

Katarzyna KOWALSKA*, Lucyna SIKORA*, Łukasz HADAŚ**

ANALIZA ZAKŁÓCEŃ PROCESU PRODUKCYJNEGO NA WYBRANYM PRZYKŁADZIE

DOI: 10.21008/j.0239-9415.2017.074.10

Tematem artykułu jest analiza zakłóceń procesu produkcyjnego na wybranym przykładzie w kontekście poprawy wskaźnika realizacji planu produkcji. Praca opiera się na analizie zakłóceń występujących w przykładowym przedsiębiorstwie produkcyjnym na przestrzeni roku. W artykule zaprezentowano metodykę pracy wraz z omówieniem uzyskanych wyników. Kluczowym elementem pracy było poprawne zdiagnozowanie i przeanalizowanie zakłóceń występujących w poszczególnych działach, tygodniach i na liniach oraz wsunięcie właściwych wniosków pozwalających na zaproponowanie realnych i skutecznych usprawnień eliminujących zakłócenia procesu produkcji.

Słowa kluczowe: proces produkcyjny, planowanie produkcji, zakłócenia, klasyfikacja zakłóceń

1. WPROWADZENIE

Przedsiębiorstwa produkcyjne, aby osiągać swoje cele, kładą ogromny nacisk na prawidłowe zaplanowanie produkcji. W praktyce planowania w znacznie mniejszym stopniu uwzględnia się występowanie potencjalnych zakłóceń. Niechcąc ta wynika głównie z dwóch podstawowych powodów. Po pierwsze, planowanie produkcji w warunkach zakłóceń wymaga zastosowania rezerw czasowych oraz rezerw zasobowych. To z kolei prowadzi do wydłużenia cyklu produkcyjnego oraz wzrostu kosztów. Po drugie, należy jednoznacznie zidentyfikować cechy poszczególnych zakłóceń a następnie poddać je kategoryzacji, co jest zadaniem pra-

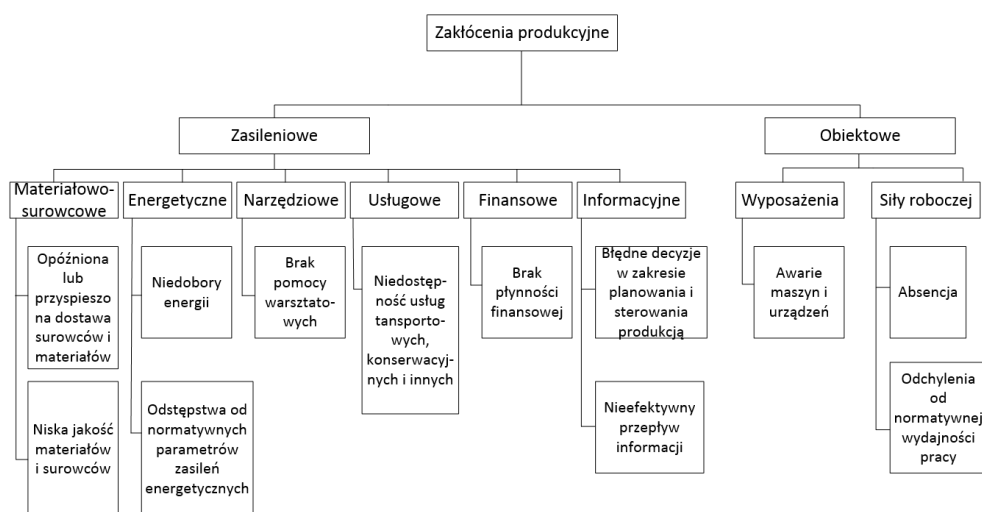
* Studentka II stopnia, Logistyka, Wydział Inżynierii Zarządzania, Politechnika Poznańska.

** Katedra Zarządzania Produkcją i Logistyki, Wydział Inżynierii Zarządzania, Politechnika Poznańska.

cochłonnym. Ponieważ przedsiębiorstwa są świadome możliwości ich występowania, dlatego cenne dla nich jest pozyskiwanie danych dotyczących terminowej realizacji procesu produkcyjnego, a następnie ich analizowanie, by minimalizować lub całkowicie niwelować występujące zakłócenia. Głównym celem pracy jest identyfikacja zakłóceń wybranego procesu produkcyjnego w ujęciu ilościowym, selekcja według ich siły oddziaływania, a następnie przygotowanie propozycji usprawnień. W efekcie zrealizowanych prac oraz zaproponowanych rozwiązań podwyższeniu ma ulec stopień realizacji planu produkcyjnego.

2. ZAKŁÓCENIA W PROCESIE PRODUKCYJNYM W UJĘCIU LITERATUROWYM

Wykonanie działań zgodnych z ustalonym planem możliwe jest tylko w przypadku niezawodnych systemów produkcyjnych. Przez niezawodność powinno się rozumieć „prawdopodobieństwo, że wartości parametrów określających istotne właściwości obiektu nie przekroczą w ciągu okresu $(0, t)$ dopuszczalnych granic w określonych warunkach” (Macha, 2001, s. 7). W rzeczywistości realizację planu zaburza szereg zakłóceń, które powodują zawodność. Zakłócenie produkcyjne można definiować jako „zmianę własności obiektów systemu produkcyjnego lub jego wejść, niebędącą wynikiem celowego działania, powodującą niepożądane odstępstwa przebiegu procesów tego systemu od przebiegu planowanego” (Lis, 1982, s. 54).



