

PROJEKT USPRAWNINIENIA FUNKCJONOWANIA PROCESÓW PRODUKCJI FARB PROSZKOWYCH W PRZEDSIĘBIORSTWIE X

Jakub Jagielski¹

Streszczenie

Celem artykułu jest zaprezentowanie projektu usprawnień funkcjonowania procesów produkcji farb proszkowych w przedsiębiorstwie X. W przedmiotowym artykule ukazano główne problemy przedsiębiorstwa „X”, lecz z racji wymogów co do objętości autor mógł zaprezentować tylko jedną propozycję zmiany.

Słowa kluczowe: optymalizacja, doskonalenie procesów, wskaźnik OEE, farby proszkowe.

1. Wprowadzenie

Do dnia dzisiejszego nieustająca chęć ulepszania powłok lakierniczych przez producentów, sprawiła, iż powstały nowe metody zarówno aplikowania, jak i produkcji farb. Jedną z nich stała się produkcja farb proszkowych.

Metoda ta znana jest na świecie już od ponad pół wieku, a podczas jej stosowania występują co jakiś czas nowe, nieznane wcześniej, problemy. Przedsiębiorstwa, którym uda się je wyeliminować niechętnie dzielą się tą wiedzą z konkurencją, dlatego też, aby „odnieść sukces, nie tylko na rynku krajowym ale także na zagranicznym, przedsiębiorstwa te powinny: (Drozd, 2015)

- skutecznie i rozsądnie podejmować racjonalne decyzje zarządcze w kwestii ich funkcjonowania;
- poprawiać i doskonalić niezawodność, wydajność parku maszynowego poprzez m.in. większe zaangażowanie operatorów w jego obsługę techniczną;
- poprawiać i doskonalić metody i narzędzia usprawniające procesy produkcyjne;
- przeprowadzać cykliczne szkolenia operatorów (Czerska, 2014).

¹ inż. Jakub Jagielski, student studiów magisterskich na Politechnice Gdańskiej, Wydział Zarządzania i Ekonomii/graduate student at Gdansk University of Technology, Faculty of Management and Economics

2. Charakterystyka procesu produkcji farb proszkowych

Proces produkcji farb proszkowych składa się z kilku operacji technologicznych, które omówiono poniżej. Pierwszą z nich jest operacja naważenia surowców do kadzi przez operatora, zgodnie ze zleceniem produkcyjnym. Po zakończeniu czynności kadź, w której znajdują się odważone surowce zostaje przetransportowana na kolejne stanowisko, gdzie następuje operacja mieszania. Polega ona na tym, iż wyżej wspomniana kadź zostaje złączona z mieszalnikiem zbiornikowym, który z kolei obraca kadź o 180° celem wymieszania surowców. Czynność ta trwa od 5 do 10 minut w zależności od rodzaju finalnej powłoki lakierniczej i kończy się ponownie obróceniem kadzi o 180°. Tak wymieszane ze sobą surowce trafiają na kolejny etap produkcji nazywany wyłaczaniem, gdzie maszyna, zwana potocznie ekstruderem, homogenizuje wymieszane surowce do postaci jednolitej uplastycznionej masy. Uplastyczniona masa trafia następnie na taśmę wykorzystując siły grawitacyjne (Drozd, 2015).

Na taśmie realizuje się kolejną operację technologiczną polegającą na rozprasowaniu i chłodzeniu masy za pomocą ciągu walców chłodząco-rozprasowujących. Przybiera ona kształt plastra o grubości od 0,9 mm do 1,6 mm i szerokości do 65 cm. Na wyjściu taśmy chłodząco-rozprasowującej mieści się maszyna, która realizuje kolejną przedostatnią operację technologiczną jaką jest kruszenie rozwalcowanej masy na mniejsze frakcje przypominające kształtem chipsy o średnicy ok 1 cm² (Drozd, 2015).

Tak przygotowany wsad jest transportowany na finalne stanowisko produkcyjne, gdzie następuje mielenie i przesiewanie. „Mielenie odbywało się w młynie, w skład którego wchodziły następujące podzespoły: system chłodzenia powietrza zasysanego, podajnik chipsów farby z lejem samowyladowczym, rozdrabniacz, separator uziarnienia, system przewodów rurowych transportujących materiał do cyklonu, cyklon, zawór celkowy dozujący materiał do przesiewacza, przesiewacz odśrodkowy, filtr pyłów drobnoziarnistych oraz wentylator odciągowy. Po wykonaniu czynności składowych podprocesu otrzymywano farbę w postaci proszku o wielkości ziarna od 80 do 200 mikronów. Ziarno o zbyt dużych wymiarach dostawało się do zbiornika, z którego następnie było ponownie pobierane do zmielenia (Drozd, 2015).

3. Analiza głównych problemów występujących w przedsiębiorstwie produkującym farby proszkowe

Badania przeprowadzone w przedsiębiorstwie „X” dotyczyły głównie parku maszynowego, a w szczególności „maszyn produkcyjnych i wskazały, że ważny problem w wydajności związany jest z czynnikiem ludzkim, a dokładniej operatorów oraz innych pracowników produkcyjnych, którzy te maszyny obsługują” (Drozd, 2015).

Zaobserwowane główne problemy występujące podczas procesu produkcyjnego to: (Wirkus, 2015)

- skomplikowane oznaczenie miejsc przechowywania surowców oraz produktów finalnych w magazynach,
- niejasne standardy w czyszczeniu maszyn i urządzeń technicznych (problem z wykryciem i eliminacją „ukrytych usterek”),
- brak systematycznego sprawdzania ustawień i regulacji maszyn produkcyjnych,
- brak systematycznego smarowania oraz dokręcania maszyn produkcyjnych,
- brak sprzątanania maszyn po każdej zmianie przez pracowników produkcyjnych,
- brak codziennej dyscypliny w sprawdzaniu wskazań dla poszczególnych maszyn produkcyjnych,
- brak eliminacji miejsc trudnodostępnych i źródeł zabrudzeń,
- brak cyklicznych szkoleń operatorów i innych pracowników produkcyjnych,
- błędne wyniki obliczeń wskaźnika OEE.

