

**Monografia pod redakcją Doroty Stadnickiej**

# **Problemy w obszarach produkcyjnych**

Część 1. Proste metody w trudnych zadaniach

**STUDIA PRZYPADKÓW**

KOMPENDIUM WIEDZY



**OFICyna  
WYDAWNICZA**  
POLITECHNIKI RZESZOWSKIEJ

Wydano za zgodą Rektora

R e c e n z e n t

dr hab. inż. Katarzyna ANTOSZ, prof. PRz

R e d a k t o r n a c z e l n y

Wydawnictw Politechniki Rzeszowskiej

dr hab. inż. Lesław GNIEWEK, prof. PRz

R e d a k t o r n a u k o w y

dr hab. inż. Dorota STADNICKA, prof. PRz

Wydział Budowy Maszyn i Lotnictwa

Politechniki Rzeszowskiej

R e d a k t o r

Marzena TARAŁA

S k ł a d i ł a m a n i e

Mariusz TENDERA

P r o j e k t o k ł a d k i

Aleksandra AUGUSTYN

*problemy produkcyjne, metody i narzędzia analizy problemów, problemy jakości  
doskonalenie produkcji, przepływ materiału, przepływ informacji*

© Copyright by Oficyna Wydawnicza Politechniki Rzeszowskiej  
Rzeszów 2021



<https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/legalcode>

Praca na licencji Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License (CC BY-SA 4.0).  
Licencja daje prawo do dzielenia się, wykorzystywania w kolejnych utworach, pod warunkiem oznaczenia autorstwa i dokonywanych zmian w utworze oraz dodatkowo pod warunkiem, że nowy utwór, stworzony przez zmianę utworu czy na podstawie utworu udostępnionego na zasadzie tej licencji będzie dalej podlegał ochronie, która nie jest bardziej restrykcyjna niż licencja CC BY-SA 4.0.

ISBN 978-83-7934-494-9

e-ISBN 978-83-7934-498-7

Oficyna Wydawnicza Politechniki Rzeszowskiej  
al. Powstańców Warszawy 12, 35-959 Rzeszów

Ark. wyd. 14,89. Ark. druk. 13,75.

Złożono do redakcji w lutym 2021 r. Wydrukowano w sierpniu 2021 r.  
Drukarnia Oficyny Wydawniczej, al. Powstańców Warszawy 12, 35-959 Rzeszów  
Zam. nr 43/21

# Spis treści

<b>Wykaz skrótów .....</b>	<b>7</b>
<b>Wprowadzenie (Dorota Stadnicka) .....</b>	<b>9</b>
<b>Rozdział 1. Wybrane zagadnienia dotyczące systemów produkcyjnych.....</b>	<b>11</b>
1.1. Produkcja masowa ( <i>Aleksandra Chudy</i> ) .....	11
1.2. Produkcja seryjna ( <i>Katarzyna Gładysz</i> ) .....	13
1.3. Produkcja jednostkowa ( <i>Krzysztof Guzik</i> ).....	16
1.4. Masowa indywidualizacja ( <i>Joanna Baj</i> ) .....	19
1.5. Normy ISO w zarządzaniu produkcją ( <i>Adam Sarama</i> ).....	21
1.6. Zarządzanie środowiskiem w przedsiębiorstwie ( <i>Alan Jaworski</i> ) .....	24
1.7. Produkcja odchudzona – <i>Lean Manufacturing</i> ( <i>Maciej Pociask</i> ) .....	28
1.8. Możliwości zastosowania robotyki w przedsiębiorstwach produkcyjnych ( <i>Sylwester Fuglewicz</i> ) .....	31
<b>Rozdział 2. Przepływ materiału.....</b>	<b>35</b>
2.1. Zarządzanie dostawami materiałowymi ( <i>Dominik Wyskiel</i> ) .....	35
2.2. Wybór i nadzorowanie dostawców materiału ( <i>Adam Kamiński</i> ) .....	40
2.3. Zapasy w toku produkcji ( <i>Nikodem Wierdak</i> ).....	43
2.4. Przepływ jednej sztuki ( <i>Mateusz Gajda</i> ) .....	46
2.5. Partie i kolejkowanie ( <i>Izabela Kędzierska</i> ).....	50
2.6. Supermarkety i system Kanban ( <i>Dominik Tobiasz</i> ).....	52
2.7. Zastosowanie kolejki FIFO ( <i>Iwona Marczewska</i> ).....	55
2.8. System <i>Just in Time</i> ( <i>Kamil Biały</i> ).....	58
<b>Rozdział 3. Przepływ informacji .....</b>	<b>63</b>
3.1. Zarządzanie wiedzą w przedsiębiorstwie ( <i>Jan Kiwała</i> ) .....	63
3.2. Wykorzystanie zarządzania wizualnego w przepływie informacji ( <i>Przemysław Śnios</i> ) .....	68
3.3. Zarządzanie wizualne na poziomie stanowiska pracy, związane z BHP i ochroną przeciwpożarową ( <i>Mateusz Gul</i> ).....	71
3.4. Zarządzanie reklamacjami ( <i>Amadeusz Mazan</i> ) .....	76
3.5. Harmonogramowanie produkcji ( <i>Karol Nuckowski</i> ) .....	79
3.6. Systemy informatyczne klasy ERP wspierające zarządzanie przedsiębiorstwem ( <i>Katarzyna Gortych</i> ) .....	84
<b>Rozdział 4. Metody analizy problemów i poszukiwanie możliwości doskonalenia.....</b>	<b>89</b>
4.1. Tradycyjne narzędzia zarządzania jakością ( <i>Marcin Kobylarz</i> ) .....	89
4.2. Burza mózgów jako sposób na zlokalizowanie przyczyn problemu ( <i>Piotr Skwierz</i> ) .....	101

4.3. Analiza czasu pracy na stanowiskach roboczych ( <i>Adrian Zimny</i> ) .....	104
4.4. Zastosowanie raportu A3 w procesie rozwiązywania problemów ( <i>Małgorzata Wojtala</i> ).....	109
4.5. Zastosowanie metody QRQC do rozwiązywania problemów jakościowych ( <i>Paulina Persak</i> ) .....	112
4.6. Certyfikacja procesu ( <i>Damian Kot</i> ) .....	115
4.7. Balansowanie linii produkcyjnych ( <i>Magdalena Ćwikła</i> ).....	119
<b>Studia przypadków.....</b>	<b>123</b>
Matryca powiązań .....	123
P1. Analiza przypadku odrzucenia partii produkcyjnej z powodu niezgodności za pomocą metody 5xWhy? ( <i>Katarzyna Gładysz</i> ) .....	124
P2. Zastosowanie analizy Pareto-Lorenza oraz diagramu Ishikawy do analizy przyczyn powstających niezgodności w procesie produkcji tworzyw sztucznych ( <i>Katarzyna Piwońska</i> ).....	126
P3. Wykorzystanie diagramu Pareto-Lorenza do analizy niezgodności powstających w procesie produkcyjnym ( <i>Aleksandra Chudy</i> ).....	130
P4. Zastosowanie wykresu Pareto-Lorenza i diagramu Ishikawy w celu zidentyfikowania przyczyny powstawania braków w wyrobie dysza ( <i>Mateusz Gul</i> ) .....	133
P5. Zasady zarządzania jakością oraz rozwiązanie problemu oleju formowego w Solbet Stalowa Wola S.A. ( <i>Marcin Kobylarz</i> ) .....	136
P6. Zastosowanie raportu 8D jako rozwiązanie problemu jakościowego ze wskazaniem na przyczynę źródłową – diagram 5xWhy? ( <i>Paulina Kudroń</i> ).....	139
P7. Wskaźnikowa ocena funkcjonowania wybranych procesów przedsiębiorstwa produkcyjnego ( <i>Katarzyna Gortych</i> ).....	141
P8. Wdrożenie programu Kaizen w organizacji jako metody ciągłego doskonalenia procesów ( <i>Paulina Persak</i> ) .....	149
P9. Wpływ certyfikacji IATF na przedsiębiorstwo motoryzacyjne ( <i>Dominika Dyło</i> ).....	154
P10. Analiza problemu technologicznego – dokonanie zmiany w procesie technologicznym ( <i>Krzysztof Guzik</i> ).....	157
P11. Doskonalenie i modyfikacja procesu gięcia szyb samochodowych w celu poprawienia profilu gięcia i wyników optycznych ( <i>Sylwia Młynarczyk</i> ) .....	161
P12. Doskonalenie operacji technologicznej przez zmianę techniki wytwarzania ( <i>Damian Kot</i> ) .....	164
P13. Wdrożenie standaryzacji pracy w przedsiębiorstwie ( <i>Alan Jaworski</i> ).	167
P14. Wykrycie niezgodności na gotowym produkcie w momencie montażu u klienta ( <i>Izabela Kędzierska</i> ) .....	169
P15. Analiza problemów powstających podczas prezentacji możliwości obróbek maszyn CNC ( <i>Mateusz Żurawicz</i> ) .....	172

P16. Doskonalenie produkcji wyrobów na podstawie analizy reklamacji ( <i>Amadeusz Mazan</i> ) .....	175
P17. Zastosowanie FMEA jako metody prewencyjnej wystąpienia reklamacji ( <i>Karol Nuckowski</i> ).....	178
P18. Wprowadzenie systemu Kanban jako narzędzia pozwalającego działać przedsiębiorstwu w czasie rzeczywistym, a nie na zapas ( <i>Nikodem Wierdak</i> ).....	185
P19. Wdrożenie kart Kanban oraz supermarketów w celu wyeliminowania przestojów produkcyjnych z powodu braku materiału ( <i>Dominik Tobiasz</i> ) ..	188
P20. Zastosowanie kolejki FIFO jako rozwiązanie problemu powstających niezgodności na stacji montażu w przedsiębiorstwie produkcyjnym ( <i>Aneta Żurek</i> ).....	191
P21. Kolejka FIFO jako metoda wspomagająca eliminację marnotrawstwa ( <i>Iwona Marczewska</i> ) .....	193
P22. Przykład balansowania linii produkcyjnej ( <i>Magdalena Ćwikła</i> ) .....	196
P23. Wykorzystanie koncepcji <i>Lean</i> w doskonaleniu transportu wewnętrznego ( <i>Przemysław Śnios</i> ) .....	198
P24. Gospodarka odpadami w przedsiębiorstwie ( <i>Adam Szczęch</i> ) .....	201
P25. Zarządzanie projektami na przykładzie budowy linii produkcyjnej ( <i>Maciej Pociask</i> ).....	204
P26. Ocena obciążenia stanowiska roboczego za pomocą MTM – <i>Methods Time Measurement</i> ( <i>Adrian Zimny</i> ).....	211
<b>Streszczenie</b> .....	<b>215</b>
<b>Summary</b> .....	<b>217</b>





## Wykaz skrótów

BHP	– bezpieczeństwo i higiena pracy
CAD	– ang. <i>Computer Aided Design</i> – projektowanie wspomagane komputerowo
CAM	– ang. <i>Computer Aided Manufacturing</i> – komputerowe wspomaganie wytwarzania
CMM	– ang. <i>Coordinate Measuring Machine</i> – współrzędnościowa maszyna pomiarowa
DFMEA	– ang. <i>Design Failure Mode and Effects Analysis</i> – analiza przyczyn i skutków wad projektu/konstrukcji
DRP	– ang. <i>Distribution Requirements Planning</i> – planowanie zapotrzebowania dystrybucji
EDM	– ang. <i>Electrical Discharge Machining</i> – obróbka wyładowaniem elektrycznym
eSCM	– ang. <i>Electronic Supply Chain Management System</i> – elektroniczny system zarządzania łańcuchem dostaw
ESP	– elastyczne systemy produkcyjne
FIFO	– ang. <i>First in First Out</i> – pierwsze weszło, pierwsze wyszło
FMEA	– ang. <i>Failure Mode and Effect Analysis</i> – analiza rodzajów i skutków możliwych błędów
FMS	– ang. <i>Flexible Manufacturing System</i> – elastyczny system produkcji
IATF	– ang. <i>International Automotive Task Force</i> – organizacja skupiająca producentów samochodów i stowarzyszeń producentów branży motoryzacyjnej
JiT	– ang. <i>Just in Time</i> – dokładnie na czas
KC	– ang. <i>Key Characteristics</i> – kluczowa charakterystyka
LCL	– ang. <i>Lower Control Limit</i> – dolna granica kontrolna
LM	– ang. <i>Lean Manufacturing</i> – produkcja odchudzona
MDF	– ang. <i>Medium Density Fibreboard</i> – płyta pilśniowa średniej gęstości
MPS	– ang. <i>Master Production Schedule</i> – główny harmonogram produkcji
MRP	– ang. <i>Material Resource Planning</i> – planowanie zapotrzebowania materiałowego
MSA	– ang. <i>Measurement System Analysis</i> – analiza systemu pomiarowego
NDT	– ang. <i>Non-Destructive Testing</i> – badania nieniszczące
NHP	– nadążne harmonogramowanie produkcji
NSP	– nadążne sterowanie produkcją
OEM	– ang. <i>Original Equipment Manufacturer</i> – producent oryginalnego wyposażenia
PDCA	– ang. <i>Plan, Do, Check, Act</i> – zaplanuj, wykonaj, sprawdź, popraw

- PFMEA – ang. *Process Failure Mode and Effects Analysis* – analiza przyczyn i skutków wad procesu
- QRQC – ang. *Quick Response Quality Control* – szybka odpowiedź sterowania jakością
- RCCP – ang. *Rough-Cut Capacity Planning* – zgrubne planowanie zdolności produkcyjnych
- SC – ang. *Supply Chain* – łańcuch dostaw
- SCM – ang. *Supply Chain Management* – zarządzanie łańcuchem dostaw
- SIPOC – ang. *Suppliers Inputs, Process Outputs, Customer* – dostawcy wejścia, proces wyjścia, klient
- SMART – ang. *Specific, Measurable, Achievable, Relevant, Time-bound* – skonkretyzowany, mierzalny, osiągalny, istotny, określony w czasie
- SMED – ang. *Single Minute Exchange of Die* – wymiana formy w ciągu jednocyfrowej liczby minut
- SPC – ang. *Statistical Process Control* – statystyczna kontrola procesu
- TMI – ang. *Test, Measurement, Inspection* – testy, pomiary, inspekcja
- TPM – ang. *Total Productive Maintenance* – całkowite produktywne utrzymanie ruchu maszyn
- UCL – ang. *Upper Control Limit* – górna granica kontrolna
- VSM – ang. *Value Stream Mapping* – mapowanie strumienia wartości
- WEDM – ang. *Wire Electrical Discharge Machining* – obróbka elektroerozyjna drutem



## Wprowadzenie (Dorota Stadnicka)

Przedsiębiorstwa borykają się z różnymi problemami. Wiele z nich występuje w obszarach produkcyjnych. Różne metody i narzędzia wykorzystywane do analizy problemów pozwalają na identyfikację przyczyn problemów i skuteczne poszukiwanie rozwiązań (Stadnicka, 2016). Obecnie szeroko rozpowszechnione są metody i narzędzia *Lean Manufacturing*, które pomagają w identyfikacji i eliminacji marnotrawstwa (Antosz i in., 2018). Wspomniane metody i narzędzia są wykorzystywane w systemach zarządzania, np. w Systemie Produkcyjnym Toyoty (Liker, 2004).

Niniejsze otwarte kompendium wiedzy przybliży problemy występujące w obszarach produkcyjnych. Pierwszy rozdział opisuje różne systemy produkcyjne, wskazując na ich cechy charakterystyczne. Prezentowane zagadnienia odnoszą się do produkcji masowej, produkcji seryjnej, produkcji jednostkowej oraz do coraz bardziej popularnej masowej indywidualizacji (*ang. Mass Customization*) (Pine, 1993). Rozdział ten bardzo zwięźle przedstawia różne typy produkcji wraz z ich wadami i zaletami, uświadamiając, jakie problemy mogą się wiązać z określonymi typami produkcji. Rozdział uzupełniają informacje o systemach zarządzania, które mogą wspomagać zapewnienie jakości, minimalizować negatywny wpływ działalności przedsiębiorstwa na środowisko naturalne oraz minimalizować marnotrawstwo. Na koniec wspomniano o możliwości wdrażania robotyzacji do systemów produkcyjnych w celu usprawnienia realizacji procesów.

Kolejne rozdziały prezentują obszary, w których występują różne problemy generujące koszty dla przedsiębiorstw. Rozdział drugi skupia się na przepływie materiałów. Opisuje problemy zarządzania przepływem materiałów, począwszy od dostaw materiałowych, poprzez przepływ materiałów przez linie produkcyjne, aż do dostawy wyrobów gotowych do klienta, przy zapewnieniu ich odpowiedniej jakości. Omówiono zagadnienia związane z zarządzaniem łańcuchem dostaw – temat, który jest przedmiotem wielu badań naukowych (Sharma i in., 2020). Podkreślono rolę odpowiedniego wyboru i nadzorowania dostawców. Omówiono różne metody stosowane do zarządzania przepływem materiałów w czasie produkcji, np. stosowanie kart Kanban czy kolejek FIFO.

Rozdział trzeci dotyczy przepływu informacji. Prezentuje systemy ułatwiające przepływ informacji i zapewniające, że każdy pracownik oraz kierownik będzie miał dostęp do aktualnych informacji niezbędnych do realizacji swoich zadań i podejmowania decyzji. Znaczenie zarządzania wizualnego w zarządzaniu produkcją jest szeroko analizowane w literaturze (Tezel i in., 2016), dlatego zostało omówione również w niniejszej pracy. Zaprezentowano także rolę systemów informatycznych w dostarczaniu informacji. Podkreślono znaczenie właściwego

zarządzania reklamacjami klientów, jako jednego z głównych źródeł wiedzy o potrzebach poprawy systemu produkcyjnego.

W rozdziale czwartym omówiono różne metody analizy problemów i poszukiwania możliwości poprawy obecnej sytuacji przedsiębiorstw. Dokonano przeglądu tradycyjnych narzędzi zarządzania jakością, zaprezentowano wybrane metody kreowania pomysłów, omówiono narzędzia wykorzystywane przy rozwiązywaniu problemów i pokazujące kompleksowo przebieg analizy i wdrożenia usprawnień. Odniesiono się również do problemu balansowania linii produkcyjnej i certyfikacji procesów.

Kompendium kończy zestaw studiów przypadków, które opisują różne problemy produkcyjne bądź obszary, w których zidentyfikowano możliwość doskonalenia. Każde studium przypadku zawiera opis sytuacji (problemu), analizę możliwości doskonalenia (przyczyn problemu) oraz rozwiązanie. Część teoretyczna niniejszego opracowania stanowi podbudowę dla analizowanych problemów. W niektórych przypadkach, gdy zastosowana w analizie metoda nie jest zaprezentowana w części teoretycznej, zastosowano odniesienie do literatury źródłowej, gdzie została ona omówiona.

Niniejsze opracowanie może być źródłem wiedzy wspomagającej proces rozwiązywania problemów. Dzięki prezentacji, jak z wykorzystaniem prostych metod i narzędzi można się zmierzyć z trudnymi problemami w obszarach produkcyjnych, jest w szczególności źródłem wiedzy praktycznej. Nie zawsze w przypadku pojawienia się problemu niezbędne jest podejmowanie czasochłonnych i pracochłonnych działań. Czasem wystarczą proste metody, aby dojść do źródła nawet złożonego problemu. Zaprezentowane w niniejszej pracy przykłady analizowanych i rozwiązanych problemów są tego dowodem.

## Bibliografia

- [1] Antosz K., Pacana A., Stadnicka D., Zielecki W. (2018), Lean Manufacturing. Doskonalenie produkcji. Oficyna Wydawnicza Politechniki Rzeszowskiej, Rzeszów.
- [2] Liker J.K. (2004), The Toyota Way: 14 Management Principles from the World's Greatest Manufacturer. McGraw-Hill, New York.
- [3] Pine J. (1993), Mass Customization, Harvard.
- [4] Sharma V., Raut R.D., Mangla S.K., Narkhede B.E., Luthra S., Gokhale R. (2020), A systematic literature review to integrate lean, agile, resilient, green and sustainable paradigms in the supply chain management. *Business Strategy and the Environment*, 30(2), s. 1191-1212.
- [5] Stadnicka D. (2016), Wybrane metody i narzędzia doskonalenia procesów w praktyce. Oficyna Wydawnicza Politechniki Rzeszowskiej, Rzeszów.
- [6] Tezel A., Koskela L., Tzortzopoulos P. (2016), Visual management in production management: a literature synthesis, *Journal of Manufacturing Technology Management*, vol. 27, issue 6, s. 766-799.

# Rozdział 1.

## Wybrane zagadnienia dotyczące systemów produkcyjnych

### 1.1. Produkcja masowa (Aleksandra Chudy)

Wyróżnia się trzy podstawowe typy produkcji: produkcję masową, produkcję seryjną oraz produkcję jednostkową. Typem produkcji jest nazywany stopień specjalizacji stanowiska roboczego i związany z tym poziom stabilności wykonywanej na nim produkcji (Brzeziński, 2002). Każdy typ produkcji wymaga odrębnej, specyficznej dla siebie organizacji procesu produkcyjnego, który jest związany z charakterystycznymi cechami poszczególnych typów produkcji. W niniejszym rozdziale zaprezentowano cechy charakterystyczne produkcji masowej.

Produkcja masowa polega na produkowaniu stale lub długotrwale jednego typu wyrobów. Charakteryzuje się wytwarzaniem dużej liczby produktów bez przerwy. Najbardziej istotną cechą tego typu produkcji jest niezmiennie obciążenie stanowisk roboczych tą samą pracą przez dłuższy czas, np. rok lub kilka lat, co jest skutkiem dużego zapotrzebowania na wytwarzany produkt (tab. 1.1).

Tabela 1.1. Typy produkcji oraz wiążące się z nimi zróżnicowanie produktów i wielkość produkcji

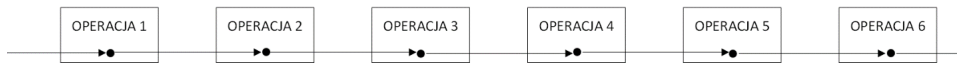
Zróżnicowanie produktów	Wielkość produkcji				
	ciągła	bardzo wysoka	średnia	niska	bardzo niska
Żadne	Przepływ ciągły				
Niskie		Produkcja masowa			
Średnie			Produkcja seryjna		
Wysokie				Produkcja rzemieślnicza	
Bardzo wysokie					Produkcja jednostkowa

Źródło: Opracowanie własne na podstawie (Waters, 2020).

Produkcja masowa wyróżnia się dodatkowo następującymi cechami (Kozłowski i in., 2011):

- produkt powinien ciągle znajdować się w ruchu, tzn. być poddawany obróbce lub przemieszczaniu między kolejnymi stanowiskami produkcyjnymi,

- stanowiska powinny być ustawione w kolejności biegu procesu technologicznego, często z tworzeniem linii produkcyjnych (rys. 1.1),
- wymagane jest staranne i dokładne przygotowanie techniczne produkcji,
- wymagana jest duża specjalizacja pracy pracowników, przez co posiadają oni dużą wprawę,
- środki produkcji stanowią wyłącznie maszyny specjalne i specjalizowane,
- wykorzystywane jest przede wszystkim oprzyrządowanie specjalne,
- występują krótkie cykle produkcyjne,
- koszty wytwarzania są najniższe w porównaniu z pozostałymi typami organizacji produkcji, zatem w ujęciu ekonomicznym jest ona najbardziej opłacalna.



Rys. 1.1. Produkcja masowa z wyposażeniem ustawionym w linię produkcyjną jednorzędową

Źródło: Opracowanie własne.

Należy zwrócić uwagę, że funkcjonowanie produkcji masowej posiada zarówno zalety, jak i wady.

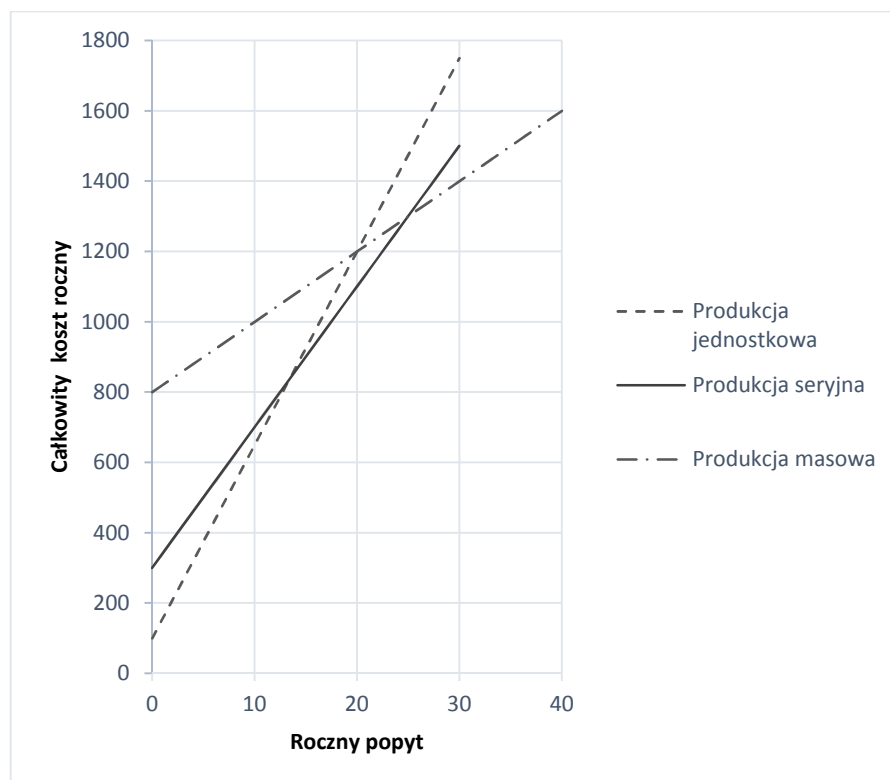
**Zaletami** produkcji masowej są (Janczarek, 2011):

- obniżenie jednostkowego kosztu produkcji. Osiąga się to za sprawą specjalizacji pracy, która przynosi lepsze wyniki jakościowe oraz ilościowe. Wobec tego w dłuższej perspektywie za daną sumę nakładów można wyprodukować więcej wyrobów o lepszej jakości. W praktyce oznacza to zmniejszenie kosztu wyprodukowania pojedynczej jednostki towaru,
- powtarzalność pracy przyczyniająca się do osiągnięcia coraz lepszych efektów. Stałe i regularne wykonywanie tych samych zadań ma duży wpływ na udoskonalenie systemu produkcyjnego.

Do **wad** produkcji masowej należą (Janczarek, 2011):

- wąska oferta wyprodukowanych jednostek. Dobra, które są wytwarzane w systemie produkcji masowej, charakteryzują się dużym podobieństwem, ponieważ pochodzą z identycznej serii produkcyjnej. Taka sytuacja powoduje niską konkurencyjność dóbr przedsiębiorstwa na rynku,
- mała elastyczność produkcji. Wysoko wyspecjalizowana taśma produkcyjna, nastawiona jedynie na określony wyrób musiałaby zostać istotnie przebudowana, by móc produkować inny wyrób, co wiąże się z poniesieniem kosztu przeróbki.

Zamieszczony wykres (rys. 1.2) zawiera przykładowe koszty związane z różnym typem produkcji. Jak widać, produkcja masowa jest opłacalna dopiero w przypadku popytu na poziomie powyżej 30 tysięcy sztuk.



Rys. 1.2. Koszty poszczególnych typów produkcji

Źródło: Opracowanie własne na podstawie (Waters, 2020).

Podsumowując, należy podkreślić, że podstawą doboru typu realizowanej produkcji jest przede wszystkim zapotrzebowanie ze strony rynku na produkowane wyroby.

## Bibliografia

- [1] Brzeziński M. (2002), Organizacja i sterowanie produkcją. Agencja Wydawnicza Placet, Warszawa.
- [2] Janczarek M. (2011), Zarządzanie procesami produkcyjnymi w przedsiębiorstwie. Lubelskie Towarzystwo Naukowe, Lublin.
- [3] Kozłowski R., Liwowski B. (2011), Podstawowe zagadnienia zarządzania produkcją. Wydawnictwo JAK, Warszawa.
- [4] Waters D. (2020), Zarządzanie operacyjne. Wydawnictwo PWN, Warszawa.

## 1.2. Produkcja seryjna (Katarzyna Gładysz)

Produkcja seryjna jest dominującym typem produkcji w przemyśle maszynowym (ok. 80%). Przykładem stosowania produkcji seryjnej są zakłady produkcyjne samolotów, fabryki silników czy przeznaczonych do nich części, ale także

zakłady: farmaceutyczne, produkujące obuwie, produkty spożywcze itd. Agnieszka Perzanowska w swojej pracy na temat innowacji edukacyjnych pisała, że Ameryka Południowa już na początku swojej kolonizacji, aby zwiększyć efektywność pracy, zaczęła wykorzystywać produkcję seryjną poszczególnych elementów, które składano w jedną całość. Do scharakteryzowania produkcji seryjnej niezbędne jest zapoznanie się z pojęciami, które się z nią wiążą, tj. seria produkcyjna oraz partia produkcyjna (Perzanowska, 2015).

Seria produkcyjna jest to liczba wyrobów finalnych, które są wytwarzane bez dłuższej trwających przerw w produkcji (np. część partii produkcyjnej pomiędzy jednym włączeniem a wyłączeniem maszyny) (Durlik, 2015).