Rys. 1. Podział zakłóceń produkcyjnych (Lis, 1982, s. 60)

W procesie produkcyjnym rozróżnia się bardzo wiele rodzajów zakłóceń. W literaturze przedmiotu można odnaleźć wiele kryteriów ich podziału. Jednym ze sposobów klasyfikacji zakłóceń jest taki sposób grupowania zakłóceń, aby można było opracować jednorodne metody przeciwdziałania im. Podział ten obejmuje zakłócenia zasileniowe oraz obiektowe. Pierwsza z grup dotyczy zasileń wejściowych do systemu produkcyjnego. Objawiają się one okresowym niedoborem (brakiem) jednego lub kilku zasileń. Powoduje to zaburzenie planowanego przebiegu procesu produkcyjnego. Zakłócenia obiektowe znacząco wpływają na gotowość systemu produkcyjnego. Ich występowanie prowadzi do niemożności realizacji planu produkcyjnego. Szczegółową klasyfikację wyżej wspomnianych typów zakłóceń zaprezentowano na poniższym rysunku (rys. 1).

Drugim występującym w literaturze przedmiotu podziałem jest grupowanie zakłóceń według obszaru odpowiedzialnego za ich występowanie. Dokonano podziału na 6 zakresów: zaopatrzenie, produkcja, dystrybucja, transport, magazynowanie, procesy wspomagające. W poniższej tabeli (tab. 1) zaprezentowano tylko przykładowe zakłócenia w wybranych obszarach.

Tabela 1. Podział zakłóceń produkcyjnych według obszarów występowania (oprac. na podstawie Gaschi-Uciecha A., 2015, s. 136-139)

Obszar	Przykładowe zakłócenia
Zaopatrzenie	nieodpowiednie dostawy materiałów pod względem ilości, jakości, czasu, miejsca oraz kosztów
	opóźnienia w terminach realizacji dostaw
Produkcja	brak znajomości wszystkich „wąskich gardeł“ w produkcji
	awarie maszyn oraz urządzeń
	niewłaściwa organizacja stanowisk pracy
Dystrybucja	zmienność regulacji prawnych
	stosunki z kontrahentami
	spadek liczby zamówień
Transport	awarie środków transportu wewnętrznego
	przestoje z powodu oczekiwania na środek transportu
	niedobór kierowców/operatorów wózków widłowych na rynku
Magazynowanie	nieodpowiednie zarządzanie gospodarką materiałową
	nieprawidłowe warunki przechowywania materiałów
	występowanie braków materiałowych
Procesy wspomagające	brak standardów przezbrajania/mycia maszyn i urządzeń
	brak pomocy warsztatowych

Grupowanie zakłóceń ze względu na obszary występowania niesie za sobą wiele korzyści. Przede wszystkim pozwala zidentyfikować, który obszar generuje najpoważniejsze zakłócenia, które znacznie zaburzają proces produkcji. Na tej podstawie można stworzyć plan pokazujący kolejność eliminacji zakłóceń.

Trzecia klasyfikacja dzieli zakłócenia na wewnętrzne i zewnętrzne. Te drugie dzielą się na zewnętrzne z wejścia systemu oraz zewnętrzne z otoczenia systemu. Zakłócenia wewnętrzne powstają w wyniku przyczyn zlokalizowanych wewnątrz przedsiębiorstwa. Zewnętrzne natomiast wynikają z otoczenia. Dokładny podział przedstawia poniższa tabela (tab. 2).

Tabela 2. Podział zakłóceń produkcyjnych na wewnętrzne i zewnętrzne (oprac. na podstawie Wirkus M., Maciągowski D., 2011, s. 528)

Otoczenie	Podział otoczenia	Zakłócenia
Wewnętrzne	brak podziału	awarie maszyn i urządzeń
		niedostosowana zdolność technologii do wymogów jakościowych produkcji
		niska powtarzalność operacji
		błędy spowodowane czynnikiem ludzkim
Zewnętrzne	z otoczenia systemu	cykle koniunkturalne
		rynek pracy
	z wejścia systemu	ilościowa i asortymentowa zmienność popytu na wytwarzane wyroby
		zawodne dostawy energii, wody itp.

Na zakłócenia wynikające z otoczenia zewnętrznego przedsiębiorstwo nie ma większego wpływu, gdyż jak przedstawiono w powyższej tabeli są to zagadnienia związane z rynkiem pracy czy cyklami koniunkturalnymi. Pomimo tego ich uwzględnienie jest konieczne do kompleksowej analizy zakłóceń procesu produkcyjnego. Bezpośredni wpływ przedsiębiorstwo ma na zakłócenia pochodzące z otoczenia wewnętrznego. To właśnie na nich powinno skupić swoje działania, by w przyszłości realizacja planu produkcji nie była zagrożona.