4. Badania w postaci analiz poszczególnych głównych problemów

Analiza problemu nr 1

Analizując pierwszy problem tj. skomplikowane oznaczenie miejsc przechowywania surowców oraz produktów finalnych w magazynach ustalono, iż przyczynia się on do powiększenia straty czasu w procesie produkcyjnym, ponieważ pracownikowi, któremu jest powierzona zadanie poboru surowców, albo produktu finalnego z magazynu, zajmuje to zbyt dużo czasu.




Analiza problemu nr 2

Drugi problem związany jest bezpośrednio z zachowaniem operatorów maszyn, dlatego też wykonano odpowiednie badania, dzięki czemu wiadoma będzie skala nieprawidłowości, występujących w trakcie realizacji procesu produkcyjnego.

Przeprowadzone badania dotyczą m.in. obsługi maszyn przez operatorów producenta farb proszkowych przedsiębiorstwa „X” w systemie dwuzmianowym. Badania te trwały jeden tydzień roboczy, zaś przedział godzinowy zmian w systemie pracy wyglądał następująco: I zmiana 6:00–14:00, II zmiana 14:00–22:00.

W celu uproszczenia odczytu rezultatów badań użyto w tabeli 1 odpowiedniej sygnatury, która ilustruje udział pracy operatorów podczas eksploatacji maszyn znajdujących się na linii produkcyjnej w przedsiębiorstwie produkującym farby proszkowe.

























Tabela 1. Poziom aktywności we właściwe eksploataowanie maszyn

Poziom	Sygnatura	Zakres eksploatacji
poziom 1		pracownik/operator nie zrealizował zadania
poziom 2		pracownik/operator nie zrealizował w pełni zadania
poziom 3		pracownik/operator zrealizował w pełni zadanie

Źródło: opracowanie własne na podstawie (Drozd, 2015)

Badaniami były objęte były główne operacje technologiczne w badanym procesie produkcyjnym, a także zadania wykonywane przez operatorów po zakończeniu zmiany roboczej. Są to niezmiernie istotne zadania dla ulepszania eksploatacji maszyn w przedsiębiorstwie produkującym farby proszkowe, które umożliwiają skontrolowanie nieprawidłowości. Sygnatury z tabeli 4 zostały także użyte w tabelach 2 oraz 3.

Tabela 2. Bieżąca (tygodniowa) sytuacja podczas eksploatacji maszyn w przedsiębiorstwie produkującym farby proszkowe dla pierwszej zmiany produkcyjnej

		Maszyny produkcyjne i zakres ich funkcji na linii produkcyjnej					
Lp.	Czynności	Maszyna nr 1 odpowiedzialna za podproces naważania	Maszyna nr 2 odpowiedzialna za podproces mieszania	Maszyna nr 3 odpowiedzialna za podproces wytlaczania	Maszyna nr 4 odpowiedzialna za podproces roz- prasowywania i chłodzenia	Maszyna nr 5 odpowiedzialna za podproces kruszenia	Maszyna nr 6 odpowiedzialna za podproces mielenia i przesiewania
1.	Przezbroyenia						
2.	Reakcja na awarie						
3.	Czyszczenie						
4.	Regulacje						

cd. tabeli 2

5.	Drobne naprawy	★	★	☆	☆	☆	☆
6.	Dokręcanie	☆	☆	☆	☆	★	☆
7.	Właściwe użytkowanie	★	★	★	★	★	★
8.	Smarowanie	★	★	★	★	★	★
9.	Reakcja na straty szybkości	★	☆	★	☆	★	★
10.	Sprawdzanie wskazań	★	★	★	★	★	★
11.	Ustawiania	☆	★	☆	☆	★	★

Źródło: opracowanie własne na podstawie (Drozd, 2015).

Tabela 3. Bieżąca (tygodniowa) sytuacja podczas eksploatacji maszyn w przedsiębiorstwie produkującym farby proszkowe dla drugiej zmiany produkcyjnej

		Maszyny produkcyjne i zakres ich funkcji na linii produkcyjnej					
Lp.	Czynności	Maszyna nr 1 odpowiedzialna za podproces naważania	Maszyna nr 2 odpowiedzialna za podproces mieszania	Maszyna nr 3 odpowiedzialna za podproces wyłaczania	Maszyna nr 4 odpowiedzialna za podproces rozprasowywania i chłodzenia	Maszyna nr 5 odpowiedzialna za podproces kruszenia	Maszyna nr 6 odpowiedzialna za podproces mielenia i przesiewania
1.	Przezbrowienia	★	★	★	★	★	★
2.	Reakcja na awarie	★	★	★	★	★	★
3.	Czyszczenie	☆	★	★	★	★	☆
4.	Regulacje	★	★	☆	★	☆	★

cd. tabeli 3

5.	Drobne naprawy	☆	☆	☆	☆	☆	☆
6.	Dokręcanie	☆	★	☆	☆	☆	★
7.	Właściwe użytkowanie	★	★	★	★	★	★
8.	Smarowanie	★	☆	★	★	★	★
9.	Reakcja na straty szybkości	☆	★	☆	★	☆	☆
10.	Sprawdzanie wskaźników	★	★	★	★	★	★
11.	Ustawiania	★ _t	☆	★	☆	★	★

Źródło: opracowanie własne na podstawie (Drozd, 2015).