Partia produkcyjna to łączna liczba wyrobów tego samego rodzaju wykonanych w określonym ciągu technologicznym bez przerw. Powinny być one jednorodne, tzn. wykonane z tych samych surowców, przy użyciu tych samych materiałów, technologii, produkcji, maszyn i urządzeń, a także obsługi, warunków przechowywania oraz transportu (Durlik, 2015).

Produkcja seryjna polega na tym, że w określonych odstępach czasu wytwarza się większą liczbę powtarzalnych produktów.

Wyroby finalne montuje się seriami, natomiast poszczególne części tych wyrobów obrabia się partiami (najczęściej liczebność partii jest mniejsza od liczebności serii).

Cechami charakterystycznymi produkcji seryjnej są (Knosola, 2017; Szatkowski, 2014):

- powtarzalność produkcji – na poszczególnych stanowiskach roboczych wykonuje się okresowo powtarzające się operacje,
- stosowanie uniwersalnych, specjalizowanych obrabiarek i uchwytów, które dają możliwość powrotu do kształtu pierwotnego i dostosowania do gabarytów obrabianego przedmiotu, a także obrabiarek i uchwytów specjalnych (zaprojektowanych pod konkretny przedmiot obrabiany),
- obróbka części w gniazdach przedmiotowych, które tworzą wszystkie stanowiska robocze niezbędne do wykonania na gotowo wszystkich przedmiotów podobnych pod względem technologicznym i konstrukcyjnym, należących do tej samej klasy części,
- mniejszy udział trasowania i obróbki ręcznej niż w produkcji jednostkowej oraz bardziej szczegółowy opis procesu technologicznego,
- stosowanie półfabrykatów o większej dokładności, mniejsze naddatki na obróbkę,
- krótki czas trwania cyklu produkcyjnego,
- przeciętne kwalifikacje pracowników.

Biorąc pod uwagę liczbę produkowanych wyrobów, w jednej partii produkcyjnej można wyróżnić trzy odmiany produkcji seryjnej (Brzeziński, 2013):

- produkcja małoseryjna (zwana też drobnoseryjną) – wykonywanych jest od 25 do 50, sporadycznie nawet 100 części i operacji, produkcje są niewielkie, a czas obróbki dosyć długi (wynosi do kilku godzin). Bywa, że niektóre

operacje mogą się nie powtarzać cyklicznie. Produkcja ta zazwyczaj nie jest ustabilizowana, wykonywane wyroby nie mają jednakowej wielkości, wykorzystuje się urządzenia różnego typu, czas trwania partii nie jest określony, a serie są nierówne. Zwykle nie stosuje się urządzeń specjalnych, wykorzystywane są jednak odpowiednio przystosowane obrabiarki mające cechy uniwersalne,

- produkcja średnioseryjna – wykonywanych jest od 5 do 25 części i operacji w klasie powtarzalności, seriami, w regularnych odstępach czasu. Wyroby są różnego typu, w większości tej samej wielkości, a czas trwania serii jest określony. Znaczna część przebiegu produkcji jest ustabilizowana, z zastosowaniem urządzeń specjalnych,
- produkcja wielkoseryjna – wykonywanych jest jedynie od 2 do 5, czasem do 10 części i operacji, produkty są obrabiane w jednakowych odstępach czasu, bardzo podobne, jednego typu, mogą mieć jednak różne wielkości. Można więc stwierdzić, że produkcja jest dość stabilna. To właśnie w tym typie produkcji są stosowane przyrządy specjalne, seria produkcji jest stale powtarzana, wykorzystywane środki produkcji bywają częściowo unikatowe, a w większości przypadków są jednooperacyjne.

Zalety i wady produkcji seryjnej podsumowano w tab. 1.2.

Tabela 1.2. Wady i zalety produkcji seryjnej

Zalety	Wady
Obniżenie kosztu jednostkowego produktu	Straty czasu pomiędzy następującymi po sobie seriami
Możliwość wytwarzania podobnych produktów z wykorzystaniem tych samych maszyn	Konieczność kontroli stanu materiałów potrzebnych do produkcji
Możliwość zwiększenia szybkości i jakości procesów wytwórczych z wykorzystaniem specjalistycznych maszyn	Możliwy demotywacyjny wpływ na pracowników

Źródło: Opracowanie własne.

Można wyróżnić wiele zalet stosowania produkcji seryjnej, jednak do najważniejszych z nich zalicza się fakt, że umożliwia ona zmniejszenie kosztów produkcji związanych z przygotowaniem maszyn. Osiąga się to dzięki temu, że jedna linia produkcyjna może być wykorzystywana do produkcji wielu podobnych do siebie wyrobów. Stosowanie produkcji seryjnej jest również bardzo opłacalne w przypadku mniejszych przedsiębiorstw produkcyjnych, które nie mają wystarczająco dużo możliwości, aby stworzyć warunki pozwalające na ciągłą produkcję. Gdy przedsiębiorstwo nie ma zamówień na wyroby, może ono zatrzymać produkcję bez narażania firmy na straty. Kolejnym przykładem racjonalnego zastosowania produkcji seryjnej są produkty sezonowe, których zapotrzebowanie na rynku bardzo trudno przewidzieć. Oczywistym faktem jest również istnienie wad tej produkcji, np. to, że po każdej serii produktów zdjętej z maszyny musi ona zostać zatrzymana, ponownie skonfigurowana czy zaprogramowana, a produkt końcowy trzeba prze-

testować, zanim rozpocznie się kolejna produkcja. Warto również na bieżąco monitorować ilość materiałów potrzebnych do produkcji. Dodatkowo produkcja seryjna może negatywnie wpływać na pracowników, którzy stale wykonują identyczną pracę i popadają w rutynę (Durlík, 2015).

## Bibliografia

- [1] Brzeziński M. (2013), Organizacja produkcji w przedsiębiorstwie. Wydawnictwo Difin, Warszawa.
- [2] Durlík I. (2015), Inżynieria zarządzania. Wydawnictwo Placet, Warszawa.
- [3] Knosala R. (red.) (2017), Inżynieria produkcji. Polskie Wydawnictwo Ekonomiczne, Warszawa.
- [4] Perzanowska A. (2015), Innowacje edukacyjne – kierunek zmian. Praca dyplomowa, Kolegium Ekonomiczno-Społeczne, Warszawa.
- [5] Szatkowski K. (red.) (2014), Nowoczesne zarządzanie produkcją. Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa.

### 1.3. Produkcja jednostkowa (Krzysztof Guzik)

Produkcja jednostkowa jest to jedna z trzech odmian produkcji, wyróżniona ze względu na liczebność wyprodukowanych dóbr. Produkcja jednostkowa to wytwarzanie niepowtarzalnych i unikatowych wyrobów, na które nie ma dużego zapotrzebowania na rynku. Najczęściej są to jedna lub dwie sztuki danego wyrobu. W tym rodzaju produkcji na stanowisku roboczym wykonuje się nieograniczoną liczbę różnego rodzaju części lub operacji, które przeważnie rzadko się powtarzają lub nie powtarzają się.

Taką produkcję charakteryzują wysokie koszty wykonania jednego produktu. Ponieważ większość prac jest wykonywana ręcznie bądź za pomocą specyficznych narzędzi, pracownicy zajmujący się tego typu produkcją muszą posiadać specjalne wykształcenie. Wykonują oni różnorodne zadania, które wciąż się zmieniają wraz ze specyfiką wykonywanego przedmiotu. Przy produkcji jednostkowej stosuje się maszyny i urządzenia uniwersalne, gdyż za ich pomocą trzeba wykonać różnorodne operacje, przy czym stopień wykorzystania tych maszyn jest stosunkowo niewielki. Pracownicy muszą posiadać wysokie kwalifikacje techniczne ze względu na różnorodne czynności, zmieniające się wraz ze zmianą produktu. Asortyment produkcji jest bardzo szeroki i charakteryzuje go znikoma powtarzalność. Ten typ produkcji jest najczęściej spotykany w przemyśle i rzemiośle. W przemyśle jest stosowany głównie przy produkcji odzieży. W rzemiośle zaś jest to rodzaj produktu stale powtarzany, lecz w innym rozmiarze, kolorze, z innej faktury, o innym wzorze. Produkcja jednostkowa jest najczęściej stosowana do produkowania wyjątkowych i unikatowych pojedynczych rzeczy, zwykle na zamówienie (np. produkcja statków, budowa domu, produkcja miarowa butów czy ubrań) (Brzeziński, 2002).

Ten typ produkcji jest wykorzystywany zarówno w dużych przedsiębiorstwach, np. w stoczniach (rys. 1.3), jak i małych, np. w zakładach krawieckich. Brak wyraźnych przepływów produkcji może spowodować, że wiele maszyn



w danej chwili nie pracuje, a inne są nadmiernie obciążone. Ten typ produkcji występuje również, gdy plan produkcyjny został źle przemyślany bądź zapotrzebowanie na jakieś dobro jest zbyt małe, aby angażować w produkcję wielkie linie produkcyjne. Producenci zajmujący się produkcją jednostkową są bardzo specyficzną grupą, ponieważ często utrzymują oni bezpośredni kontakt z klientem. W pracy (Greń, 2020) autor opisuje zarządzanie jakością w odlewni, opierając się na narzędziach jakościowych w celu wykrycia błędów oraz przyczyn ich powstania. Ma to również zastosowanie w produkcji jednostkowej.



Rys. 1.3. ORP Błyskawica. Okręt – muzeum

Produkcja jednostkowa kładzie nacisk na spełnianie unikatowych życzeń klientów w celu opracowania i doskonalenia projektu produktu, który może ulegać zmianom nawet po rozpoczęciu prac produkcyjnych, niezależnie od ich treści. Produkcja jednostkowa ma wiele wad i różne zalety, podobnie jak każda produkcja.

Przykłady produkcji jednostkowej:

- pojedyncze egzemplarze ubrań lub butów spersonalizowane, np. dla celebrytów,
- specjalistyczne maszyny produkcyjne,
- różnego rodzaju artykuły rzemieślnicze,
- budowa statków, jachtów lub okrętów wojennych,
- budowa mostów,
- budowa domów,
- wytwarzanie mebli na zamówienie.

Produkcja jednostkowa charakteryzuje się głównie produkowaniem niepowtarzalnych i wyjątkowych dóbr. Tego typu produkcja może występować bez względu na wielkość zamówienia, jego charakterystykę czy typ. Jednostkowy typ organizacji produkcji charakteryzuje się tym, że ma najniższy stopień specjalizacji stanowisk roboczych.



Typowe cechy produkcji jednostkowej (Gornowicz i in., 2014):

- zróżnicowany asortyment produkcji,
- uniwersalne narzędzia, maszyny produkcyjne, przyrządy pomiarowe i kontrolne,
- mniejsza dokładność w przygotowaniu dokumentacji technicznej,
- wszechstronnie wykwalifikowani pracownicy,
- mniejszy stopień automatyzacji produkcji.

Zalety produkcji jednostkowej (Brzeziński, 2013):

- możliwość wykonania unikatowego wyrobu w niewielkiej liczbie sztuk,
- wysoce kwalifikowana kadra pracownicza,
- możliwość dopasowania poziomu zatrudnienia do sytuacji ekonomicznej (np. możliwość zatrzymania w trudnych czasach tylko majstrów i trzonu załogi, ludzi najwyżej wykwalifikowanych, gdyż inne umiejętności można z reguły znaleźć na rynku pracy),
- elastyczność produkcji.

Wady produkcji jednostkowej (Brzeziński, 2013):

- długi czas wykonania zamówionego produktu,
- duże koszty jednostkowe,
- brak specjalizacji.

W dzisiejszych czasach każdy typ produkcji: masowa, seryjna, jednostkowa, jest stosowany i popularny. Wszystko zależy od regionu i zapotrzebowania. Produkcja jednostkowa jest wyjątkowa, ponieważ można wytworzyć dobra, których nikt jeszcze nie posiada i spersonalizować wyrób do gustów i życzeń klienta. Produkcja jednostkowa w przemyśle lotniczym ma też wpływ na liczbę wypadków. Może się zmieniać tempo pracy, a procesy oraz liczba osób w strefach zagrożenia nie są dokładnie ustandaryzowane. Źródłami zagrożeń są przede wszystkim maszyny oraz sprzęt roboczy (Dąbrowski i in., 2020).

## Bibliografia

- [1] Bozarth C., Handfield B.R. (2007), Wprowadzenie do zarządzania operacjami i łańcuchem dostaw. Helion, Gliwice.
- [2] Brzeziński M. (2002), Organizacja i sterowanie produkcją. Wydawnictwo PLACET, Warszawa.
- [3] Brzeziński M. (2013), Organizacja produkcji w przedsiębiorstwie. Wydawnictwo Difin, Warszawa.
- [4] Dąbrowski M., Dąbrowski A., Kowalski P., Kozłowski E., Młyński R., Pośniak M., Tokarski T. (2020), Do ograniczania ryzyka zawodowego w procesach łączenia materiałów w przemyśle lotniczym. Wydawnictwo CIOPPIB, Warszawa.
- [5] Gornowicz M., Romaniuk K., Szczubetek G. (2014), Ekonomika produkcji. Typy, formy i odmiany organizacji produkcji. Wydawnictwo EXPOL, P. Rybiński, J. Dąbek, Włocławek.
- [6] Greń A., Zaziębło P. (2020), Zastosowanie analizy PFMEA w ocenie ryzyka w procesie produkcyjnym. Akademia Techniczno-Humanistyczna w Bielsku-Białej, Bielsko-Biała.

## 1.4. Masowa indywidualizacja (Joanna Baj)

Masowa indywidualizacja (ang. *Mass Customization*) jest to pojęcie składające się z dwóch wyrazów, oznaczających masową produkcję oraz produkcję dla klienta indywidualnego. Słowo *masowa* oznacza, że produkcja jest skoncentrowana na ilości produkowanych przez jakieś przedsiębiorstwo dóbr, natomiast *indywidualizacja* odnosi się do produkcji, która jest zindywidualizowana dla pewnego klienta. Taka produkcja albo usługa ma spełnić wymogi rynku globalnego, ale jednocześnie bierze pod uwagę różne potrzeby oraz wymogi indywidualnego klienta (Dudziak i in., 2014).

Według jednej z definicji występujących w literaturze wynikiem masowej indywidualizacji jest produkt dostosowany do poszczególnego nabywcy, zaspokajający jego potrzeby. Celem masowej indywidualizacji jest produkcja dóbr i usług na tyle różnorodnych, by każdy konsument był w stanie znaleźć to, czego oczekuje (Pine, 1993). Dr Frank Piller – jeden z czołowych niemieckich ekspertów napisał, że masowa indywidualizacja oznacza oferowanie produktów lub usług, które spełniają wymagania każdego indywidualnego klienta, ale które nadal mogą być produkowane i dostarczane z wydajnością masowej produkcji (Piller, 2020).

Do cech masowej indywidualizacji można zaliczyć następujące (Dudziak i in., 2014):

- różnicowanie elementów wytwarzanych wyrobów bądź usług celem zaspokojenia potrzeb klienta (deferencjacja),
- cena zbliżona do cen porównywalnych dóbr,
- skierowanie na masowy rynek zbytu,
- łączenie produkcji masowej z masową indywidualizacją, dzięki jednoczesnej produkcji wyrobów w standardowej wersji oraz wyrobów spersonalizowanych,
- budowanie relacji z klientem niezbędnej do zbierania informacji o jego potrzebach, wymaganiach i indywidualnych preferencjach.

Masowa indywidualizacja, nie wpływając znacznie na podwyższenie kosztów, pozwala zwiększyć stopień dopasowania produktu finalnego (rys. 1.4), co prowadzi bezpośrednio do zwiększenia satysfakcji klienta.

Zakłada się, że wzrost satysfakcji ma pośrednio wpływ na podniesienie konkurencyjności firmy, a ponadto ma służyć zaspokojeniu potrzeb klienta w jak najwyższym stopniu, przez dostarczenie mu produktów bądź usługi o wskazanych przez niego parametrach, we wskazanym przez niego miejscu i czasie, z jednoczesnym zachowaniem jak najniższych kosztów wytworzenia.

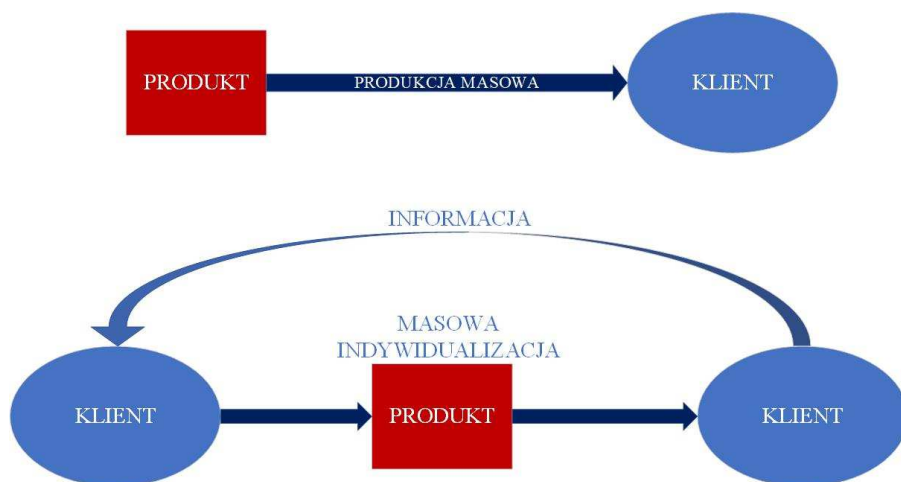
Za twórcę teoretycznych podstaw masowej indywidualizacji jest uważany B. Joseph Pine II, który opublikował wyniki badań na ten temat. Autor porównał indywidualizację produktu z masową produkcją i opisał różnice z perspektywy klienta oraz przedsiębiorcy. Stwierdził, że w masowej produkcji jest najpierw konfigurowany produkt, a następnie mechanizm jego tworzenia. W indywidualizacji produkt jest kreowany, a następnie wytwarzany i zmieniany przez klienta (Ciechomski, 2015).



Rys. 1.4. Umieszczenie masowej indywidualizacji względem kosztów i dopasowania

Źródło: Opracowanie własne na podstawie (Svensson i Barfod, 2002).

Na rysunku 1.5 porównano indywidualizację z produkcją masową.



Rys. 1.5. Porównanie indywidualizacji z produkcją masową

Źródło: Opracowanie własne.

Można wyróżnić pięć warunków koniecznych do masowej indywidualizacji (Gordon, 2001):

- indywidualne preferencje i potrzeby,
- kompletowanie oryginalnych ofert,
- uznanie klienta,
- elastyczna technologia i procesy,
- wsparcie ze strony pośredników i dostawców.

Do zalet masowej indywidualizacji można zaliczyć to, że (Dudziak i in., 2014):

- koszt wytworzenia produktu zindywidualizowanego jest nieznacznie większy niż produktu wytwarzanego masowo,

- klienci są zadowoleni i polecają firmę,
- produkt jest unikatem na rynku, trudno porównać go z podobnymi wyrobami,
- popyt na produkty rośnie dzięki unikatowości produktu i cenie.

Wadami masowej indywidualizacji są (Dudziak i in., 2014):

- trudność wdrażania nowych produktów,
- często nie do końca sprecyzowane wymagania klienta,
- zastosowanie produktów w wybranych branżach.

Wyróżnia się cztery strategie masowej indywidualizacji. Pierwsza z nich – strategia przykuwania uwagi – jest najczęściej wykorzystywana przy sprzedaży produktów w Internecie (np. stacje radiowe, które oferują swoją muzykę, dostosowując ją do preferencji osoby indywidualnej). Kolejna – strategia innowacji – przewiduje bardzo wysokie zaangażowanie odbiorców, najczęściej odnosi się do sprzedaży produktów i usług wirtualnie. Strategia konfiguracji daje odbiorcy możliwość swobodnego formułowania pożądanych cech nabywanych produktów materialnych. Ostatnia – strategia ważności wartości dodanej – charakteryzuje się zaangażowaniem odbiorców na niskim poziomie, obejmuje tylko wartość dodawaną do typowego produktu materialnego (Dudziak i in., 2014).

## Bibliografia

- [1] Ciechomski W. (2015), Masowa kastomizacja jako forma komunikacji rynkowej z konsumentami. *Prace Naukowe Uniwersytetu Ekonomicznego we Wrocławiu*, 414, 77-90.
- [2] Dudziak A., Zając G., Słowik T., Szyszlak-Bargłowicz J. (2014), Masowa kastomizacja: odpowiedź na potrzeby rynku. *Logistyka*, 6.
- [3] Gordon I.H. (2001), *Relacje z klientem: marketing partnerski*. Polskie Wydawnictwo Ekonomiczne, Warszawa.
- [4] Piller F. (2020), *Mass Customization*. Dostępne na: <http://frankpiller.com/mass-customization/> (dostęp: 31.01.2021).
- [5] Pine J. (1993), *Mass Customization*. Harvard.
- [6] Svensson C., Barfod A. (2002), Limits and opportunities in mass customization for „build to order” SMEs. *Computers in Industry*, 49(1), 77-89.

## 1.5. Normy ISO w zarządzaniu produkcją (Adam Sarama)

ISO (ang. *International Organization for Standardization*), czyli Międzynarodowa Organizacja Normalizacyjna, jest globalną organizacją pozarządową z siedzibą w Genewie (Szwajcaria). Zajmuje się określaniem standardów dla produktów, usług i systemów zarządzania, które odgrywają zasadniczą rolę w ułatwianiu prowadzenia handlu zagranicznego i międzynarodowej współpracy (Borys i Rogala, 2012).

Powszechnie przyjęty i używany skrót ISO nie nawiązuje do języka angielskiego, lecz greckiego – isos, czyli równy. Ma to symbolizować jednolitość, którą wprowadza się na świecie przez wdrażanie standardów ISO, niezależnie od kraju



i języka. Podstawowymi celami prowadzonej przez organizację działalności są (Penc, 2008):

- kompatybilność produktów wywarzanych w różnych krajach,
- udoskonalanie technik i metod produkcji,
- pomoc w prowadzeniu działań związanych z ochroną zdrowia, życia i środowiska,
- ułatwienie komunikacji na skalę globalną w prowadzeniu interesów przez ujednolicanie stosowanych symboli, pojęć i oznaczeń.

Przykładem działań organizacji jest określenie standardowych wymiarów papieru (A4), który jest stosowany na całym świecie, czy wprowadzenie uniwersalnych oznaczeń dla krajów i walut (Polska – PL, złoty – PLN) (Ejdys, 2011).

Normy ISO są dokumentami opracowanymi przez międzynarodowych ekspertów, dotyczącymi danej dziedziny. Zawierają praktyczne wskazówki i informacje, a także dobre praktyki związane z różnorodnymi aspektami działalności. Korzyści ich implementacji w przedsiębiorstwie są następujące:

- wyższa wydajność pracy,
- znaczna poprawa efektywności,
- bardziej zrównoważony sposób prowadzenia działalności.

Normy mają charakter uniwersalny, mogą być stosowane w podmiotach każdego sektora, niezależnie od wielkości – sprawdzą się zarówno w przedsiębiorstwach mikro, jak i dużych. Standardy te mogą być również stosowane przez organizacje rządowe i pozarządowe (Matuszak-Flejszman, 2010).

Obecnie przedsiębiorstwa najczęściej wdrażają normy (Senczyk, 2014):

- serii 9000, określające zasady funkcjonowania w podmiocie systemu zarządzania jakością,
- serii 14 000, definiujące system zarządzania środowiskiem,
- serii 18 000, opisujące działanie systemów bezpieczeństwa i higieny pracy,
- serii 27 000, które skupiają się na systemie zarządzania bezpieczeństwem informacji,
- serii 28 000, związane z systemami zarządzania bezpieczeństwem w łańcuchu dostaw.

Przykładem normy z serii 9000 jest norma 9001:2015 określająca wymagania, które powinny spełniać systemy zarządzania jakością w organizacji (Wolniak, 2020). Inną jest norma 31000:2018, która określa rolę przywództwa w zarządzaniu ryzykiem (Ząbek, 2019).

Historia ISO sięga drugiej połowy XIX w., kiedy dostrzeżono potrzebę ujednoczenia pomiędzy producentami parametrów produktów, co zapoczątkowało etap normalizacji branżowej. Specjalizacja przedsiębiorstw w produkcji określonych wyrobów spowodowała, że dostrzeżono konieczność standaryzacji tych części produktów, które mogą się łączyć w zespoły z częściami innych producentów. Innym zaś rodzajem porozumień między różnymi producentami są próby określenia klas, cech i gatunków produktów masowych. Rozwój norm, które miały usuwać bariery pomiędzy producentami w handlu, przyspieszył w drugiej

połowie XIX w. rozwój giełd towarowych. Dalszym krokiem w rozwoju było powstanie norm, które zawierały terminy, oznaczenia, definicje i symbole powszechnie stosowane (Penc, 2008). Dodatkowo brak wykształconych pracowników, rosnący popyt i szybki rozwój przemysłu spowodował konieczność powstania uregulowań krajowych w początkach XX w. W 1947 roku z inicjatywy Komitetu Koordynacyjnego Norm ONZ powołano nową jednostkę – Międzynarodową Organizację Normalizacyjną (ISO), której zadaniem było tworzenie międzynarodowych norm, do których miały być dostosowywane normy krajowe (Penc, 2008).

Organizacją działań normalizacyjnych w Polsce zajmuje się Polski Komitet Normalizacyjny (PKN). Od roku 1947 jednostka ta jest częścią Międzynarodowej Organizacji Normalizacyjnej (należy do grona jej założycieli). PKN jako członek ISO jest zobowiązany do aktywnego udziału w procesie opracowywania norm oraz do ich wdrażania.

ISO to pozarządowa organizacja, która nie może nikomu narzucać ustanowionych przez siebie norm. Wiele przedsiębiorstw, instytucji i innych podmiotów decyduje się na stosowanie standardów ISO, pomimo że są dobrowolne. Przestrzeganie norm ISO przez firmę:

- daje gwarancję jakości,
- dodaje prestiżu przedsiębiorstwu,
- pozytywnie wpływa na wizerunek,
- przyciąga potencjalnych klientów,
- gruntuje pozycję na rynku,
- ułatwia stosowanie procedur,
- ułatwia organizację.

## Bibliografia

- [1] Borys T., Rogala P. (2012), Systemy zarządzania jakością i środowiskiem. Wydawnictwo Uniwersytetu Ekonomicznego we Wrocławiu, Wrocław.
- [2] Ejdyś J. (2011), Model doskonalenia znormalizowanych systemów zarządzania oparty na wiedzy. Oficyna Wydawnicza Politechniki Białostockiej, Białystok.
- [3] Matuszak-Flejszman A. (2010), Determinanty doskonalenia systemu zarządzania środowiskowego zgodnego z wymaganiami normy ISO 14001. Wydawnictwo Uniwersytetu Ekonomicznego w Poznaniu, Poznań.
- [4] Senczyk D. (2014), Zintegrowane systemy zarządzania w przedsiębiorstwie na wybranych przykładach. Przegląd Naukowo-Metodyczny Edukacja dla Bezpieczeństwa, 7(7), 153-161.
- [5] Wolniak R. (2020), Design in ISO 9001:2015. Scientific Papers of Silesian University of Technology. Organization and Management Series No. 148, Silesian University of Technology Publishing House, s. 769-781. Dostępne na: <http://managementpapers.polsl.pl/> (dostęp: 20.01.2021).
- [6] Ząbek J. (2019), The role of the organization's leadership in risk management according to norm ISO 31000: 2018. Zeszyty Naukowe Małopolskiej Wyższej Szkoły Ekonomicznej w Tarnowie, 3(43), 117-126.



## 1.6. Zarządzanie środowiskiem w przedsiębiorstwie

(Alan Jaworski)

Systemy produkcyjne mają istotny wpływ na środowisko naturalne. Nadrzędnym celem zarządzania środowiskowego jest działanie, które ma na celu poprawę stanu środowiska naturalnego przez działanie na nie człowieka. System zarządzania środowiskowego jest jedną z części całego systemu zarządzania w przedsiębiorstwie, który obejmuje strukturę organizacyjną, planowanie, rozłożenie odpowiedzialności oraz opracowywanie, wdrażanie i prowadzenie zarządzania w sposób polegający na dbaniu o środowisko naturalne. System ten jest poparty specjalnymi narzędziami, dzięki którym można prowadzić odpowiednią politykę środowiskową, co pozwala zminimalizować negatywne oddziaływanie na środowisko. W systemach zarządzania środowiskowego najważniejszą rolę odgrywają dwa standardy:

- **ISO 14001** – standard opracowany przez Międzynarodową Organizację Normalizacyjną, który jest stosowany przez przedsiębiorstwa na całym świecie (Kraszewski, 2009),
- **EMAS** – standard opracowany przez Komisję Europejską. Rejestracja w systemie EMAS jest możliwa tylko dla firm, które znajdują się na terenie Unii Europejskiej (Kraszewski, 2009),
- **FSC** – system certyfikacji kontroli pochodzenia produktu oraz gospodarki leśnej (Stachura, 2020),
- **ISO 50001** – system zarządzania energią (Stachura, 2020).