Występowanie zakłóceń w procesie produkcji niesie za sobą istotne skutki. Nie jest to wyłącznie niezrealizowanie planu produkcji, a co za tym idzie niezaspokojenie potrzeb konsumentów, lecz także reorganizacja pracy działu operacyjnego i działów wspomagających. Konieczność nadrobienia zaległości wymusza nadmierną eksploatację maszyn i urządzeń, która wpływa na zwiększenie ich awaryjności. Innymi skutkami nadmiernego tempa pracy jest znaczne obniżenie jakości produkowanych wyrobów, zwiększenie liczby braków, obniżanie standardów kontroli jakości oraz koszty wynikające z następujących (Lis, 1982, s. 78-82):

- przestoju pracowników,
- dodatkowego wynagrodzenia za pracę w godzinach nadliczbowych,
- przestoju stanowisk produkcyjnych,
- niewykonanej produkcji,
- produkcji wybrakowanej.

Dodatkowo przedsiębiorstwo może ponosić koszty w postaci kar umownych płaconych odbiorcom za niedotrzymanie terminu dostawy wyrobów. Wszystkie występujące skutki należy wyrazić w formie kosztów i strat finansowych przedsiębiorstwa. Jest to szczególnie istotne ze względu na konieczność oceny efektywności proponowanych rozwiązań w zakresie eliminacji skutków zakłóceń.

3. ANALIZA ZAKŁÓCEŃ PROCESU PRODUKCYJNEGO W WYBRANYM PRZEDSIĘBIORSTWIE

3.1. Charakterystyka przedsiębiorstwa

Przedsiębiorstwo, które zanalizowano w artykule to międzynarodowy koncern kosmetyczny. Prace zrealizowano w fabryce zlokalizowanej w Polsce. W 2016 r. w wielkopolskiej fabryce wyprodukowano ponad 150 mln sztuk kosmetyków, z czego ok. 90% eksportowano do krajów rozmieszczonych na wszystkich kontynentach świata. Produkcja odbywa się w systemie tryzmianowym od niedzieli od godziny 22:00 do piątku do godziny 22:00 na 12 liniach nazwanych od L1 do L12. Linia L12 jest uruchamiana rzadko i wykonuje się na niej niewielkie ilości wyrobu gotowego. Ważnym jest również fakt, że nie ma przypisanej do niej grupy pracowników. Dodatkowo należy zaznaczyć, że linia L10 jest w pełni zautomatyzowana. Dwie z linii (L1 oraz L4) są liniami monoformatowymi, co oznacza, że można wykonywać na nich te same produkty. Pozostałe natomiast służą do produkcji wyłącznie określonych im wyrobów, z wyłączeniem linii L8 i L9, na których niektóre produkty mogą być wytwarzane na obu.

3.2. Obszar badań

Aby w prawidłowy sposób przeanalizować występujące w procesie produkcyjnym zakłócenia, należy przyjąć następujące założenia. Pierwszym z nich jest okres poddany analizie, który wynosi 52 tygodnie, od 48 tygodnia 2015 r. do 47 tygodnia 2016 r. W tym przedziale czasowym wystąpiła dwutygodniowa przerwa produkcyjna – tydzień 30 oraz 31. Dane wejściowe do poniższej analizy obejmują stopień realizacji planu produkcyjnego w każdym tygodniu oraz kategorie zakłóceń wraz z liczbą niedoboru lub nadwyżki wyrobów gotowych dla każdej partii produkcyj-

nej. Pojęcie „nierealizacji” wykorzystywane w dalszej części artykułu rozumiane jest jako niewyprodukowanie wyrobu gotowego w zaplanowanym tygodniu.

Zakłócenia procesu produkcyjnego występujące w wybranym przedsiębiorstwie są rejestrowane. Odnotowuje się je w plikach MS Excel, w których przechowuje się dane o stopniu realizacji poszczególnych partii produkcyjnych na wszystkich liniach. W przedsiębiorstwie wyszczególniono 14 kategorii zakłóceń. Każde z nich przypisane jest do odpowiedniego działu przedsiębiorstwa (tab. 3.).

Tabela 3. Zakłócenia występujące w przedsiębiorstwie

Zakłócenie	Dział przedsiębiorstwa
Brak obsady	Pakownia
Wydajność linii wyższa od zakładanej	
Wydajność linii niższa od zakładanej	
Błąd w produkcji	
Brak komponentów	Zarządzanie materiałowe
Brak surowców	
Błąd działu zarządzania materiałowego	
Problemy jakościowe	Zarządzanie jakością
Brak opakowań istniejących na stanie SAP	Logistyka wewnętrzna
Różnice ilości opakowań w systemie a ilości fizycznej	
Brak masy	Nastawnia
Nieplanowane wykorzyst. zasobów	Zakłócenia nieprzyporządkowane żadnemu działowi
Zmiana zapotrzebowań	
Pozostałe	

Należy zwrócić uwagę na fakt, że niektóre z zakłóceń mogą występować zarówno jako wartość ujemna, jak i dodatnia. Zalicza się do nich:

- Wydajność linii wyższa od zakładanej – wartość dodatnia występuje, ponieważ podczas planowania bierze się pod uwagę średnie tempo produkcji oraz czas na mycia i przebrojenia. W związku ze zmianami w harmonogramie możliwe jest łączenie wybranych zleceń, pomijając te czasy. Natomiast wartość ujemna występuje w przypadku, gdy przyspieszenie produkcji danych partii produkcyjnych jest bardzo duże. Powoduje to niezrealizowanie zamówienia z powodu braku komponentów na kolejne zlecenia.