„Przedstawione wyniki badań wykazują, iż w przedsiębiorstwie produkującym farby proszkowe brakuje stałych zespołów opiekujących się maszynami produkcyjnymi, gdzie omawiane zespoły pracowników przekazują sobie wiedzę oraz uprawnienia, które z czasem tworzą autonomicznie działający system utrzymujący park maszynowy w bardzo dobrej kondycji. To operatorzy, na co dzień pracujący przy maszynie, posiadają najistotniejszy zasób wiedzy dotyczący jej funkcjonowania, usterek, niedoskonałości” (Drozd, 2015).

Analiza problemu nr 3

Błędne rozwiązania obliczeń wskaźnika OEE wynikają z niewłaściwej formuły obliczania przedmiotowego wskaźnika, a wynika to z materiałów zaprezentowanych poniżej.

„Wskaźnik OEE to skrótowiec powstały od pierwszych liter anglojęzycznej nazwy *Overall Equipment Effectiveness*, czyli Całkowitej Efektywności Wyposażenia/Sprzętu. Wskaźnik ten po raz pierwszy został użyty przez Seiichi Nakajimę w celu optymalizacji kontroli produktywności wykorzystania parku maszynowego” (Nakajima, 1998).

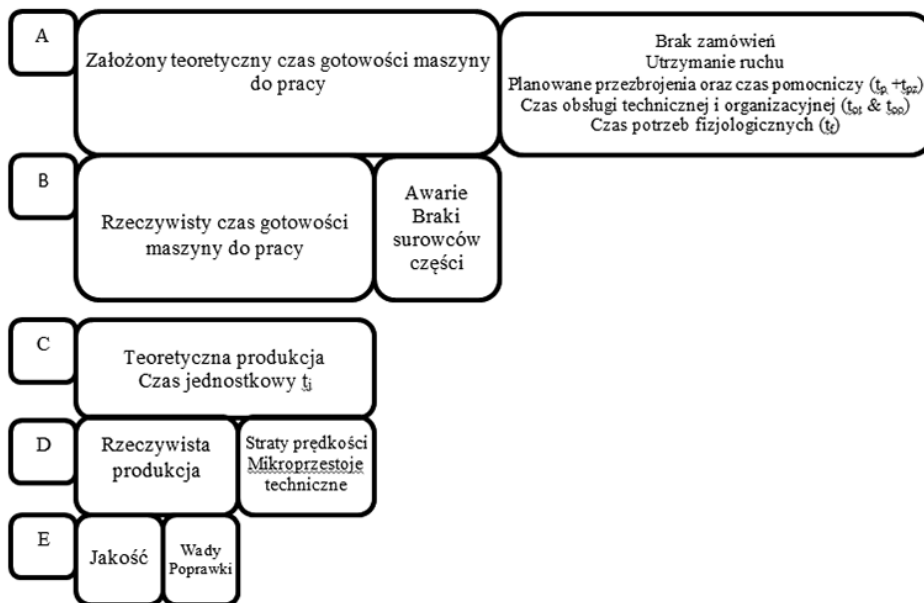
Według metodologii *Total Productive Maintenance* OEE składa się z trzech składowych (Czerska, 2009):

$$OEE = \frac{B}{A} \cdot \frac{D}{C} \cdot \frac{E}{D} \quad (1)$$

- składowej dostępności, czyli ilorazu czasu, przez który maszyna rzeczywiście była gotowa do pracy (B) do całego założonego wcześniej czasu teoretycznej gotowości (A);
- składowej wydajności/wykorzystania, która jest obliczana jako stosunek wielkości rzeczywistej produkcji (D) do produkcji teoretycznej (C) w czasie kiedy maszyna była gotowa do pracy (B);
- składowej jakości obliczanej jako relacja liczby/ilości dobrych jakościowo wyrobów (E) do liczby/ilości produktów, podzespołów, części wyprodukowanych (D).

Współczynnik może uzyskać maksymalną wartość równą 100%. Wskaźnik liczony wg wzoru (1) w postaci graficznej został przedstawiony na rysunku 4” (Wirkus, 2015).

Poniżej, na rysunki 1, został przedstawione składowe wskaźniki OEE.



Rys. 1. Graficzne przedstawienie składowych wskaźnika OEE.

Źródło: (Wirkus, Kufel, 2014)

W związku z tym wyliczanie wskaźnika jest zoptymalizowane do wykorzystania w procesie potokowym liniowym, gdzie możliwe jest opomiarowanie pracy parku maszynowego umożliwiające wyliczenie składowych wskaźnika. (Muchiri, Pintelon, 2008)

W tego typu procesie produkcyjnym zebranie danych dotyczących (Wojakowski, 2015):

- rzeczywistego czasu gotowości do pracy stanowiska,
- czasów operacji technologicznych,
- występujących mikro przestojów oraz strat prędkości pracy urządzeń,
- liczby wadliwych produktów,

jest możliwe, choć oczywiście bywa utrudnione ze względów organizacji pracy, ograniczeń technicznych bądź minimalizacji kosztów (np. poprzez ograniczenie kontroli jakości). Dodatkowo w procesie potokowym liniowym możliwe jest wprowadzenie kontroli jakości pojedynczych półproduktów oraz wyrobów gotowych co dodatkowo ułatwia wychycenie wszelkich nieprawidłowości związanych z jakością produkcji. Dzięki temu możliwe jest również obiektywne określenie wartości referencyjnych według których jest określany spadek OEE poniżej wartości maksymalnej – 100% (Wirkus, 2015).