Rozwój zarządzania środowiskowego rozpoczął się w latach sześćdziesiątych XX w., kiedy to szefowie firm zauważyli negatywne skutki działań przedsiębiorstw na środowisko naturalne. Narastało przekonanie, że wpłynie to niekorzystnie na organizację pracy w przyszłości. Zaczęto kłaść większy nacisk na zwiększanie efektów aktywności środowiskowej. W latach osiemdziesiątych znacznie wzrosło zainteresowanie osiągnięciem efektów aktywności środowiskowej przez zwiększenie kontroli nad wpływem działań produktów i usług na środowisko, przez co pojawiła się konieczność wprowadzenia narzędzi służących do opracowania i wykonywania tych czynności. W 1985 roku w Niemczech przyjęto pierwszy kodeks postępowania w sprawach zarządzania środowiskiem, a w 1992 r. w Rio de Janeiro 1200 firm podpisało Kartę Biznesu – dokument, w którym zapisano 25 zasad postępowania, w większości odnoszących się do środowiska. Doświadczenia przedsiębiorstw w sprawie dbania o środowisko, jak również Kartę Biznesu wykorzystał Brytyjski Instytut Standaryzacji, który stworzył normę BS 7750. Międzynarodowy sukces w sprawie rozwiązań normalizacyjnych przyczynił się do powstania normy ISO 14000, która w 2004 r. została znowelizowana – tak powstała norma 14001:2004. Obecnie obowiązuje norma PN-EN ISO 14001:2015-09.



Do powodów stworzenia jednolitego systemu zarządzania środowiskowego można zaliczyć (Poskrobko, 2007):

- zwiększenie się świadomości szefostwa firm dotyczących potrzeb środowiska naturalnego,
- większą kontrolę państw nad aspektami środowiskowymi,
- wprowadzenie w większości państw dużych kar finansowych za zanieczyszczanie środowiska,
- sposobność do poprawy wizerunku firmy, gdyż dbałość o środowisko jest ważnym czynnikiem strategii przedsiębiorstw, pomagającym umocnić się na rynku,
- zwiększenie zainteresowania zarządzania jakością, co powoduje w dużej mierze wprowadzenie nowych systemów zarządzania.

System EMAS został wprowadzony do użytku w 1995 r. jako zarządzenie Komisji Wspólnot Europejskich. Z uwagi na to, że organem wydającym to rozporządzenie jest Komisja zrzeszona w Unii Europejskiej, EMAS został wprowadzony w każdym państwie członkowskim. Wszystkie państwa członkowskie zostały zobligowane do tego, aby wprowadzić weryfikatory systemu zarządzania środowiskowego zgodnego z EMAS (Skorek i Włodarczyk, 2017). Przystąpienie do programu jest dobrowolne, ale jeżeli organizacje zgłoszą chęć do przystąpienia, muszą przebrnąć przez siedmioetapowy proces wdrożeniowy zaprezentowany na rys. 1.6 (Marcinkowski, 2010). Tabela 1.3 prezentuje liczbę organizacji i zakładów zarejestrowanych w systemie EMAS w państwach europejskich.



Rys. 1.6. Proces wdrożenia systemu EMAS

Źródło: Opracowanie własne na podstawie (Marcinkowski, 2010).

Tabela 1.3. Liczba organizacji i zakładów zarejestrowanych w systemie EMAS w państwach europejskich

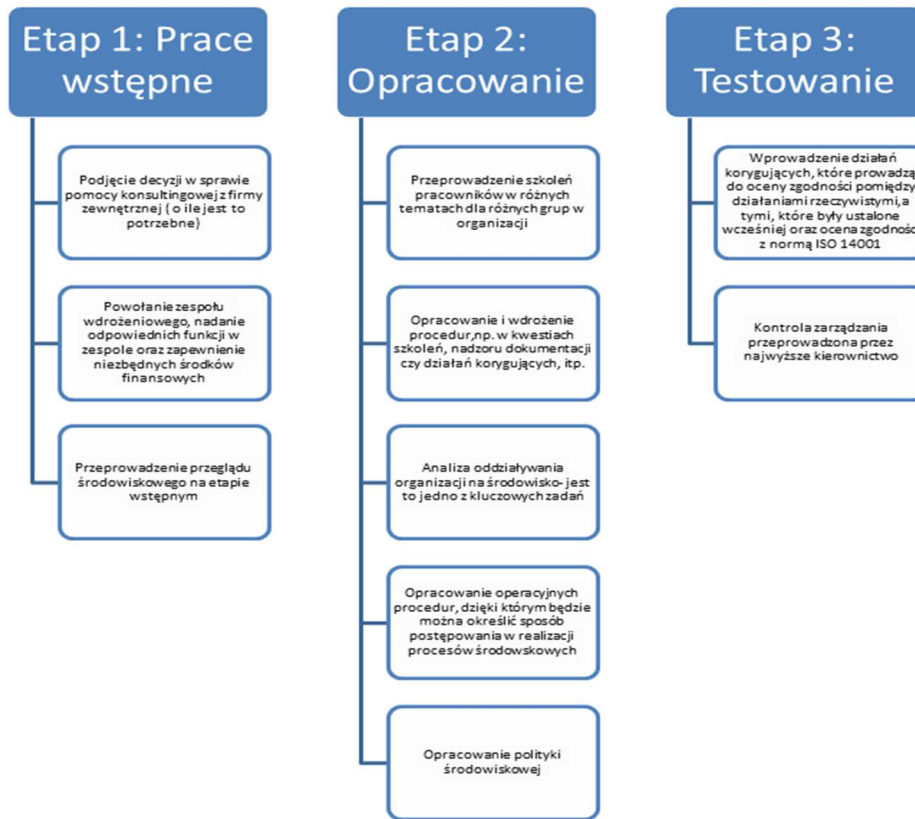
Lp.	Kraj	Liczba organizacji	Liczba zakładów	Liczba organizacji na milion mieszkańców	Liczba zakładów na milion mieszkańców
1	Niemcy	1514	1925	18,39	23,38
2	Hiszpania	515	656	12,53	15,95
3	Włochy	369	442	6,37	7,63
4	Austria	267	355	32,83	43,65
5	Dania	121	284	22,43	52,64
6	Belgia	33	227	3,21	22,07
7	Szwecja	100	115	11,24	12,93
8	Wielka Brytania	63	64	1,07	1,07
9	Finlandia	43	48	7,63	8,29
10	Portugalia	40	44	3,99	4,39
11	Holandia	22	26	1,37	1,62
12	Czechy	18	20	1,76	1,96
13	Grecja	18	18	1,7	1,7
14	Norwegia	18	18	3,99	3,99
15	Francja	17	17	0,29	0,29
16	Irlandia	8	8	2,08	2,08
17	Słowacja	2	2	0,37	0,37
18	Estonia	1	1	0,74	0,74
19	Luksemburg	1	1	2,27	2,27
20	Malta	1	1	2,59	2,59
21	Polska	1	1	0,03	0,03
22	Słowenia	1	1	0,5	0,5
23	Węgry	1	1	0,1	0,1
24	Cypr	0	0	0	0
25	Litwa	0	0	0	0
26	Łotwa	0	0	0	0
27	<b>Razem</b>	<b>3174</b>	<b>4275</b>		

Źródło: [http://cp.gig.katowice.pl/org\\_rej\\_emas.html](http://cp.gig.katowice.pl/org_rej_emas.html).

System zarządzania środowiskowego, którego wymagania przedstawiono w normie 14001, opiera się na koncepcji kompleksowego zarządzania jakością. Osoby krytykujące tę normę zarzucają jej, że nie precyzuje ona, jak dokładnie oddziaływać na środowisko naturalne. W pewnym sensie w normie tej nie jest sprecyzowany końcowy efekt działań, lecz sposób na zarządzanie istniejącymi problemami środowiskowymi, tzw. aspektami środowiskowymi. Podstawowym założeniem wprowadzenia normy ISO 14001 jest zatem poprawienie relacji między ludźmi a środowiskiem naturalnym. W zarządzaniu środowiskowym strategia powinna obejmować (Rogała, 2007):

- zmniejszenie powstawania odpadów,
- redukcja ilości odpadów,
- jak największe ograniczenie powstających zanieczyszczeń,
- zagospodarowanie powstających odpadów.

Etapy wdrażania systemu zarządzania środowiskowego przedstawiono na rys. 1.7.



Rys. 1.7. Etapy wdrażania systemu zarządzania środowiskowego

Źródło: Opracowanie własne na podstawie (Matuszak-Flejszman, 2011).

W procesie zarządzania środowiskowego można zidentyfikować wiele problemów i możliwości doskonalenia.

## Bibliografia

- [1] Boba J. (2005), Organisations registered in the EMAS system in the European Union countries and in Norway – statistics. Dostępne na: [http://cp.gig.katowice.pl/org\\_rej\\_emas.html](http://cp.gig.katowice.pl/org_rej_emas.html) (dostęp: 2021).
- [2] Karaszewski R. (2009), Nowoczesne koncepcje zarządzania jakością. Towarzystwo Naukowe Organizacji i Kierownictwa, Toruń.

- [3] Marcinkowski A. (red.) (2010), *Ekozarządzanie w przedsiębiorstwie*. Epograf, Warszawa.
- [4] Matuszak-Flejszman A. (2011), *Wdrażanie systemu EMAS w Urzędach Administracji Rządowej*, Warszawa.
- [5] Poskrobko B. (2007), *Zarządzanie środowiskiem*. Polskie Wydawnictwo Ekonomiczne, Warszawa.
- [6] Rogala P. (2007), *Systemy zarządzania jakością i środowiskiem*. Wydawnictwo Akademii Ekonomicznej im. Oskara Langego we Wrocławiu, Wrocław.
- [7] Skorek A., Włodarczyk R. (2017), *Analiza funkcjonalności Systemu Ekozarządzania i Audytu (EMAS) w organizacjach krajów europejskich i polskich*. *Rynek–Społeczeństwo–Kultura*, 2(23) Normy społeczne, prawne i moralne – ewolucja i trwanie, 6-10.
- [8] Stachura D. (2020), *System zarządzania środowiskowego w zrównoważonym rozwoju*. *Zrównoważony rozwój w procesie integracji europejskiej*, 53.

## 1.7. Produkcja odchudzona – *Lean Manufacturing*

(Maciej Pociask)

Filozofia *Lean Manufacturing* od około dwudziestu lat robi światową karierę w organizacji i zarządzaniu produkcją. Jednym z podstawowych celów współcześnie działających przedsiębiorstw jest obniżenie kosztów produkcji oraz podniesienie jakości produkowanych wyrobów bądź świadczonych usług. Powoduje to, że zarówno polskie, jak i zagraniczne przedsiębiorstwa chętniej sięgają po nowoczesne techniki zarządzania zgodne z filozofią *Lean Manufacturing*. Takie podejście znacznie zmienia obraz przedsiębiorstw, a odchudzanie produkcji daje firmom wiele korzyści oraz podnosi ich konkurencyjność (Bhasin i in., 2020).

*Lean Manufacturing* jest to filozofia mająca swoje źródła w Japonii, a dokładniej – wywodząca się z Toyoty. Zakończona porażką próba wejścia Toyoty na rynek amerykański stworzyła podwaliny systemu odchudzonej produkcji. Fundamentalne zasady produkcji, opracowane przez przedstawicieli japońskiego przemysłu samochodowego po porażce, sprzyjały podniesieniu jakości i niezawodności produkowanych samochodów, a zarazem stały się swego rodzaju przepustką koncernu na rynki amerykański i europejski. Zmiany systemu produkcji trwające do lat osiemdziesiątych XX w. doprowadziły w koncernie do powstania TPS (ang. *Toyota Production System*). System ten jest oparty na filozofii działania zgodnego z kulturą Japończyków, dostawach „dokładnie na czas” (ang. *Just in Time*), związanym z nimi systemie Kanban oraz dużym naciskiem na jakość dzięki systemowi zarządzania TQM (ang. *Total Quality Management*) (Antosz i in., 2013).

Bardzo ciekawy jest fakt, że zarówno Henry Ford, projektując pierwszą ruchomą linię produkcyjną, jak i inżynierowie Toyoty, tworząc system TPS, działali w branży samochodowej i stali się pionierami w zakresie organizacji i zarządzania produkcją. Z efektów ich innowacji korzysta cała branża przemysłowa w mniejszym lub większym stopniu. Można więc dojść do wniosku, że przemysł samochodowy ma bardzo duży wpływ na dzisiejsze systemy zarządzania produkcją i stał się „inkubatorem” nowych rozwiązań.

Analizując sukces koncernu z Japonii, amerykańscy naukowcy z Massachusetts Institute of Technology w Bostonie: James P. Womack, Daniel T. Jones i Daniel Roos, zaczęli analizować system TPS. To oni jako pierwsi użyli sformułowania szczupłej, odchudzonej produkcji (*Lean Manufacturing*) na łamach pracy opublikowanej w 1990 r. – „The Machine that Changed the World” (Maszyna, która zmieniła świat) (Jones i in., 1990). Praca ta była prezentacją zmiany organizacji i zarządzania przedsiębiorstw, opierającej się na rozwiązaniach systemowych stosowanych przez koncern Toyoty (Antosz i in., 2013). Według autorów filozofia szczupłej produkcji dotyczy zużywania mniejszej ilości wszelkich czynników w procesie wytwarzania.

Termin *Lean* w przypadku procesów wytwórczych oznacza „odchudzenie”, „wyszczuplenie”, „oszczędność” produkcji, zmniejszenie marnotrawstwa oraz skracanie cykli produkcyjnych. Dokonuje się tego przez zarządzanie zasobami materiałowymi, zmniejszenie utrzymywanych zapasów wyrobów gotowych, jak i produkcji w toku oraz lepsze dysponowanie przestrzenią hal produkcyjnych i maszynami (Hamrol i Mantura, 2004). Szczupła produkcja jest efektem korzystania z mniejszej ilości ogółu czynników w procesie produkcyjnym niż ma to miejsce w przypadku produkcji konwencjonalnej. Zaletą takiego systemu produkcyjnego jest możliwość utrzymywania mniejszych zapasów, co w rezultacie daje duże oszczędności przestrzeni magazynowej i możliwość zwiększenia produkowanego asortymentu (Ciecińska, 2004). Można stwierdzić, że podstawowym założeniem *Lean Manufacturing* jest eliminacja procesów, operacji i czynności w przedsiębiorstwie niedodających żadnych wartości produktowi finalnemu. Punktem wyjścia w szczupłej produkcji jest zatem ustalenie wartości produktu z punktu widzenia potencjalnego klienta, czyli zbioru korzyści, jakie klient nabywa wraz z produktem.

Do zbioru tych korzyści zalicza się (Antosz i in., 2013):

- koszty produktu (łącznie) – czyli cenę zakupu wyrobu, koszty eksploatacji i obsługi, koszty utylizacji wyrobu zużytego,
- specyfikacje produktu – czyli zbiór parametrów wyrobu mających wpływ na jego właściwości użytkowe,
- indywidualizację zamówień – czyli możliwość składowania zamówień dostosowanych do indywidualnych potrzeb użytkownika,
- system serwisowy – pomoc w instalacji oraz serwisowaniu wyrobu,
- system lojalnościowy – usługi mające wpływ na przywiązanie klienta do firmy.

Oznacza to, że tylko klient określa wartość dodaną produktu, producenci zaś ją tworzą, a wszystkie pozostałe czynności to straty.

Filozofia *Lean* ma zastosowanie we wszystkich aspektach funkcjonowania przedsiębiorstwa. Dotyczy aspektów związanych z procesami produkcyjnymi, ale również tych niebędących w bezpośrednim powiązaniu z nimi. Przykładem może być zastosowanie narzędzi *Lean Manufacturing* przy modernizacji działu utrzymania ruchu bądź księgowości. Oznacza to, że „uszczuplenie” można zastosować wszędzie tam, gdzie są realizowane procesy. Filozofia ta dotyczy wszystkich



pracowników przedsiębiorstwa na każdym szczeblu struktury organizacyjnej (Antosz i in., 2013). Pozwala to unaocznic, że *Lean Management* jest systemem nowoczesnego zarządzania przedsiębiorstwem, umożliwiającym podniesienie kultury pracy, jakości oraz świadomości pracowników, co skutkuje zmniejszeniem, a nawet eliminacją marnotrawstwa. Daje też możliwość skuteczniej dostosowywać się przedsiębiorstwu do zmiennych oczekiwań klientów i sytuacji rynkowej. Jest to możliwe dzięki przeorganizowaniu wszystkich procesów i działań przedsiębiorstwa.

Podsumowując, można stwierdzić, że *Lean Management* jest metodyką dotyczącą całego przedsiębiorstwa, pozwalającą na (Antosz i in., 2013):

- skracanie, ulepszanie i upraszczanie procesów,
- obniżanie kosztów związanych z procesami przez eliminację marnotrawstwa,
- podniesienie morale i zaangażowania wszystkich pracowników przedsiębiorstwa,
- poprawę jakości wszystkich procesów,
- ukierunkowanie przedsiębiorstwa na dobro klienta.

Przy wdrażaniu *Lean* należy także pamiętać, że jej głównym założeniem jest ciągłe doskonalenie przedsiębiorstwa, a sam proces nie następuje „z dnia na dzień”. Wymagane jest rzetelne i aktywne uczestnictwo wszystkich pracowników oraz rozsądne podchodzenie do oczekiwanych rezultatów. Wdrażanie wymaga wielu przygotowań i modernizacji oraz ciągłego monitorowania postępów (Goshime i in., 2019).

## Bibliografia

- [1] Antosz K., Pacana A., Stadnicka D., Zielecki W. (2013), *Narzędzia Lean Manufacturing*. Oficyna Wydawnicza Politechniki Rzeszowskiej, Rzeszów.
- [2] Bhasin S., Found P. (2020), Sustaining the lean ideology. *Management Decision*, Vol. ahead-of-print No. ahead-of-print, <https://doi.org/10.1108/MD-09-2019-1254>.
- [3] Ciecinska B. (2004), *Przygotowanie i organizacja produkcji*. Oficyna Wydawnicza Politechniki Rzeszowskiej, Rzeszów.
- [4] Goshime Y., Kitaw D., Jilcha K. (2019), Lean manufacturing as a vehicle for improving productivity and customer satisfaction: A literature review on metals and engineering industries. *International Journal of Lean Six Sigma*, 10, 2, 691-714, Dostępne na: <https://doi.org/10.1108/IJLSS-06-2017-0063> (dostęp: 12.03.2021).
- [5] Hamrol A., Mantura W. (2004), *Zarządzanie jakością. Teoria i praktyka*. Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa.
- [6] Jones D.T., Roos D., Womack J.P. (1991), *The Machine That Changed the World. The Story of Lean Production*, Harper Perennial.

## 1.8. Możliwości zastosowania robotyki w przedsiębiorstwach produkcyjnych (Sylwester Fuglewicz)

Robotyzacja jest to zastąpienie człowieka w jego typowej pracy maszynami, które będą przez niego programowane i sterowane. W zależności od wymogów produkcji do ich zadań należą powtarzające się czynności i cykle pracy, a do ich wykonania używa się minimalnej liczby ruchów. Dzięki zastosowaniu robotyzacji można efektywnie modyfikować schemat produkcji, co pozwoli na lepsze i wydajniejsze działanie.

Robotyka łączy w sobie elementy mechaniki, elektroniki i automatyki. Łącząc te dziedziny wiedzy inżynierskiej, daje możliwość wykorzystania robotyki w bardzo dużym zakresie, zaczynając od przemysłu, medycyny, rolnictwa, jak i obszarów wojskowych (Furdygiel i in., 2020).

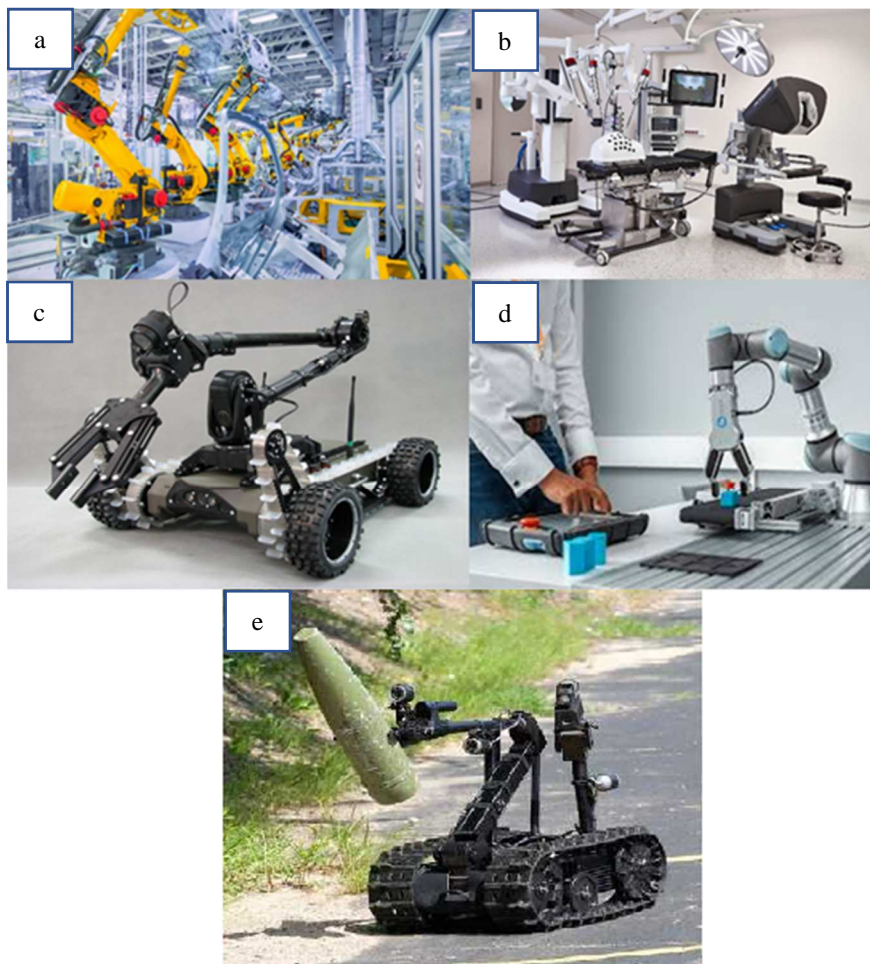
Roboty są w stanie pracować nieprzerwanie z taką samą prędkością oraz dokładnością, co pozytywnie wpływa na jakość produkcji. Ogromnym atutem jest to, że można łatwo przewidzieć ich ruchy i je kontrolować, co ma ogromny wpływ na bezpieczeństwo na hali.

Roboty kolaboracyjne, tzw. coboty (ang. *collaborative robots*), to roboty współpracujące bezpośrednio z człowiekiem. Nie wymagają one stosowania mechanicznych barier ochronnych, mogą pracować ramię w ramię z człowiekiem. Coboty są wykorzystywane w takich zadaniach, jak montaż, wkręcanie, klejenie, spawanie, szycie. W niektórych przypadkach coboty stosuje się do obsługi innych maszyn (Kristoff, 2020).

Roboty wykorzystuje się do zadań wymagających dużej siły fizycznej, w niekorzystnych warunkach środowiskowych, np. termicznych, a także w miejscach, gdzie jest duże zapylenie.

Ze względu na przeznaczenie roboty można klasyfikować następująco (EBMiA, 2020) (rys. 1.8):

- roboty przemysłowe – jest to klasa robotów stosowanych do celów przemysłowych, wykorzystywanych w fabrykach do transportu, produkcji i kontroli jakości,
- roboty szkolno-przemysłowe – są to roboty projektowane i konstruowane przez jednostki badawcze w celu wdrożenia dodatkowych rozwiązań poprawiających strukturę manipulatora,
- roboty medyczne – są to urządzenia ułatwiające pracę lekarzom w wielu specjalnościach. Ich zastosowanie odnajduje się głównie w urologii, transplantologii, chirurgii ogólnej i ginekologii,
- roboty wojskowe – najczęściej stosuje się je do rozbrajania bomb,
- roboty badawcze – są przeznaczone do celów szkoleniowych, aby zapoznać przyszłych techników i inżynierów z konkretnymi urządzeniami, które zostaną wdrożone w fabrykach produkcyjnych.



Rys. 1.8. Klasyfikacja robotów: a) roboty przemysłowe, b) robot medyczny, c) robot badawczy, d) robot szkolno-przemysłowy, e) robot wojskowy

Źródło: Opracowanie własne.

Ze względu na sterowanie można wyróżnić następujące typy robotów (EBMiA, 2020):

- robot sekwencyjny, którego układ sterowania pozwala na wykonanie kolejno zaprogramowanych ruchów i czynności,
- robot realizujący zadane trajektorie, realizujący ustaloną procedurę sterowanych ruchów zgodnie z oprogramowaniem,
- robot adaptacyjny, posiadający adaptacyjny lub sensoryczny układ sterowania oraz możliwość korekty zaprogramowanych ruchów w zależności od otoczenia,
- teleoperator ze sterowaniem zdalnym, realizowanym przez operatora.



Do zalet robotów przemysłowych można zaliczyć (Nowak i in., 2020):

- możliwość zastosowania w procesie pakowania i paletyzacji (wystarczy zaprojektować odpowiedni chwytak, który będzie przystosowany do danego typu produktu),
- bezawaryjność – czas pracy według MTBF (ang. *Mean Time Between Failures*) jest szacowany na 80 tys. godzin. Decydujące znaczenie ma projekt robota i wykonanie układu mechanicznego, ponieważ takie układy są specjalnie projektowane pod zamówienie klienta,
- znaczne obniżenie ceny – do cen porównywalnych z układem mechanicznym,
- elastyczność i łatwe przeprogramowanie.

Do wad robotów przemysłowych zalicza się (Nowak i in., 2020):

- konieczność zasilania, napraw i konserwacji niezbędnej do prawidłowej pracy,
- możliwość długiej pracy, ale bez nabierania doświadczenia,
- działanie tylko w zaprogramowany sposób, konieczność aktualizowania programów względem zmieniających się wymagań,
- utratę miejsc pracy dla człowieka i wzrost bezrobocia.

Stale rośnie popyt na roboty przemysłowe i to w skali światowej. Głównym czynnikiem konkurencji będzie wykorzystywanie technologii związanej z Przemysłem 4.0. Obniżona będzie również konkurencyjność w zatrudnieniu taniej siły roboczej. Roboty przemysłowe są ratunkiem dla wielu firm zmagających się z brakiem pracowników.

## Bibliografia

- [1] EBMiA (2020), Rodzaje robotów przemysłowych i ich zastosowanie. Dostępne na: <https://www.ebmia.pl/wiedza/> (dostęp: 20.01.2021).
- [2] Furdygiel P., Horodecka N., Drobina R. (2020), Zastosowanie robotów w przemyśle. Dostępne na: [http://www.engineerxxi.ath.eu/wp-content/uploads/2020/12/engineerxxi\\_2020\\_vol1\\_08.pdf](http://www.engineerxxi.ath.eu/wp-content/uploads/2020/12/engineerxxi_2020_vol1_08.pdf) (dostęp: 20.01.2021).
- [3] Kristoff (2020), Coboty, czyli roboty współpracujące. Dostępne na: <https://iautomatyka.pl/coboty-czyli-roboty-wspolpracujace/> (dostęp: 20.01.2021).
- [4] Nowak K., Buczek K., Stoma M. (2020), Zjawisko galopującej robotyzacji w procesach produkcyjnych. Dostępne na: [http://bc.pollub.pl/Content/13535/SNEiI\\_2.pdf#page=33](http://bc.pollub.pl/Content/13535/SNEiI_2.pdf#page=33) (dostęp: 20.01.2021).





## Rozdział 2. Przepływ materiału

### 2.1. Zarządzanie dostawami materiałowymi (Dominik Wyskiel)

#### Zarządzanie łańcuchem dostaw

Zarządzanie łańcuchem dostaw (ang. *Supply Chain Management*) jest szeroko stosowanym pojęciem, uwzględniającym źródła surowców i dostawców, politykę zakupu i gromadzenia surowców, przepływ materiałów wewnątrz firmy, a także przechowywanie wyrobów gotowych, dystrybucję, magazynowanie i transport (Gołemska, 1999). Łańcuch dostaw wiąże ze sobą przepływ produktów i usług poczynając od jego źródła, czyli pomysłu lub surowca, przez wszystkie formy pośredniczące w ich wytworzeniu lub transporcie, aż do momentu, w którym produkty i usługi są odbierane przez ostatecznego klienta.

Planowanie w łańcuchu dostaw jest jednym z najważniejszych elementów. Opiera się głównie na zacieśnianiu współpracy z dostawcami i odbiorcami. Często współpraca osiąga taki poziom, że dostawcy stają się członkami zespołu wdrożeniowego. Chętnie służą fachową pomocą w fazie rozwoju nowych produktów lub usług. Klienci również odgrywają ważną rolę w planowaniu, np. przez wypełnianie ankiet związanych z obsługą klienta oraz satysfakcją z otrzymanych produktów. Dzięki możliwości stworzenia sojuszu strategicznego i partnerskiego przedsiębiorstwa ograniczają liczbę dostawców, z którymi ściśle współpracują, dzięki czemu mają większą możliwość osiągnięcia obranych celów.

Osiągnięcie głównych celów w łańcuchu dostaw jest możliwe dzięki (Christopher, 2000):

- przygotowaniu instrukcji, procedur oraz polityki zarządzania łańcuchem dostaw,
- ustaleniu wymagań klienta co do obsługi,
- określeniu wielkości zapasów i wyznaczeniu miejsca ich składowania w łańcuchu dostaw.

