dobie gospodarki wolnorynkowej przedsiębiorstwa, aby obniżyć koszty utrzymania zapasów, dążą do tego, aby ich ilość była jak najniższa. Dobrym przykładem takiego postępowania jest stosowanie takich metod, jak np. Just In Time, gdzie dostawy materiałowe odbywają się ściśle na określony czas.

W przypadku przedsiębiorstwa hutniczego metoda taka byłaby bardzo trudna do zastosowania z powodu wielu czynników, wśród których należy wspomnieć m. in. o [7, 8]:

- nieregularności dostaw materiałów,
- różnych źródłach pochodzenia materiałów wsadowych (m. in. Brazylia i Ukraina),
- ciągłej pracy urządzeń hutniczych, które nie dopuszczają nawet chwilowych braków surowców i materiałów,
- gromadzeniu żelazodajnych materiałów hutniczych z powodów technologicznych: ich uśredniania i sezonowania, co wpływa na stabilność procesu wielkopiecowego (surowce i materiały, które są dostarczane do huty różnią się między sobą składem chemicznym czy własnościami fizyczno - mechanicznymi, więc materiały dostarczane z różnych źródeł są ze sobą mieszane w celu ich uśrednienia. Praktycy wielkopiecowi uważają również za wskazane sezonowanie materiałów w celu ich równomiernego nawilżenia).

Z tych powodów wielkopiecowy huty musi zgromadzić odpowiedni zapas surowców i materiałów. W warunkach polskich hut zapas rudy na składowiskach powinien być wystarczający na około 75 – 90 dni produkcji, natomiast koksu na 5 – 6 dni [12].

* Politechnika Częstochowska, Wydział Inżynierii Procesowej, Materiałowej i Fizyki Stosowanej

Głównym składnikiem kosztu wytwarzania surówki wielkopiecowej jest koszt zakupu materiałów bezpośrednich do procesu [7]. Do produkcji jednej tony surówki w badanej hucie zużywa się ponad 1,5 tony materiałów żelazodajnych (głównie rud kawałkowych), około pół tony paliw (głównie koksu stabilizowanego) oraz pewną ilość dodatków, które intensyfikują proces produkcji. Dzienna produkcja surówki z jednego pieca wynosi około 6 000 ton, co w skali całego wydziału, w którym jednocześnie pracują dwa wielkie piece, stanowi ponad 4 miliony ton wytworzonego produktu w skali jednego roku [11].

W celu zapewnienia wystarczającej ilości materiałów wykorzystywanych do produkcji konieczna jest ciągła analiza procesu produkcyjnego. Należy stale badać takie elementy, jak: wielkość produkcji czy rzeczywiste zużycie materiałów, aby na tej podstawie można było prognozować wielkość produkcji w przyszłości oraz zapotrzebowanie na surowce i materiały do procesu [5].

Można również wskazać, które z materiałów mają najistotniejsze znaczenie z punktu widzenia efektywnego i nieprzerwanego prowadzenia procesu produkcji i które powodują największe koszty. W tym celu można wykorzystać takie metody, jak metoda ABC czy analiza Pareto – Lorenza [1, 4].

W artykule przedstawiono metodę planowania zapasów materiałowych wykorzystywanych do produkcji surówki żelaza na wydziale wielkopiecowym Huty X. Dokonano analizy znaczenia poszczególnych grup materiałowych, zastosowano w tym celu analizę Pareto - Lorenza materiałów z punktu widzenia ilości zużycia i ich kosztów. Dokonano ilościowej analizy zużycia surowców i materiałów w procesie wytwarzania surówki z podziałem na dwa procesy wykorzystując narzędzia statystyczne. Dokonano analizy wielkości produkcji z użyciem funkcji trendu, na podstawie którego wyznaczono wielkość planowanej produkcji i zapotrzebowania na podstawowe materiały. Badania przeprowadzono na wydziale wielkopiecowym Huty X, obejmują one trzy kolejne lata kalendarzowe, natomiast prognozy zostały wyznaczone na miesiące kolejnego roku.

