

Analiza rytmiczności produkcji i jej przyczyn dla surówki wielkopiecowej

The analysis of production rhythmicity and its causes for pig iron

dr inż. Edyta KARDAS

kardas.edyta@wip.pcz.pl

Politechnika Częstochowska
Wydział Inżynierii Produkcji i Technologii Materiałów
Katedra Zarządzania Produkcją i Logistyki

Streszczenie:

W artykule przedstawiono analizę rytmiczności produkcji surówki hutniczej produkowanej przez wybrany wydział wielkopiecowy jednej z polskich hut. W analizie wyznaczono wartość wskaźnika nierytmiczności produkcji dla całego okresu badawczego, poszczególnych lat i poszczególnych miesięcy. Dokonano identyfikacji przyczyn występowania problemów z rytmicznością produkcji. W dalszej części zaproponowano działania usprawniające proces produkcyjny, które będą miały znaczący wpływ na zwiększenie rytmiczności. Dane wykorzystane w pracy obejmują okres trzech lat kalendarzowych: 2014 – 2016 i zawierają informacje dotyczące wielkości produkcji planowanej i wykonanej surówki wielkopiecowej produkowanej w tej hucie.

Abstract:

The paper presents the analysis of the rhythmicity of pig production produced by a selected blast furnace department of one of Polish steelworks. In the analysis, the value of the production arrhythmicity index was determined for the entire research period, individual years and individual months. The causes of occurrence of problems with the rhythmicity of production were identified. Next, activities that can improve the production process were proposed, they will have a significant impact on increasing the rhythmicity. The data used in the paper cover the period of three calendar years: 2014 - 2016 and contain information on planned production volume and actual production volume of pig iron produced in this steelworks.

Słowa kluczowe: proces produkcyjny, rytmiczność produkcji, surówka wielkopiecowa

Keywords: production process, production rhythmicity, pig iron

Wstęp

Proces wielkopiecowy jest procesem skomplikowanym, gdzie urządzenie pracuje w trybie ciągłym. Do procesu produkcji należy dostarczyć duże ilości surowców i materiałów oraz paliw, w wyniku procesu powstają również duże ilości produktu podstawowego (surówki żelaza) oraz produktów ubocznych (np. żużla). W czasie procesu produkcyjnego stosuje się wiele różnorodnych surowców i materiałów (m.in. spiek, grudki żelazonośne) oraz różnorodne paliwa (koks oraz paliwa zastępcze, m.in. drobne sortymenty koksu czy pył węglowy). W związku z tym planowanie produkcji a zarazem planowanie potrzeb materiałowych w takim przedsiębiorstwie ma istotne znaczenie. Nawet niewielkie zmiany w planach produkcji i jego wykonaniu pociągają za sobą istotne zmiany w zapotrzebowaniu

na surowce, materiały i paliwa. Należy przy tym pamiętać, że w warunkach polskich hut ilość dostępnych na składowiskach firmy surowców i materiałów do produkcji surówki powinna wystarczyć na nieprzerwaną produkcję na około 3 miesiące. Jest to dyktowane nierytmicznością dostaw surowców i materiałów do huty, materiały te dostarczane są z wielu krajów i często występują znaczne opóźnienia w ich dostawach. Niestety pociąga to za sobą również wysokie koszty magazynowania (Misiun, Niesler, Stępień, 2000; Sabela, Brzeziński, Buzek, 2005; Konstanciak, Konstanciak, Konstanciak, 2005).

Koniecznym więc jest stałe planowanie wielkości produkcji, zapotrzebowania materiałowego i monitorowanie poziomu wykonania tych planów. W tym celu przydatna jest analiza rytmiczności produkcji. Pozwala ona na szybkie określenie poziomu nieprawidłowości, umożliwia identyfikację i analizę problemów z tym związanych oraz wyznaczenie możliwości poprawy. W literaturze można znaleźć kilka wskaźników, które można z powodzeniem stosować do takiej analizy: wskaźniki wykonania planu produkcji, wskaźniki nierytmiczności i rytmiczności produkcji (Durlik, 2004).

W artykule przedstawiono analizę poziomu rytmiczności produkcji surówki hutniczej w wybranym wydziale wielkopiecowym. Analiza ta obejmuje lata 2014 – 2016. Dokonano określenia przyczyn występowania problemów nierytmiczności produkcji oraz zaproponowano działania, które mogą się przyczynić do jej poprawy. Dane wykorzystane w pracy obejmują plany produkcji oraz rzeczywistą produkcję w wydziale wielkopiecowym jednej z polskich hut.