#### Zarządzanie zapotrzebowaniem materiałowym

Proces zarządzania dostawami materiałowymi stanowi początek wewnętrznego łańcucha logistycznego w przedsiębiorstwie. Ponoszone koszty zakupu materiałów, surowców i części decydują głównie o koszcie wytworzenia wyrobu gotowego i marży, jaką przedsiębiorstwo będzie mogło osiągnąć przy jego sprzedaży. Decydujące znaczenie dla wyniku finansowego wielu przedsiębiorstw mają koszty związane z utrzymywaniem zapasów materiałowych oraz wyrobów gotowych.

Logistyka zaopatrzeniowa w przedsiębiorstwie wyróżnia trzy podstawowe etapy w przepływie materiałów (Ficoń, 2008):

- dopływ – jest ściśle związany z transportem i określa materiały dostarczone do przedsiębiorstwa, które będą niezbędne przy produkcji oraz wszelkich innych dóbr wymaganych do sprawnego funkcjonowania organizacji,
- odbiór i składowanie – czyli logistyka spedycyjna, obejmuje w swym zakresie przyjęcie towaru dostarczonego przez dostawcę oraz jego składowanie w wyznaczonych miejscach przeznaczonych na materiały zaopatrzeniowe,
- organizacja przepływu materiałów – czyli logistyka wewnątrzzakładowa, obejmuje czynności związane z przepływem materiałów z magazynów, w których były składowane do pierwszego stanowiska produkcyjnego, w którym dane materiały będą wykorzystywane.

Można stwierdzić, że logistyka zaopatrzenia spełnia w przedsiębiorstwie bardzo ważną funkcję. To od niej zaczyna się cały przepływ materiałów, które dalej będą wykorzystane w produkcji. Koszty związane z zaopatrzeniem mają wpływ na dalsze finanse firmy oraz końcową cenę wytworzonych dóbr. Wybranie odpowiedniej strategii doboru źródeł dostaw w przedsiębiorstwie produkcyjnym jest kluczowym elementem ogólnego planu działania. Przekłada się on na konieczność zapewnienia ciągłości produkcji i możliwość zminimalizowania efektów wszelkich nieprzewidzianych zdarzeń. Wiadomo, że jeśli firma zapłaci niższą cenę za dostarczenie produktów niezbędnych do wytworzenia określonych dóbr oraz zapłaci mniej za dane produkty, to jest w stanie zaproponować bardziej atrakcyjną cenę towarów, które posiada w ofercie. W sytuacji gdy przedsiębiorstwo poniesie wysokie koszty związane z zapotrzebowaniem materiałowym, to finalnie będzie musiało zaproponować wyższą cenę wytwarzanych towarów. Oczywiście oczekiwana cena dobra nie zależy tylko od kosztów zaopatrzenia, gdyż dochodzą do tego koszty produkcji, magazynowania i transportu, ale na pewno jej określona wartość jest uzależniona od warunków, jakie udało się przedsiębiorcom wynegocjować przy etapie zaopatrzeniowym.

W celu zagwarantowania sprawnego funkcjonowania logistyki zaopatrzenia przedsiębiorstwo musi spełnić trzy podstawowe warunki (Piocha i Dyczkowska, 2012):

- musi być określony plan dostaw i nie może dojść do sytuacji związanej z opóźnieniem,
- należy zabezpieczyć sprawność i niezawodność łańcucha dostaw,
- dostawy materiałów muszą być zgodne ilościowo z zamówieniem i spełniać wszystkie standardy jakościowe.

Jeśli chociaż jeden z wymienionych warunków nie zostanie spełniony, wpłynie to niekorzystnie na funkcjonowanie całego przedsiębiorstwa. Przykładowo, w przypadku opóźnienia dostawy materiałów opóźni się automatycznie proces produkcji w firmie, co w konsekwencji może spowodować problemy związane z dostarczeniem wyrobów gotowych do klientów. To z kolei może wpłynąć negatywnie na wizerunek firmy i osłabić ekonomicznie całe przedsiębiorstwo.

Kluczowym elementem funkcjonowania łańcucha logistycznego jest zatem system informacji. Dzięki prawidłowemu obiegowi wewnętrznemu i zewnętrznemu informacji przedsiębiorstwo może w pewnym stopniu zniwelować skutki występowania nieprzewidzianych zdarzeń.

Zastosowanie nowoczesnej technologii w dzisiejszych czasach jest nierozłącznym rozwiązaniem w skutecznym przekazywaniu informacji w całym łańcuchu dostaw, szczególnie w zapotrzebowaniu materiałowym. Jednym z nowatorskich rozwiązań jest elektroniczny system zarządzania łańcuchem dostaw eSCM, który rozwiązuje problemy kompromisu pomiędzy elastycznością a integracją. Dzięki temu systemowi przedsiębiorstwo może sobie poradzić z wyzwaniami i zagrożeniami związanymi z długimi i bardziej złożonymi łańcuchami dostaw materiałowych. Pomimo ogromnego potencjału systemu eSCM, duża liczba firm waha się lub niechętnie przyjmuje narzędzia elektroniczne w celu digitalizacji praktyk łańcucha dostaw. Jest to szczególnie widoczne w przypadku firm będących we wczesnej fazie rozwoju, gdzie samodzielne oprogramowanie do zarządzania łańcuchem dostaw jest bardziej preferowane niż system eSCM. W odróżnieniu od innych samodzielnych technologii system eSCM może być stosowany tylko wtedy, gdy jest on współadaptowany przez więcej niż jednego partnera łańcucha dostaw (Pu, Wang i Chan, 2020).

Można wyróżnić dwie podstawowe fazy w analizie zapotrzebowania materiałowego ([www.rekord.com.pl/erp-artykuly](http://www.rekord.com.pl/erp-artykuly), 2020):

- a) analizę aktualnej sytuacji w zakresie gospodarki materiałowej, do której zalicza się:
  - analizę wydatków związanych z gospodarką materiałową,
  - analizę struktury zapasów materiałowych, czyli analizę ABC oraz XYZ,
  - analizę ilościową i wartościową zapasów materiałowych,
  - analizę dostępności nowych i przydatnych źródeł danych wykorzystywanych do optymalizacji gospodarki materiałowej,
- b) analizę wdrożeń i możliwych rozwiązań, mających na celu modyfikację działań w obszarach magazynowania materiałów oraz zarządzania zaopatrzeniem materiałowym, a mianowicie:
  - wybór odpowiednich modeli realizacji dostaw dla poszczególnych grup zapasów,
  - analizę określającą możliwość wykorzystania dostępnych w firmie danych w celu zarządzania gospodarką materiałową,
  - określenie poziomów bezpieczeństwa,
  - zasugerowanie odpowiednich metod i narzędzi zarządzania zapasami materiałowymi,
  - ustalenie cykli realizacji dostaw oraz ich wielkości,
  - określenie sposobów planowania potrzeb materiałowych,
  - wytypowanie kilku sposobów kontroli stanu zapasów materiałowych,
  - opracowanie prognoz potrzeb materiałowych.

Logistyka zaopatrzenia w zarządzaniu łańcuchem dostaw wiąże się również z dużym ryzykiem związanym z różnego rodzaju zakłóceniami wewnętrznymi i zewnętrznymi. W dobie Przemysłu 4.0 przedsiębiorstwa zwracają szczególną uwagę na to, jak digitalizacja i możliwości analityki danych mogą pomagać w przewidywaniu przyszłości oraz identyfikacji zdarzeń w czasie rzeczywistym. Niektórzy badacze wskazują na trend cyfrowych bliźniaków, czyli komputerowych modeli, które reprezentują fizyczny obiekt w czasie rzeczywistym. Jednym z ważnych obszarów zastosowań analityki danych i *digital twin* jest ryzyko zakłóceń w łańcuchu dostaw S.C. (ang. *Supply Chain*). Zespół zarządzający ryzykiem SC jest zainteresowany głównie: wsparciem decyzyjnym w celu zidentyfikowania scenariuszy zakłóceń, zrozumieniem podatności na zakłócenia w wyznaczonych częściach sieci i ich ulepszeniem, monitorowaniem i rozpoznawaniem zakłóceń w czasie rzeczywistym oraz określeniem działań na czas zakłóceń i odbudowy (Ivanov i Dolgui, 2020).

## Rola zapasów w łańcuchu dostaw

Zapas można określić jako ilość materiałów znajdujących się w przedsiębiorstwie lub łańcuchu dostaw, które w danym momencie są niewykorzystywane, ale przeznaczone do sprzedaży lub przetworzenia w innym terminie. Zapasy można podzielić na część rotującą oraz nierotującą. Zapasy obecnie wykorzystywane to materiały, które firma systematycznie zużywa w toku produkcji lub sprzedaży. Dany zapas jest wykorzystywany w celu pokrycia aktualnie przewidywanego popytu. Kolejną część zapasów znajdujących się w przedsiębiorstwie stanowią zapasy bezpieczeństwa gromadzone w celu pokrywania ewentualnych nadwyżek sprzedaży nieuwzględnionych w prognozach.

Najbardziej znaczącymi przyczynami utrzymywania zapasów pod względem ekonomicznym są (Klepacki i Martyniuk, 2012):

- ochrona przed zmianami cen,
- uzyskanie ekonomii w zakupach,
- okresowość podaży,
- oszczędność w transporcie,
- wspomóżenie ekonomiki produkcji,
- zabezpieczenie przed zmianami czasu realizacji zamówień przez dostawców.

Zapasy generują wiele różnych kosztów, m.in. koszty związane z magazynowaniem oraz koszty wynikające z zamrożenia kapitału finansowego, dlatego ich wielkość musi być przeanalizowana i uzasadniona. Całkowite pozbycie się zapasów jest jednak niemożliwe, gdyż dzięki nim przedsiębiorstwo może uzyskiwać określone korzyści. W przedsiębiorstwach stosuje się wiele metod sterowania zapasami. Ich zadaniem jest ułatwienie podejmowania decyzji osobom realizującym zakupy. Można wyróżnić dwie najbardziej klasyczne metody sterowania zapasami: metodę stałej wielkości zamówienia i metodę stałego cyklu zamawiania. Pierwsza metoda opiera się na zamawianiu u dostawcy takich samych partii

potrzebnych towarów, druga metoda określa natomiast stałą częstotliwość zamówień (Bujnowicz i Krawczyk, 2020).

Logistyka zapotrzebowania odgrywa bardzo ważną rolę w zarządzaniu łańcuchem dostaw przedsiębiorstwa. Prawidłowe funkcjonowanie zarządzania dostawami materiałowymi w przedsiębiorstwie daje możliwość prawidłowego przepływu materiałów od dostawców do przedsiębiorstwa oferującego produkt za określoną cenę, we właściwej ilości, o odpowiedniej jakości oraz w określonym miejscu i czasie. Zawieranie odpowiednich kontraktów z dostawcami to konieczność. Dzięki nim przedsiębiorstwo poprawia stosunki na zasadzie partnerstwa i utrzymuje z dostawcami daleko idącą współpracę. Dzięki zastosowaniu tego typu strategii można znacznie obniżyć koszt utrzymywania zapasów, mieć pewność zrealizowania dostaw zgodnie z zamówieniem i dodatkowo zredukować stany magazynowe. Synchronizacja tych wszystkich elementów pozwala firmie wyznaczyć właściwy kierunek związany z obraniem odpowiedniej strategii dostaw towarów niezbędnych do sprzedaży oraz wyborem odpowiednich dostawców. Przedsiębiorstwo może być spokojne o realizację sprzedaży i zaspokojenie potrzeb odbiorców końcowych z zapewnieniem wysokiej jakości produkowanych wyrobów.

Na koniec warto podkreślić potrzebę budowania zrównoważonych łańcuchów dostaw (Zimon i in., 2020), które będą sprzyjać realizacji celów zrównoważonego rozwoju ONZ (un.org.pl).

## Bibliografia

- [1] Bujnowicz A., Krawczyk A. (2020), CSR w logistyce i łańcuchach dostaw. Nowoczesne trendy w logistyce i zarządzaniu łańcuchem dostaw. Wydawnictwo Uniwersytetu Łódzkiego, 107-118.
- [2] Cele zrównoważonego rozwoju. Dostępne na: <https://un.org.pl/> (dostęp: 12.02.2021).
- [3] Christopher M. (2000), Logistyka i zarządzanie łańcuchem dostaw. Wydawnictwo Polskie Centrum Doradztwa Logistycznego, Warszawa.
- [4] Ficoń K. (2008), Logistyka ekonomiczna. Procesy logistyczne. Wydawnictwo BEL Studio, Warszawa.
- [5] Gołębska E. (1999), Kompendium wiedzy o logistyce. Wydawnictwo PWE, Warszawa–Poznań.
- [6] Ivanov D., Dolgui A. (2020), A digital supply chain twin for managing the disruption risks and resilience in the era of Industry 4.0. *Production Planning & Control*, 1-14.
- [7] Klepacki B., Martyniuk R. (2012), Zarządzanie procesami zaopatrzenia w przedsiębiorstwie. *Logistyka*, 6.
- [8] Piocha S., Dyczkowska J. (2012), Zarządzanie łańcuchem dostaw – logistyka zaopatrzenia. *Logistyka*, 5.
- [9] Planowanie potrzeb materiałowych – optymalizacja zaopatrzenia i zapasów materiałowych. Dostępne na: [www.rekord.com.pl/erp-artykuly](http://www.rekord.com.pl/erp-artykuly) (dostęp: 31.12.2020).
- [10] Pu X., Wang Z., Chan F.T.S. (2020), Adoption of electronic supply chain management systems: the mediation role of information sharing. *Industrial Management & Data Systems*, 120, 11, 1977-1999. Dostępne na: <https://doi.org/10.1108/IMDS-06-2019-0346> (dostęp: 12.02.2021).
- [11] Zimon D., Tyan J., Sroufe R. (2020), Drivers of sustainable supply chain management: Practices to alignment with un sustainable development goals. *International Journal for Quality Research*, 14(1), 219-236.



## 2.2. Wybór i nadzorowanie dostawców materiału

(Adam Kamiński)

Nadzór nad dostawcami oraz kontrola materiału dostarczanego do firmy produkcyjnej są podstawowymi elementami, jakie należy brać pod uwagę w początkowej fazie planowania produkcji. Już na etapie dostawy można zmniejszyć ryzyko powstania opóźnienia w procesie produkcyjnym. Ocena dostawcy oraz kontrola jego produktu może się odbywać za pośrednictwem pracowników firmy produkcyjnej lub też firmy zewnętrznej (ISO 9001:2015).

Bardzo istotne są kryteria wyboru dostawców. Gdy przedsiębiorstwo poprawnie zdefiniuje kryteria i zgodnie z nimi dobierze dostawców, to istnieje duże prawdopodobieństwo, że firma będzie dobrze prosperować. Dobrze dobrani dostawcy mogą zapewnić lepszą cenę, jakość oraz krótszy czas dostarczenia materiałów czy usług.

Należy zwrócić uwagę na normy obowiązujące również dostawców, np. ISO 9001:2015. Jest to norma, w której przedstawiono proces nadzorowania dostawców. Norma ta ma na celu ustanowienie skutecznych i efektywnych procesów do weryfikacji dostawców materiałów na podstawie pkt 6.1 PN-EN ISO 9001:2015.

Zmieniające się zapotrzebowanie wymusza na firmach elastyczność wraz z dopasowaniem się do panującej sytuacji. Za wszystkimi zmianami idą także wymagania, jakie są narzucane dostawcom. Ocena i wybór dostawców zależą od kilku elementów (Biały i in., 2019):

- rodzaju produktu,
- strategii produkcji,
- preferencji lokalizacji dostawcy,
- potencjału produkcyjnego dostawcy.

Przed przystąpieniem do współpracy i przed zawarciem umowy pomiędzy dostawcą a firmą należy sprawdzić, czy dostawca spełnia określone wymagania. Mogą to być wymagania normy PN-EN ISO 9001:2015-10. Certyfikat ISO 9001 dotyczy systemu zarządzania jakością, czyli sposobu, jaki firma ustanowiła, aby realizować wymagania własne i wymagania normy ISO 9001 w ramach swojej działalności. Certyfikat dotyczy wszystkich elementów działalności organizacji, które mają wpływ na dostarczanie wyrobów i usług. Do tych elementów należą m.in.: dokumentacja, infrastruktura, kompetencje, procesy związane z klientami, zakupy oraz produkcja i dostarczanie usług.

Przed finalnym podjęciem decyzji o wyborze dostawcy należy sprawdzić następujące elementy (Wolniak i Skotnicka-Zasadzień, 2008):

- zdolność dostawcy do spełnienia wymagań jakościowych,
- zdolność dostawcy odnośnie do terminowości dostaw,
- możliwości techniczne (technologia wytwarzania),
- ofertę cenową,
- możliwość wizytacji przez przedstawiciela firmy.



Oceny wybranych dostawców dokonuje się alternatywnie przez (Wolniak i Skotnicka-Zasadzień, 2008):

- analizę jakości dotychczasowych dostaw (oceniając występowanie reklamacji, terminowości),
- rozesłanie ankiet do ewentualnych dostawców,
- badanie zdolności procesu dostawcy.

Podstawą do określenia zapotrzebowania na materiały są zamówienia klientów. Na podstawie listy materiałowej dostarczanej przez klienta jest obliczana niezbędna ilość materiałów do produkcji. Ze względu na charakter działalności w firmie dokonuje się zakupów zarówno nowych, jak i rutynowych.

Wszystkie dostarczane materiały, tzw. materiały wejściowe, przed dopuszczeniem do stosowania są poddawane weryfikacji. Dopuszczenie materiałów wejściowych do stosowania lub dalszego etapu przetwarzania jest przeprowadzane w sposób zgodny z postanowieniami określonymi w dokumentacji konstrukcyjnej lub technologicznej. Materiały wejściowe są oceniane na podstawie jednego z następujących kryteriów przyjęcia (Pacana i Stadnicka, 2009):

- dokumentów towarzyszących dostawie, potwierdzających jakość (w postaci atestów, świadectw jakości, kart kontroli, raportów z przeprowadzonych badań),
- dobrej i powtarzalnej jakości dotychczasowych dostaw,
- specjalnych kryteriów klienta,
- niezależnej oceny lub audytu.

Norma ISO 9001:2015 pozwala na uzyskanie korzyści dla organizacji z wdrożenia systemu zarządzania jakością. Zaznacza uwzględnienie ryzyka oraz szans powiązanych z kontekstem i celami organizacji, rekomendując utrzymanie podejścia procesowego w zarządzaniu organizacją i ciągłe doskonalenie (Gołaś i in., 2016).

Podstawą do wyboru dostawcy z listy kwalifikowanych dostawców są wymagania określone potrzebami produkcyjnymi. Zakupów dokonuje się, uwzględniając potrzeby produkcyjne. Dokumentem określającym specyfikacje dostawy, wymagania jakościowe, transportowe, terminowość dostaw, normy materiałowe itp. jest zamówienie jednorazowe lub – w przypadku dostaw cyklicznych – zamówienie wielorazowe (długoterminowe) bądź umowa.

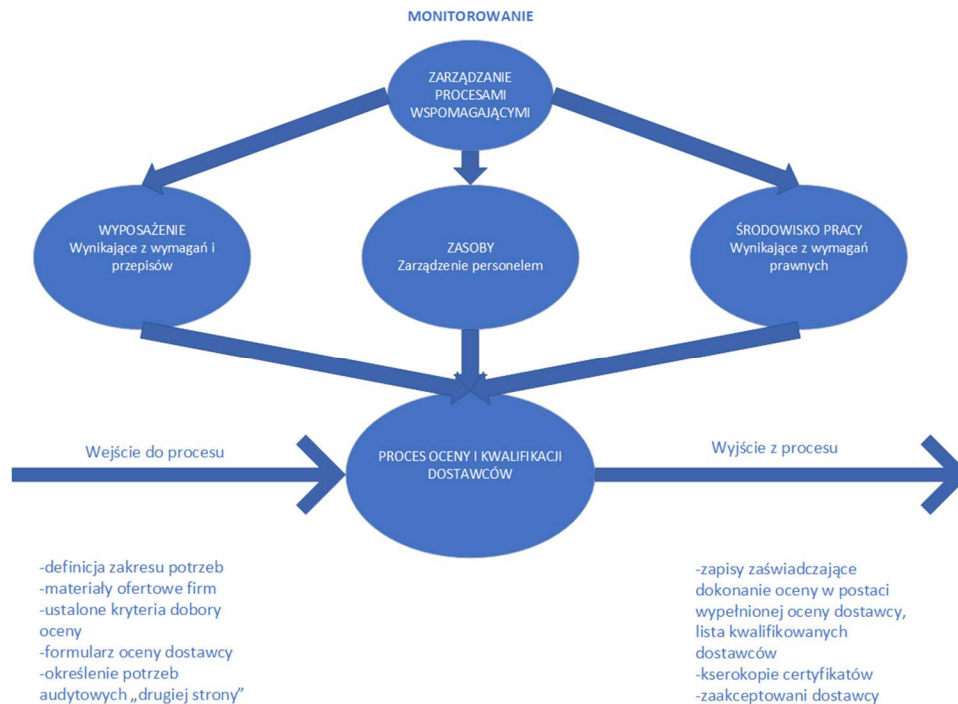
Zamówienia – umowy muszą być zatwierdzone przez uprawnioną osobę, natomiast dostawa podlega odbiorowi jakościowemu. Przykładowy schemat postępowania w procesie oceny i kwalifikacji dostawców przedstawia rys. 2.1.

Wyróżnia się następujące powody realizacji nadzoru nad dostawcami (Sampaio i in., 2009):

- zarządzanie ryzykiem, zwiększanie zysków i wypełnianie obowiązków: przez indywidualne lub zintegrowane rozwiązania dla każdego aspektu łańcucha dostaw produktu,
- kontrolowanie jakości i bezpieczeństwa na wszystkich etapach: magazyny kontrolne do przechowywania ładunku, kontrola czyszczenia, pobieranie próbek, kontrola masy i testy laboratoryjne,



- przestrzeganie skomplikowanych wymagań prawnych: w tym norm i przepisów państwowych oraz międzynarodowych dotyczących produkcji i sprzedaży ładunków,
- korzystanie z testów, weryfikacji, audytów, inspekcji i walidacji w celu zapewnienia zgodności produktów.



Rys. 2.1. Schemat postępowania w procesie oceny i kwalifikacji dostawców

Źródło: Opracowanie własne na podstawie (Zieliński, 2013).

Nadzorowanie dostawców i kontrola materiałów to jedne z najważniejszych czynników początkowych każdej firmy. Dzięki odpowiednio dobranym dostawcom można mieć pewność, że docelowy produkt będzie dostarczony w czasie, który zapewniono klientowi. Jakość produktu będzie zawsze na odpowiednim poziomie, a ciągłość dostaw będzie zachowana zgodnie z zawartą umową.

## Bibliografia

- [1] Biały W., Czerwińska-Lubszczyk A., Czerwiński S. (2019), Metody oceny dostawców dla przedsiębiorstw. Systemy Wspomagania w Inżynierii Produkcji. Górnictwo – perspektywy i zagrożenia, 8, 1, 290-299.
- [2] Gołaś H., Mazur A., Misztal A. (2016), Model doskonalenia przedsiębiorstwa przez zarządzanie ryzykiem zgodnie z ISO 9001:2015. Problemy Jakości, 48(10), 9-14.
- [3] Norma PN-EN ISO 9001:2015-10, Systemy zarządzania jakością – Wymagania.

- [4] Pacana A., Stadnicka D. (2009), Systemy zarządzania jakością zgodne z ISO 9001: wdrażanie, audytowanie i doskonalenie. Oficyna Wydawnicza Politechniki Rzeszowskiej, Rzeszów.
- [5] Sampaio P., Saraiva P., Guimarães Rodrigues A. (2009), ISO 9001 certification research: questions, answers and approaches. *International Journal of Quality & Reliability Management*, 26, 1, 38-58. Dostępne na: <https://doi.org/10.1108/02656710910924161> (dostęp: 12.03.2021).
- [6] Wolniak R., Skotnicka-Zasadzień B. (2008), Wybrane metody satysfakcji klienta i oceny dostawców w organizacjach. Wydawnictwo Politechniki Śląskiej, Gliwice.
- [7] Zieliński K. (2013), Wybór i ocena dostawców na przykładzie małego przedsiębiorstwa produkcyjnego. *Logistyka*, 5, 217-220.

### 2.3. Zapasy w toku produkcji (Nikodem Wierdak)

Zapasy to surowce, komponenty, półfabrykaty, wyroby lub inne dobra, które są składowane w celu późniejszego wykorzystania. Zapas to nadmiar części i materiałów przed, w trakcie i po produkcji. Zapasy powstają w wyniku nadprodukcji, a także nadmiernego magazynowania materiałów lub surowców (Koliński, 2012).

Zapasy są uznawane za jeden z rodzajów marnotrawstwa. Przyczynami obecności tego typu marnotrawstwa są (smartlean.pl, 2021):

- długi czas realizacji zamówień,
- długi czas przeobrażania,
- nieprawidłowy przepływ materiałów.

Długi czas oczekiwania na dostawę powoduje, że zamawianych jest więcej materiałów niż potrzeba – na zapas. Aby usunąć tego typu marnotrawstwo, stosuje się m.in. metody *Lean*:

- SMED w celu skrócenia czasu przeobrażania,
- Kanban w celu kontrolowania zapasów,
- przepływ jednej sztuki w celu zmniejszenia zapasów pomiędzy stanowiskami w procesie produkcyjnym do jednej sztuki.

Zapasy można podzielić na następujące grupy (kanban.pl, 2021):

- zapasy bieżące – są to zapasy, dzięki którym produkcja przebiega bezproblemowo – w przepływie ciągłym na linii produkcyjnej nie ma zapasu, a dostawa jest realizowana według zasady *Just in Time*,
- zapasy nadmierne – zapasy, które przekraczają wielkość potrzebną do zapewnienia ciągłości produkcji,
- zapasy zbędne – materiały i komponenty, które nie zostaną wykorzystane.

Zapasy nadmierne i zapasy zbędne tworzą wartości ujemne w zakładzie produkcyjnym.

Zapasy mogą stanowić (Rostek i Knosala, 2013):

- materiały i surowce – zapasy surowców stanowią część zapasów przeznaczonych do konsumpcji przemysłowej. Zapasy te obejmują materiały surowe, odbierane przez konsumentów, ale jeszcze niewykorzystane i niepoddane przetworzeniu,

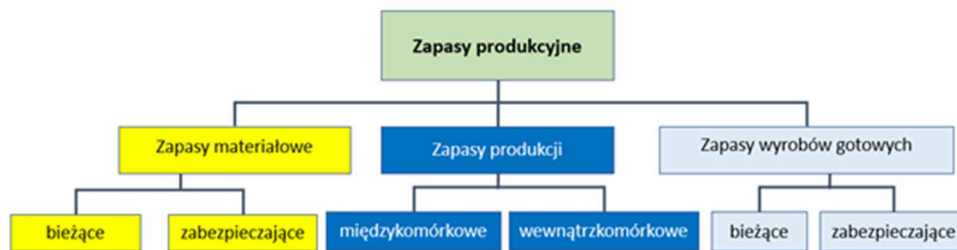


- roboty w toku – wytworzone podczas średniego okresu produkcyjnego lub zapasy w kwocie jednej partii,
- produkcja i towary – zapasy rekompensujące sporadyczne wahania popytu lub podaży, a także spekulacyjne zapasy utworzone w przypadku spodziewanych zmian popytu lub podaży,
- materiały pomocnicze i eksploatacyjne – technologiczne, tranzytowe zapasy – są przenoszone z jednej części systemu logistycznego do drugiej.

Można wyróżnić następujące miejsca powstawania zapasów na produkcji (Kij, 2003):

- zapasy powstające w komórkach pierwszego stopnia – w liniach produkcyjnych i gniazdach,
- zapasy pojawiające się pomiędzy komórkami pierwszego i wyższego stopnia – pomiędzy liniami produkcyjnymi, gniazdami i oddziałami. Można je dodatkowo podzielić na: bieżące, zabezpieczające i cykliczne. Zapasy cykliczne dzieli się na operacyjne (obejmujące wyroby znajdujące się w danej chwili na stanowisku roboczym) i międzyoperacyjne (obejmujące wyroby znajdujące się pomiędzy stanowiskami).

Klasyfikację zapasów produkcyjnych przedstawiono na rys. 2.2.



Rys. 2.2. Klasyfikacja zapasów produkcyjnych

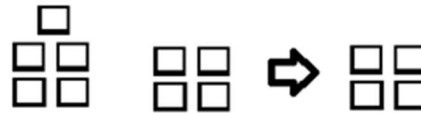
Źródło: Opracowanie własne na podstawie (Kij, 2003).