W procesach potokowych ciągłych, takich jak analizowany w niniejszym opracowaniu, ze względu na charakterystykę przetwarzania materiału nie jest możliwe jednoznaczne przydzielenie NVA¹ do poszczególnych kategorii strat, co z kolei uniemożliwia bezpośrednie zastosowanie wzoru (1). Pewnym rozwiązaniem jest przyjęcie zasady obliczania OEE według „uproszczonej” formuły, jako iloraz minimalnej teoretycznej ilości czasu potrzebnej do wyprodukowania zadanej ilości produktu przez czas określony harmonogramem. (2) Wykorzystanie tej formuły wiąże się jednak z koniecznością bardzo dokładnego określenia czasów w harmonogramie produkcji. Jest to o tyle problematyczne, że czas referencyjny zależy od właściwości przetwarzanego materiału. Co prawda parametry obróbcze są najczęściej określone standardem, ale odchyłka od tej wartości może powodować dewiację pozostałych parametrów procesu/produktu w sposób trudny do ścisłego określenia; np. w analizowanym procesie temperatura uplastycznienia tworzywa wpływa na wielkość uzyskiwanych chipsów i czas mielenia. W procesie potokowym liniowym możliwe jest zatrzymanie linii produkcyjnej, przeprowadzenie kontroli obrabianego półproduktu, ewentualne zmodyfikowanie ustawień maszyny (oraz jednocześnie wartości referencyjnych branych pod uwagę przy obliczaniu OEE) i następnie kontynuowanie przetwarzania surowców. W procesie potokowym ciągłym badanie parametrów obróbczych jest utrudnione ze względu na konieczność kontynuacji obróbki materiału – przerwanie operacji mogłoby spowodować niepożądane zmiany fizyko-chemiczne materiału. W związku z tym kontrola jakości otrzymanego półproduktu lub produktu

gotowego jest możliwa dopiero po wykonaniu operacji technologicznych. „Wtedy możliwe staje się wyciągnięcie wniosków dotyczących ustawień parku maszynowego i modyfikacja wartości referencyjnych branych pod uwagę przy obliczaniu OEE (Ahire, Relkar, 2012).

Podsumowując, „uproszczone” wyznaczanie wskaźnika OEE według wzoru (2) jest obarczone następującymi wadami:

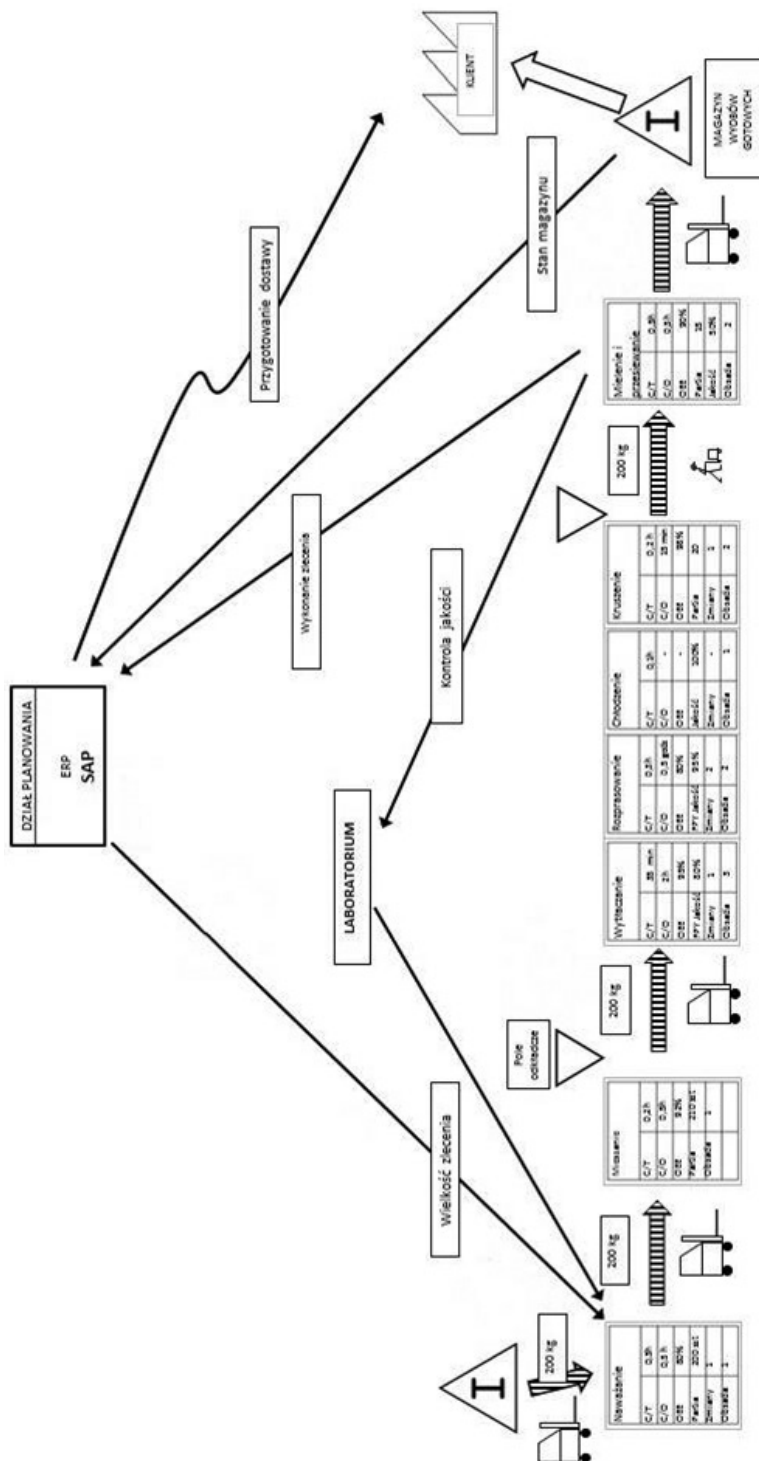
- może spowodować obliczenie nieprawdziwych wartości wskaźnika, co z kolei uniemożliwi prawidłowe określenie produktywności parku maszynowego;
- utrudnia lub wręcz uniemożliwia dokładne określenie źródeł odchyłek procesu oraz ich eliminację, co może spowodować dodatkowe straty materiału lub awarie maszyn.