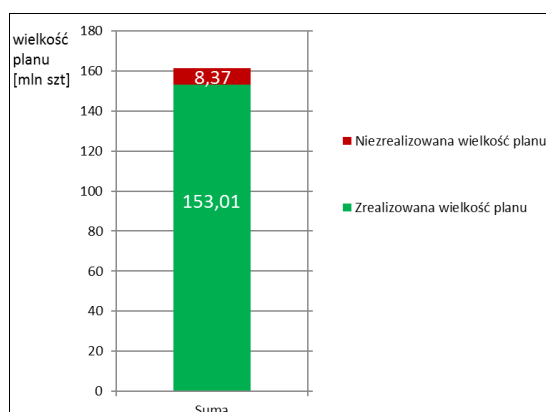
- Różnice w ilości opakowań w systemie a w ilości fizycznej – różnice te wynikają z błędów podczas wykonywania corocznej inwentaryzacji.

- Zmiana zapotrzebowań – elastyczne podejście do zmian na rynku, szczególnie w sytuacjach zwiększenia lub zmniejszenia zapotrzebowania z tytułu akcji promocyjnych na dane produkty.

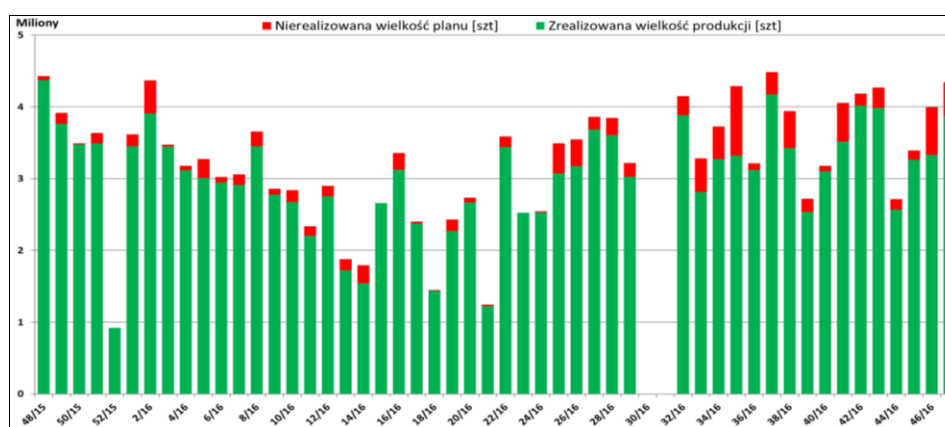
– Inne zakłócenia, które zawarte są w kategorii „pozostałe” – mogą być to wartości zarówno dodatnie, jak i ujemne, ponieważ zaliczane są tu różne przyczyny zmiany planu produkcyjnego, nieprzypisane do zdefiniowanych kategorii.

3.3. Analiza wpływu zakłóceń na realizację planu produkcyjnego

Analizę rozpoczęto od obliczenia planowanej wielkości produkcji rocznej oraz stopnia jej realizacji. W analizowanym okresie zaplanowano produkcję ponad 161 milionów sztuk wyrobu gotowego. Przez zaprezentowane w rozdziale 3.2 zakłócenia nie zrealizowano ponad 8 milionów sztuk produktów (8 373 998). Średni stopień realizacji planu produkcyjnego wyniósł 95,25%. Zrealizowaną i niezrealizowaną wielkość planu produkcyjnego w badanym okresie przedstawiono na rysunku 2. Dalszej analizie poddano zrealizowaną i niezrealizowaną wielkość produkcji z podziałem na 52 tygodnie (rys. 3).



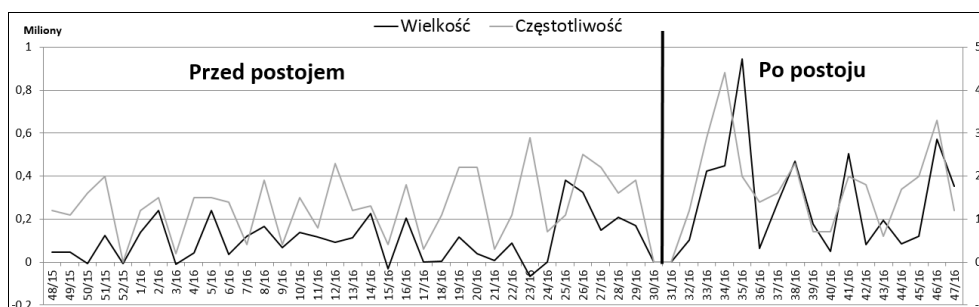
Rys. 2. Wielkość planu zrealizowana i niezrealizowana