Do czynników warunkujących wielkość zapasów można zaliczyć (Szymkowski, 2017):

- rodzaj popytu: popyt niezależny (na wyroby gotowe) oraz popyt zależny (oparty na zamówieniach odbiorców i prognozach popytu niezależnego),
- politykę zapasów w przedsiębiorstwie: strategię „pchania”, strategię „ciągnięcia” (rys. 2.3),
- wymagany stopień dostępności produktu z zapasu: kategorię zapasu, poziom obsługi klienta,
- metody odnawiania zapasów,
- stopień wykorzystania technologii informatycznych,
- stosowane metody produkcji (ESP – elastyczne systemy produkcyjne, produkcja małoseryjna, wielkoseryjna itp.),

- rynek: wahania koniunktury, ostrzejszą konkurencję – globalną, dostosowanie się do potrzeb odbiorców, skracanie cykli życia produktu,
- procesy produkcyjne: zmniejszenie zamrożenia robót w toku, wzrost wykorzystania maszyn i urządzeń, skracanie cykli produkcyjnych, skracanie czasów przebrojeń,
- przedsiębiorstwo: przemysł wysokiej techniki, nowe technologie, malejącą stopę zysku, konieczność poszerzania asortymentu, krótsze terminy dostaw, utrzymywanie minimalnych zapasów, mniejsze serie produkcyjne, rosnące koszty robocizny, rozwój systemów transportowych.

#### STRATEGIA PCHANIA



#### STRATEGIA CIĄGNIENIA



Rys. 2.3. Prezentacja wielkości zapasów przy zastosowaniu strategii „ciągnięcia” i strategii „pchania”

Źródło: Opracowanie własne na podstawie (Szymkowski, 2017).

Zapasy w zakładzie produkcyjnym powodują zwiększenie kosztów. Koszty zapasów obejmują wydatkowanie środków finansowych na etapie gromadzenia i utrzymania zapasów. Koszty tworzą wszystkie pozycje zapasów – od zaopatrzenia, przez magazynowanie, po produkcję i dystrybucję, a w szczególności (Śliwczyński, 2008):

- zapasy surowców oraz materiałów podstawowych i pomocniczych w procesie zaopatrzenia,
- zapasy materiałów opakowaniowych i opakowań,
- zapasy półwyrobów i zapasy robót w toku w procesie produkcji,
- zapasy wyrobów gotowych i towarów w procesie dystrybucji,
- zapasy odpadów: materiałów, produkcji w toku, wyrobów gotowych lub towarów.

Koszty zapasów są to (Koliński, 2012):

- koszty tworzenia zapasów,
- koszty utrzymania zapasów,
- koszty wyczerpania zapasów.

Zakres kosztów tworzenia zapasów rozpoczynają celowe działania prowadzące do określenia dostawcy i opracowania zamówienia, a kończy przyjęcie materiału lub towaru na stan zapasu. W magazynie jest to operacja przyjęcia na stan magazynowy. Koszty utrzymania zapasów są fizycznie rejestrowane w przedsię-

biorstwie od chwili przyjęcia materiałów, towarów i wyrobów na stan. W skład kosztów utrzymania zapasów wchodzi (Koliński, 2012):

- koszty magazynowania,
- koszty kapitału zamrożonego w zapasach,
- koszty starzenia się zapasów.

Koszty wyczerpania zapasów to koszty (Śliwczyński, 2008):

- przestojów lub zmniejszenia wolumenu produkcji,
- awaryjnego zwiększania zapasów,
- utraconej reputacji, w tym kar umownych.

Ponieważ zapasy generują koszty, zasadna jest analiza i optymalizacja wielkości zapasów, tak aby z jednej strony obniżyć koszty, a jednocześnie zachować ciągłość produkcji. Zapasy generują koszty magazynowania i są zamrożonym kapitałem (Dubiel, 2008).

Przy minimalizacji zapasów należy jednak pamiętać, aby nie przesadzić w drugą stronę (zapasy działają niekiedy jak bufor) i zamiast bezpiecznego nadmiaru zapasów nie mieć do czynienia z bezczynnością maszyn. Czasami lepiej gromadzić zapasy, a w zamian mieć zapewnioną ciągłą pracę maszyn (Lyu i in., 2020).

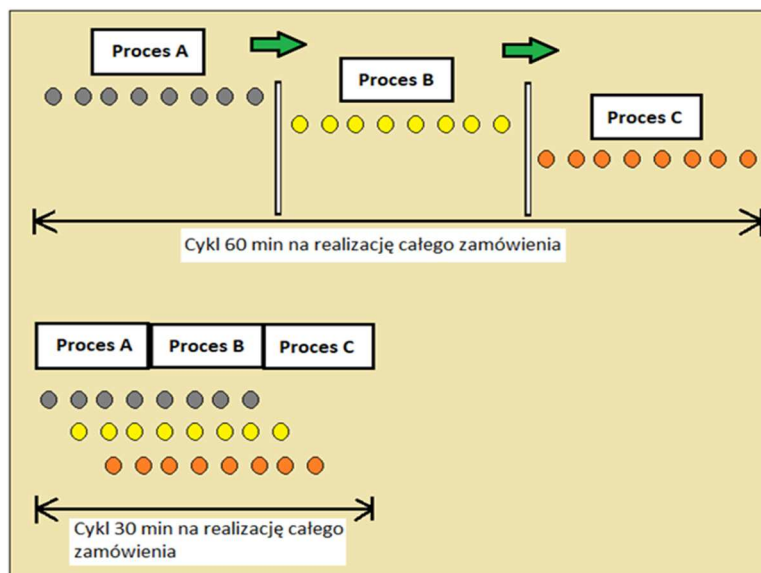
## Bibliografia

- [1] Dubiel Ł. (2008), Fundament działań KAIZEN. TOP Logistic, 6.
- [2] Kij A. (2003), Ustalenie zapotrzebowania na materiały. Zapasy. Dostępne na: [http://www.andrzejkij.pl/pliki/T.\\_zapaszy.pdf](http://www.andrzejkij.pl/pliki/T._zapaszy.pdf) (dostęp: 31.01.2021).
- [3] Koliński A. (2012), Rodzaje zapasów. Wyższa Szkoła Logistyki.
- [4] Lyu Z., Lin P., Guo D., Huang G.Q. (2020), Towards zero-warehousing smart manufacturing from zero-inventory just-in-time production. Robotics and Computer-Integrated Manufacturing, 64, 101932.
- [5] Niziołek O. (2018), 7+1 strat. Dostępne na: <https://kanban.pl/n11/> (dostęp: 18.01.2021).
- [6] Rostek M., Knosala R. (2013), Koncepcja oceny wpływu działań logistycznych na produktywność przedsiębiorstwa. Oficyna Wydawnicza PTZP.
- [7] Smart Lean (2020), Marnotrawstwo w produkcji. Dostępne na: <https://smartlean.pl/marnotrawstwo-na-produkcji/> (dostęp: 06.01.2021).
- [8] Szymkowski A. (2017), Zarządzanie zapasami. Politechnika Łódzka.
- [9] Śliwczyński B. (2008), Planowanie logistyczne. Instytut Logistyki i Magazynowania.

## 2.4. Przepływ jednej sztuki (Mateusz Gajda)

Przepływ jednej sztuki (ang. *one piece flow* lub *single piece flow, make-one, move on*) to sposób produkcji, który minimalizuje ilość zapasów w toku produkcji. Polega on na wytwarzaniu i przekazaniu towaru do następnego etapu procesu tylko pojedynczo. Surowce, półwyroby oraz gotowe produkty dostarcza się z jednego stanowiska na kolejne w sposób systematyczny, stabilny i ciągły – bez przerw i w złożonym tempie. Największy zapas między jednym a drugim stanowiskiem, operacją bądź procesem wynosi jeden. Mocno skraca się czas, w którym materiał

znajduje się w fabryce. Oznacza to, że wyrób jest w stanie szybciej dotrzeć do klienta, który szybciej zapłaci za niego. Szybszy przepływ oznacza szybszą spłatę kosztów produkcji. Przepływ jednej sztuki można wprowadzić prawie wszędzie, gdzie występuje produkcja seryjna (Czerska, 2011). Rysunek 2.4 przedstawia różnicę w czasie oczekiwania na gotowy produkt, pomiędzy obróbką seryjną a przepływem jednej sztuki.



Rys. 2.4. Obróbka seryjna i kolejki vs. przepływ jednej sztuki

Źródło: Opracowanie własne.

System *one piece flow* określa się również metodą przepływu jednej sztuki w gnieździe. Nazwa „gniazdo produkcyjne” dotyczy stanowisk oraz maszyn położonych koło siebie i wykonujących zadania dla poszczególnych, występujących kolejno etapów produkcji. Gniazda mogą być rozmieszczone według podobnych do siebie operacji bądź na podstawie strumienia wartości określonej grupy wyrobów czy usług.

Chociaż metoda przepływu jednej sztuki jest uniwersalna i można ją wprowadzić prawie w każdych warunkach, jest kilka czynników, które należy uwzględnić, zanim zaczniesz ją stosować.

Posłużenie się tą metodą jest możliwe, jeśli zostaną spełnione następujące warunki:

- praca jest ustandaryzowana. Każdy pracownik musi przeprowadzać określoną sekwencję czynności, które dodają wartość do produktu (lub też takie, które nie dodają wartości),
- musi istnieć więcej niż jedno stanowisko pracy, dlatego musi być to linia produkcyjna,

- stanowiska muszą być zbalansowane, czyli musi występować najkorzystniejsza kolejność realizowanych po sobie operacji, tak żeby czas pracy na każdym stanowisku był porównywalny.

Przed zorganizowaniem przepływu jednej sztuki należy zweryfikować efektywny czas pracy. Powinien on stanowić ok. 20% taktu, czyli czasu, w jakim jeden gotowy produkt jest zobowiązany opuścić linię produkcyjną, tak aby wykonać zamówienie klienta (Łopatowska i Jaroński, 2016).

Efektywny czasu cyklu jest obliczany ze wzoru:

$$\text{Efektywny czas cyklu} = T_m + T_{zm} + CO \quad (2.1)$$

gdzie:  $T_m$  – czas cyklu maszyny na sztukę,  
 $T_{zm}$  – czas załadunku i rozładunku (maszyna nie pracuje),  
 $CO$  – czas przebrojenia.

Jeżeli efektywny czas pracy jest krótszy niż 80% czasu najmniejszego taktu, to pracownicy nie będą czekali na koniec cyklu maszyny. Takie założenie umożliwia także przygotowanie się na wyższy popyt i szybszą reakcję na prawdopodobne trudności.

W sytuacji gdy praca na stanowisku w takcie z 20% marginesem bezpieczeństwa nie jest możliwa, warto posłużyć się następującymi sposobami rozwiązania tego problemu (Trocki i Wyrozębski, 2015):

- operację realizowaną do tej pory przez bazową maszyną dzieli się między prostsze urządzenia, tak aby pojedyncze operacje były przeprowadzane równolegle,
- optymalizuje się procesy rozładunku, uruchamiania i załadunku,
- umieszcza się dwie jednakowe maszyny w gnieździe,
- wprowadza się dwa gniazda w miejsce jednego,
- montuje się w gnieździe mniejsze maszyny, mające zastosowanie do pojedynczych operacji, zamiast dużej,
- eliminuje się maszynę z gniazda i wytwarza się w partiach, korzystając z systemu ssącego,
- wdraża się zautomatyzowany rozładunek maszyny na stanowisku, gdzie operator musi używać obydwu rąk do danej pracy,
- odciąża się operatora od stałej obserwacji maszyny przy użyciu czujników i odpowiedniego sprzętu,
- redukuje się czas przebrojenia urządzeń tak, aby był on mniejszy od czasu taktu.

Przepływ jednej sztuki jest najskuteczniejszą metodą organizacji produkcji. Stosując ten sposób, można (Czerska, 2013):

- zminimalizować długość cyklu produkcyjnego,
- zmniejszyć ilość zapasów gotowych,
- obniżyć liczbę defektów występujących w trakcie produkcji,



- wykluczyć czynności, które nie dodają wartości produktowi,
- wyrównać obciążenie osób pracujących bezpośrednio na produkcji,
- zredukować powierzchnię produkcji.

Przytoczony dalej przykład pokazuje, jakie skutki może przynieść brak zastosowania przepływu jednej sztuki.

### *Przykład*

*Producent amortyzatorów do samochodów posiada dużo zamówień na swoje wyroby. Zatrudnia około 500 osób, zatem przedsiębiorstwo można zaklasyfikować jako duże.*

*W firmie umieszczonych jest około 200 maszyn, na których części są obrabiane oraz składane w cały gotowy produkt. Pojawia się kilka rodzajów tłoków, cylindrów, pokryw zamykających, sprężyn oraz innych komponentów. Do każdego wyrobu są również montowane uszczelniacze. Są to wyroby modułowe – pojawiają się w amortyzatorach w różnej liczbie oraz wielu rodzajach. Jest to fabryka, w której nie odbywa się produkcja z przepływem jednej sztuki, a czasy pomiędzy występującymi po sobie operacjami nie są do końca zsynchronizowane. Generalnie rzecz biorąc, wszystko jakoś działa, ale istnieje problem z funkcjonowaniem działu zaopatrzenia, który nie jest zintegrowany z produkcją. W magazynie mieści się bardzo duża liczba podzespołów, która zdecydowanie przekracza (w określonych wyrobach kilkakrotnie) obecne potrzeby wynikające ze zleceń, a także planu produkcji. Pracownicy odpowiedzialni za zaopatrzenie utrzymują, że jest to dobre rozwiązanie z uwagi na fakt, że gdy tylko pojawi się zamówienie na docelowy wyrób, to potrzebne elementy znajdują się już na składzie, a dodatkowo firma otrzymuje rabat na liczbę, jaką kupuje. Pomimo tego nikt nie przeprowadził analizy opartej na ilości zamawianych materiałów pod konkretny model amortyzatora w celu rozpoczęcia zakupów nie wcześniej niż w chwili pojawienia się zamówienia, aby zharmonizować wolumen pod nadchodzące zamówienia (w szczególności dlatego, że nie ma problemów z zamawianiem podzespołów). Należy zwrócić uwagę, że dopiero wdrożenie przepływu jednej sztuki do przedsiębiorstwa pozwoli w pełni przewidzieć, jak dużo materiałów należy zamawiać w określonym czasie do montażu jednego amortyzatora. Pokaże także, jakie wygeneruje oszczędności. Umożliwi w pełni dobre zarządzanie zapasami.*

### **Bibliografia**

- [1] Czerska J. (2011), Pozwól płynąć swojemu produktowi. Tworzenie ciągłego przepływu. Wydawnictwo Placet, Warszawa.
- [2] Czerska J. (2013), Organizacja przepływu jednej sztuki w gnieździe. Wydawnictwo Wiedza i Praktyka, Warszawa.
- [3] Łopatowska J., Jaroński J. (2016), Doskonalenie przepływu materiału w linii produkcyjnej. Dostępne na: [http://www.ptzp.org.pl/files/konferencje/kzz/artyk\\_pdf\\_2016/T1/t1\\_0632.pdf](http://www.ptzp.org.pl/files/konferencje/kzz/artyk_pdf_2016/T1/t1_0632.pdf) (dostęp: 12.03.2021).
- [4] Trocki M., Wyrozębski P. (2015), Planowanie przebiegu projektów. Dostępne na: <https://depot.ceon.pl/bitstream/handle/123456789/16536/Planowanie%20przebiegu%20projekt%C3%B3w%20PL.pdf?sequence=1&isAllowed=y> (dostęp: 12.03.2021).



## 2.5. Partie i kolejowanie *(Izabela Kędzierska)*

Wyroby tego samego rodzaju, wykonywane według danej technologii przez określony czas mogą być realizowane w ramach jednej partii produkcyjnej. Podczas wytwarzania partii produkcyjnej nie następuje zmiana na inny produkt. Najprostszą definicją partii produkcyjnej jest dana liczba przedmiotów obrabianych w ten sam sposób na tym samym stanowisku roboczym, bez przerwy na inne czynności. Wielkość partii jest niezmienna w fazie produkcyjnej. Każdy pojedynczy wyrób jest poddawany obróbce w ściśle określonej kolejności, jeden po drugim, według określonego harmonogramu. W zależności od produktu oraz potrzeb partie mogą się składać z 3 wyrobów, jak również ze 100 sztuk tego samego produktu. Partie produkcyjna musi być jednorodna. Można to osiągnąć przez zachowanie niezmienności procesu w zakresie materiałów, technologii, użytych maszyn i parametrów (Brzeziński, 2000).

Produkcję partiami można zastosować w produkcji masowej i seryjnej. Produkcja masowa to produkowanie większej liczby tych samych wyrobów, według tej samej technologii oraz na tym samym stanowisku roboczym. Pozwala ona w krótkim czasie wytworzyć znaczną liczbę tych samych produktów. Wymaga ściśle określonego i usystematyzowanego przebiegu produkcji. Produkcja seryjna to produkcja, przy której liczba jednocześnie wykonywanych elementów jest większa niż 1. Można wyróżnić produkcję mało-, średnio- lub wielkoseryjną (patrz rozdział 1.). Każda produkcja seryjna tworzy partię produkcyjną (Brzeziński, 2000).

Do zalet partii produkcyjnej można zaliczyć (Burbidge, 1966):

- zmniejszenie czasu na przebrojenie maszyny i przygotowanie stanowiska roboczego,
- powtarzalność procesu,
- pełne wykorzystanie czasu pracy maszyny oraz pracownika,
- zmniejszenie kosztów,
- sprostanie wymogom klienta odnośnie do jakości oraz wielkości zamówień,
- wprawa pracownika w wykonywaniu czynności,
- możliwość szybkiego wychycenia nieprawidłowości, które mogą wystąpić w procesie.

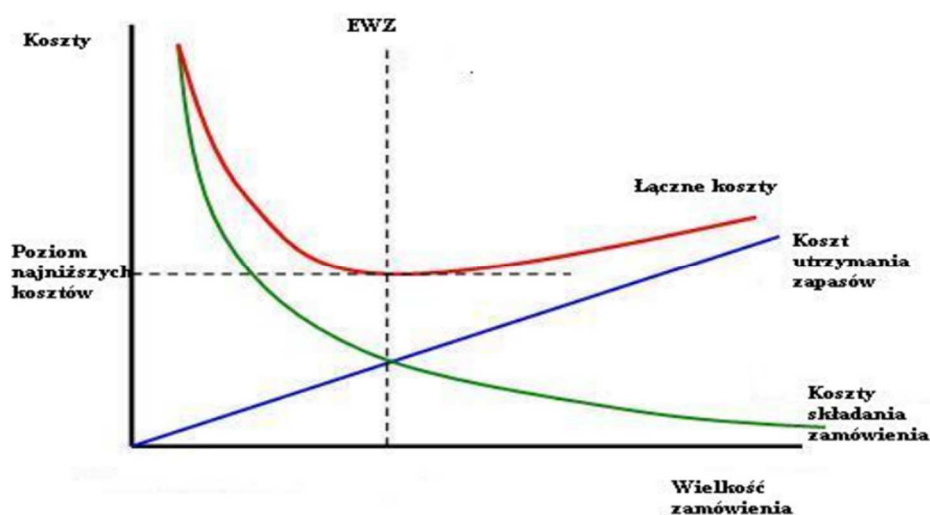
Do wad partii produkcyjnej można zaliczyć (Oleśków-Szłapka, 2014):

- zwiększenie ilości zapasów,
- znaczną liczbę wyrobów w procesie obróbki,
- wydłużenie cyklu produkcyjnego,
- zajmowanie powierzchni produkcyjno-magazynowej,
- wymagane zwiększenie liczby maszyn przy większej liczbie różnych produktów,
- niską elastyczność procesu.

Można wyróżnić następujące metody wyznaczania wielkości partii produkcyjnej (Burbidge, 1966):

- zmienną (elastyczną) wielkość partii zależną od zamówień,
- okresową,
- minimalny koszt całkowity,
- minimalny koszt jednostkowy,
- stałą wielkość partii,
- algorytm Wagnera-Withina.

Rysunek 2.5 przedstawia zależność kosztów produkcji od wielkości partii produkcyjnej.



Rys. 2.5. Zależność kosztów produkcji od wielkości partii produkcyjnej

Źródło: Opracowanie własne na podstawie (Lewandowski, 2014).

Przez kolejkovanie rozumie się określenie kolejności wytwarzania planowanych zleceń. Kolejkovanie może być ustalane ręcznie lub automatycznie (Wasielewski, 2016). Kolejkovanie zleceń produkcyjnych zależy od wielu czynników, m.in. (Burbidge, 1966):

- ustalenia priorytetów produkcji,
- zapotrzebowania na dane produkty,
- zapasów, jakie posiada firma,
- produktów, które muszą być wykonane wcześniej, mających ściśle określony termin wytworzenia.

## Bibliografia

- [1] Brzeziński M. (2000), Organizacja produkcji. Wydawnictwa Uczelniane Politechniki Lubelskiej, Lublin.
- [2] Burbidge J.L. (1966), Zasady organizacji produkcji, WNT, Warszawa.



- [3] Lewandowski J., Skołod B., Plinta D. (2014), Organizacja systemów produkcyjnych, Polskie Wydawnictwo Ekonomiczne, Warszawa.
- [4] Oleśków-Szłapka J. (2014), Metoda określania wielkości partii i harmonogramowania produkcji dla zmiennego asortymentu wyrobów. Praca doktorska, Politechnika Poznańska, Poznań.
- [5] Wasielewski M. (2016), Zastosowanie zintegrowanych narzędzi informatycznych dla optymalizacji planowania procesów produkcji. Dostępne na: [http://science.lp.edu.ua/sites/default/files/Papers/wasyelewsky\\_m.pdf](http://science.lp.edu.ua/sites/default/files/Papers/wasyelewsky_m.pdf) (dostęp: 11.03.2021).

## 2.6. Supermarkety i system Kanban *(Dominik Tobiasz)*

Dwoma ważnymi elementami w prawidłowym zarządzaniu materiałem, usprawniającymi działanie produkcji są supermarkety oraz system Kanban. Aby poprawnie zrozumieć zasadę działania supermarketów, konieczne jest wyjaśnienie, czym jest i jak działa system Kanban.

Kanban z japońskiego oznacza kartkę lub naklejkę. Jest to system komunikacyjny przekazujący informację, co i kiedy produkować. Najczęściej przekazuje się tę informację w formie kartki lub pojemnika. Głównym zadaniem systemu Kanban jest zminimalizowanie zapasów magazynowych, międzyoperacyjnych, produkcyjnych i wyrobów gotowych oraz kosztów związanych z ich magazynowaniem. Pozwala on także na zmniejszenie ilości przepływających informacji i dokumentów. Jednocześnie znacząco usprawnia system kontroli zapasów, poprawność i terminowość dostaw materiałów. Hasłem przewodnim systemu Kanban jest „7 razy zero”, co oznacza: zero zapasów, zero opóźnień, zero braków, zero kolejek, zero bezczynności, zero zbędnych operacji technologicznych i kontrolnych, zero zbędnych pomieszczeń. Do prawidłowego działania systemu Kanban konieczne jest określenie niezbędnych informacji na karcie Kanban w celu poprawnego zapotrzebowania na materiał. Należy określić m.in.: numer karty, numer części, datę utworzenia, miejsce dostawy komponentu, rodzaj transportera, liczbę partii (Nowosielski, 2001). Przykładową kartę Kanban przedstawiono na rys. 2.6.

<b>KARTA KANBAN</b>			
Nr karty:	Nr części:	Ilość partii:	Ilość materiału/ kartę:
Data utworzenia:	Nazwa części		
Miejsce dostawy:		Kod kreskowy:	
Rodzaj transportera:			
Uwagi/ zapisy z przebiegu produkcji:			
Wykonanie zadania transportowego numer:	Rozpoczęcie produkcji numer	Zakończenie produkcji numer	

Rys. 2.6. Wzór karty Kanban

Źródło: Opracowanie własne.

Początkowa wersja systemu Kanban polegała na dołączaniu do pojemnika karty, na której znajdowały się informacje o półprodukcie znajdującym się wewnątrz. Dyspozytor na podstawie prognoz popytu na dany produkt wypełnia część planistyczną karty, a następnie przekazuje ją do planisty z wydziału produkcji. Zadaniem planisty jest określenie wykonawców zadania i określenie zasobów. Po zakończonej produkcji pracownik produkcyjny odrywa od karty jedną część i przekazuje planiście jako potwierdzenie wykonania. Pozostałą część wkłada do pojemnika z produktami gotowymi, który zostaje przetransportowany do miejsca, z którego został zamówiony. Po dostarczeniu partii danego materiału i rozpoczęciu stosowania go w produkcji pracownik odrywa kolejną część karty i przekazuje do dyspozytora – jest to informacja, że dany materiał jest wykorzystywany. Po zużyciu całej partii pracownik przekazuje trzecią część karty do dyspozytora.

Wraz z rozwojem nowoczesnych technologii system Kanban również został usprawniony. Zaczęto wykorzystywać czytniki, które znacząco przyspieszają przekazywanie informacji. Wystarczy jedynie zeskanować kod kreskowy półproduktu, a magazynier automatycznie dostaje informację o braku materiału (Piassecka, 2004).

Nowoczesne systemy IT pozwoliły na prowadzenie systemu E-Kanban, który opiera się na graficznym interfejsie użytkownika (GUI). Dane do kart Kanban są zbierane na linii produkcyjnej, np. przez skanowanie kodu kreskowego. Karta zostaje wówczas automatycznie uzupełniona o odpowiednie dane, użytkownik zaś ma jedynie zweryfikować i przesłać kartę E-Kanban do systemu. Możliwe jest wtedy zastosowanie modelu hybrydowego łączącego system kart E-Kanban, system ERP oraz technologię chmurową. W chmurze są przechowywane bazy danych kart Kanban, które są kompatybilne ze współczesnym oprogramowaniem ERP. Przez to połączenie jest możliwy prawidłowy przepływ informacji i towarów między magazynem a linią produkcyjną. Baza danych kart E-Kanban znajdujących się w chmurze eliminuje ryzyko zaginięcia (Idris i in., 2020).

Zalety systemu E-Kanban:

- dostępność wszystkich kart Kanban znajdujących się w chmurze,
- umożliwienie tworzenia, wysyłania oraz wyświetlania kart w czasie rzeczywistym dzięki zautomatyzowanym pętlom Kanban,
- zapisywanie wszelkich ruchów materiału za pomocą kart Kanban,
- niskie koszty utrzymania systemu,
- ścisła kontrola i wizualizacja w czasie rzeczywistym informacji Kanban,
- optymalizacja poziomu zapasu, a także czasów realizacji dostaw materiału na podstawie analizy danych historycznych (Pekarcikova i Trebuna, 2020).

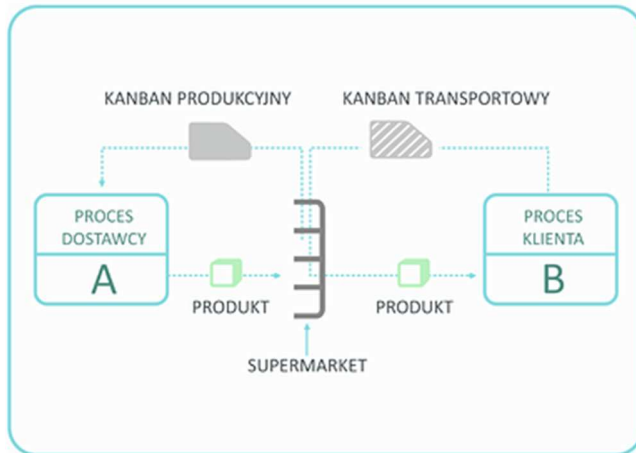
Supermarketami nazywa się wyznaczone miejsca niedaleko linii produkcyjnej, w których znajduje się wyznaczona ilość materiału, półproduktów lub wyrobów gotowych koniecznych do zasilania procesu produkcyjnego. Supermarkety są zaopatrywane przez pracowników magazynowych, a każdy rodzaj komponentu ma swoje ściśle określone miejsce (Harris, 2013).

Działanie supermarketu polega na pobraniu przez pracownika produkcyjnego określonej ilości materiału danego rodzaju (według ilości na karcie Kanban lub



pustego pojemnika) i przetransportowaniu go do procesu produkcji za pomocą wózka widłowego lub pociągu logistycznego. Pracownik magazynu, widząc informację o pobraniu materiału, ma za zadanie uzupełnić zwolnione miejsce. Ilość uzupełnionego komponentu ma być taka sama jak liczba części pobranych do produkcji. Prawidłowo funkcjonujący supermarket zapobiega nadmiernej liczbie produktów znajdujących się na linii produkcyjnej (Koźmiński, 1995).

Stosując supermarket pomiędzy dwoma sąsiadującymi procesami produkcyjnymi, należy koniecznie zastosować dwie karty Kanban – produkcyjną i transportową (rys. 2.7).



Rys. 2.7. Zasada działania supermarketu

Źródło: Opracowanie własne.

W supermarketach najczęściej są stosowane regały przepływowe, które znacząco ułatwiają pobieranie komponentów, a dodatkowo umożliwiają uzupełnianie regału od tyłu, co nie zaburza procesu produkcji.