Z kolei próba zastosowania wzoru (1) może skutkować:

- podobnie jak w przypadku wykorzystania formuły (2) błędnym obliczeniem OEE spowodowanym trudnościami w dokładnym określeniu (rozgraniczeniu, podzieleniu składowych NVA) strat np. prędkości pracy stanowiska;
- utrudnieniem dokładnego określenia źródeł nieprawidłowości pojawiających się w procesie.

W celu przeanalizowania problemów w poprawnym wyznaczaniu wartości wskaźnika OEE w procesie produkcyjnym przedsiębiorstwa X, konieczne było w pierwszej kolejności przeprowadzenie mapowania i stworzenie Value Stream Map (VSM), czyli mapy strumienia wartości” (Wirkus, 2015). „Wykonanie mapowania zostało poprzedzone analizą danych historycznych, zarówno związanych z technologią, jak i przepływem informacji pomiędzy poszczególnymi działami zakładu. Dzięki przeprowadzeniu wywiadów z pracownikami linii produkcyjnej oraz laboratorium, możliwe było uzupełnienie mapy o dodatkowe dane dotyczące parametrów technologicznych procesu. Mapa strumienia wartości została opracowana po przyjęciu następujących założeń wstępnych:

- mapowanie zostało ograniczone do procesu produkcji tylko farb poliestrowych; mapowanie produkcji innych rodzajów farb zostanie przeprowadzone w trakcie dalszych badań, zostały także wzięte pod uwagę dane archiwalne;
- mapowanie zostało wykonane dla konkretnego zlecenia, czyli dla określonych parametrów technologicznych oraz ilości farby zamówionej przez klienta; proces produkcyjny całej partii rozpoczął się i zakończył w ciągu jednej zmiany roboczej, procesy pomocnicze, takie jak wstępne badania laboratoryjne surowca oraz kontrola jakości półproduktów oraz wyrobu gotowego odbyły się w ciągu kilku poprzedzających i następujących po mapowaniu godzin;
- do dalszej analizy nie były brane pod uwagę problemy organizacyjne występujące w przedsiębiorstwie X (Wirkus, 2015).



Rys. 2. Mapa strumienia wartości przedstawiająca analizowaną część procesu produkcji farb proszkowych w przedsiębiorstwie „X”.
Źródło: opracowanie własne na podstawie (Drozd, 2015)

„Po wykonaniu mapowania strumienia wartości możliwe stało się oszacowanie L/T procesu, które wyniosło 1,5 godziny. L/T (ang. *Lead Time*) w analizowanym przypadku okres od rozpoczęcia produkcji do przekazania gotowej partii produkcyjnej farby do magazynu. Zaś łączny czas potrzebny przedsiębiorstwu na przetworzenie zlecenia, wyprodukowanie i następnie dostarczenie do klienta zamówionej partii powłoki wyniósł 4 dni. Podstawowymi problemami związanym bezpośrednio z obróbką farby były: (Drozd, 2015).

- niezgodność czasów części operacji technologicznych oraz czynności pomocniczych ze standardami; dotyczy to zarówno utrzymania ruchu, jak i wybranych czynności przezbrajania. Na tym etapie badań nie było możliwe określenie przyczyn źródłowych. W trakcie przetwarzania partii surowca wykonywano drobne korekty ustawień parametrów obróbczych np. obroty młyna wykonywane według „wycucia” operatorów maszyn. Na rys. 5 zostało to pokazane pod numerem 4;
- występowanie strat (około 1,5% farby na 100 kg wyrobu gotowego) wynikających z technologii rozdrabniania proszku czyli zmielenia ziarna na grubość poniżej 80 mikrometrów, co jest wartością zbyt niską i utrudnia nanoszenie powłoki zgodnie z tolerancją techniczną. Na rys. 5 problem ten został pokazany pod numerem 5.

O ile straty powstałe w wyniku zastosowania nieodpowiedniej technologii mielenia tworzywa były możliwe do częściowego oszacowania, to kłopotliwe okazało się precyzyjne określenie wielkości strat spowodowanych brakiem lub niewłaściwym określeniem standardów obsługi stanowisk, których miernikiem jest wskaźnik OEE. W związku z tym opracowanie odpowiedniego projektu dalszych działań doskonalących proces na tym etapie badań było niemożliwe” (Wirkus, 2015).

5. Propozycja zmiany eliminująca jeden z problemów występujących w przedsiębiorstwie produkującym farby proszkowe

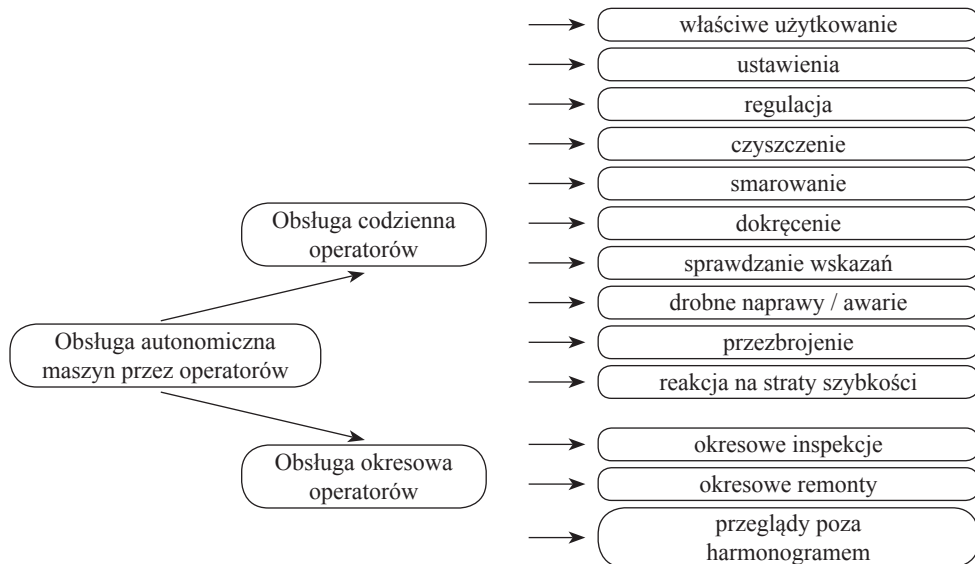
Wdrożone zmiany oraz sposób ich działania zostały zaprezentowane poniżej, ale w związku z koniecznością zastosowania wskaźnika OEE w celu dokonania optymalizacji, należy wspomnieć jakiego czynnika składowej dotyczą główne problemy. Większość głównych nieprawidłowości (problem nr 2) związanych jest ze składową o nazwie „dostępność”, która z kolei jest czynnikiem wskaźnika OEE, co nie oznacza, iż w przedsiębiorstwie produkującym farby proszkowe nie wykryto problemów dotyczących pozostałych dwóch czynników wskaźnika. Waga pozostałych problemów nieujętych w tej pracy, ale zaobserwowanych w przedsiębiorstwie „X” okazała się na tyle śladowa w porównaniu do nieprawidłowości opisanych powyżej, iż nie wymagają one zaprezentowania.