Rys. 3. Wielkość planu zrealizowana i niezrealizowana z podziałem na tydzień

Na zaprezentowanym rysunku (rys. 3) zauważa się występowanie tygodni zarówno ze znaczącym, jak i niewielkim udziałem produkcji niezrealizowanej do planowanej. Najniższy stopień realizacji planu odnotowano w tygodniu 35 w 2016 r., którego wartość wyniosła zaledwie 77,99%. Nie zrealizowano wtedy prawie miliona sztuk wyrobu gotowego. Jednak zauważalne są tygodnie, w których realizacja planu wynosiła ponad 100%. Pomimo wystąpienia w nich zakłóceń wyprodukowano większą liczbę sztuk, niż zaplanowano (np. tydzień 15 oraz 23 w 2016 r.). Dodatkowo jest zauważalne zwiększenie planowanej produkcji od 32 do 47 tygodnia 2016 r., co stanowi okres po postoju produkcyjnym. Wzrost ten wynika z zaplanowania produkcji sezonowych – kosmetyków z filtrami UV. Zaobserwowano, że wraz ze wzrostem wielkości planowanej produkcji zwiększa się ilość zakłóceń.

Dalszy etap analizy objął liczbę wystąpień zakłóceń oraz liczbę niewyprodukowanych przez nie wyrobów gotowych (rys. 4).



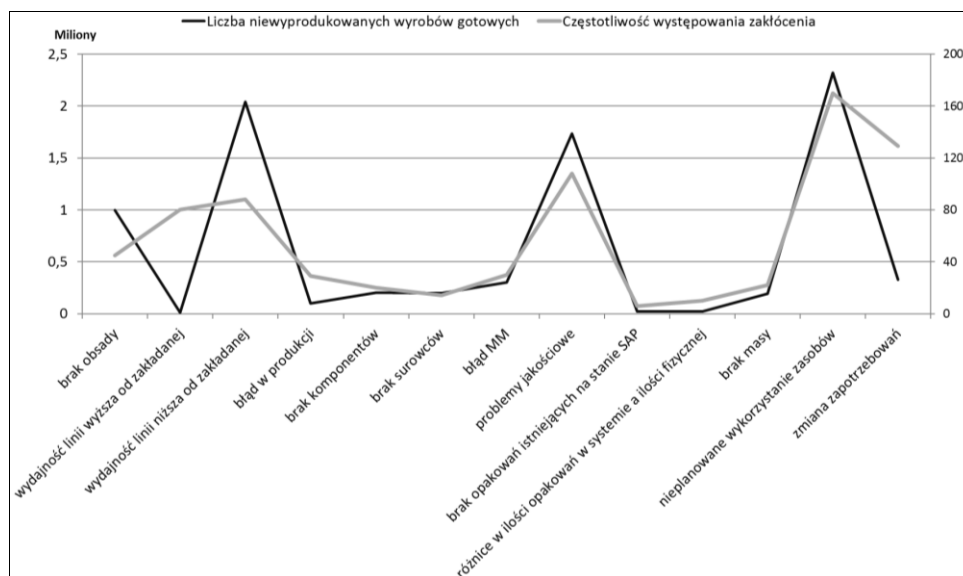
Rys. 4. Liczba występowania zakłóceń oraz wielkość niezrealizowanej produkcji na przestrzeni 52 tygodni

Zauważalne jest wyraźne zwiększenie zarówno częstotliwości występowania zakłóceń, jak i wielkości niezrealizowanych sztuk wyrobu gotowego po postoju produkcyjnym. W tym okresie analizowane zmienne osiągnęły wartości, których nie odnotowano wcześniej. Ponadto obserwuje się duże wahania obu wielkości, szczególnie w okresie po postoju produkcyjnym.

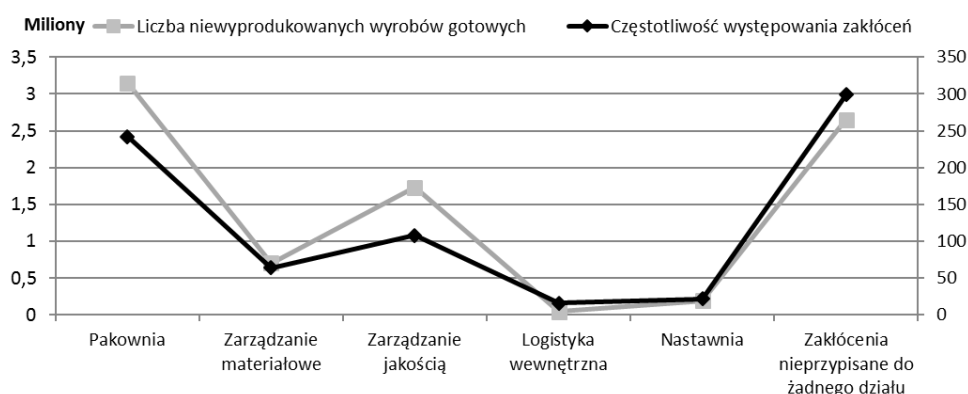
Podjęta próba sprawdzenia korelacji między występowaniem poszczególnych zakłóceń nie wykazała żadnych zależności. Jednak aby sprawdzić, czy istnieje zależność między częstotliwością występowania zakłóceń a ilością niezrealizowanych przez te zakłócenia sztuk wyrobu gotowego sporządzono poniższy wykres (rys. 5).