## Bibliografia

- [1] Harris R. (2013), Logistyka wewnętrzna fabryki wg zasad Lean Manufacturing. Wydawnictwo LEI.
- [2] Idris M.R., Shiva Prakash P., Abdullah A. (2020), E-Kanban Hybrid Model for Malaysian Automotive Component Suppliers with IoT Solution. Dostępne na: <http://www.ieomsociety.org/ieom2020/papers/366.pdf> (dostęp: 01.02.2020).
- [3] Koźmiński A.K., Piotrowski W. (1995), Zarządzanie. Teoria i praktyka. Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa.
- [4] Nowosielski S. (2001), Zarządzanie produkcją. Ujęcie controllingowe. Wydawnictwo Akademii Ekonomicznej, Wrocław.
- [5] Pekarcikova M., Trebuna P. (2020), Material flow optimization through E-Kanban system simulation. Technical University in Kosice, Faculty of Mechanical Engineering, 19. Dostępne na: [https://www.researchgate.net/profile/Miriam\\_Pekarcikova/publication/](https://www.researchgate.net/profile/Miriam_Pekarcikova/publication/)

## 2.7. Zastosowanie kolejki FIFO (Iwona Marczevska)

FIFO to akronim powstały od angielskiego sformułowania *first in, first out*, oznaczającego kolejność działań zgodną z zasadą „pierwsze weszło, pierwsze wyszło”. Zasada ta ma zastosowanie m.in. w rachunkowości (wycena i kolejność księgowania rozchodu), logistyce (magazynowanie i wydawanie zapasów), informatyce (kolejność przetwarzania danych) i wielu innych dziedzinach, także w produkcji. W procesie produkcyjnym oznacza pobieranie do kolejnej operacji przedmiotów zgodnie z kolejnością, w jakiej opuściły poprzednią operację (Antosz i in., 2018).

Przyczyną poważnych strat dla przedsiębiorstw jest nadprodukcja. Ma ona miejsce, gdy produkowanych jest więcej wyrobów lub produkowane są one wcześniej albo szybciej niż wymaga tego kolejny proces w łańcuchu produkcyjnym. Prowadzi to do generowania zapasów, które wymagają zagospodarowania. Zapasy muszą być nie tylko przechowane, ale często także we właściwy sposób zabezpieczone i policzone. Niekiedy dane o ich ilości muszą zostać wprowadzone do systemu wraz z końcem zmiany. Wymaga to zorganizowania odpowiedniej przeszkoleni do składowania oraz zaangażowania pracowników do obsługi zapasów. Gromadzenie zapasów wpływa na zmniejszenie elastyczności procesu produkcyjnego, zamraża kapitał, niepotrzebnie zabiera czas. Należy zatem dążyć do minimalizowania ich ilości. Jest to jedna z podstawowych idei *Lean Manufacturing*.

Całkowita eliminacja zapasów w toku jest możliwa jedynie w tzw. przepływie ciągłym, w którym każda sztuka opuszczająca proces trafia bezpośrednio do kolejnego procesu, o podobnym czasie przetwarzania i przy dostawach *Just in Time*, czyli dokładnie na czas. Ze względu na czynnik decydujący o charakterze produkcji, jakim jest popyt, aby regularnie zaspokajać potrzeby klientów, przedsiębiorstwa są zmuszone utrzymywać pewien poziom zapasów i najczęściej łączyć produkcję pod zapas z produkcją pod zamówienie w postaci systemu hybrydowego. Aby pogodzić walkę z marnotrawstwem przez ograniczanie zapasów z koniecznością ich utrzymywania, stosuje się takie rozwiązania, jak wspomniany wcześniej system Kanban, supermarket, a także kolejki FIFO.

Supermarkety oraz karty Kanban są elementami systemu ssącego, polegającego na tym, że zapotrzebowanie w dole strumienia przepływu wartości inicjuje odpowiednią produkcję w górze strumienia. Odpowiednia produkcja oznacza, że jest ona we właściwym czasie i w wystarczającej ilości, aby zaspokoić bieżące potrzeby i nie generować nadmiaru zapasów.

Podczas gdy w supermarkecie znajduje się odpowiednia do uruchomienia produkcji ilość przedmiotów (materiałów, półfabrykatów), w kolejce FIFO z założenia jest pusto. Trafia do niej to, co zostało wyprodukowane w poprzedzającym procesie i dopiero to uruchamia produkcję. Proces czerpiący z kolejki FIFO nie

jest więc procesem inicjującym produkcję (ssącym), ale przekazującym dalej wartość z procesu poprzedniego, na przykład ssącego.

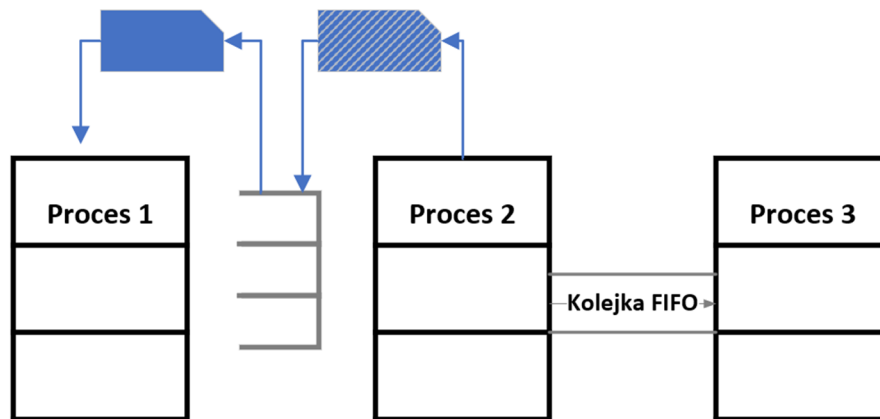
Rysunek 2.8 przedstawia symbol kolejki FIFO w procesie produkcyjnym, stosowany w mapowaniu strumienia wartości VSM (ang. *Value Stream Mapping*) (Cichorzcyk, 2021).



Rys. 2.8. Symbol kolejki FIFO

Źródło: Opracowanie własne.

Wykorzystywanie kolejki FIFO polega na rozpoczynaniu procesu w momencie, w którym pojawia się przedmiot przeznaczony do obróbki czy ten, na którym należy przeprowadzić inne czynności zależne od istoty danego procesu (np. kontrolne, montażowe). Rysunek 2.9 przedstawia fragment strumienia przepływu wartości i zastosowanie kolejki FIFO pomiędzy procesami.



Rys. 2.9. Fragment strumienia przepływu wartości z zastosowaniem FIFO

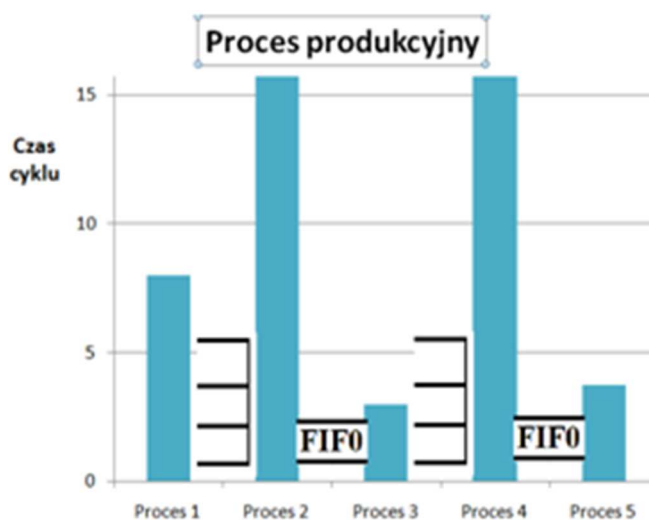
Źródło: Opracowanie własne.

Kolejkę FIFO stosuje się pomiędzy procesem o dłuższym czasie trwania a procesem o krótszym czasie. Wszystko co opuści proces poprzedzający, może być od razu wykorzystane w kolejnym procesie. Ze względu na różnicę w czasie trwania operacji, w kolejce FIFO zawsze powinno się znajdować miejsce na przedmioty opuszczające poprzedni proces. Jeśli przedmioty obrabiane są partiami, to do kolejki FIFO trafia cała partia, jeśli sztukami – to trafiają obrobione sztuki. O tempie napełniania kolejki FIFO może więc decydować proces będący wąskim gardłem (Wosik, 2009). Przedstawiono to schematycznie na rys. 2.10.

W przypadku, w którym produkt nie jest przekazywany bezpośrednio z jednego procesu do drugiego (jest transportowany, magazynowany), należy podjąć działania umożliwiające jednoznaczne określenie kolejności, w jakiej trafił do miejsca składowania czy kolejnego stanowiska produkcyjnego. Może to być



oznaczenie, etykieta, nalepka z numerem, datą, godziną lub inną informacją wskazującą na kolejność, jaką należy zachować (Grabowska, 2020).



Rys. 2.10. Przykład zastosowania kolejki FIFO pomiędzy procesami o różnych długościach cyklu

Źródło: Opracowanie własne.

Zastosowanie kolejki FIFO jest ułatwieniem dla poziomowania produkcji, ponieważ brak gromadzących się zapasów jednego produktu umożliwia swobodniejszy przepływ innych, a produkcja staje się bardziej elastyczna i łatwiej można ją dostosować do zmieniających się wymagań klientów. Jeśli zapasy występują, to tylko niezbędne i w ściśle kontrolowanej wielkości. Tempo produkcji jest dostosowane do tempa składanych zamówień, dzięki czemu jest możliwa redukcja zapasów na każdym etapie, od zamawianych surowców/materiałów, przez zapasy międzyoperacyjne, aż po wyroby gotowe (Żywicki, 2016).

Jedną z największych korzyści, jaką daje stosowanie kolejki FIFO, jest monitorowanie jakości produktów. Jeśli materiały są pobierane w kolejności ich dostarczenia lub przedmioty są wydawane w kolejności ich złożenia w magazynie, to w momencie wykrycia niezgodności łatwiejsze staje się znalezienie wszystkich wadliwych przedmiotów/partii bez konieczności przeprowadzania kontroli w całym magazynie (Cichorczyk, 2020). Dodatkowo, krótszy czas składowania oraz zmniejszenie zapasów w toku produkcji pozwalają lepiej zabezpieczyć produkt i ograniczyć narażenie go na uszkodzenia wynikające z transportowania dużych ilości, przechowywania w warunkach, jakie panują poza przystosowanym do tego magazynem (Xiaosheng i in., 2020).

Przepływ według omawianej zasady jest również konieczny na liniach produkcyjnych, gdzie przedmiotem pracy są surowce i półprodukty z krótkim terminem przydatności lub mogące przebywać w danych warunkach otoczenia przez

ograniczoną ilość czasu, tak jak surowce spożywcze lub składniki kosmetyków czy leków.

Zastosowanie metody pozwala również bardziej precyzyjnie określić czas przejścia (ang. *Lead Time*), co ułatwia planowanie produkcji. Kolejka FIFO, wykorzystana w mapowaniu strumienia wartości (ang. *Value Stream Mapping* – VSM), ogranicza czas niedający wartości dodanej (Wiśniewski i in., 2016).

Zastosowanie systemu ssącego (ang. *PULL*) w połączeniu z przepływem FIFO pozwala skrócić czas realizacji całego procesu produkcyjnego. Kolejka FIFO jest skuteczną metodą zapobiegania powstawaniu zapasów międzyoperacyjnych, prowadzących do marnotrawstwa.

## Bibliografia

- [1] Antosz K., Stadnicka D., Litwin P., Perłowski R., Rzucidło A. (2018), Doskonalenie procesu planowania produkcji z wykorzystaniem elementów koncepcji Lean Manufacturing i przemysł 4.0. Część II. Metody i narzędzia. [W:] *Innowacje w Zarządzaniu i Inżynierii Produkcji*. Tom II, Opole, Oficyna Wydawnicza Polskiego Towarzystwa Zarządzania Produkcją, s. 113-124.
- [2] Cichorczyk P. (2021), FIFO i system Pull. Dostępne na: <https://leanactionplan.pl/fifo/> (dostęp: 07.01.2021).
- [3] Grabowska J. (2020), Application of selected lean tools in an automotive sector company. *Organization & Management*, 19, s. 19-31.
- [4] Wiśniewski Z., Kolasiński S. (2016), Rekonfiguracja systemu wytwórczego z pomocą mapowania strumienia wartości – studium przypadku. *Zeszyty Naukowe Politechniki Śląskiej*, z. 99, s. 585-597.
- [5] Wosik I. (2009), Szeregowanie zadań w skrzynce planistycznej gniazda stymulatora. Dostępne na: [http://www.ptzp.org.pl/files/konferencje/kzz/artyk\\_pdf\\_2009/125\\_Wosik.pdf](http://www.ptzp.org.pl/files/konferencje/kzz/artyk_pdf_2009/125_Wosik.pdf) (dostęp: 07.01.2021).
- [6] Xiaosheng T., Hamzeh F. (2020), Precast Concrete Building Construction Process Comparison. [In:] I.D. Tommelein, E. Daniel (eds.). *Proc. 28th Annual Conference of the International Group for Lean Construction (IGLC28)*, Berkeley, CA, USA. Dostępne na: <https://iglcstorage.blob.core.windows.net/papers/attachment-6b4bd062-77ac-4d26-8293-c14e4978954a.pdf> (dostęp: 11.03.2021).
- [7] Żywicki K. (2016), Doskonalenie przepływu materiałów i informacji w procesie produkcji zaworów. Dostępne na: [http://ptzp.org.pl/files/konferencje/kzz/artyk\\_pdf\\_2016/T1/t1\\_1057.pdf](http://ptzp.org.pl/files/konferencje/kzz/artyk_pdf_2016/T1/t1_1057.pdf) (dostęp: 07.01.2021).

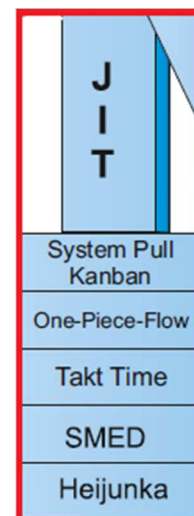
## 2.8. System *Just in Time* (Kamil Biały)

Metoda *Just in Time* (JiT) jest jedną z ważniejszych z zakresu produkcji oraz dystrybucji materiałów i surowców. W praktyce oznacza dostarczanie potrzebnych materiałów dokładnie w określonym czasie i w wymaganym miejscu (Kruszek, 2002). W efekcie całość produkcji może się odbywać bez zakłóceń, stosownie do planów produkcyjnych. Jest to metoda licząca już kilkadziesiąt lat. Została wprowadzona na początku lat pięćdziesiątych w Japonii, która po zakończeniu wojny podjęła wysiłek odbudowy gospodarki i kraju. Ze względu na duże zniszczenia oraz olbrzymie potrzeby państwa intensywnie poszukiwano metod pozwalających na jak najszybsze i najefektywniejsze zwiększenie możliwości produkcyjnych

przemysłu. Wdrażaniu nowych rozwiązań, obok wielu czynników, sprzyjała mentalność Japończyków przyzwyczajonych do dużego wysiłku oraz poświęcenia na rzecz firmy i kraju. Stawianie wspólnych celów miało kolosalne znaczenie, co sprzyjało oczekiwaniom władz państwa, koncernów oraz klientów, których zapotrzebowanie na nowe, lepsze produkty w tym okresie bardzo wzrosło (Kruszek, 2002).

Jednocześnie wraz z rozwojem nowych technologii pojawiało się bardzo duże zapotrzebowanie na nowe produkty, już nie tylko na potrzeby przemysłu, ale też na potrzeby odbiorców indywidualnych. Wzrastała również zamożność odbiorców i ich siła nabywcza, tak więc metoda JiT wyszła naprzeciw realnym potrzebom i oczekiwaniom zarówno producentów, jak i odbiorców. Podstawowe założenia metody JiT oparto na realizowaniu zadań produkcyjnych w postaci małych serii, utrzymywaniu wysokiej jakości wytwarzanych wyrobów oraz dużym naciskiem na pracę zespołową (Kruszek, 2002).

Rysunek 2.11 przedstawia metodę *Just in Time* jako jeden z filarów opracowanego systemu produkcyjnego Toyoty.



Rys. 2.11. *Just in Time* w systemie produkcyjnym Toyoty

Źródło: Opracowanie własne na podstawie ([www.leanactionplan.pl](http://www.leanactionplan.pl))

Aby wdrożyć w życie założenia metody *Just in Time*, jako cel nadrzędny należy przyjąć ustawienie poziomu – **zero zapasów**. Często można się spotkać ze stwierdzeniem, że zapasy są niezbędne, ponieważ maszyny się psują, plany się zmieniają, jakość pozostawia wiele do życzenia itp. Są to jednak tylko przyczyny źródłowe, z powodu których utrzymuje się zapasy, ponieważ pomagają reagować na występujące zakłócenia w strumieniu wartości. Wprowadzenie JiT będzie oznaczać konieczność dotarcia do prawdziwych przyczyn źródłowych problemów oraz ich eliminacji. Tylko wtedy jest możliwe znaczące obniżenie poziomu zapasów (Witkowski, 1998).

Klasyczne podejście koncentrujące się na obniżaniu jednostkowego kosztu wytworzenia chętnie wydłuża serie produkcyjne tak, aby w przeliczeniu na wyroby

kosztowały jak najmniej. To podejście nie bierze jednak pod uwagę całkowitych kosztów zapasów, do których należy doliczyć koszty ich utrzymania, takie jak: transport, magazynowanie, przeterminowanie, uszkodzenia, szukanie oraz inne (Blaik, 1999).

Chcąc dostarczać wartość dokładnie na czas (JiT), należy wiedzieć, jaką wielkość produkcji naprawdę trzeba wytworzyć, aby zrealizować zobowiązania terminowo i nie dopuścić do nadprodukcji. W tym celu trzeba określić takt klienta. Czas taktu wyznacza tempo, w jakim powinna być realizowana produkcja (Witkowski, 1998).

Wzory (2.2)-(2.4) obrazują odpowiednio sposób obliczania czasu taktu oraz wymaganej dziennej produkcji (Kruszek, 2007).

$$\text{Czas taktu} = \frac{\text{Dzienny czas pracy}}{\text{Wymagana dzienna produkcja}} \quad (2.2)$$

$$\text{Dzienny czas pracy} = \text{liczba zmian} \cdot \text{czas pracy na zmianę} - \text{czas przerw} \quad (2.3)$$

$$\text{Wymagana dzienna produkcja} = \frac{\text{Popyt (tygodniowy/miesięczny)}}{\text{Liczba dni roboczych (tydzień/miesiąc)}} \quad (2.4)$$

Korzyściami, jakie daje zastosowanie metody *Just in Time* (JiT), są (Kruszek, 2007):

- eliminacja konieczności magazynowania wyrobów gotowych,
- zwiększenie płynności finansowej dzięki redukcji stanów magazynowych – nawet o 30%,
- możliwość realizacji większej liczby zleceń – nawet o 24%,
- skrócenie całkowitego czasu realizacji zleceń – nawet o 20%,
- poprawa przepływu – surowców, wyrobów w toku, zapasów oraz informacji,
- automatyzacja procesów związanych z planowaniem produkcji,
- rozpoczynanie produkcji w momencie fizycznego zapotrzebowania,
- poprawa relacji z dostawcami – wspólne rozwiązywanie problemów.

Oferowanie usługi JiT, a tym samym wysokiego stopnia elastyczności dla klienta i wybór każdego modułu tylko z uwzględnieniem czasu jego realizacji, wiąże się z niepewnością co do opcji innych niż opcje długiego czasu realizacji. W związku z tym wybór opcji dla przyjętych zamówień klientów można przewidzieć na podstawie względnej częstotliwości wyboru opcji dla historycznych zamówień tych samych klientów. W ten sposób dział planowania produkcji OEM może rozważyć możliwość wyboru opcji podczas przypisywania zamówień do lokalizacji i miesięcy na montaż. Biorąc pod uwagę standardowy czas realizacji zamówienia na okres od rozpoczęcia montażu końcowego do dostawy, klienci mogą być informowani o miesiącu realizacji zamówienia (Buergin, 2018).

W pracy (Ganiyu, 2019) zaprezentowano wyniki badań wpływu systemu *Just in Time* na wydajność, jakość produktów i elastyczność w małych i średnich przedsiębiorstwach w Republice Południowej Afryki na podstawie danych pierwotnych zebranych z 82 kwestionariuszy. Zbadano obszary dotyczące produkcji żywności, obróbki drewna i meblarstwa, obróbki metali i materiałów niemetalowych. Analiza była przeprowadzona przy użyciu współczynnika korelacji Spearmana. Technika i wyniki badań wykazały, że najwięcej firm produkcyjnych wśród małych i średnich przedsiębiorstw nie przyjmowało systemu *Just in Time*. Odkryto, że są za to odpowiedzialne pewne czynniki niestosowane przez małe i średnie przedsiębiorstwa. Wśród nich wyróżniono: brak niezawodnej sieci dostawców, brak odpowiedniego kapitału i brak informacji o zyskach. Małym i średnim firmom zaleca się zaktualizowanie informacji o *Just in Time*, poznanie sposobów wdrożenia, aby czerpać z niego korzyści (Ganiyu, 2019).

## Bibliografia

- [1] Blaik P. (1999), Logistyka. Koncepcja zintegrowanego zarządzania przedsiębiorstwem. PWE, Warszawa.
- [2] Buergin J., Belkadi F., Hupays C., Gupta R.K., Bitte F., Lanza G., Bernard A. (2018), A modular-based approach for Just-In-Time Specification of customer orders in the aircraft manufacturing industry. *CIRP Journal of Manufacturing Science and Technology*, 21, 61-74.
- [3] Ganiyu A.B., Henry A.W., Adekunle A.M. (2019), An assessment of just in time system on the financial performance of manufacturing firms in Nigeria. *Journal of Accounting and Taxation*, 11(7), 111-119.
- [4] Kruszek M. (2002), *Just In Time*, Centrum Wiedzy. Dostępne na: [www.centrumwiedzy.edu.pl](http://www.centrumwiedzy.edu.pl) (dostęp: 01.10.2007).
- [5] Witkowski J. (1998), *Logistyka firm japońskich*. Wydawnictwo Akademii Ekonomicznej we Wrocławiu, Wrocław.



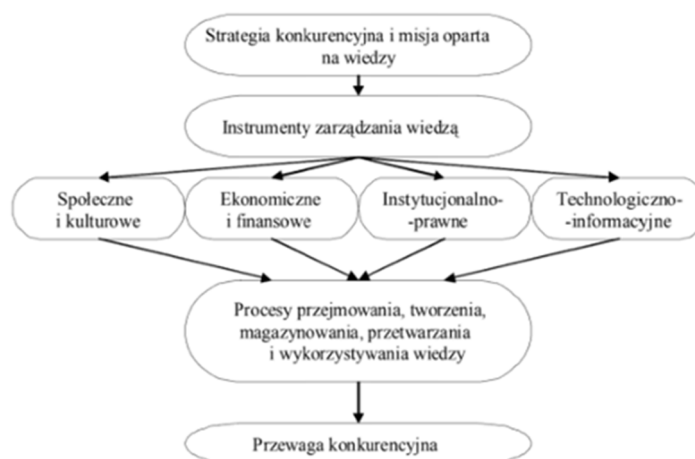


## Rozdział 3. Przepływ informacji

### 3.1. Zarządzanie wiedzą w przedsiębiorstwie (Jan Kiwała)

Dane i informacje gromadzone w przedsiębiorstwie mogą być wykorzystywane do tworzenia wiedzy. Zarządzanie wiedzą jest stosunkowo młodą dziedziną zarządzania o bardzo różnych korzeniach i nie ma jeszcze wykształconej metodologii. Generalnie występują dwa punkty widzenia metodologii. Jedni kładą nacisk wyłącznie na system informacyjny, tak jakby chodziło o bardziej rozbudowane zarządzanie informacją, drudzy zaś skupiają się tylko na ludzkim aspekcie generowania i przepływu wiedzy (Walczak, 2009).

Wiedza (jawna i ukryta) zgromadzona przez przedsiębiorstwo, łatwo dostępna dla jego pracowników, pozwala znacznie uprościć i skrócić procesy decyzyjne, a w efekcie szybciej reagować na zmiany zachodzące na rynku. Zarządzanie wiedzą zapewnia przedsiębiorstwu niemal nieograniczony dostęp do informacji. W dzisiejszym świecie, podlegającym gwałtownym zmianom, zarządzanie wiedzą umożliwia rozwój organizacji, a w konsekwencji pozwala zdobyć przewagę konkurencyjną. Tylko to przedsiębiorstwo, które potrafi mądrze spożytkować posiadaną wiedzę, zapewni sobie prym w walce z konkurencją (Kłak, 2010). Rysunek 3.1 przedstawia podział instrumentów zarządzania wiedzą w przedsiębiorstwach.



Rys. 3.1. Instrumenty zarządzania wiedzą w przedsiębiorstwie

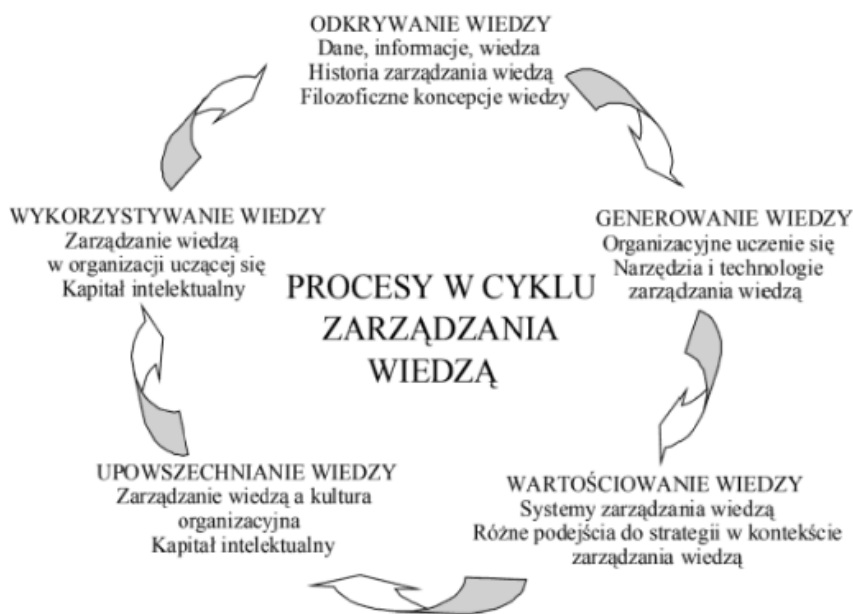
Źródło: Opracowanie własne na podstawie (Kłak, 2020).

Identyfikacja kluczowych procesów zarządzania wiedzą i występujących między nimi związków pozwala przedsiębiorstwu na systematyczne przekształcanie informacji, wiedzy, doświadczenia, umiejętności i kompetencji w kapitał intelektualny. Jest on trudny do zidentyfikowania i imitacji przez rywali rynkowych, przez co istotnie wpływa na zdolność przedsiębiorstwa do konkurowania i tworzenia przewagi konkurencyjnej (Kwieciński, 2007).

W literaturze wyróżnia się wiele koncepcji procesu zarządzania wiedzą. Dodatkowo występują różnice w nazewnictwie poszczególnych procesów. Najprostsze koncepcje obejmują jedynie trzy podstawowe procesy (Kwieciński, 2007):

1. Pozyskiwanie wiedzy – część wiedzy pochodzi ze źródeł wewnętrznych. Zdarza się jednak, że znaczna część wiedzy pochodzi ze źródeł zewnętrznych, takich jak:
  - kontakty z klientami, dostawcami, firmami partnerskimi,
  - przejmowanie przedsiębiorstw o dużym potencjale innowacyjnym,
  - zatrudnianie ekspertów zewnętrznych.
2. Rozpowszechnianie wiedzy – pozwala to odpowiedzieć na pytania: Kto powinien wiedzieć? Jak dużo? Na jaki temat? W jaki sposób usprawnić proces rozpowszechniania wiedzy?
3. Dystrybucja wiedzy – proces, dzięki któremu przedsiębiorstwo zapewnia swym pracownikom dostęp do wspólnej wiedzy i umożliwia korzystanie z niej.

Rysunek 3.2 prezentuje procesy w cyklu zarządzania wiedzą.



Rys. 3.2. Procesy w cyklu zarządzania wiedzą

Źródło: Opracowanie własne na podstawie (Kwieciński, 2007).



Z dnia na dzień wiedzy przybywa, pojawia się problem szumu informacyjnego i właściwej selekcji posiadanej wiedzy. Łatwo stracić orientację, jaka wiedza ma istotne znaczenie w rozwoju i funkcjonowaniu przedsiębiorstwa. Pojawiają się następujące pytania (Klimczok, 2012):

- Kto w przedsiębiorstwie posiada niezbędną wiedzę?
- Jaką wiedzę, uzyskaną podczas realizacji wcześniejszych projektów, powinniśmy przekazać pozostałym pracownikom?
- Jak, opierając się na przeszłych doświadczeniach, można skrócić czas realizacji zadań i uniknąć błędnych decyzji?
- Jakie mechanizmy decydują, że powstaje nowa wiedza i kto ją tworzy?