Charakterystyka analizowanego wyrobu

Stal jest obecnie podstawowym materiałem konstrukcyjnym na świecie. Półwyrobem do otrzymywania stali jest surówka, której wielkość i zmiany produkcji związane są w dużym stopniu ze zmianami produkcji stali. Surówka jest podstawowym produktem procesu wielkopiecowego. „Jest ona stopem żelaza z węglem zawierającym powyżej 2% C i inne pierwiastki o ograniczonej zawartości, przeznaczonym do dalszej przeróbki w stanie ciekłym na stal lub żeliwo” (PN – 93/H – 01010/02).

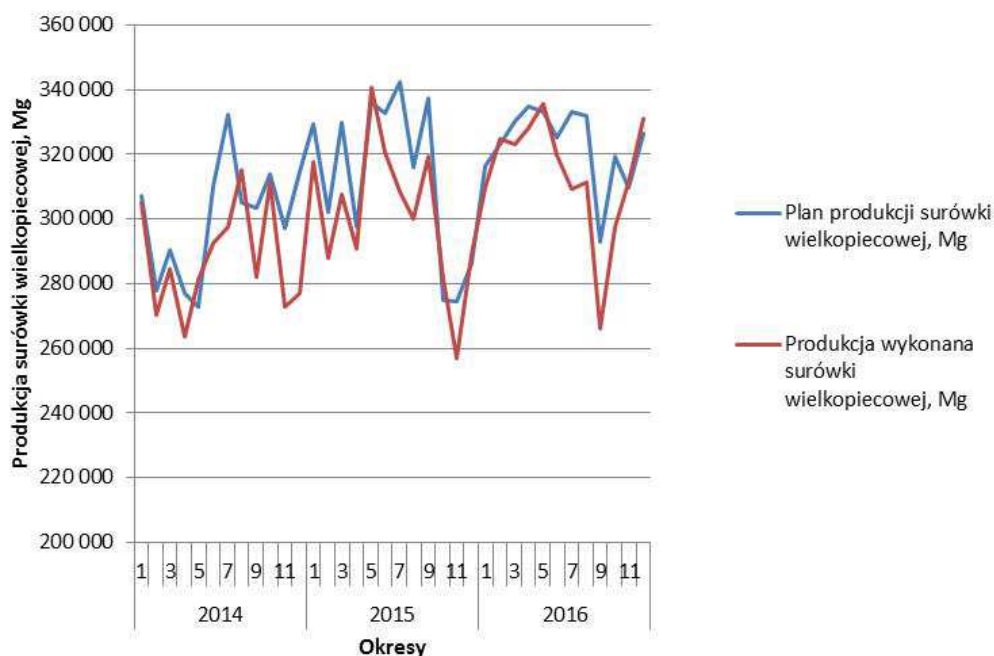
W tabeli 1 przedstawiono wartości graniczne zawartości pierwiastków stopowych surówce.

Tabela 1. Ograniczenie zawartości pierwiastków stopowych w surówce

Pierwiastek	Ograniczenie zawartości
Mangan	$\leq 30,0\%$
Krzem	$\leq 8,0\%$
Fosfor	$\leq 3,0\%$
Chrom	$\leq 10,0\%$
Inne pierwiastki stopowe ogółem	$\leq 10,0\%$

Źródło: Opracowanie własne na podstawie (PN – 93/H – 01010/02)

Dokonano analizy wielkości produkcji planowanej i wykonanej surówki wielkopiecowej w poszczególnych miesiącach 2014-2016 roku. Wyniki analizy przedstawiono na rysunku 1.



Rysunek 1. Wielkość produkcji planowanej i wykonanej surówki wielkopiecowej w poszczególnych miesiącach 2014-2016 roku

Źródło: Opracowanie własne na podstawie (Dane z firmy X)

Z danych przedstawionych na rysunku 1 wynika, że istnieją spore różnice pomiędzy planowaną wielkością produkcji surówki a ilością surówki wielkopiecowej. W wielu przypadkach produkcja rzeczywista była niższa od zaplanowanej, jednakże dla kilku miesięcy odnotowano sytuację odwrotną.