2. SUROWCE I MATERIAŁY STOSOWANE W PROCESIE WIELKOPIECOWYM

Wszystkie surowce i materiały wykorzystywane w procesach produkcyjnych można podzielić na dwie podstawowe grupy: materiały bezpośrednio i pośrednio. W procesie wielkopiecowym największe znaczenie z punktu widzenia kosztów wytworzenia mają materiały bezpośrednio. Koszty materiałów pośrednich (m.in. koszty materiałów ogniotrwałych, smarów czy olejów), które stanowią zaledwie ok. 1,5% kosztów wytworzenia nie mają istotnego znaczenia dla procesu. Wobec tego w analizie uwzględniono tylko materiały bezpośrednio.

Surowce i materiały bezpośrednio stosowane do produkcji surówki wielkopiecowej w badanej hucie można podzielić na cztery podstawowe grupy [9, 12]:

1. Wsadowe materiały żelazodajne – surowce i materiały zawierające podstawowy składnik surówki, czyli żelazo, do których zalicza się m. in. rudy kawałkowe, spiek (wytwarzany w badanym przedsiębiorstwie w aglomerowni), grudki, aglomeraty.
2. Koks – podstawowe paliwo w procesie wielkopiecowym. Podstawowym gatunkiem stosowanym w procesie jest koks stabilizowany, jednak w wypadku badanej huty stosowano również kilka innych gatunków. W wielu hutach stosuje się również inne zamienniki, jak np. pył węglowy.
3. Dodatki gazowe i paliwa gazowe – paliwa gazowe, wykorzystywane jako zamiennik koksu w samym procesie wytwarzania oraz do ogrzewania powietrza wdmuchiwanego do pieca (gazy: wielkopiecowy, ziemny i koksowniczy), tlen do intensyfikacji procesu dodawany do dmuchu.

4. Dodatki – topniki, materiały z procesów hutniczych zawierające pierwiastki pożyteczne i związki chemiczne potrzebne do procesu wielkopiecowego, do których można zaliczyć m. in. żużle konwertorowe czy kwarcyt i kamień wapienny.

W tabelicy 1 dokonano zestawienia surowców i materiałów potrzebnych do produkcji surówki wielkopiecowej. Wszystkie surowce i materiały podzielono na 16 rodzajów. Tabela ta była punktem wyjścia do przeprowadzenia analizy Pareto - Lorenza materiałów bezpośrednich do stosowanych produkcji surówki wielkopiecowej. Numery odpowiadające poszczególnym surowcom i materiałom wykorzystano w późniejszych analizach. Należy wspomnieć, że pod niektórymi pozycjami znajduje się kilka gatunku materiału (np. 7 gatunków grudek).

Tablica 1. Materiały stosowane w procesie wielkopiecowym

Rodzaj materiału	Rodzaj materiału
Materiały żelazodajne	Dodatki gazowe
1. Spiek żelazodajny 2. Grudki (7 gatunków) 3. Ruda kawałkowa (2 gatunki) 4. Koncentraty i aglomeraty (3 gatunki)	10. Gaz wielkopiecowy 11. Gaz ziemny 12. Gaz koksowniczy 13. Tlen niesprężony
Koks	Topniki
5. Koks stabilizowany 6. Koks orzech 7. Koks groszek 8. Antracyt 9. Koksik	14. Żużel konwertorowy 15. Kwarcyt 16. Kamień wapienny

Źródło: Opracowanie własne na podstawie [9]