Na podstawie wykresu można wskazać na istnienie tej zależności dla 12 z 13 zakłóceń. W przypadku wydajności wyższej od zakładanej zależność ta nie występuje, ponieważ owa wydajność prowadzi na ogół do zwiększenia liczby wyprodukowanych wyrobów. Z wykresu można wywnioskować, które zakłócenia należy poddać dalszej analizie. Innym kryterium analizy zmian w planie produkcyjnym

jest dział odpowiedzialny za wystąpienie danego zakłócenia. Również dla tego kryterium postanowiono sprawdzić częstotliwość występowania zakłóceń oraz ilość niezrealizowanych przez to wyrobów gotowych. W tym celu stworzono wykres zaprezentowany poniżej (rys. 6).



Rys. 5. Liczba wystąpień zakłócenia oraz wielkość niezrealizowanej produkcji z podziałem na kategorie zakłóceń

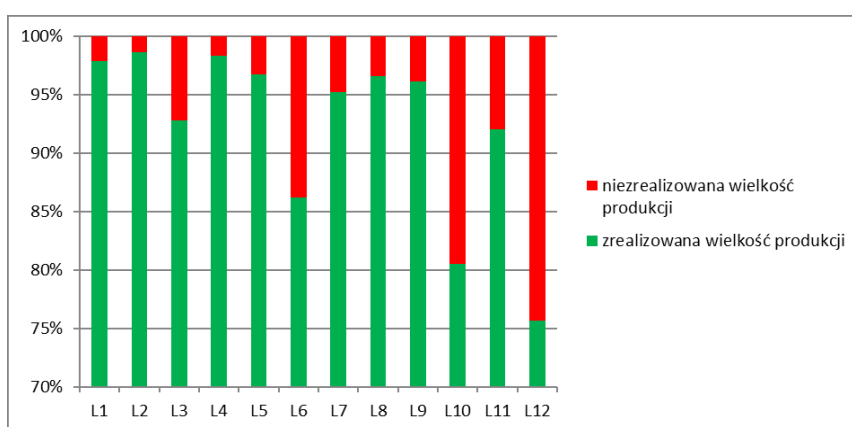


Rys. 6. Liczba wystąpień zakłócenia oraz wielkość niezrealizowanej produkcji z podziałem na działy

Dział, w którym zarówno jedna jak i druga wielkość jest największa to pakownia. Jest to dział operacyjny, czyli bezpośrednio związany z produkcją. Temu działu

łowi przypisano zakłócenia, które są od niego zależne jak i nie. Przykładowo brak obsady nie wynika z nieprawidłowej organizacji pracy i podejmowanych decyzji, lecz na przykład z nieplanowanej absencji pracowników. Niepokojące są wysokie wartości analizowanych wielkości dla działu zarządzania jakością, którego podstawowym zadaniem jest zapewnienie dobrej jakości dostarczanych surowców, mas i opakowań.

Ostatnia część analizy obejmuje analizę wszystkich linii produkcyjnych. Sprawdzone, ile wyrobów gotowych nie wyprodukowano poprzez zdiagnozowane zakłócenia. Takie wyroby nazywa się „nierealizacją” w zaplanowanej produkcji zaprezentowano na poniższym rysunku (rys. 7).



Rys. 7. Udział „nierealizacji” w zaplanowanej produkcji dla poszczególnych linii

Na rysunku 7 przedstawiono różny stopień realizacji planu na poszczególnych liniach. Dla przykładu „nierealizacja” na linii L12 wynika z braku przypisanej grupy pracowników. Dodatkowo na tej linii są niewielkie zlecenia o niskim priorytecie. Produkt ten sprzedawany jest tylko na terenie Polski, dlatego niewyprodukowanie wyrobu gotowego w jednym tygodniu nie stwarza zagrożenia. Możliwa jest produkcja tego wyrobu w innym terminie przy dostępnych zasobach. Pracownicy przechodzą wtedy na tę linię produkcyjną, która dodatkowo jest prosta w obsłudze, a przygotowanie nastawu zajmuje tylko godzinę. Z kolei linie L6 i L10 były uruchomione w 2016 r., co czyni je nowymi liniami, których parametry były w fazie ustaleń. Dodatkowo na tych liniach wcześniej nie przeprowadzono testów, a więc pierwsze produkcje były wykonywane na realnych zleceniach. Brak doświadczenia pracowników oraz poznawanie specyfiki pracy maszyn wpłynęły na dużą „nierealizację” planów. Kolejną linią, na której odnotowano wysoki stopień „nierealizacji” jest linia L11, na której odbywa się pakowanie ręczne. Z tego względu często powtarzającymi się zakłóceniami są problemy jakościowe oraz różnice liczby opakowań w systemie, a ilością fizyczną. Ponadto szczegółowa analiza wszystkich linii nie wykazała zależności między poszczególnymi tygodniami na żadnej z linii, oprócz linii L12, gdzie duża „nierealizacja” utrzymywała się przez kilka następują-

cych po sobie tygodni. Na wszystkich liniach, oprócz linii L10, istnieją takie tygodnie, w których zrealizowano więcej, niż zakładano oraz takie, kiedy mniej. Na każdej linii zaobserwowano występowanie zakłóceń w postaci braku komponentów. Wynika to z pogorszenia współpracy z dostawcami, reorganizacji systemów informatycznych po stronie dostawców, ogłoszenia upadłości dostawcy czy pożaru fabryki jednego z nich.