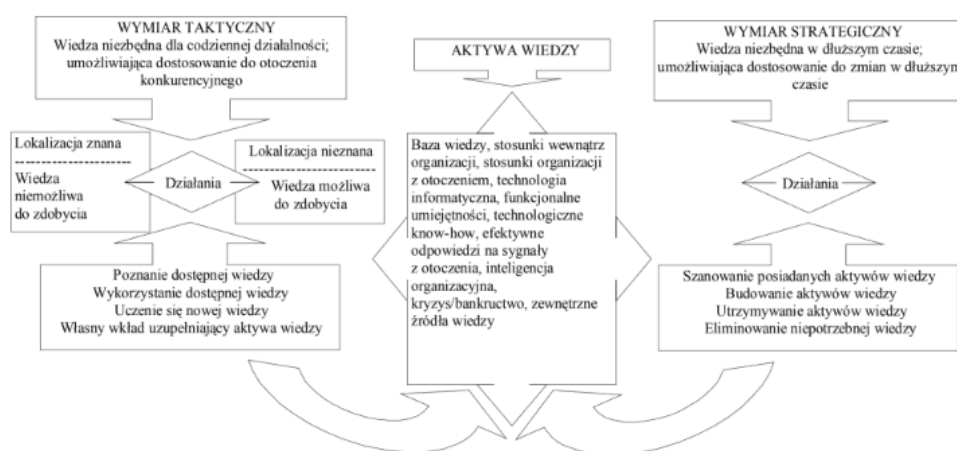
Z zarządzaniem wiedzą, uwzględniającym ujęcie operacyjne są związane cztery etapy (Klimczok, 2012):

- 1) poznanie dostępnej informacji – potrzebnej do wykonywania codziennych obowiązków na stanowisku pracy,
- 2) użycie tej samej wiedzy w działaniu,
- 3) uczenie się nowej wiedzy,
- 4) podniesienie własnych umiejętności i kompetencji.

Podobnie na wymiar strategiczny składają się cztery kolejne etapy (Klimczok, 2012):

- 1) szacowanie posiadanych aktywów wiedzy, która jest dostępna z różnych źródeł i pochodzi między innymi z przeszłych doświadczeń,
- 2) budowa wiedzy, tak by jej najważniejsze elementy, stanowiące o kapitale intelektualnym, zostały w firmie w wypadku odejścia kluczowych pracowników,
- 3) utrzymanie aktywów wiedzy,
- 4) eliminacja wiedzy zbędnej i nieadekwatnej do potrzeb.

Rysunek 3.3 prezentuje wymiary zarządzania wiedzą.



Rys. 3.3. Dwa wymiary zarządzania wiedzą

Źródło: Opracowanie własne na podstawie (Klimczok, 2012).

Skuteczne zarządzanie wiedzą w przedsiębiorstwie jest kluczowym elementem pozwalającym na utrzymanie się na rynku oraz pozyskiwanie nowych klientów. Dzięki posiadanej wiedzy można zapobiegać powtarzaniu się błędów, które zdarzały się w przeszłości oraz przewidywać, co może się stać w przyszłości, dlatego jest to tak ważny aspekt w każdej firmie (Grudzewski i Hejduk, 2005).

Do zadań operacyjnych realizowanych w przedsiębiorstwach w zakresie zarządzania wiedzą można zaliczyć (Mikuła, 2006):

- identyfikowanie wiedzy – jest to jedno z podstawowych zadań zarządzania wiedzą. Polega na doprowadzeniu do właściwej przejrzystości wewnętrznych i zewnętrznych zasobów i umożliwieniu pracownikom ich lokalizowania,
- transfer wiedzy – na ten proces składają się cztery podprocesy: pozyskiwanie wiedzy, udostępnianie wiedzy, rozpowszechnianie wiedzy, dzielenie się wiedzą,
- gromadzenie wiedzy – jest to proces systematycznego zbierania wiedzy, po jej pozyskaniu lub wykreowaniu,
- selekcjonowanie wiedzy – zgromadzone zbiory są poddawane selekcji z uwzględnieniem kryteriów, które narzuciło przedsiębiorstwo,
- kreowanie wiedzy – jest to proces, w którym tworzy się wiedzę innowacyjną, która powstaje podczas codziennej praktyki czy pracy zespołów projektowych,
- łączenie wiedzy – jest to jeden z ważniejszych elementów procesu, który pozwala uzyskać lepszą jakość wyselekcjonowanej wcześniej wiedzy. W tym procesie konieczne jest wykorzystanie wiedzy już wykreowanej,
- zapisywanie wiedzy – jest to proces, który polega na tworzeniu baz danych z wiedzą, która została już wcześniej wykreowana, wyselekcjonowana i połączona,
- przechowywanie wiedzy – celem jest zabezpieczenie funkcjonowania organizacji w przyszłości. Pozyskana i wykreowana wiedza po jej zapisaniu jest przechowywana,
- stosowanie wiedzy – wygenerowana w organizacji wiedza zostaje skierowana do wykorzystania.

W pracy (Sopińska i Wachowiak, 2006) opisano różne modele zarządzania wiedzą w przedsiębiorstwie. W praktyce zarządzanie wiedzą przybiera różną postać, zależnie od charakteru działalności, specyfiki branży i przyjętej strategii zarządzania. Można wyróżnić cztery różne strategie zarządzania wiedzą, które są stosowane w różnych branżach. Pierwsza z nich jest reprezentowana przez model zasobowy, który powstał w połowie lat dziewięćdziesiątych, wskutek badań nad innowacyjnością przedsiębiorstw. Opiera się na rozwijanym od dawna podejściu zasobowym. Według tego modelu wiedza jest najważniejszym zasobem w firmie – źródłem wiedzy może być przedsiębiorstwo lub jego otoczenie. Warunkiem efektywnego zarządzania jest współdzielenie wzajemnie powiązanych pięciu elementów (Sopińska i Wachowiak, 2006):

- importowania wiedzy z otoczenia,
- implementacji i integracji nowych narzędzi i technologii,
- eksperymentowania,
- wspólnego rozwiązywania problemów,
- kluczowych umiejętności (systemy fizyczne i techniczne, systemy zarządzania, wiedza i umiejętności pracowników, normy i wartości).

Model japoński powstał dzięki dwóm Japończykom, którymi byli Nonaki i Takeuchi. Na początku lat dziewięćdziesiątych opracowali oni model „spirali wiedzy”. Zarządzanie wiedzą na zasadzie modelu japońskiego to powtarzający się cykl czterech procesów konwersji wiedzy (Sopińska i Wachowiak, 2006):

- socjalizacji, czyli zamiany cichej (ukrytej) w wiedzę cichą (ukrytą),
- ekstremalizacji, czyli zamiany wiedzy cichej (ukrytej) w wiedzę formalną (dostępną),
- kombinacji, czyli zamiany wiedzy formalnej (dostępnej) w wiedzę formalną (dostępną),
- internalizacji, czyli zamiany wiedzy formalnej (dostępnej) w wiedzę cichą (ukrytą).

Model japoński opiera się na następujących zasadach (Sopińska i Wachowiak, 2006):

1. Wiedza nie jest postrzegana jako jedynie zbiór danych i informacji, które można gromadzić w bazach komputerowych. Na wiedzę składają się też wartości, emocje i przeczucia.
2. Pojęcie zarządzania wiedzą w firmie powinno obejmować także jej kreowanie.
3. Każda osoba w organizacji jest zaangażowana w tworzenie wiedzy.
4. Szczególne miejsce w procesie tworzenia wiedzy zajmują menedżerowie średniego szczebla.

Kolejnym modelem jest model procesowy. Buduje się go na rozwiązaniach i doświadczeniach praktycznych, stosowanych w dużych firmach konsultingowych. Zgodnie z modelem procesowym zarządzanie to *ogół procesów umożliwiających tworzenie, upowszechnianie i wykorzystywanie wiedzy do realizacji celów organizacji* (Probst i in., 2002).

Wyróżnia się trzy fazy procesu zarządzania wiedzą (Sopińska i Wachowiak, 2006):

1. Nabywanie wiedzy.
2. Dzielenie się wiedzą.
3. Przekształcanie wiedzy na decyzje.

Ostatni model opiera się na strategii kodyfikacji i personalizacji – stosując strategię kodyfikacji przedsiębiorstwo opiera się na wiedzy jawnej. Konsultanci korzystają więc z wiedzy wcześniej opracowanej w firmie i są zachęceni do jej uzupełniania o własne spostrzeżenia i doświadczenia zdobyte w trakcie realizacji projektów. Funkcjonowanie tej strategii bez odpowiedniego, sprawnego systemu informatycznego i bazy w niej zawartej nie byłoby możliwe, zaś strategia perso-

nalizacji kładzie nacisk na wiedzę ukrytą (wiedzę, którą posiada każdy pracownik z osobna i jako zespół zadaniowy). Systemy informatyczne i bazy danych są tutaj dodatkiem (Sopińska i Wachowiak, 2006).

## Bibliografia

- [1] Austen A., Tynda M., Kiełtyka L., Kucęba R., Kobis P., Markowska K., Majewska A. (2007), Zarządzanie przepływem i ochroną informacji. Oficyna Wydawnicza AFM.
- [2] Grudzewski M., Hejduk I. (2005), Zarządzanie wiedzą w organizacjach. E-mentor, nr 8(1). Dostępny na: <http://www.e-mentor.edu.pl/artukul/index/numer/8/id/115> (dostęp: 20.01.2020).
- [3] Klimczok M., Tomczyk A. (2012), Zarządzanie wiedzą – współczesna koncepcja zarządzania przedsiębiorstwem. Zeszyty Naukowe Wyższej Szkoły Humanitas, 2, 165-174.
- [4] Kłak M. (2010), Zarządzanie wiedzą we współczesnym przedsiębiorstwie. Wydawnictwo Wyższej Szkoły Ekonomii i Prawa im. Prof. Edwarda Lipińskiego, Kielce.
- [5] Mięka B. (2006), Zadania organizacji w zakresie zarządzania wiedzą. E-mentor, 5, 17.
- [6] Probst G., Raub S., Romhardt K. (2002), Zarządzanie wiedzą w organizacji. Oficyna Ekonomiczna, Kraków.
- [7] Sopińska A., Wachowiak P. (2006), Modele zarządzania wiedzą w przedsiębiorstwie. E-mentor, 1, 14.
- [8] Walczak W. (2009), Zarządzanie wiedzą w przedsiębiorstwie. Ekonomika i Organizacja Przedsiębiorstwa, nr 12/2009.

## 3.2. Wykorzystanie zarządzania wizualnego w przepływie informacji (*Przemysław Śnios*)

Wizualizacja ułatwia przekazywanie informacji. Zarządzanie wizualne to pojęcie obszerne, w skład którego wchodzi takie synonimy, jak: wizualna komunikacja, kontrola wizualna, zarządzanie widocznością, zarządzanie przez obserwację, zarządzanie przez widoczność, wizualna fabryka, wizualne narzędzia, wizualne miejsce pracy. W zakładach produkcyjnych wiele z tych pojęć jest stosowanych równolegle. Koncepcja ta nie ogranicza się do określonych rodzajów lub obszarów działalności firm. Dzięki zarządzaniu wizualnemu są możliwe stała obserwacja i wychwytywanie każdego odstępstwa od normy, co wiąże się z dużym przepływem informacji, które należy przeanalizować (Pająk, 2013).

Zarządzanie wizualne umożliwia szybką ocenę działalności poszczególnych komórek, obszarów w przedsiębiorstwie oraz ocenę funkcjonowania poszczególnych procesów w danym obszarze, gnieździe linii, stanowisku roboczym dla każdej osoby, niekoniecznie związanej z wykonywanym zadaniem. Poprawia funkcjonowanie procesów w firmie przez łączenie i dostosowywanie wizji firmy, jej wartości, celów i kultury z obecnymi systemami zarządzania, elementami miejsca pracy, procesami pracy i zainteresowanymi stronami za pomocą bodźców, które działają bezpośrednio na jeden zmysł lub wszystkie zmysły człowieka (wzrok, czucie, słuch, smak i zapach). Stosowane wizualne środki informowania powinny przekazywać informacje w sposób naturalny i widoczny na pierwszy rzut oka (Hamrol, 2015).

Celem takiego zarządzania jest przekazywanie informacji w sposób przejrzysty i zrozumiały dla osób zarządzających firmą na dowolnym szczeblu oraz ich podwładnych. Środki komunikacji wizualnej pozwalają przekazywać zarządzającym dobre jakościowo informacje, czyli takie, które są łatwe do zrozumienia, pobudzają do działania, są wymagane, odpowiednie, natychmiastowe, przez co pomagają ludziom zrozumieć kontekst organizacyjny i problem na pierwszy rzut oka, jedynie przez obserwację. Ma pomóc zarówno kierownictwu, jak i pracownikom w efektywnym zarządzaniu firmą i osiągnięciu różnych celów. Jest to efektywna metoda, która ma na celu przedstawienie informacji i problemów w sposób widoczny, tak aby obecny status operacji oraz przyszłe cele w realizowanych procesach były zrozumiałe dla każdego (Łazicki i in., 2014).

Zarządzanie wizualne jest realizowane przez wykorzystanie różnego rodzaju technik wizualnych na hali produkcyjnej. Definiowane jest jako zestaw narzędzi, czyli mechanizmy, przyrządy lub środki, które służą do zarządzania lub kontroli operacji (procesu) w taki sposób, aby można było realizować określone cele. Obejmuje ono również wprowadzenie materiałów, informacji, narzędzi w widoczny sposób, tak że stan produktu lub procesu może być lepiej rozumiany na pierwszy rzut oka. Im prostsze narzędzia wizualnej komunikacji zostaną zastosowane, tym łatwiejsze i szybsze będzie dla pracowników zrozumienie przekazywanej informacji, co jest związane z tym, że czas poświęcony na ocenę sytuacji i wykorzystanie tych narzędzi powinien być jak najkrótszy (Knop, 2016).

Najczęściej stosowanymi formami zarządzania wizualnego są (Dolata, 2018):

- ekrany,
- wykresy,
- tabele,
- instrukcje,
- standardy,
- drogowskazy,
- tablice.

Samo podejście do wizualizacji informacji w życiu codziennym można zauważyć np. w formie znaków drogowych. Rozmieszczone w miejscach ciągów komunikacyjnych informują o ewentualnych zagrożeniach, niebezpieczeństwach. Zarządzanie wizualne ma przewagę nad innymi formami komunikacji ze względu na odwołanie się głęboko do ludzkich cech, ponieważ ludzie są wrażliwi na bodźce wzrokowe, dźwiękowe oraz dotykowe. Jest to skuteczny sposób komunikacji w firmach produkcyjnych, ponieważ ludzie są w większości wzrokowcami, co obciąża łatwiejsze zapamiętywanie informacji w postaci wizualnej (zdjęcia, szkice, rysunki) (Knop, 2016).

Zarządzanie wizualne oddziałuje na psychikę pracowników, operatorów. Jeśli coś jest w zasięgu wzroku lub wyraźnie widoczne, to jest również łatwe do zapamiętania i dłużej utrzymuje się w pamięci. Taki sposób pozwala również zapewnić większy obiektywizm w ocenie sytuacji na hali produkcyjnej, ponieważ te same wytyczne są udostępniane wszystkim osobom, co daje dużą szansę, że będą tak samo działać i oceniać sytuację.


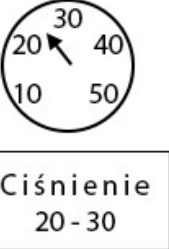

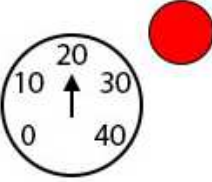


Podstawowym celem zarządzania wizualnego jest ujawnienie wszystkim faktu wystąpienia problemu. Problemem jest każda rozbieżność między sytuacją bieżącą a standardem. Dzięki wykorzystaniu wizualnej komunikacji można łatwo zakomunikować występującą rozbieżność.

Wyróżnia się cztery poziomy skuteczności zarządzania wizualnego (tab. 3.1) (Liker i in., 2009):

- Poziom 1.: Forma zarządzania wizualnego, do którego jest wymagane zewnętrzne źródło informacji, aby możliwa była ocena poprawności wskazań.
- Poziom 2.: W porównaniu z poziomem 1. zostały zastosowane naklejone etykiety zawierające standardowe wartości wskazań.
- Poziom 3.: Wszystkie wskaźniki zostały skalibrowane w taki sposób, aby ustawienie na godzinie 12 oznaczało wartość standardową. W tym przypadku nie jest wymagana konieczność odczytywania wartości oraz ich interpretacji.
- Poziom 4.: Dodanie sygnału dźwiękowego/światlnego, który eliminuje konieczność sprawdzania wskazań.

Tabela 3.1. Poziomy skuteczności zarządzania wizualnego

Poziom 1.: Odczyt musi zostać sprawdzony w dodatkowej dokumentacji	
Poziom 2.: Standardowe wartości odczytu są umieszczone na etykiecie pod miernikiem	
Poziom 3.: Poprawność wskazań można odczytać od razu dzięki ustawieniu standardowemu na godzinie 12	
Poziom 4.: Dodatkowo w przypadku wartości niestandardowej zostanie wygenerowany sygnał ostrzegawczy (światlny/dźwiękowy)	

Źródło: Opracowanie własne na podstawie (Liker i in., 2009).

Istnieje również możliwość wprowadzenia poziomu 5., czyli automatycznego mechanizmu awaryjnie zatrzymującego maszynę/proces w przypadku przekroczenia wartości granicznych ustalonych dla danej maszyny/procesu.

W przypadku poziomów 2-4 każda osoba związana z procesem może sama odczytać wartości i stwierdzić, czy podana wartość jest standardowa i czy występuje odstępstwo od standardu.

Kolejnym celem jest pomoc pracownikom i osobom nadzorującym w utrzymaniu nadzoru przez pokazywanie odchyień od normy wszystkim pracownikom, co pozwala na natychmiastowe podjęcie działań korygujących.

Ocenę skuteczności wdrożonych narzędzi zarządzania wizualnego należy odnieść do podstawowego celu, w jakim zostały opracowane. Jeśli dane narzędzie osiąga wyznaczony cel, to znaczy, że jest skuteczne. Narzędzia wizualne są efektywne w sytuacji, kiedy koszty wdrożenia systemu zarządzania wizualnego są niższe od korzyści wynikających z jego stosowania. Najlepsze narzędzia komunikacji wizualnej to takie, które są tanie, pozwalają odbiorcy szybko zorientować się w sytuacji oraz osiągają zamierzony cel za pierwszym razem.

W artykule (Knop, 2020) autor przedstawił wykorzystanie metod wizualnych w takich obszarach, jak wizualna kontrola jakości, pomiary wizualne, standardy wizualne, zarządzanie wizualne oraz wyjaśnił powiązania pomiędzy poszczególnymi obszarami.

## Bibliografia

- [1] Dolata Z. (2018), Zarządzanie wizualne. Dostępne na: <https://www.menedzer-produkcji.pl/artykul/zarzadzanie-wizualne> (dostęp: 09.01.2021).
- [2] Hamrol A., Gawlik J., Skołod B. (2015), Strategie i praktyki sprawnego działania: Lean, Six Sigma i inne. Wydawnictwo Naukowe PWN.
- [3] Knop K. (2016), Zarządzanie wizualne jako istotny element w doskonaleniu firmy produkcyjnej. Zeszyty Naukowe. Organizacja i Zarządzanie/Politechnika Śląska, (87), 237-250.
- [4] Knop K. (2020), Indicating and analysis the interrelation between terms–visual: management, control, inspection and testing. Production Engineering Archives, 26(3), 110-120.
- [5] Liker J.K., Kowalczyk M., Hoseus M. (2009), Kultura Toyoty: serce i dusza filozofii Toyoty. MT Biznes.
- [6] Łazicki A., Samsel D., Krużycka L., Brzeziński A., Matejczyk M., Nowacki M., Babalska D. (2014), Systemy zarządzania przedsiębiorstwem – techniki Lean Management i Kaizen.
- [7] Pająk E. (2013), Zasady i metody oszczędnego wytwarzania. Wydawnictwo Państwowej Wyższej Szkoły Zawodowej.

### 3.3. Zarządzanie wizualne na poziomie stanowiska pracy, związane z BHP i ochroną przeciwpożarową (Mateusz Gul)

Wizualne zarządzanie przyspiesza proces komunikacji pomiędzy stronami zainteresowanymi, jednak w niektórych przypadkach jest ono trudne w zastosowaniu (Pedó i in., 2020). Termin zarządzanie wizualne obejmuje szeroki aspekt synonimów, w którego skład wchodzi (Knop, 2016):

- zarządzanie widocznością,



- kontrola wizualna,
- zarządzanie przez obserwację,
- wizualne narzędzia,
- wizualna fabryka,
- wizualna komunikacja.

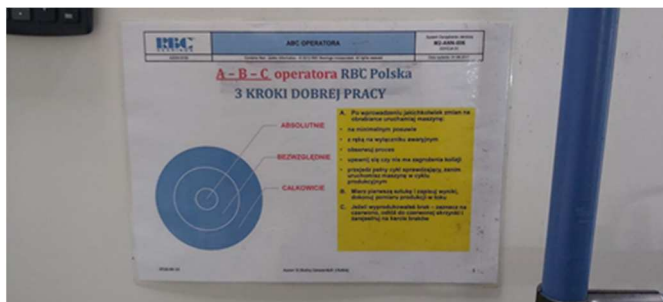
Komunikacja wizualna jest jednym z najlepszych i najprostszych sposobów przekazywania informacji. Jej zastosowanie jest bardzo szerokie: od poziomu stanowiska pracy po linię produkcyjną, przepływ produkcji i transport, a także bhp i ochronę przeciwpożarową. Jest stosowana na każdym poziomie zarządzania, zaczynając od przedstawienia wizji po strategię firmy.

Zaletą komunikacji wizualnej jest jej prostota. Przez zastosowanie jednego obrazu, schematu lub filmu można przekazać dokładną informację, prostą w zrozumieniu dla każdego z pracowników (Antosz i in., 2018).

Niemal codziennie ma się do czynienia z zarządzaniem wizualnym, czy to na ulicy (sygnalizacja świetlna), czy też w firmie (np. oznaczenia BHP). Jako podstawowe narzędzia wizualizacji można wymienić (Bielak, 2015):

- tablice,
- ekrany,
- wykresy (np. mierniki),
- harmonogramy,
- linie przejazdu dla wózka widłowego,
- instrukcje stanowiskowe,
- tabele.

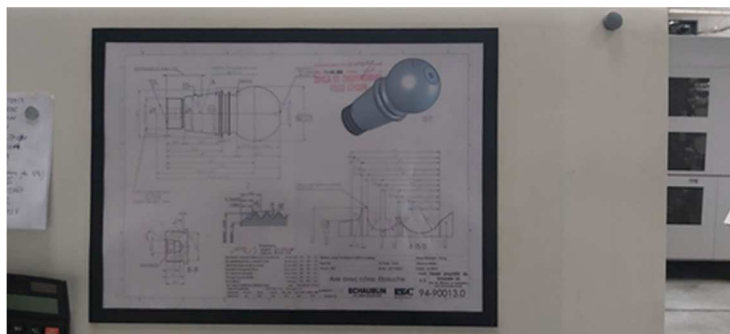
Głównym celem wizualizacji z poziomu stanowiska pracy jest ułatwienie pracy i wsparcie pracownika podczas wykonywania powierzonych mu zadań na konkretnym stanowisku (Szatkowski, 2014). Informacje przekazywane pracownikowi mogą mieć różną postać (Kulińska i Busławski, 2019). Jedną z form przekazywania informacji są instrukcje dla operatorów. Należy zwrócić szczególną uwagę, aby były one napisane prostym językiem, były przejrzyste, a także odpowiednio zabezpieczone przed zachlapaniem różnymi substancjami (np. chłodziwo, olej, woda). W celu ochrony tej dokumentacji można użyć np. koszulki. Instrukcje powinny się znajdować w odpowiednim dla siebie miejscu (rys. 3.4).



Rys. 3.4. ABC operatora



Oprócz instrukcji pracownik wykorzystuje także innego rodzaju dokumenty, które powinny się znajdować na stanowisku pracy. Są to przykładowo rysunki (rys. 3.5), przewodniki produkcyjne (rys. 3.6), raporty. Każdy z tych dokumentów powinien mieć odpowiednio przydzielone miejsce, a także zapewnioną ochronę przed czynnikami zewnętrznymi.



Rys. 3.5. Zabezpieczenie rysunku



Rys. 3.6. Zakończone zlecenie produkcyjne

W firmach często są wykorzystywane tablice informacyjne, które służą pracownikom jako wskazówka dotycząca tego, jaki wyrób powinien być obrabiany na maszynie oraz jaka obowiązuje norma (rys. 3.7).

Kolejną formą wizualizacji jest tzw. *picking system*. Rozwiązanie to wykorzystuje się np. w procesie kompletacji części do montażu. System ten składa się z zestawu pojemników z częściami z kodem kreskowym, z czytnika kodów kreskowych, systemu komputerowego oraz systemu czujników. Gdy pracownik czyta kod kreskowy z instrukcji kompletacji, zapali się światelko przy pojemnikach, z których powinny zostać pobrane komponenty. Gdy pracownik pobierze element, a system czujników zarejestruje ruch, światelko powinno zgasnąć. Wadą tego systemu jest to, że w przypadku konieczności pobrania dwóch tych samych elementów pracownik musi wykonać pobranie dwukrotnie po jednej sztuce, tak aby zamontowany czujnik wykrył dwukrotnie jego ruch (Antosz i in., 2018).



Rys. 3.7. Tablica informacyjna

Na stanowisku pracy znajdują się także niezbędne narzędzia do wykonania pracy standardowej. Przykładem jest zastosowanie szuflady na narzędzia, w której będzie widoczne, jakie narzędzia powinny się w niej znajdować, a także czy nie brakuje któregoś z nich (rys. 3.8).



Rys. 3.8. Szuflada na narzędzia

Jednym z najważniejszych obszarów zarządzania w przedsiębiorstwie jest zarządzanie BHP. Jest to kolejny obszar, w którym ma zastosowanie wizualizacja. Stosując oznaczenia BHP, należy pamiętać o ich odpowiednim rozmieszczeniu. Należy stosować oznaczenia zrozumiałe dla pracowników. Jednym z najprostszyc zastosowań takich znaków jest oznaczenie obowiązku używania okularów ochronnych. Każdy z tematów budzących wątpliwości co do przestrzegania wprowadzonych zasad BHP powinien zostać przedstawiony w instrukcji wizualnej w odpowiednim miejscu, tak aby był dobrze widoczny (Ławniczak i in., 2013).

Przykłady zastosowania zarządzania wizualnego w BHP zaprezentowano na rys. 3.9-3.11.



Rys. 3.9. Zakaz palenia



Rys. 3.10. Wyjście ewakuacyjne



Rys. 3.11. Instrukcja na wypadek wystąpienia pożaru

Przedstawione rysunki (rys. 3.9-3.11) prezentują podstawowe informacje BHP stosowane w każdej firmie. Na co dzień widuje się takie oznaczenia, nie uświadamiając sobie, że jest to forma zarządzania wizualnego.

## Bibliografia

- [1] Antosz K., Pacana A., Stadnicka D., Zielecki W. (2018), Lean Manufacturing. Doskonalenie produkcji. Oficyna Wydawnicza Politechniki Rzeszowskiej, Rzeszów.
- [2] Biela M. (2015), Zarządzanie wizualne – czym jest i jak je stosować? Dostępny na: <https://www.corazlepszyportalbiznesowy.pl/art/zarzadzanie-wizualne-czym-jest-i-jak-je-stosowac> (dostęp: 05.01.2021).
- [3] Knop K. (2016), Zarządzanie wizualne jako istotny element w doskonaleniu firmy produkcyjnej. Zeszyty Naukowe. Organizacja i Zarządzanie, Politechnika Śląska, (87), 237-250.
- [4] Kulińska E., Busławski A. (2019), Zarządzanie procesem produkcji. Difin, Warszawa.
- [5] Ławniczak I., Mazurek P., Iwanowicz A., Mrugalska B. (2013), Innowacyjne rozwiązania i metody udoskonalania systemów bezpieczeństwa w przedsiębiorstwie. Prace Naukowe Akademii im. Jana Długosza w Częstochowie. Technika, Informatyka, Inżynieria Bezpieczeństwa, 1.
- [6] Pedo B., Brandalise F.M.P., Viana D.D., Tzortzopoulos P., Formoso C.T., Whitelock-Wainwright A. (2020), Digital Visual Management Tools in Design Management. [In:] Tommelein I.D., Daniel E. (eds.). Proc. 28th Annual Conference of the International Group for Lean Construction (IGLC28), Berkeley, California, USA, doi.org/10.24928/2020/0071, online at iglc.net.
- [7] Szatkowski K. (2014), Nowoczesne zarządzanie produkcją, Ujęcie procesowe. Wydawnictwo Naukowe PWN.

### 3.4. Zarządzanie reklamacjami (*Amadeusz Mazan*)

Informacje pochodzące od klientów są cenne dla każdego przedsiębiorstwa, nawet jeżeli dotyczą składanych przez klientów reklamacji. Reklamacje są związane z brakiem zapewnienia jakości i niezadowoleniem klienta, który zechciał podzielić się swoim niezadowoleniem z dostawcą. Należy mieć świadomość tego, że nie zawsze niezadowoleni klienci składają reklamacje. Czasem po prostu odchodzą, a firma nie otrzymuje informacji, co było powodem. Zarządzanie reklamacjami w firmie produkcyjnej jest jednym z kluczowych elementów doskonalenia przedsiębiorstwa nie tylko z punktu widzenia klienta zewnętrznego, ale również przedsiębiorstwa. Zgromadzone informacje dotyczące złożonych reklamacji na produkty lub usługi przyczyniają się do doskonalenia procesów.

Zarządzanie reklamacjami polega między innymi na przekazywaniu i gromadzeniu informacji oraz na pozyskiwaniu danych o parametrach procesów i produktów. Kluczowe jest odpowiednie przetwarzanie danych w ten sposób, aby można wewnętrznie reagować na niezgodności z określonymi wymaganiami. Dzięki temu poza eliminacją wadliwych produktów z partii możliwe będzie określenie źródłowej przyczyny powstawania niezgodności. Umożliwi to podniesienie jakości produktów na etapie produkcyjnym.