5.1. Propozycja zmiany eliminująca problem nr 2

„Wykorzystując wyniki badań dla udoskonalenia obsługi autonomicznej maszyny w przedsiębiorstwie X zostały opracowane (Drozd, 2015):

- schemat zakresu obowiązków operatorów w codziennej i okresowej obsłudze autonomicznej maszyny na linii produkcyjnej,
- tygodniowy harmonogram czynności sprawdzających dla operatorów w procesie obsługi autonomicznej maszyny na linii produkcyjnej.

Wykonanie schematu zakresu obowiązków operatorów (rys. 3), w codziennej i okresowej obsłudze autonomicznej maszyny na linii produkcyjnej w przedsiębiorstwie X, pozwoli na uszeregowanie podstawowych czynności, które operatorzy powinni wykonywać w codziennej i okresowej obsłudze maszyn. Proponowany schemat zakresu obowiązków operatorów to znaczący krok w kontekście doskonalenia obsługi autonomicznej maszyn produkcyjnych u producenta farb proszkowych przedsiębiorstwa X. Zadania wskazane w schemacie dla operatorów zawierają wykaz czynności niezbędnych do codziennej i okresowej obsługi wszystkich maszyn na linii produkcyjnej, co zmusza operatorów do ich realizacji i sprawdzania” (Drozd, 2015).



Rys. 3. Schemat zakresu obowiązków osób związanych bezpośrednio z produkcją

Źródło: opracowanie na podstawie (Drozd, 2015).

„Dla doskonalenie obsługi autonomicznej maszyn produkcyjnych przez operatorów firmy X należy wprowadzić kilka istotnych zasad (Drozd, 2015):

1. Wprowadzenie jasnych standardów dla maszyn na linii produkcyjnej a więc: czyszczenia, smarowania, ustawień, regulacji, dokręceń połączonych ze specy-

- fikacją anomalii, które będą polegać na doprowadzeniu maszyny do odpowiedniego stanu poprzez wykrycie i eliminację „ukrytych usterek”, czyli tych, które na pierwszy rzut oka są niewidoczne.
2. Wprowadzenie usprawnień w celu usunięcia lub zredukowania źródeł zanieczyszczeń i miejsc trudnodostępnych, które utrudniają szybkie wyczyszczenie maszyny na linii produkcyjnej i dostęp do miejsc konserwacji maszyny, a więc należy określić zabrudzenie a następnie znaleźć przyczynę, wdrożyć rozwiązanie, sprawdzić oraz powielić.
 3. Wprowadzenie wizualnych standardów dotyczących czyszczenia i konserwacji maszyn na linii produkcyjnej. Wypracowywane są dokumenty związane z kontrolą, konserwacją i przeglądami wykonywanymi przez operatorów, a także wypracowywane są standardy konserwacji wprowadzone na stanowiskach poboru oleju, manometrach, 239 silnikach, stacjach przygotowania powietrza. Standard wprowadzamy po to, aby proces, który ciągle doskonalimy nie wrócił do stanu przed wprowadzeniem poprawy.
 4. Aby zapewnić prawidłowe funkcjonowanie maszyn na linii produkcyjnej robujemy plan konserwacji. Pracownik nie musi przypominać sobie, co należy sprawdzić i w jakim zakresie – informacje znajdują się na liście z wyznaczonymi punktami. Pozwala to na bieżąco prowadzić obsługę autonomiczną.
 5. Wprowadzenie ciągłego monitoringu wyposażenia, wykrywania problemów z wyposażeniem w ich wczesnym stadium, smarowaniu i obsłudze ogólnej we właściwym czasie. Obsługę autonomiczną przeprowadzają operatorzy codziennie przed przystąpieniem do pracy przez wykonanie czynności z listy kontrolnej konserwacji i przeglądu. Operator nie musi przypominać sobie, co należy sprawdzić i w jakim zakresie – informacje znajdują się na liście z wyznaczonymi punktami. Nowym pracownikom ułatwia to poznanie maszyny oraz zakres wykonywania prac. Pozwala na bieżąco monitorować stan maszyny i wykrywać drobne niezgodności we wczesnym stadium, zanim staną się przyczyną dłuższej awarii.
 6. Wprowadzenie zdefiniowanych procedur, przeprowadzenie kontroli sprzętu oraz ułatwienie pracy operatorom. Standaryzacja obejmuje wprowadzenie udoskończeń porządkujących układ surowców, zapasów międzyoperacyjnych, narzędzi oraz innych elementów wymagających uporządkowania. Dotyczy także opracowania własnych standardów oraz konsekwentnego egzekwowania zasad zarządzania wizualnego.
 7. Dodatkowo operatorzy będą zobligowani do zadań z zakresu obsługi okresowej, a więc: doskonalenie zasad prewencji, poprawa stanu urządzeń, utrzymania i standaryzacji działań oraz wykonywania drobnych napraw.