3.4. Wnioski i wstępny projekt usprawnień

Na drodze analizowania danych wysunięto kilka istotnych wniosków. Pierwszym jest fakt, że zasadne jest prowadzenie przez przedsiębiorstwo ewidencji stopnia realizacji planu produkcyjnego z uwzględnieniem zakłóceń. Świadomość występowania zakłóceń w przedsiębiorstwie okazała się kluczowym ułatwieniem podczas gromadzenia i analizy danych. Jednak zaobserwowano w kilku przypadkach, że pracownicy błędnie definiowali kategorie zakłóceń jak i wpisywali zamiast przyczyny, skutek, który zakłócenie spowodowało. Analiza wpływu zakłóceń na realizację planu produkcyjnego wykazała, że w okresie 52 tygodni przedsiębiorstwo nie wyprodukowało ok. 5% zaplanowanych wyrobów. Wielkość ta potwierdziła słuszność wyboru tematyki badań. W każdym tygodniu odstępstwo od planowanej produkcji wyrobów gotowych wyniosło średnio 200 tys. kosmetyków. Największy wpływ miało na to nieplanowane wykorzystanie zasobów. Źródłem tego zakłócenia jest m.in. absencja pracowników stanowiąca jednocześnie odrębną kategorię zakłóceń. Te dwie kategorie spowodowały zmniejszenie produkcji o kilka milionów sztuk. Dalej zauważa się, że przedsiębiorstwo boryka się z problemami wynikającymi ze współpracy z dostawcami. Dostawcy często nie przywożą komponentów na czas, dostawy są niekompletne, a co więcej niezgodne jakościowo. Kolejnym wnioskiem jest wskazanie linii, na których najczęściej występowały zakłócenia. Są to linie: L12, L10 i L6. Linie te powinny zostać poddane wnikliwej obserwacji i analizie. Powinno skupić się na tych liniach, by dane zakłócenia nie powtarzały się i można było je niwelować. Największym problemem na pierwszej z wymienionych linii jest brak przypisanej obsady. Jeżeli sytuacja w tej kwestii się nie zmieni, to w dalszym ciągu będzie obserwowano się „nierealizację” produkcji.

Wykonane analizy oraz sformułowane wnioski pozwoliły przygotować propozycje usprawnień. Propozycje te mają na celu zniwelowanie zakłóceń produkcyjnych lub ograniczenie ich do minimum. W tabeli 4 przedstawiono propozycje usprawnień, wpływ usprawnienia na rodzaj zakłócenia oraz priorytet realizacji.

Pierwsza propozycja obejmuje zmianę kategorii zakłóceń w arkuszu MS Excel służącym gromadzeniu danych o planie produkcyjnym i stopniu jego realizacji w ujęciu tygodniowym. Poprzednie kategorie zostałyby zmienione, inaczej pogrupowane oraz dodanoby kilka nowych. Propozycja klasyfikacji zakłóceń obejmuje kategorię zakłóceń, a każda kategoria podkategorii. Propozycję podziału pokazano w tabeli 5.

Tabela 4. Propozycje usprawnień wraz z podaniem zakłóceń, na które wpłyną oraz priorytetem ich wprowadzenia

Usprawnienie	Wpływ na zakłócenia	Priorytet
Zmiana kategorii zakłóceń w arkuszu MS Excel do ewidencjonowania danych	wszystkie	wysoki
Zmiana sposobu przypisywania zakłócenia do kategorii	wszystkie	wysoki
Budowa bazy alternatywnych dostawców	brak masy, brak komponentów, błąd MM	średni
Opracowanie formuły podejmowania decyzji w zakresie stałego zatrudnienia	brak obsady, nieplanowane wykorzystanie zasobów	niski
Weryfikacja parametrów maszyn i urządzeń	wydajność linii niższa od zakładanej, wydajność linii niższa od zakładanej	średni

Tabela 5. Propozycja klasyfikacji zakłóceń

Kategoria	Podkategorie
Zarządzanie materiałowe	niekompletna i/lub nieterminowa dostawa surowców
	niekompletna i/lub nieterminowa dostawa opakowań
	zmiana zapotrzebowań
	błąd danych podstawowych
	błąd planisty dostaw
	błąd planisty produkcji
Pakownia	brak obsady
	nieplanowany przydział obsady
	błąd w produkcji
Problemy techniczne/źle oszacowane wydajności	wydajność linii wyższa od zakładanej
	wydajność linii niższa od zakładanej
Problemy jakościowe	problemy z opakowaniami
	problemy z surowcami
	problemy z masą
	inne (problemy z etykietami, tackami itp.)
Nastawnia	brak masy
Logistyka produkcji	różnice w ilości opakowań w systemie i fizycznie
	brak opakowań na stanie SAP
Pozostałe	w ramach tolerancji 10%
	zlecenie wykonane
	odchylenie dopuszczalne

Dodatkowo obok kategorii zaleca się wpisywanie komentarzy z wyjaśnieniem i uszczegółowieniem wystąpienia danego zakłócenia. Komentarze te będą przydatne w kolejnych analizach i pomogą zwrócić uwagę na przyczyny powstawania zakłóceń.