Analiza rytmiczności produkcji surówki wielkopiecowej

Do analizy wykonania planu produkcji surówki oraz oceny różnicy między produkcją planowaną i wykonaną można wykorzystać dwa podstawowe wskaźniki (Durlík, 2004):

Wskaźnik wykonania planu (rytmiczności) produkcji – informuje o tym, w jakiej części plan produkcji został zrealizowany. Wskaźnik ten wyznacza się na podstawie następującej formuły:

$$W_w = \frac{P_w}{P_p} \cdot 100\% \quad (1)$$

gdzie:

W_w – wskaźnik wykonania planu produkcji,

P_w – wielkość produkcji wykonanej,

P_p – planowana wielkość produkcji.

Wskaźnik nierytmiczności produkcji – informuje o tym, w jakim stopniu wielkość produkcji wykonanej różni się od zaplanowanej. Wskaźnik ten wyraża się wzorem:

$$W_N = \frac{P_w - P_p}{P_p} \cdot 100\% \quad (2)$$

Pomiędzy wymienionymi wskaźnikami istnieje taka zależność, że wskaźnik nierytmiczności pokazuje, w ilu procentach wartość wskaźnika wykonania planu produkcji odbiega od wartości 100%. Wobec czego wskaźnik nierytmiczności może posiadać wartości zarówno dodatnie, jak i ujemne.

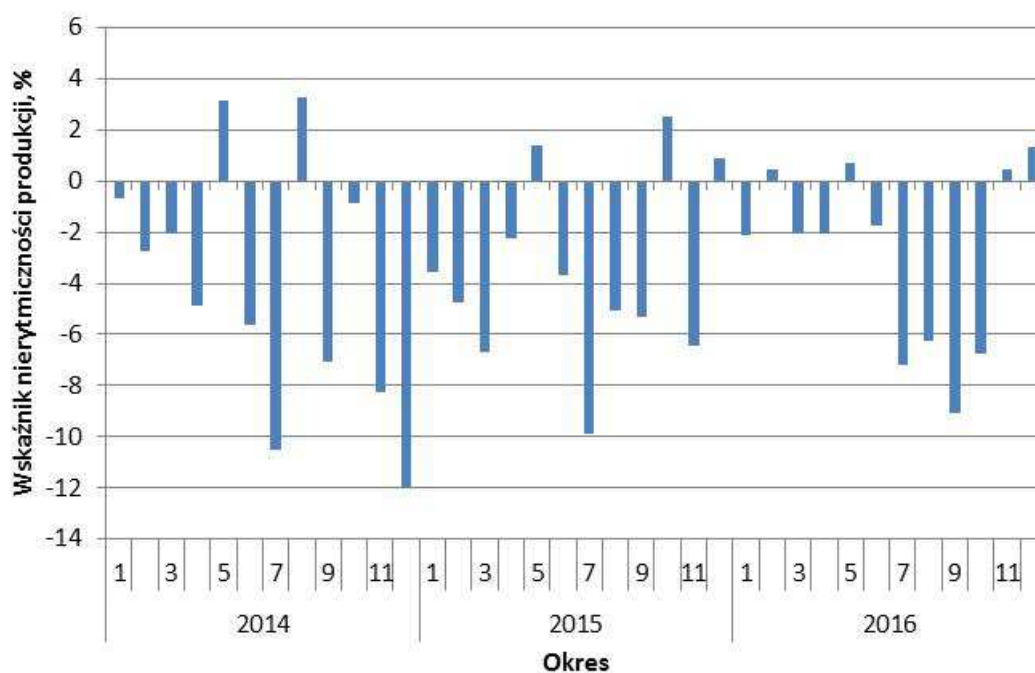
Do analizy wielkości różnic pomiędzy produkcją planowaną i wykonaną wykorzystano formułę (2). Wyznaczono wartość wskaźnika dla poszczególnych lat (tabela 2) oraz wartości wskaźnika dla poszczególnych miesięcy (rysunek 2).

Tabela 2. Analiza wskaźnika nierytmiczności produkcji

Rok	2014	2015	2016
Wskaźnik nierytmiczności produkcji, %	-4,15	-3,68	-2,82

Źródło: Opracowanie własne na podstawie (Dane z firmy X)

Analizując wartości wskaźnika nierytmiczności w poszczególnych latach (tabela 2) można dostrzec, że dla każdego z nich nie został w pełni wykonany plan, wielkość różnicy nie była jednak duża i wynosiła ok. 3-4%. Należy przy tym zaznaczyć, że wartość tego wskaźnika w badanym okresie malała. Biorąc pod uwagę cały badany okres ogółem przeciętny wskaźnik nierytmiczności produkcji surówki wyniósł ok. -3,5%. Problemem w badanym przedsiębiorstwie jest brak realizacji założonego planu produkcji.