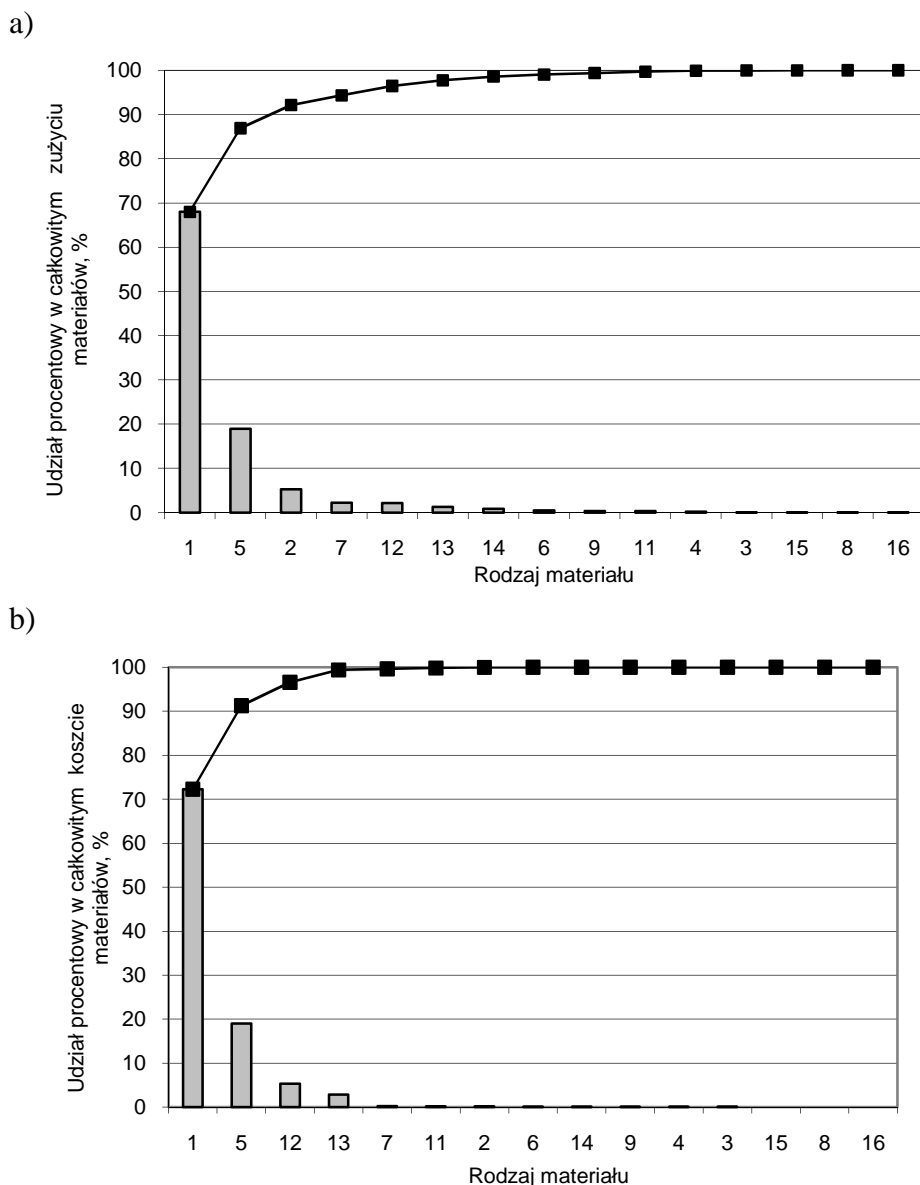
3. ANALIZA PARETO – LORENZA SUROWCÓW I MATERIAŁÓW DO PROCESU WIELKOPIECOWEGO

Dokonano oceny znaczenia poszczególnych surowców i materiałów z punktu widzenia ich zużycia ilościowego i kosztu. Wykorzystano do tego analizę Pareto – Lorenza (tab. 2). Wyniki te przedstawiono w ujęciu ilościowym oraz kosztowym (rys. 1). Rodzaje materiałów oznaczono liczbami zgodnie z tablicą 1. W obliczeniach pominięto gaz wielkopiecowy (10) stosowany do nagrzewania dmuchu, który jest w tym procesie wytwarzany.

Tablica 2. Analiza Pareto – Lorenza materiałów wykorzystywanych do procesu wielkopiecowego

Analiza ilości zużytych materiałów			Analiza kosztów zużytych materiałów		
L.p.	Udział, %	Udział skumulowany, %	L.p.	Udział, %	Udział skumulowany, %
1	67,990	67,990	1	72,2814	72,2814
5	18,908	86,898	5	18,9797	91,2610
2	5,235	92,133	12	5,3033	96,5643
7	2,193	94,326	13	2,8259	99,3902
12	2,125	96,452	7	0,2551	99,6453
13	1,279	97,730	11	0,1818	99,8271
14	0,850	98,581	2	0,1440	99,9711
6	0,450	99,031	6	0,0110	99,9821
9	0,353	99,384	14	0,0109	99,9930
11	0,313	99,696	9	0,0066	99,9995
4	0,206	99,902	4	0,0004364	99,9999567
3	0,059	99,961	3	0,0000274	99,9999840
15	0,033	99,995	15	0,0000155	99,9999996
8	0,003	99,998	8	0,0000004	99,9999999
16	0,002	100,000	16	0,0000001	100,0000000