Drugą propozycją jest przeanalizowanie kategorii zakłóceń „pozostałe”. Ogromna ilość niewyprodukowanych sztuk wyrobu gotowego nie jest przypisana do żadnego z działów, czyli nie ma właściciela procesu. Przez to odpowiedzialność jest rozmyta i przedsiębiorstwo nie jest w stanie ocenić, nad jakim obszarem powinno pracować i kto jest odpowiedzialny za ten stan. Warto scharakteryzować tę kategorię oraz przypisać jej dział lub osoby, które przyczyniły się do tego stanu. W przyszłości powinno się dążyć do likwidacji tej kategorii.

Trzecią propozycją jest utworzenie bazy alternatywnych dostawców dla wszystkich surowców, mas i komponentów. Taka baza pozwoli uniknąć sytuacji chaosu i niepewności, gdy dany dostawca przekaze informacje o tym, że nie może zrealizować przyszłych zamówień. Warto przypomnieć, że przedsiębiorstwo w jednym czasie zetknęło się z problemem braku surowca z powodu pożaru w fabryce dostawcy oraz nieterminowości i niekompletności dostaw kartoników spowodowanych reorganizacją systemu informatycznego dostawcy. W krótkim czasie poziomy zapasów bezpieczeństwa znacznie zmalały, a fabryka stanęła przed wyzwaniem, jakim było szukanie nowych dostawców oraz możliwa zmiana planu produkcyjnego. By zabezpieczyć się przed takimi zdarzeniami warto utworzyć bazę alternatywnych dostawców, sprawdzić ich komponenty i surowce, wykonując testy i analizy wcześniej, by w razie potrzeby korzystać z ich usług.

Kolejnym zaleceniem jest zwrócenie uwagi na poważny problem z brakiem obsady. Z analizy wynika, że ten problem nasilił się po 22 tygodniu 2016 r. Zakłócenie to spowodowało niewyprodukowanie ponad 1 mln sztuk wyrobu gotowego. Warto przeanalizować proces planowania obsady na każdy tydzień i każdą linię. Istotnym aspektem jest dobranie liczby pracowników pakowni adekwatnie do wielkości zaplanowanej produkcji. W tym celu zaleca się zbudowanie formuły podejmowania decyzji w zakresie stałego zatrudnienia. Za pomocą tej formuły wyliczono potrzebną liczbę pracowników z uwzględnieniem wielkości planu produkcyjnego, dostępnych maszyn oraz komponentów. Dzięki temu narzędziu można stale poddawać weryfikacji czy poziom zatrudnienia jest odpowiedni i czy zagwarantuje on pełną obsadę wszystkich linii.

Ostatnim zaleceniem jest weryfikacja parametrów maszyn i urządzeń. Zauważono wzrost zakłócenia typu wydajności linii niższej niż zakładano po przestoju produkcyjnym. W tych dwóch tygodniach odbywały się remonty i konserwacje maszyn. Możliwe, że zakłócenie wydajności linii niższej jest spowodowana błędnym doбором parametrów, rozregulowaniem maszyn lub innych przyczyn technicznych. Zastanawiającym jest jednak fakt, że przed postojem zakłócenie to występowało znacznie rzadziej i miało mniejszy wpływ na stopień realizacji planu produkcyjnego.

LITERATURA

- Gaschi-Uciecha, A. (2015). Zakłócenia w procesach logistycznych przedsiębiorstw produkcyjnych – badania literaturowe. *Zeszyty Naukowe Politechniki Śląskiej. Organizacja i Zarządzanie*, 78, (1928), 131-141.
- Macha, E. (2001). *Niezawodność maszyn*. Opole: Politechnika Opolska.
- Lis, S. (1982). *Rytmiczność procesu produkcyjnego. Zakłócenia i ich kompensacja*, Warszawa: Polskie Wydawnictwo Ekonomiczne.
- Wirkus, M., Maciągowski, D. (2011). *Podnoszenie skuteczności procesu produkcyjnego w warunkach rosnącej indywidualizacji produktów*. Pobrano z: http://www.ptzp.org.pl/files/konferencje/kzz/artyk_pdf_2011/112.pdf.

ANALYSIS OF DISRUPTION OF PRODUCTION PROCESS OF SELECTED EXAMPLE**Summary**

The theme of this article is analysis of disruption in production process at the chosen example in the context of improving the implementation of the production plan. The work contain analysis in the chosen production company over the year. The article presents the methodology of work with the discussion of the obtained results. The most important element in this work was to exactly analyse and correctly diagnose disruptions in the departments, weeks and production lines to get right conclusions which allow to propose practical and effective improvements which eliminate disruptions in production process.

Keywords: production process, production planning, disruptions, classification of disruptions