Rysunek 2. Analiza wskaźnika nierytmiczności produkcji surówki wielkopiecowej w poszczególnych miesiącach 2014-2016 roku

Źródło: Opracowanie własne na podstawie (Dane z firmy X)

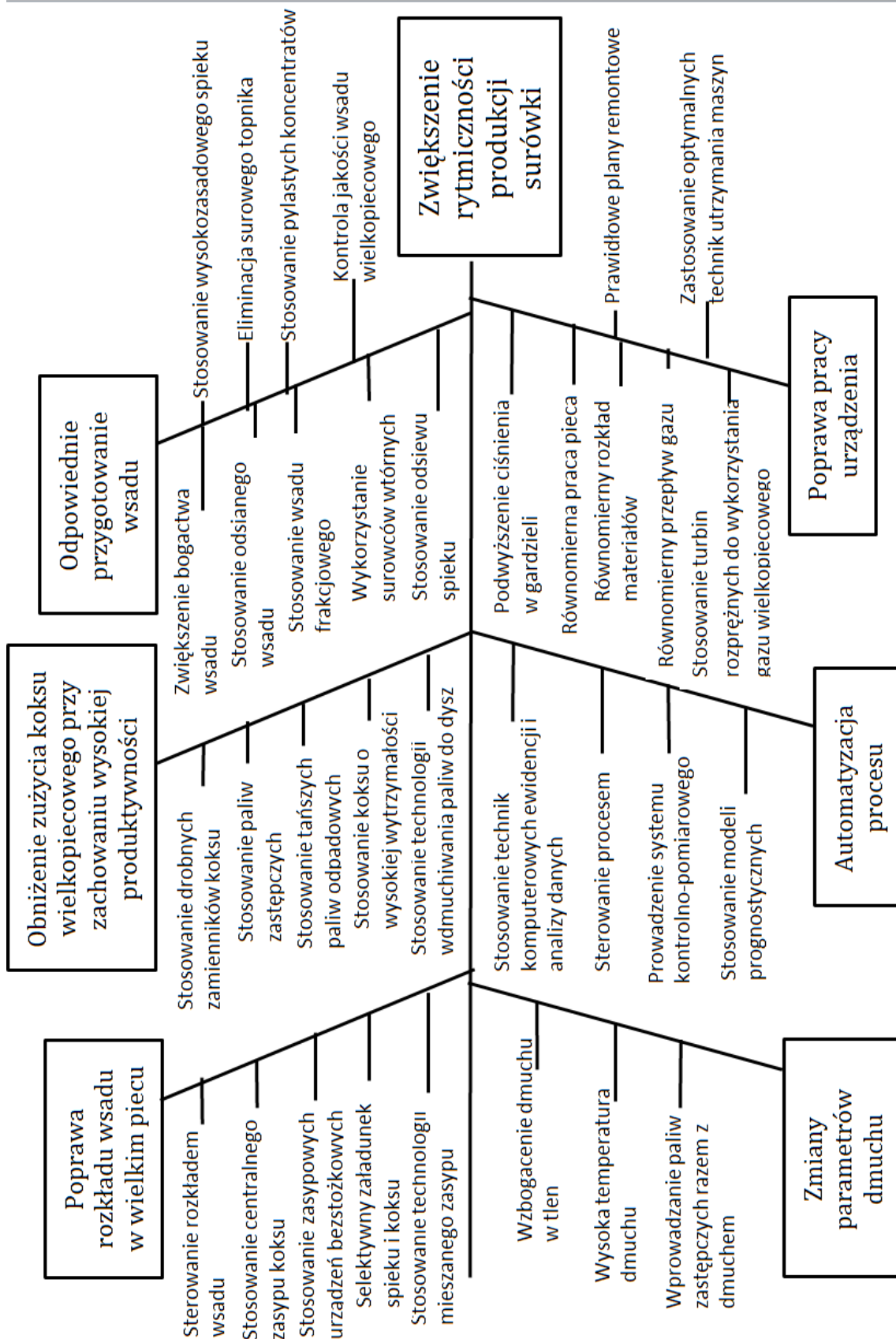
Analiza wskaźnika nierytmiczności dla poszczególnych miesięcy (rysunek 2) wykazała, że wskaźnik nierównomierności produkcji w poszczególnych miesiącach wahał się w granicach od -12,01 do 3,30%. Należy jednak pamiętać, że ujemne wartości oznaczają niepełne wykonanie planu produkcji, a wartości dodatnie – jego przekroczenie. Największe odchylenie od planów produkcji odnotowano w grudniu 2014 roku, niewiele mniejsze, bo w granicach 10% poniżej planu – w lipcu 2014 i 2015 roku oraz we wrześniu 2016. Wartość wskaźnika w wielu miesiącach była ujemna. W dziewięciu miesiącach natomiast plan produkcji został przekroczony. Największą różnicę odnotowano w sierpniu 2014 roku, znaczne przekroczenie odnotowano też w maju 2014 roku (3,13%) oraz w październiku 2015 roku (2,5%).