Źródło: Opracowanie własne na podstawie [9]



Rys. 1. Analiza Pareto – Lorenza materiałów do produkcji surówki z punktu widzenia: a) ilości zużycia w procesie produkcji i b) kosztów zużytych materiałów do produkcji

Źródło: Opracowanie własne na podstawie [9]

Z analizy Pareto - Lorenza materiałów z punktu widzenia ilości ich zużycia (rys. 1a) wynika, że w największej ilości do procesu produkcji stosowano dwa podstawowe materiały: spiek oraz koks stabilizowany. Ich ilość w całkowitym zużyciu materiałów do procesu wynosiła prawie 90%. Ponadto stosowano także grudki w ilości około 5%, należy jednak pamiętać, że w procesie wykorzystuje się aż 7 różnych gatunków tego materiału. Pozostałe grupy materiałowe stanowią niewiele ponad 5% materiałów zużytych w procesie.

Z analizy Pareto – Lorenza z punktu widzenia kosztów zużytych materiałów do produkcji (rys. 1b) wynika podobna zależność, jak w przypadku ilości ich zużycia. Koszty dwóch materiałów: koszt spieku i koszt koksu stabilizowanego stanowiły ponad 90% wszystkich kosztów produkcji. Jednakże w tym przypadku jako kolejne składniki kosztu należy wymienić koszty gazu koksowniczego i koszt tlenu.

Jak wynika z przeprowadzonej analizy Pareto – Lorenza, podstawowymi materiałami do procesu wielkopiecowego w badanym Wydziale Wielkopiecowym z punktu widzenia zarówno ilości ich zużycia, jak i kosztów są spiek oraz koks stabilizowany. W dalszej części artykułu dokonano analizy tylko dla tych materiałów. Wyniki zostały wykorzystane do ustalenia planowanego poziomu zapasów materiałowych.

4. ILOŚCIOWA ANALIZA ZUŻYCIA MATERIAŁÓW W PROCESIE WIELKOPIECOWYM

Dokonano analizy jednostkowego zużycia poszczególnych materiałów w procesie wielkopiecowym w badanej Hucie. Analiza ta umożliwi ustalenie prognozy zapotrzebowania na surowce i materiały do procesu. Określono poziom przeciętnego jednostkowego zużycia, zróżnicowanie i dynamikę zużycia za pomocą odpowiedniego wskaźnika [3]. Wskaźnik taki dostarcza informację o relacji zachodzącej pomiędzy ilością zużytego materiału, a ilością wyrobów wytworzonych z tego materiału. Wskaźnik ten często nazywany jest wskaźnikiem materiałochłonności i może zostać obliczony na podstawie prostej formuły [3]:

$$W_m = \frac{Z_m}{P} \quad (1)$$

gdzie:

W_m - wskaźnik materiałochłonności

P – wielkość produkcji,

Z_m – zużycie materiałów.

W tabelicy 3 przedstawiono analizę jednostkowego zużycia dwóch podstawowych materiałów do procesu wielkopiecowego: spieku i koksu stabilizowanego. Należy zaznaczyć, że podstawowym materiałem do produkcji surówki żelaza jest spiek, który jest wytwarzany w tym samym wydziale huty, więc przedsiębiorstwo planując wysokość zapasów materiałowych kupowanych na zewnątrz musi wziąć pod uwagę materiały do wyprodukowania tego spieku. Podstawowym surowcem do produkcji spieku są rudy żelaza, oprócz tego stosowane są dodatki w postaci dolomitu i kamienia wapiennego oraz koksik jako paliwo do procesu, jednakże ilości zużycia tych materiałów w stosunku do ilości rud są niewielkie [8]. W tabelicy 4 dokonano analizy jednostkowego zużycia rudy żelaza dla spieku. Analizy w tablicach 3 i 4 zawierają podstawowe statystyki opisowe oraz wskaźnik przeciętnego tempa zmian dotyczące zużycia badanych materiałów.