Kolejnym krokiem w doskonaleniu procesu obsługi autonomicznej maszyn na linii produkcyjnej jest wykonanie tygodniowego harmonogramu czynności sprawdzających dla operatorów” (tabela 4). Poniższy „harmonogram pozwoli na:

- pełne zaangażowanie wszystkich operatorów w doskonalenie systemu utrzymania obsługi autonomicznej maszyn,
- aktywizację tychże pracowników w planowanie, projektowanie i obsługę konserwacyjną wszystkich maszyn i urządzeń technicznych na linii produkcyjnej,
- rozwój systemu obsługi autonomicznej maszyn (m.in. obsługi konserwacyjnej) w celu przedłużenia żywotności maszyn,
- stworzenie nowej kultury i mentalności wśród operatorów i innych pracowników poprzez nabycie umiejętności rozpoznawania i eliminowania strat w obsłudze maszyn na linii produkcyjnej przedsiębiorstwa X”.

Tabela 4. Tygodniowy harmonogram czynności sprawdzających dla operatorów w procesie obsługi autonomicznej maszyn na linii produkcyjnej

Lp.	Czynności sprawdzające	Zmiana	Maszyna nr 1 odpowiedzialna za podproces naważania	Maszyna nr 2 odpowiedzialna za podproces mieszania	Maszyna nr 3 odpowiedzialna za podproces wytlaczania	Maszyna nr 4 odpowiedzialna za podproces rozpraszania i chłodzenia	Maszyna nr 5 odpowiedzialna za podproces kruszenia	Maszyna nr 6 odpowiedzialna za podproces mielenia i przesiewania
1	Właściwe użytkowanie	I, II	Pon., Śr., Sob.,	Pon., Śr., Sob.,	Pon., Śr., Sob.,	Pon., Śr., Sob.,	Pon., Śr., Sob.,	Pon., Śr., Sob.,
2	Ustawiania	I	Wt., Czw., Sob.,	Wt., Czw., Sob.,	Wt., Czw., Sob.,	Wt., Czw., Sob.,	Wt., Czw., Sob.,	Wt., Czw., Sob.,
		II	Pn., Śr., Pi.,	Pn., Śr., Pi.,	Pn., Śr., Pi.,	Pn., Śr., Pi.,	Pn., Śr., Pi.,	Pn., Śr., Pi.,
3	Regulacje	I	Wt., Czw., Sob.,	Wt., Czw., Sob.,	Wt., Czw., Sob.,	Wt., Czw., Sob.,	Wt., Czw., Sob.,	Wt., Czw., Sob.,
		II	Pn., Śr., Pi.,	Pn., Śr., Pi.,	Pn., Śr., Pi.,	Pn., Śr., Pi.,	Pn., Śr., Pi.,	Pn., Śr., Pi.,
4	Czyszczenie	I, II	Pn., Śr., Sob.,	Pn., Śr., Sob.,	Pn., Śr., Sob.,	Pn., Śr., Sob.,	Pn., Śr., Sob.,	Pn., Śr., Sob.,
5	Smarowanie	II	Wt., Czw., Sob.,	Wt., Czw., Sob.,	Wt., Czw., Sob.,	Wt., Czw., Sob.,	Wt., Czw., Sob.,	Wt., Czw., Sob.,
6	Dokręcanie	I	Pn., Śr., Sob.,	Pn., Śr., Sob.,	Pn., Śr., Sob.,	Pn., Śr., Sob.,	Pn., Śr., Sob.,	Pn., Śr., Sob.,
7	Sprawdzanie wskazań	I, II	Pn., Wt., Czw., Sob.,	Pn., Wt., Czw., Sob.,	Pn., Wt., Czw., Sob.,	Pn., Wt., Czw., Sob.,	Pn., Wt., Czw., Sob.,	Pn., Wt., Czw., Sob.,
8	Drobne naprawy	I, II	Pn., Wt., Czw., Sob.,	Pn., Wt., Czw., Sob.,	Pn., Wt., Czw., Sob.,	Pn., Wt., Czw., Sob.,	Pn., Wt., Czw., Sob.,	Pn., Wt., Czw., Sob.,

cd. tabeli 4

9	Przebrożenia	I, II	Wg planu wytwór- czego	Wg planu wytwór- czego	Wg planu wytwór- czego	Wg planu wytwór- czego	Wg planu wytwór- czego	Wg planu wytwór- czego
10	Reakcja na straty szybkości	I, II	Pn., Wt., Czw., Sob.,	Pn., Wt., Czw., Sob.,	Pn., Wt., Czw., Sob.,	Pn., Wt., Czw., Sob.,	Pn., Wt., Czw., Sob.,	Pn., Wt., Czw., Sob.,
11	Reakcja na awarie	I, II	Pn., Wt., Czw., Sob.,	Pn., Wt., Czw., Sob.,	Pn., Wt., Czw., Sob.,	Pn., Wt., Czw., Sob.,	Pn., Wt., Czw., Sob.,	Pn., Wt., Czw., Sob.,

Źródło: opracowanie na podstawie (Drozd, 2015).

Powyższe „badania, w kontekście doskonalenia obsługi autonomicznej maszyn na linii produkcyjnej przez operatorów, można wdrożyć, jako wzorzec do przedsiębiorstw produkcyjnych o podobnym profilu produkcyjnym jak: sektor chemiczny, cementowy, elektroenergetyczny”².