Analiza przyczyn występowania nierytmiczności produkcji surówki wielkopiecowej i możliwości jej poprawy

Dokonano analizy przyczyn występowania nierównomierności produkcji surówki. Biorąc pod uwagę różnorodne czynniki wpływające na pracę wydziału wielkopiecowego należy zwrócić szczególną uwagę na następujące grupy czynników:

1. Zapotrzebowanie na surówkę wielkopieczową: głównym odbiorcą surówki wielkopieczowej jest stalownia badanej huty. Niewielkie ilości tego produktu (w postaci surówki stałej) zakupują również odbiorcy zewnętrzni. Zmiany w zapotrzebowaniu, które pojawiają się nagle, mogą zakłócić wykonanie założonego planu. Odnotowano w badanym okresie przerwy związane z odbiorem produktu. Niestety na tę grupę czynników wydział wielkopieczowy nie ma żadnego wpływu.
2. Przerwy w pracy wielkiego pieca: w kalendarzu pracy każdego wielkiego pieca planuje się przerwy związane z jego utrzymaniem. Wiele z tych czynności planuje się z wyprzedzeniem i dzięki temu można również odpowiednio zaplanować wielkość produkcji. W czasie pracy urządzenia występują również przerwy nieplanowane, m. in.: związane z awariami, problemami elektrycznymi i energetycznymi, organizacyjnymi, brakiem odbioru surówki, brakiem podstawowego surowca (spieku) lub paliwa (koku) czy ograniczeniem mocy (Kardas, 2012).
3. Jakość materiałów: odpowiednie przygotowanie podstawowego materiału do produkcji surówki, spieku, ma znaczący wpływ na przebieg procesu wielkopieczowego. Jego skład chemiczny, głównie zawartość podstawowego pierwiastka czyli żelaza, mają wpływ na uzysk surówki czyli pośrednio na wielkość produkcji. Stosowanie więc tego materiału o niskiej jakości zwiększa ilość produktów ubocznych (żużel) i zmniejsza uzysk surówki z danej ilości materiału.
4. Jakość i rodzaj paliw: zastosowanie wysoko jakościowego paliwa, jakim jest koks wielkopieczowy, pozwala na optymalne prowadzenie procesu wielkopieczowego, utrzymanie jego parametrów na najkorzystniejszym poziomie. Zastosowanie tańszych zamienników tego paliwa przy odpowiednich ilościach nie będzie miało dużego znaczenia dla wielkości produkcji, ale przekroczenie wielkości optymalnej może pogorszyć pracę urządzenia i wydłużyć czas wytopu.
5. Parametry pracy urządzenia: odpowiedni rozkład materiałów oraz utrzymanie parametrów na stałym, optymalnym poziomie powoduje równą pracę urządzenia. Zakłócenie tych parametrów może mieć znaczący wpływ na czas trwania wytopu, zachodzące w piecu procesy, co również może spowodować zakłócenia w wielkości produkcji.

Przeanalizowano wszystkie czynniki, które mogą w znaczący sposób zwiększyć rytmiczność produkcji. Wyniki analizy przedstawiono na rysunku 3.