Tablica 3. Analiza jednostkowego zużycia surowców i materiałów do produkcji surówki wielkopiecowej

Surowce	Wartość średnia	Odchylenie standardowe	Wartość maksymalna	Wartość minimalna	Przeciętne miesięczne tempo zmian
Spiek, kg/Mg surówki	1515,7	55,9	1595,9	1411,5	+0,6%
Koks stabilizowany, kg/Mg surówki	449,1	8,9	468,5	437,7	+0,01%

Źródło: Opracowanie własne na podstawie [8]

Tablica 4 Analiza jednostkowego zużycia surowców i materiałów do produkcji spieku

Surowce	Wartość średnia	Odchylenie standardowe	Wartość maksymalna	Wartość minimalna	Przeciętne miesięczne tempo zmian
Mieszanka rud żelaza, kg/Mg spieku	1014,6	5,9	1020,8	1001,3	+0,1%

Źródło: Opracowanie własne na podstawie [8]

W tablicach 3 i 4 przedstawiono jednostkową zużycie w procesie produkcji spieku i surówki. Z danych wynika, że na 1 Mg spieku zużyto średnio 1014 kg mieszanki rud. Natomiast na wyprodukowanie 1 Mg surówki wielkopiecowej – 1515,7 kg spieku, 449,1 kg koksu stabilizowanego. W badanym okresie dla poszczególnych surowców i materiałów odnotowano również niewielkie zróżnicowanie jednostkowego zużycia. Wskaźniki tempa zmian również pokazały, że chociaż wartości wskaźników ulegały niewielkim wahaniom, to jednak nie zaobserwowano w nich żadnych trendów. Do dalszej analizy przyjęto więc średnie wartości jednostkowego zużycia tych materiałów.

Na podstawie wartości średnich z tablic 3 i 4 określono zużycia jednostkowe surowców i materiałów potrzebnych do produkcji 1 Mg surówki, biorąc pod uwagę ilość rudy potrzebnej do wyprodukowania spieku użytego do procesu wielkopiecowego. Dane przedstawiono w tablicy 5.

Tablica 5. Jednostkowe zużycia surowców i materiałów do procesu wielkopiecowego i spiekania ogółem

1 Mg surówki		1515,7 kg spieku		1 Mg surówki ogółem	
Spiek	1515,7kg	Ruda żelaza	1537,8kg	Ruda żelaza	1537,8kg
Koks stabilizowany	449,1kg			Koks stabilizowany	449,1kg

Źródło: Opracowanie własne na podstawie [8]

Na podstawie wyników z tablicy 5 można stwierdzić, że na wyprodukowanie 1 Mg surówki potrzeba przeciętnie 1515,7 kg spieku, który wyprodukowano z 1537,8 kg rud żelaza, oraz 449,1 kg koksu stabilizowanego.

5. PROGNOZOWANIE WIELKOŚCI PRODUKCJI SURÓWKI DLA WYBRANEGO WYDZIAŁU WIELKOPIECOWEGO

Do prognozowania wielkości produkcji surówki wielkopiecowej uwzględniono wyniki dotyczące wielkości miesięcznej produkcji surówki w jednym wydziale wielkopiecowym huty polskiej za 3 lata kalendarzowe. Określono parametry funkcji trendu, określającej zmianę produkcji w czasie, oraz oceniono jej dopasowanie do danych empirycznych. W tablicy 6 przedstawiono ocenę funkcji trendu: wartości jej parametrów (wyznaczone za pomocą metody najmniejszych kwadratów) i stopień dopasowania modelu do danych empirycznych.

Tablica 6. Ocena liniowej funkcji trendu wielkości miesięcznej produkcji surówki

Funkcja trendu	$y = 2772,01 \cdot t + 238350$	
Błąd standardowy	46 233	
Test istotności F modelu	13,97	
Wartość krytyczna F_{kryt} dla testu	0,000682	
Parametr	a	b
Błąd szacunku parametru	741,60	15734,68
Test istotności T parametru	3,73	15,14
Wartość krytyczna testu	0,000682	$1,11 \cdot 10^{-16}$

Źródło: Opracowanie własne na podstawie danych z przedsiębiorstwa oraz [6]

Z danych przedstawionych w tablicy 6 wynika, że:

- funkcja trendu wskazuje, że produkcja surówki żelaza w badanym okresie wzrastała, według otrzymanego równania teoretyczna wielkość produkcji miesięcznie rosła przeciętnie o 2772 Mg,
- oceniając dopasowanie do danych empirycznych można stwierdzić istotność parametrów modelu, na co wskazują przeprowadzone testy Walda (F) i Studenta (T),
- otrzymano błąd standardowy na poziomie 46 233Mg, co świadczy o niewielkim (ok. 16% w stosunku do średniej wartości produkcji rzeczywistej) odchyleniu wartości teoretycznych od wyników empirycznych,
- należy zaznaczyć, że metodę taką należy stosować, gdy zachowany jest trend zmian badanego zjawiska. Im dalszy jest horyzont prognozy, tym ta prognoza obarczona jest większym błędem. Jeżeli nastąpi znacząca zmiana w trendzie zjawiska, należałoby się zastanowić nad modyfikacją parametrów funkcji trendu lub zmianą metody prognozowania.

Przy pomocy otrzymanej liniowej funkcji trendu wyznaczono prognozy miesięcznej produkcji dla pierwszych sześciu miesięcy kolejnego roku i porównano je z wartościami rzeczywistymi odnotowanymi w tym okresie w celu oceny jakości modelu i jego znaczenia dla trafności prognozy. W celu wyznaczenia wartości prognozowanych jako zmienną czasową podstawiano do funkcji trendu dla prognozowanych wartości kolejne liczby porządkowe. Pozwoliło to ocenić, jaki był przeciętny błąd prognozy i na ile prognoza ta była skuteczna. Wyniki te wskazały, czy trafnym jest stosowanie liniowej funkcji trendu do krótkookresowego prognozowania zjawisk. Bezwzględny błąd prognozy został wyznaczony w oparciu o formułę:

$$S_p = \sqrt{\frac{1}{T-n} \sum_{t=n+1}^T (y_t - y_t^*)^2} \quad (2)$$

gdzie:

n – liczba okresów, na podstawie których ustalono funkcję trendu,

T – numer ostatniego okresu, dla którego została wyznaczona prognoza,

y_t – wartość rzeczywista zjawiska w okresie t,

y_t^* – wartość prognozowana zjawiska w okresie t.

Wyniki analizy przedstawiono w tablicy 7.

Tablica 7. Prognoza i błąd prognozy produkcji surówki dla pierwszych sześciu miesięcy 2008 roku

Numer miesiąca	t	Wartość rzeczywista, Mg	Prognoza, Mg	Bezwzględny błąd prognozy, Mg	Względny błąd prognozy, %
1	37	300900	340914,4	40014,4	13,3
2	38	286300	343686,4	57386,4	20,0
3	39	364350	346458,4	17891,6	4,9
4	40	330900	349230,4	18330,4	5,5
5	41	362600	352002,4	10597,6	2,9
6	42	331900	354774,4	22874,4	6,9
Średni błąd prognozy				32109,2	

Źródło: Opracowanie własne na podstawie danych z przedsiębiorstwa oraz [6]

Z wyników przedstawionych w tablicy 7 wynika, że w dwóch miesiącach prognoza produkcji surówki była niższa niż rzeczywista wartość produkcji, w pozostałych była nieco zawyżona. Największy błąd odnotowano dla lutego, natomiast dla maja błąd ten był najniższy i nie przekroczył 3%. Średni błąd prognozy wyniósł około 32 109Mg, a ponieważ błąd prognozy jest niższy od błędu standardowego dla funkcji trendu, można uznać prognozę za trafną. Można zatem za pomocą tego narzędzia, uwzględniając wyniki z kolejnych miesięcy, prognozować poziom produkcji w kolejnych okresach.

6. PLANOWANIE ZAPASÓW MATERIAŁOWYCH NA PODSTAWIE PROGNOZY PRODUKCJI SURÓWKI NA WYDZIALE WIELKOPIECOWYM

Plan wielkości zapasów materiałowych rudy żelaza i koks stabilizowanego określono w oparciu o wartości średniego jednostkowego ich zużycia, prognozy ustalonej w oparciu o funkcję trendu produkcji surówki oraz analizę błędów prognozy.