6. Podsumowanie

Autor przedmiotowego artykułu będąc w ww. przedsiębiorstwie „X”, z misją optymalizacji wartości wskaźnika OEE najpierw zidentyfikował zaobserwowane główne problemy, a następnie celem ich eliminacji zaproponował konkretne działania, zmiany.

Wprowadzone modyfikacje, a zaprezentowana jedna z nich powyżej, spowodowały przede wszystkim zmniejszenie strat czasu. Zaoszczędzenie tak cennej skalarnej wielkości fizycznej, jaką jest czas było możliwe, tylko dzięki wdrożeniu starannie przemyślanych usprawnień. Głównymi usprawnieniami było stworzenie „schematu zakresu obowiązków operatorów w codziennej i okresowej obsłudze autonomicznej maszyn na linii produkcyjnej”³ oraz „tygodniowego harmonogramu czynności sprawdzających dla operatorów w procesie obsługi autonomicznej maszyn na linii produkcyjnej”⁴, bo to dzięki nim ryzyko wszelkich awarii oraz nieplanowanych postojów maszyn zmalało o ponad połowę.

² Drozd R., *Doskonalenie obsługi autonomicznej maszyn produkcyjnych przez operatorów na przykładzie firmy X*. Innowacje w zarządzaniu i inżynierii produkcji. Tom 1. Wydawnictwo PTZP Opole 2015.

³ Drozd R., *Doskonalenie obsługi autonomicznej maszyn produkcyjnych przez operatorów na przykładzie firmy X*. Innowacje w zarządzaniu i inżynierii produkcji. Tom 1. Wydawnictwo PTZP Opole 2015.

⁴ Drozd R., *Doskonalenie obsługi autonomicznej maszyn produkcyjnych przez operatorów na przykładzie firmy X*. Innowacje w zarządzaniu i inżynierii produkcji. Tom 1. Wydawnictwo PTZP Opole 2015.

Bibliografia

1. Czerna J.: Doskonalenie strumienia wartości, Difin, Warszawa 2009.
 2. Czerna J.: DOSKONALENIE STRUMIENIA WARTOŚCI. LeanQ Team, Gdańsk 2014.
 3. http://www.naberpolska.pl/index.php?option=com_content&view=article&id=8&Itemid=65&lang=pl z dnia 19.05.2015 r.
 4. Karpiński T.: Inżynieria produkcji. Wydawnictwo WNT, Warszawa 2007, 2013.
 5. Procnier A.: Technologia gastronomiczna z towaroznawstwem. WSiP, Warszawa, 1999, t. 1.
 6. Szarama Ł.: Vademecum lakiernika, cz.1. Instalator polski, Warszawa 2008.
 7. Wirkus M. (red.): Zarządzanie procesami i projektami, Wyd. PG, Gdańsk 2015.
 8. http://www.eko-color.pl/fileadmin/content/lakiernictwo_eko2011.pdf z dnia 24.03.15 r.
 9. http://www.plasmec.it/container-mixer_trr/#Pre-Mixing z dnia 7.04.2015 r.
 10. http://www.ipmtc.com.pl/maszyny_nowe_1_f_2.html z dnia 7.04.2015 r.
 11. <http://www.maschinensucher.de/ma2/bilderanzeigen-A1280109-5-english.html> z dnia 7.04.2015 r.
 12. Drozd R., *Doskonalenie obsługi autonomicznej maszyn produkcyjnych przez operatorów na przykładzie firmy X. Innowacje w zarządzaniu i inżynierii produkcji*. Tom 1. Wydawnictwo PTZP Opole 2015.
 13. Nakajima S.: Introduction to TPM: Total Productive Maintenance, The Productivity Press, 1988.
 14. Opracowanie na podstawie materiałów firmy doradczej Solving Efeso, 2013.
 15. The Japan Institute Of Plant Maintenance. Autonomiczne Utrzymanie Ruchu dla operatorów. The Productivity Press Development Team, Wrocław, 2012.
 16. The Japan Institute Of Plant Maintenance. TPM dla każdego operatora. The Productivity Press Development Team, Wrocław 2012.
 17. Rączka M., Rewilak J.: Zapewnienie dokładności pomiarowej w systemie zarządzania jakością. Inżynieria Maszyn, R. 15, z. 3, NOT, Wrocław 2010.
 18. Wirkus M., Kufel K., Problem analizy spadku OEE zautomatyzowanego parku maszynowego spowodowanych spadkiem prędkości pracy oraz mikroprzestojami technicznymi. Łebkowski P. [red.], Zarządzanie a inżynieria produkcji Wydawnictwo AGH, Kraków, 2014.
 19. Muchiri P., Pintelon L., (2008) *Performance measurement using overall equipment effectiveness (OEE): literature review and practical application discussion*, International Journal of Production Research nr 46(13), s. 3517–3535; Wojakowski P. (2015) *Plant performance calculation in automotive industry using andon system*, Research in Logistics & Production nr 5(4), s. 361–370.
- Praca zbiorowa pod red. Marka Wirkusa: *Zarządzanie procesami i projektami*, CZĘŚĆ II
20. ZARZĄDZANIE ORGANIZACJAMI I ZESPOŁAMI LUDZKIMI, Wydawnictwo Politechniki Gdańskiej, Gdańsk 2015, s. 100–110
 21. Ahire C.P., Relkar A.S., (2012) *Correlating failure mode effect analysis (FMEA) and overall equipment effectiveness (OEE)*, Procedia Engineering: ICMOC-2012 nr 38, s. 3482–3486.

DESIGN PROCESS IMPROVEMENT OF FUNCTIONING OF POWDER COATINGS PRODUCTION ENTERPRISE X

Abstract

The aim of this article is to present the design improvements functioning processes of powder coatings in the company X. In the present article is shown the main problems of the company “X”, but because of the requirements as to the volume of the author could present only one suggestion to change.

Key words: optimization, process improvement, OEE, powder coatings.