Rysunek 3. Analiza czynników zwiększających rytmiczności produkcji surówki wielkopiecowej
 Źródło: Opracowanie własne na podstawie (Informacje z firmy X)

Na podstawie przeprowadzonej analizy możliwych czynników zwiększających rytmiczność produkcji (rys. 3) można stwierdzić, że dokonując pewnych usprawnień można znacząco poprawić rytmiczność produkcji. Największe znaczenie mają: odpowiednie przygotowanie wsadu oraz poprawa pracy urządzenia, co spowoduje stabilną pracę pieca, lepszą jakość podstawowego produktu oraz lepsze wykonanie planu produkcji.

Podsumowanie

W pracy dokonano analizy rytmiczności produkcji surówki wielkopiecowej, określono przyczyny występowania problemu nierytmiczności oraz zaproponowano działania, które mogą przyczynić się do poprawy rytmiczności. Przeprowadzona analiza pozwoliła stwierdzić, że:

1. Wskaźnik nierytmiczności produkcji dla całego badanego okresu wyniósł -3,5%. Oznacza to, że ok. 3,5% planu produkcji nie zostało przez ten okres wykonane. Zadowalającym wydaje się fakt, że nierytmiczność produkcji w kolejnych latach ulegała zmniejszeniu (wskaźnik wzrastał). Sytuacja była zróżnicowana w poszczególnych miesiącach, wartość wskaźnika zmieniała się od -12 do 3,30%. W dziewięciu miesiącach odnotowano dodatnią wartość wskaźnika, co oznaczało przekroczenie planu produkcji.
2. Wśród podstawowych czynników wpływających negatywnie na wykonanie planu produkcji można wyróżnić następujące grupy: problemy z zapotrzebowaniem na surówkę zmieniające się bardzo szybko (plan produkcji musi być przygotowany ze znacznym wyprzedzeniem w celu zapewnienia odpowiedniej ilości surowców, materiałów i paliw), nieplanowane przerwy w pracy urządzenia (częste awarie i naprawy), jakość materiałów i paliw oraz stabilność parametrów procesu.
3. Aby poprawić rytmiczność produkcji zaproponowano szereg działań, których stosowanie powinno przynieść znaczące rezultaty. Dużą poprawę można uzyskać poprzez odpowiednie przygotowanie wsadu (zwiększone bogactwo wsadu oraz jego frakcjonowanie) oraz lepszą pracę urządzenia (równomierny rozkład materiałów czy prawidłowe plany remontowe).
4. Stała ocena rytmiczności produkcji pozwala na ocenę stopnia wykonania planu, umożliwia zidentyfikowanie problemów z tym związanych, określenie czynników zwiększających nierytmiczność oraz zaproponowanie działań usprawniających. Pozwala to w jak najlepszym stopniu planować produkcję na kolejne okresy a co za tym idzie zapotrzebowanie na różnorodne czynniki produkcji.

LITERATURA

- [1] Durlik I., Inżynieria zarządzania. Cz. 1. Strategia i projektowanie systemów produkcyjnych, Agencja Wydawnicza Placet, Warszawa 2004.
- [2] Informacje z firmy X.
- [3] Kardas E., Ocena wykorzystania czasu pracy wielkich pieców przy użyciu metody PAMCO, Hutnik – Wiadomości Hutnicze, tom 79, nr 12/2012, str. 852 – 855.
- [4] Konstanciak A., Konstanciak E., Konstanciak M.: Wskaźniki techniczno – ekonomiczne wielkiego pieca, VI Międzynarodowa Sesja Naukowa: Nowe technologie i osiągnięcia w metalurgii i inżynierii materiałowej, Wydawnictwo Wydziału Inżynierii Procesowej, Materiałowej i Fizyki Stosowanej Politechniki Częstochowskiej, Seria: Metalurgia, nr 48, Częstochowa 2005, str. 19 – 22.
- [5] Misiun T., Niesler M., Stępień J., Określenie możliwości i kierunków optymalizacji kosztów wytwarzania surówki w warunkach krajowego hutnictwa, Prace IMŻ, 2000, nr 2, str. 23 – 29.
- [6] PN – 93/H – 01010/02: Metale. Określenie i klasyfikacja surówek. Polski Komitet Normalizacyjny, 9. 03. 1993.
- [7] Sabela W., Brzeziński P., Buzek J., Czynniki wpływające na koszty pozyskiwania metalicznego żelaza, Hutnik – Wiadomości Hutnicze, 2005, nr 10, str. 490 – 496.