Na podstawie funkcji trendu założono, że plan miesięcznej produkcji surówki dla kolejnego miesiąca ($t = 43$) wyniesie 357 546,4Mg. W tablicy 8 przedstawiono wielkość zapotrzebowania na rudę żelaza i koks stabilizowany. Wydłużony okres zapotrzebowania na rudę związany jest z podstawowym problemem Huty: dostawcami rud do huty są przedsiębiorstwa zagraniczne (głównie Ukraina i Brazylia), co ujemnie wpływa na ich rytmiczność. Zapas koks stabilizowanego określono dla okresu 1 tygodnia, ponieważ ten surowiec dostarczany jest przez przedsiębiorstwa krajowe, znajdujące się w pobliżu huty, skąd dostawy są regularne.

Tablica 8. Plan wielkości zapasów dla Wydziału Wielkopiecowego

Surowce i materiały	Okres	Wielkość zapasu, Mg
Ruda żelaza	3 miesiące	1 649 504,62
Koks stabilizowany	1 tydzień	36 258,67

Źródło: [Opracowanie własne]

Na podstawie przeprowadzonej analizy (tab. 8) można stwierdzić, że w celu sprawnego funkcjonowania Wydziału Wielkopiecowego należy utrzymywać odpowiednie zapasy materiałowe na poziomie: ok. 1,65mln Mg rudy żelaza (zapas na około 90 dni) i 36 tys. ton koks stabilizowanego (zapas na 1 tydzień). Taki poziom zapasów pozwoli na nieprzerwaną pracę urządzenia oraz prowadzenie procesu w stabilnych warunkach.

7. PODSUMOWANIE

Planowanie wielkości zapasów materiałowych jest jednym z podstawowych warunków dobrego funkcjonowania przedsiębiorstwa na rynku, ma duże znaczenie w procesie produkcji. W przedsiębiorstwie hutniczym żelaza, zwłaszcza na Wydziale Wielkopiecowym, nabiera on jeszcze bardziej istotnego znaczenia, gdyż proces wielkopiecowy prowadzony jest w sposób ciągły i niedopuszczalnym byłaby możliwość braku w surowcach i materiałach, gdyż nie ma możliwości zatrzymania urządzenia w przypadku braku materiałów. Wobec tego huta musi utrzymać pewien ich zapas, który umożliwi nieprzerwaną produkcję. W artykule przedstawiono sposób określenia wielkości zapasów dla przykładowego Wydziału Wielkopiecowego w oparciu o analizę Pareto – Lorenza, analizę jednostkowego zużycia podstawowych materiałów mających największe znaczenie dla procesu produkcji, planowanie wielkości produkcji na podstawie funkcji trendu i określenie błędu prognozy.

Jedną z metod oceny znaczenia materiałów dla procesu, która znalazła w artykule zastosowanie była analiza Pareto – Lorenza. Analiza ta wykazała, że podstawowymi materiałami do procesu wielkopiecowego w przypadku badanego Wydziału Wielkopiecowego były spiek i koks stabilizowany, udział tych materiałów w całkowitym zużyciu materiałów bezpośrednich oraz udział kosztów tych materiałów w całkowitym koszcie materiałów wyniósł około 90%. Pozostałe surowce i materiały były dodawane do procesu w niewielkich ilościach, często jedynie okresowo. Ich udział w zużyciu i koszcie materiałów stanowił około 10%. Należy więc przede wszystkim w planie zapasów materiałowych uwzględnić te dwa materiały. Trzeba dodać, że nie w każdej hucie zostaną uzyskane takie same wyniki tej analizy. W warunkach polskich wydziały wielkopiecowe hut żelaza „pracują” przede wszystkim na spieku, jednakże w wielu krajach huty do produkcji surówki stosują jako podstawowy inne materiały, np. grudki (Słowacja). W Polsce podstawowym paliwem wielkopiecowym jest nadal koks stabilizowany, jednakże w wielu światowych hutach stosuje się różne paliwa zastępcze w znacznych ilościach, np. pył węglowy (Japonia czy Wielka Brytania).

Zastosowanie prognozowania na podstawie funkcji trendu jest jedną z najprostszych i skutecznych metod przewidywania poziomu zjawiska w niedalekiej przyszłości. Dokonując ciągłej analizy na podstawie wyników uzyskanych w ostatnim okresie i obserwując trendy występujące w zjawisku, można przewidzieć poziom badanego zjawiska w przyszłości. W badanym przedsiębiorstwie prognoza ta umożliwiła określenie poziomu zapasów materiałowych do produkcji surówki, które pozwolą na nieprzerwaną pracę urządzeń oraz stabilność procesu. Każda prognoza jest obciążona pewnym błędem, gdyż nie jest ona w stanie przewidzieć zmian, jakie mogą wywołać czynniki niebrane w prognozie pod uwagę. Jednakże wykazana w analizie niska wartość błędu prognozy wskazuje, że różnice te nie są duże.

Pokazano, jakie zapasy i w jakiej ilości przedsiębiorstwo powinno posiadać, aby możliwe było jego funkcjonowanie na niestabilnym rynku surowcowym. Należy jednak dodać, że analiza taka powinna być prowadzona cyklicznie, alby można było szybko reagować na zmiany w zapotrzebowaniu na te materiały wynikłe z wielkości produkcji i zmian jakości materiałów.

LITERATURA

- [1] Abt S.: Zarządzanie logistyczne w przedsiębiorstwie, PWE, Warszawa 1998.
- [2] Bednarski L., Borowiecki R., Duraj J., Kurtys E., Waśniewski T., Wersty B.: *Analiza ekonomiczna w przedsiębiorstwie*, Wydawnictwo Akademii Ekonomicznej im. Oskara Lanego we Wrocławiu, Wrocław 1998.
- [3] Durlik J.: *Inżynieria zarządzania. Cz. 1. Strategia i projektowanie systemów produkcyjnych*, Agencja Wydawnicza Placet, Warszawa 2004.
- [4] Gołębska E.: *Podstawy logistyki*, Wydawnictwo Naukowe Wyższej Szkoły Kupieckiej, Łódź 2006.
- [5] Janik I: *Zakładni vztahy a vlivy, urcujici ekonomiku vyroby suroveho zeleza*, Referat na międzynarodowym seminarium VSB – TU Ostrava, 3. 12. 2004.
- [6] Kardas E.: *Prognozowanie produkcji jako czynnik kształtujący poziom zapasów w przedsiębiorstwie hutniczym*”, Logistyka nr 4/2010, str. 61-63.
- [7] Kardas E.: *Technical – economic analysis of pig iron production*, International Conference on Processing & Manufacturing of Advanced Materials THERMEC'2009, Materials Science Forum Vols. 638-642(2010), pp. 3291 – 3296.
- [8] Kardas E., Prusak A.: *Planowanie wielkości zapasów*, Logistyka, nr 2/2009 (płyta CD). Streszczenie str. 97.
- [9] Konstanciak E.: *Analiza wpływu wybranych czynników technologicznych pracy wielkiego pieca na wydajność i wskaźniki ekonomiczne procesu*, Praca doktorska pod kierunkiem W. Waszkielewicza, Politechnika Częstochowska, Częstochowa 2007.
- [10] Muhlemann A., Oakland J., Lockyer K.: *Zarządzanie. Produkcja i usługi*, PWN, Warszawa 2001.
- [11] Sabela W, Brzeziński P., Buzek J.: *Czynniki wpływające na koszty pozyskiwania metalicznego żelaza*, Hutnik – Wiadomości Hutnicze, nr 10/2005, str. 490 – 496.
- [12] Sabela W., Stec R.: *Wybrane zagadnienia z technologii wielkopiecowej*, Skrypt Politechniki Częstochowskiej, Częstochowa 1989.

PLANNING OF STOCK OF MATERIALS IN THE BLAST FURNACE DEPARTMENT

Abstract

The method of planning stock materials used to produce pig iron in the blast furnace department in Steelmill X is presented in this paper. The analysis of role of individual material groups was made; for this purpose the analysis of Pareto Lorenz of materials in the point of view of quantity of consumption and costs was made. The quantitative analysis of consumption of raw materials in the manufacture of pig iron, broken down by two processes using statistical tools, was made. The analysis of production volume using the trend function, under which the amount of planned production and demand for basic materials were determined, was made. The study was conducted in the selected blast furnace department in Steel mill X, and the results included three consecutive calendar years.

Keywords: stocks, materials, planning statistical methods