Proces zarządzania reklamacją rozpoczyna się w momencie, gdy przedsiębiorstwo otrzyma od klienta zgłoszenie o występującej niezgodności. Zgłoszenie powinno zawierać dokładny opis sytuacji. Takie dane zwykle trafiają do działu jakości, który zweryfikuje zasadność zgłoszenia. W przypadku pojawiania się zgłoszenia przedsiębiorstwo przyjmuje je, a następnie podejmuje odpowiednie

kroki. W pierwszej kolejności zgłoszenie powinno zostać zarejestrowane w bazie reklamacji, następnie powinien zostać powiadomiony dyrektor lub kierownik produkcji lub inna osoba decyzyjna w przedsiębiorstwie. Kolejnym działaniem jest przygotowanie tzw. alertu jakościowego, w którym są szczegółowo opisane reklamacja oraz prawdopodobna przyczyna. Alert należy rozpowszechnić do wskazanych osób, np. do pracowników z działu produkcji, utrzymania ruchu oraz specjalistów zajmujących się planowaniem produkcji i przygotowaniem wysyłek. Równoległe powinny zostać podjęte działania doraźne, np. zablokowanie zagrożonej partii, aby zapobiec wysyłce niezgodnych wyrobów. Odpowiedzialny inżynier jakości powinien zorganizować spotkanie jakościowe z zespołem w celu analizy reklamacji (Szczerba i Białecka, 2017).

Bardzo ważne jest przeprowadzenie analizy reklamacji, która ma na celu szczegółowe zidentyfikowanie problemu oraz przyczyny źródłowej wystąpienia niezgodności, jak również przyczyny niewykrycia jej w trakcie produkcji czy późniejszej kontroli. Analiza powinna uwzględniać rozwiązanie reklamacji. Analizowane dane powinny zawierać wszystkie informacje potwierdzające zgodność produktu, np. parametry procesu i produktu, wykaz awarii oraz listę szkoleń przeprowadzonych dla pracowników. Ważne są również zapisy jakościowe związane z przeprowadzoną kontrolą. Sprawdzone powinny zostać również procedury, instrukcje oraz specyfikacje kontroli. Konieczna jest weryfikacja formularzy jakościowych. Umożliwi ona znalezienie przyczyny źródłowej. W celu przeprowadzenia skutecznej analizy niezbędne jest badanie zareklamowanych wyrobów.

W kolejnym etapie zalecane jest wykorzystanie narzędzi jakości, m.in. (Szczerba i Białecka, 2017):

- 5Why? – metody polegającej na pięciokrotnym zadaniu pytania „Dlaczego?”,
- diagramu Ishikawy – narzędzia, które w sposób graficzny przedstawi powiązania pomiędzy przyczynami i skutkami powstania niezgodności,
- 5W+H – metody polegającej na zadaniu pytań: What? (Co?), Where? (Gdzie?), Who? (Kto?), When (Kiedy?), Why? (Dlaczego?) oraz How? (Jak?).

Po wykorzystaniu wskazanych narzędzi np. inżynier jakości planuje działania, wskazując osobę odpowiedzialną za daną akcję. W wyniku tak podjętych działań powinien powstać dokument z planem działań korygujących oraz zapobiegawczych. Powinna również powstać robocza wersja raportu 8D (Olszewska i Szewczyk, 2012), który w ośmiu krokach łączy wymienione wcześniej narzędzia jakościowe.

Celem ostatniej czynności jest zamknięcie reklamacji. W tym kroku konieczne jest sprawdzenie skuteczności wdrożonych działań. Przy użyciu formularzy zapewnienia jakości powinny zostać przeprowadzone audyt wyrobu oraz audyty procesów. Powinien również zostać przygotowany końcowy raport 8D.

Zaleca się, aby przepływ informacji nie był przekazywany jedynie tradycyjnymi metodami, np. ustnie lub na papierze. Może to skutkować niepełnym lub niedokładnym zapisem danych, co może spowodować szum informacyjny. Ko-

niecznym elementem całego procesu reklamacji jest analiza wadliwego wyrobu. Powinno się również prowadzić ewidencję niezgodnych wyrobów. Jedynie kompletna i rzetelna informacja dotycząca reklamacji umożliwi ustalenie dokładnej przyczyny.

W przypadku gdy przedsiębiorstwo posiada złożone procesy lub produkuje zróżnicowane wyroby, w celu sprawnego i niezakłóconego przepływu informacji konieczne jest wprowadzenie następujących usprawnień (Łunarski, 2008):

- zintegrowanie bazy reklamacji z najważniejszymi dokumentami, np. alerty jakościowe, plany kontroli, raport 8D, plan działań,
- wprowadzenie ewidencji reklamowanych wadliwych wyrobów,
- monitorowanie poniesionych kosztów związanych z kosztami reklamacji (wysyłka, naprawa itp.),
- kontrola kosztów obsługi reklamacji,
- automatyzacja metody powiadamiania osób odpowiedzialnych,
- automatyzacja przepływu danych z wykorzystaniem technologii informatycznej.

Bardzo korzystnym sposobem na zminimalizowanie reklamacji oraz usprawnienie całego procesu może być wdrożenie metody Six Sigma. Rozwój firmy zorientowanej na klienta jest jedną z najważniejszych strategii utrzymania wysokiego standardu. Według Kansala i Singhala (2017) Six Sigma doskonale wspomaga rozwiązywanie problemów. Metodę tę można zastosować w dowolnej dziedzinie biznesowej. Six Sigma oznacza zdyscyplinowane podejście oparte na danych i analizie. Początkowo zastosowanie Six Sigma było preferowane głównie dla techniki zarządzania jakością przede wszystkim w działach produkcyjnych. W jednym z przedsiębiorstw z branży tworzyw sztucznych skupiono się na zminimalizowaniu liczby niezadowolonych klientów przez zastosowanie narzędzia Six Sigma. Projekt został zrealizowany w ciągu dziewięciu miesięcy i przyniósł satysfakcjonujące rezultaty, ponieważ liczba reklamacji spadła o 20%. Przykład ten jest dowodem na skuteczność zastosowania tej metody w procesie zarządzania reklamacjami (Sisman i Orel, 2020).

Generalnie reklamacje dzieli się na 3 typy (Lisiecka, 2009):

- reklamacje rzeczowe (niezgodność ilościowa lub jakościowa),
- reklamacje wartościowe (niezgodność cenowa, błędna faktura itp.),
- reklamacje gwarancyjne (niedotrzymanie warunków gwarancyjnych).

Początkowo przedsiębiorstwa próbowały zminimalizować pozytywnie rozpatrzone reklamacje, utrudniając proces reklamacyjny lub wmawiając klientowi jego winę. Generowało to natomiast znacznie więcej nieprzyjemnych dla przedsiębiorstwa skutków. Klienci przechodzili do konkurencyjnych firm, informowali o swoim niezadowoleniu otoczenie, co skutkowało pogarszającą się opinią przedsiębiorstwa. Klienci często finalnie rezygnowali ze składania reklamacji. Unieвозмоżliwiało to przedsiębiorstwu doskonalenie produktów i likwidowanie przyczyn niezgodności. Obecnie wysoki poziom obsługi klienta, jakość oraz sprawny system reklamacyjny szczególnie wpływają na rangę firmy. Reklamacje zawierają bardzo ważne informacje umożliwiające rozwój przedsiębiorstwa. Mogą być

traktowane jako narzędzie wspomagające rozwój biznesu. Uświadamiają, jakie obszary wymagają poprawy, dlatego tak istotne jest skuteczne i efektywne zarządzanie reklamacjami.

## Bibliografia

- [1] Kansal J., Singhal S. (2017), Application and validation of DMAIC six sigma tool for enhancing customer satisfaction in a government R&D organization. *International Journal for Quality Research*, 11(4).
- [2] Lisiecka K. (2009), Systemy zarządzania jakością produktów. Metody i analizy oceny. Wydawnictwo Akademii Ekonomicznej w Katowicach, Katowice.
- [3] Łunarski J. (2008), Zarządzanie jakością. Standardy i zasady. Wydawnictwo Naukowo-Techniczne, Warszawa.
- [4] Olszewska B., Szewczyk P. (2012), Skuteczne i efektywne zarządzanie reklamacjami na przykładzie wybranego przedsiębiorstwa. *Zeszyty Naukowe. Organizacja i Zarządzanie, Politechnika Śląska*, (63a), 275-289.
- [5] Sisman G., Orel F.D. (2020), Application of Six Sigma Methodology to Improve Customer Complaint Management. *The Eurasia Proceedings of Educational and Social Sciences*, 19, 1-10.
- [6] Szczerba B., Białecka B. (2017), Ocena i doskonalenie przepływu informacji w zarządzaniu reklamacjami na przykładzie przedsiębiorstwa produkcyjnego. *Systemy wspomagania w inżynierii produkcji. Sposoby i środki doskonalenia produktów i usług na wybranych przykładach*, 6, 8, 90-100. Wydawnictwo Panova, Warszawa.

### 3.5. Harmonogramowanie produkcji (Karol Nuckowski)

Współczesne przedsiębiorstwa produkcyjne, chcąc być konkurencyjnymi, muszą być elastyczne w swoich działaniach oraz zorientowane na klienta. Tylko odpowiednie przygotowanie i realizowanie produkcji pozwoli zdobyć znaczącą pozycję na rynku. Pomocnym narzędziem w osiągnięciu tego celu jest odpowiednie harmonogramowanie produkcji (Sobaszek, 2011).

Przez pojęcie „harmonogramowania produkcji” (szeregowania zadań produkcyjnych), można rozumieć określenie wielkości partii produkcyjnych i przygotowanie precyzyjnego harmonogramu ze wszystkimi pojawiającymi się ograniczeniami (np. opóźnieniami). Należy ustalić dokładnie terminy realizacji wszystkich operacji na każdej maszynie. Przy tworzeniu harmonogramu produkcji należy dążyć do zrealizowania zamierzonego celu (np. dotrzymania terminów wymaganych przez klientów, wykorzystania w pełni możliwości produkcyjnych zakładu – zdolności produkcyjnej) (Pawlak, 1999). Następnym krokiem jest przekazanie harmonogramu do realizacji (Włoczewski, 1988).

Współczesny rynek stanowi dla przedsiębiorców spore wyzwanie. Czasy realizacji poszczególnych zleceń ciągle ulegają skracaniu. Ceny towarów obniżają się, tak samo jak spadkowi ulega cykl życia produktów. Bardzo szybko produkty nasycają rynek i dochodzą do fazy schyłku. Przyczyną takiego stanu są: wysoka konkurencja, wzrost znaczenia działań marketingowych, a także zjawisko globalizacji rynku. W dzisiejszej rzeczywistości produkcja nie jest już tylko wytwarzaniem produktów w dużych seriach, lecz polega przede wszystkim na dostosowaniu



się (zaadaptowaniu) do obecnych wymagań rynkowych, a dokładniej do ściśle określonych oczekiwań klientów. Dla przedsiębiorstw oznacza to konieczność produkowania bardzo zróżnicowanych wyrobów, aby zaspokoić wymagania klienta. Jest to więc jedna z głównych przyczyn konieczności wprowadzenia odpowiedniego uszeregowania zadań produkcyjnych z zastosowaniem dostępnych i opracowanych metod w sposób tak efektywny, żeby rozwiązać wszelkie problemy powiązane z harmonogramowaniem produkcji (Makuchowski i Tyński, 2009).

MPS (ang. *Master Production Schedule*) jest zbiorem danych planistycznych odpowiedzialnym za obsługę planowania zapotrzebowania materiałowego MRP. Pozwala na wskazanie tego, co zamierza wykonać przedsiębiorstwo. Informacje te są wyrażone za pomocą specyficznym skonfigurowanych: danych, ilościach i datach (Słownik ERP, 2019).

Główny harmonogram produkcji pozwala ustalić terminy oraz wielkość partii produkcyjnych konkretnych wyrobów w określonym horyzoncie czasowym. Realizacja harmonogramu ma decydujące znaczenie odnośnie do wydajności (efektywności) przedsiębiorstwa produkcyjnego. Harmonogram produkcji jest ogniwem w łańcuchu działań przedsiębiorstwa. Za jego pomocą można odpowiednio sterować produkcją i organizacją dostaw zaopatrzenia materiałowego. Głównym założeniem harmonogramu produkcji jest zrealizowanie takich celów, jak zagwarantowanie pełnego wykorzystania zasobów produkcyjnych, w tym m.in.: zasobów ludzkich, przestrzeni hali produkcyjnej, maszyn oraz urządzeń, a także utrzymanie wysokiego poziomu obsługi klientów, ustabilizowanie przepływu produkcji w taki sposób, aby dostępne zasoby produkcyjne były równomiernie wykorzystywane, redukcja zapasów oraz wielkości dostaw przy możliwym wyprodukowaniu jak największej liczby wyrobów gotowych, cięcie kosztów całkowitych produkcji, maksymalizowanie zysku przy jak najniższym nakładzie kapitału (Śliwczyński i in., 2013).

Można wyróżnić następujące warianty tworzenia głównego harmonogramu produkcji (Grzybowska, 2010):

1. Produkcja na podstawie indywidualnych zamówień – jest to najprostszy i najbardziej wiarygodny wariant opracowywania harmonogramu produkcji. Do tego wariantu potrzebne są informacje na temat cyklu produkcji wyrobu gotowego, a także wielkości i terminów realizacji zamówienia. Wyrób jest przekazywany bezpośrednio klientowi w potwierdzonym przez pracowników działu sprzedaży umówionym terminie.
2. Produkcja do magazynu – harmonogram opracowuje się jedynie na podstawie prognoz sprzedaży. Wersja ta jest stosowana przez przedsiębiorstwa wytwarzające wyroby powtarzalne w różnorodnych partiach produkcyjnych. Wyroby te sprzedaje się pośrednikom w sieci dystrybucyjnej.
3. Wariant mieszany – harmonogram produkcji opracowuje się zarówno na podstawie prognoz sprzedaży, jak i zamówień od klientów. Wariant ten nie jest dogodny przede wszystkim ze względu na skomplikowaną procedurę obliczeniową.



Główny harmonogram produkcji jest szczegółowym planem produkcji określonego produktu w rozbiciu na ściśle ustalone interwały czasowe (zazwyczaj są to dni, tygodnie lub miesiące). Stanowi zbiór planistycznych danych, dzięki którym możliwe jest sterowanie systemem planowania materiałowego zapotrzebowania MRP (ang. *Material Requirements Planning*). Plan produkcji jest weryfikowany za pomocą zgrubnego planowania zdolności produkcyjnych RCCP (ang. *Rough-Cut Capacity Planning*) (Kraszewska, 2008).

Główny harmonogram produkcji powstaje na podstawie prognoz popytu na dany asortyment, przeprowadzanych na początkowym etapie planowania. Prognozy te są rozszerzane o odnotowane zamówienia (Zięba i Ziółkowski, 2012).

Często można się spotkać ze zjawiskiem, które jest zauważalne przez specjalistów od planowania oraz harmonogramowania produkcji – chodzi o zamienne zastosowanie określeń harmonogramowanie oraz planowanie zleceń produkcyjnych. Używanie tych określeń jako równorzędnych jest niewłaściwe. Podstawową różnicą, dzięki której można rozróżnić te pojęcia, jest liczba szczegółów, jakie są na wejściu podczas przygotowywania harmonogramu produkcji. Harmonogramy są znacznie bardziej szczegółowe i zawiera się w nich informacje odpowiadające na następujące pytania (Pisanecki, 2020):

- Jaki wyrób jest produkowany?
- Jaka liczba sztuk jest do wykonania?
- Jaki jest dokładny czas rozpoczęcia oraz zakończenia zlecenia produkcyjnego (rok, miesiąc, dzień, godzina)?
- Jaki jest czas przygotowawczo-zakończeniowy (tj. *tpz*) dla maszyny (czas potrzebny na przygotowanie maszyny do produkcji)?
- Ile czasu potrzeba, żeby wykonać jedną sztukę wyrobu na danej maszynie?
- Jakie i w jakiej ilości surowce/materiały/półprodukty będą niezbędne do wykonania określonej liczby wyrobów?
- Jakie zasoby ludzkie są potrzebne do wykonania poszczególnych zadań i operacji produkcyjnych?
- Jakie narzędzia i umiejętności będą potrzebne?

W przypadku tworzenia harmonogramu niezbędne są również informacje odnośnie do występujących ograniczeń procesów produkcji. Dane te są często przedstawione w oddzielnym pliku (np. Excel) lub są jedynie dodatkową wiedzą specjalistyczną planistów. Przykładowo, jeśli do przebrojenia określonej maszyny będzie potrzebny jeden dodatkowy pracownik, to niezbędne jest przydzielenie pracowników obsługujących maszynę odpowiednio do ich kompetencji, konieczne są też informacje dotyczące formy potrzebnej na wykonanie wyrobu itp. (Pisanecki, 2020).

Problem harmonogramowania w elastycznym systemie produkcyjnym – FMS (ang. *Flexible Manufacturing System*) można rozwiązywać za pomocą hierarchicznej struktury decyzyjnej, która bierze pod uwagę następujące zadania:

- obciążenie maszyn – rozdzielenie operacji, które zostały objęte zleceniem produkcyjnym oraz narzędzi, które są niezbędne do wykonania tych zleceń,

pomiędzy odpowiednie maszyny z uwzględnieniem ograniczeń związanych z pojemnością magazynów narzędziowych,

- szeregowanie części – wyznaczenie kolejności, a także momentów wprowadzania części do systemu,
- szeregowanie operacji – wyszczególnienie harmonogramu obróbki każdej części, która została wprowadzona do systemu, a dla każdej maszyny – sekwencji wykonywania przydzielonych operacji (Sawik, 1999).

W celu harmonogramowania procesów produkcji powtarzalnej można zastosować metodę do nadążnego sterowania produkcją (NSP), która zawiera w sobie zastosowanie algorytmu nadążnego harmonogramowania produkcji (NHP). Drugim sposobem może być wykorzystanie znanej metody Kanban, która jest częścią operacyjną wywodzącej się z Japonii metody *Just in Time* (JiT) – dokładnie na czas. Zaletą stosowania Kanban, a także metody nadążnego sterowania produkcją jest dążenie do utrzymywania stosunkowo niskich zapasów dla produkcji w toku (Krystek i Zaborowski, 2004).

Wraz z rozwojem inteligentnej produkcji, planowanie produkcji oraz konserwacja zapobiegawcza znajdują szerokie zastosowanie w przemyśle. Ma to zwiększyć wydajność produkcji oraz niezawodność parku maszynowego. Dzięki przedstawieniu dokładnych modeli konserwacji maszyn możliwe jest obliczenie przedziałów niezawodności obejmujących różne czynności konserwacyjne mające na celu zredukowanie wad modelu i utrzymanie określonego (wymaganego) progu niezawodności. Taki elastyczny model można połączyć z narzędziem do harmonogramowania, dzięki czemu możliwe będzie osiągnięcie optymalizacji wielu celów. Model jest ustalany harmonogramem produkcji połączonym z działaniami dokładnej konserwacji maszyn. Skuteczne plany harmonogramowania znacznie poprawiają wydajność systemów produkcyjnych, dlatego wielu inżynierów przemysłowych skupia się na tworzeniu skutecznych i rozsądnych schematów harmonogramowania dla różnych wymagań klientów. Rozszerzeniem problemu harmonogramowania było zwrócenie uwagi praktyków oraz badaczy na problem z elastycznym harmonogramowaniem. Ze względu na reprezentatywność i złożoność FJSP (ang. *Flexible Job-Shop Scheduling Problem*) – problem elastycznego harmonogramowania w miejscu pracy – wielu badaczy skoncentrowało swoje uwagi na udoskonalaniu technik optymalizacji. W pracy (Chen i in., 2020) zaprezentowano dużą liczbę algorytmów heurystycznych do rozwiązywania FJSP (algorytmy DCRO i DABC).

W przypadku problemów z harmonogramem produkcji przeprowadzane są badania dotyczące przewagi produkcyjnej, ukierunkowane głównie na deterministyczne środowisko z nieskończonymi zasobami, które można planować. System decyzyjny powiązany z systemem planowania produkcji i zasobów może łatwiej reagować na sytuacje awaryjne i niepewne wydarzenia. Czynnikiem wpływającym na procesy harmonogramowania produkcji mogą być również dynamiczne czasy przybycia zadań produkcyjnych, zmiany w dostępności zasobów produkcyjnych. Podczas planowania należy wziąć pod uwagę przestoje sprzętu produkcyjnego (Ma i in., 2020).

Analizowany temat harmonogramowania produkcji jest bardzo szeroki, o czym świadczą liczne publikacje naukowe z tego zakresu (Lohmer i Lasch, 2020). Niniejszy rozdział nie wyczerpuje tematu, dlatego zaleca się sięgnąć do literatury powiązanej, w celu identyfikacji innych metod i narzędzi wspomagających procesy harmonogramowania produkcji.

## Bibliografia

- [1] Chen X., An Y., Zhang Z., Li Y. (2020), An approximate nondominated sorting genetic algorithm to integrate optimization of production scheduling and accurate maintenance based on reliability intervals. *Journal of Manufacturing Systems*, 54, 227-241.
- [2] Grzybowska K. (2010), *Gospodarka zapasami i magazynem. Część 1: Zapasy*. Difin, Warszawa.
- [3] Kraszevska M. (2008), Wielopoziomowy system planowania produkcji na przykładzie wybranego przedsiębiorstwa. *Automatyka*, t. 12, z. 2.
- [4] Krystek J., Zaborowski M. (2004), *Harmonogramowanie nadążne z zadaną kolejnością wariantów produkcyjnych*. WNT, 2004.
- [5] Lohmer J., Lasch R. (2020), Production planning and scheduling in multi-factory production networks: a systematic literature review. *International Journal of Production Research*, 1-27.
- [6] Ma J., Zhou H., Liu C., Mingcheng E., Jiang Z., Wang Q. (2020), Study on Edge-Cloud Collaborative Production Scheduling Based on Enterprises With Multi-Factory. *IEEE Access*, 8, 30069-30080.
- [7] Makuchowski M., Tyński A. (2009), Automatyczna mutacja w algorytmach ewolucyjnych. *Automatyka*, t. 13, z. 2, s. 443-452.
- [8] Pawlak M. (1999), *Algorytmy ewolucyjne jako narzędzie harmonogramowania produkcji*. Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa.
- [9] Pisanecki R. (2020), Planowanie a harmonogramowanie produkcji – na czym polega różnica? Dostępny na: <https://www.dsr.com.pl/planowanie-a-harmonogramowanie-produkcji-na-czym-polega-roznica/> (dostęp: 28.01.2021).
- [10] Sawik T. (1999), *Production Planning and Scheduling in Flexible Assembly Systems*. Springer-Verlag, Berlin-Heidelberg, DOI 10.1007/978-3-642-58614-9.
- [11] Słownik ERP (2019), MPS – Harmonogram główny produkcji. Dostępne na: <https://www.raport-erp.pl/slownik-erp/349-mps-%E2%80%93-harmonogram-g%C5%82%C3%B3wny-produkcji.html> (dostęp: 2.10.2019).
- [12] Sobaszek Ł. (2016), *Metody harmonogramowania produkcji*. Politechnika Lubelska, Wydział Mechaniczny, Lublin. Dostępne na: [https://www.researchgate.net/publication/308614094\\_Metody\\_harmonogramowania\\_produkcji\\_Production\\_Scheduling\\_Methods](https://www.researchgate.net/publication/308614094_Metody_harmonogramowania_produkcji_Production_Scheduling_Methods) (dostęp: 26.09.2016).
- [13] Śliwczyński B., Koliński A., Andrzejczyk P. (2013), *Organizacja i monitorowanie procesów produkcyjnych*. Instytut Logistyki i Magazynowania, Poznań.
- [14] Włoczewski J. (1988), *Planowanie produkcji w przedsiębiorstwie przemysłowym*. Instytut Wydawniczy Związków Zawodowych, Warszawa.
- [15] Zięba M., Ziółkowski J. (2012), System planowania potrzeb materiałowych (MRP) w przedsiębiorstwie produkcyjnym. *Biuletyn WAT*, vol. LXI, nr 3.



### 3.6. Systemy informatyczne klasy ERP wspierające zarządzanie przedsiębiorstwem (Katarzyna Gortych)

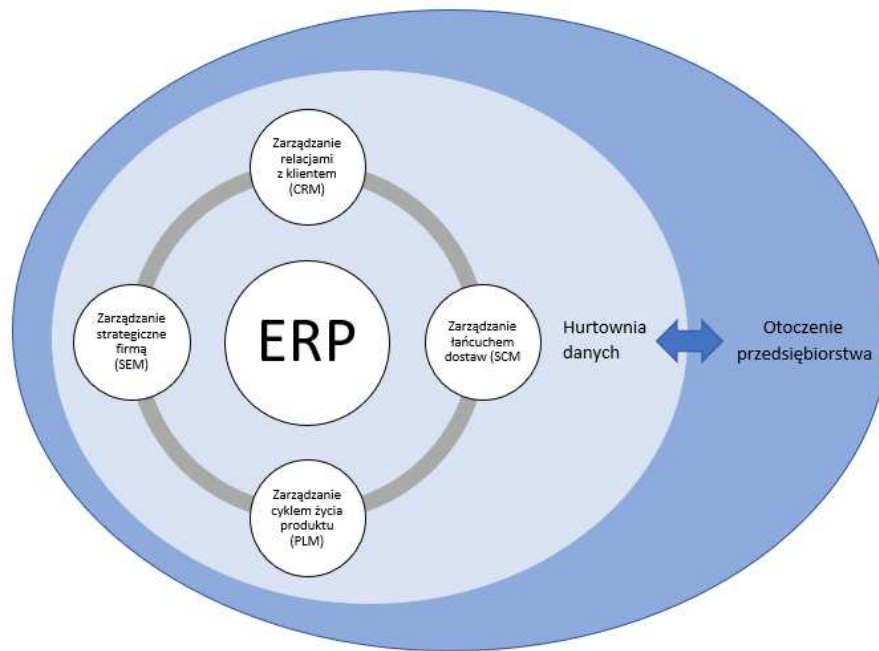
Analiza literatury dotyczącej wykorzystania systemów informatycznych w przedsiębiorstwach wskazuje, że mają one znaczący wpływ na potencjał rozwojowy organizacji (Januszewski, 2012). Rosnąca konkurencja, stale zmieniające się regulacje prawne, rozwój rynków czy wzrastające oczekiwania klientów zmuszają firmy do redukcji kosztów w całym łańcuchu dostaw. Oprócz kosztów, za czynnik determinujący można uznać czas realizacji zamówień, zwiększenie asortymentu produktowego, obniżenie stanów magazynowych, gwarancję terminów dostaw lub realizacji usług, poprawę jakości obsługi klienta, a co za tym idzie – efektywniejsze zarządzanie całą organizacją. Systemy wspierające zarządzanie firmą, znane również pod nazwą systemów planowania zasobów przedsiębiorstwa (ang. *Enterprise Resources Planning* – ERP) pozwalają na symulację różnorodnych działań oraz ich analizę, co w rezultacie poprawia planowanie i zarządzanie procesami w przedsiębiorstwie.

Od momentu pojawienia się w połowie ubiegłego stulecia, systemy ERP przeszły swoistą ewolucję. Zmieniały się wraz z transformacją modelu biznesowego przedsiębiorstw, jak też samej technologii. Na początku organizacje posługiwały się wieloma samodzielnymi i niezależnymi systemami, odpowiedzialnymi za poszczególne obszary przedsiębiorstwa. Systemy te były tworzone na różne potrzeby organizacji, przez co funkcjonowały, opierając się na różnych standardach, zbiorach i formatach danych. Utrudniało to wymianę danych pomiędzy systemami, ponadto musiały być one wprowadzane za każdym razem na nowo, co prowadziło do powstawania błędów i niespójności. Rozwiązaniem tego problemu okazała się integracja systemów oraz powstanie pierwszych systemów zintegrowanych.

W literaturze przedmiotu system informatyczny klasy ERP jest definiowany jako *informatyczne środowisko aplikacyjne integrujące różne obszary funkcjonowania przedsiębiorstw na poziomie operacyjnym* (Flasiński, 2007). Warto zaznaczyć, że do takiego systemu dane wprowadza się tylko raz i są one dostępne dla wszystkich użytkowników, którym przyznano prawa dostępu. Zintegrowany system informatyczny w przeciwieństwie do systemów niezintegrowanych charakteryzuje się (Latała, 2018):

- kompleksowością,
- możliwością dostępu do danych w czasie rzeczywistym,
- elastycznością strukturalną i funkcjonalną,
- otwartością na dalsze usprawnienia,
- zaawansowaniem technologicznym i merytorycznym,
- zgodnością z obowiązującymi przepisami prawa.

Dzięki integracji danych i procesów możliwa jest nie tylko wymiana informacji pomiędzy wewnątrzorganizacyjnymi obiektami, ale też z otoczeniem przedsiębiorstwa (rys. 3.12).



Rys. 3.12. Relacje systemu ERP

Źródło: Opracowanie własne.

Systemy ERP są uważane za najwyższą formę systemów zintegrowanych, a odpowiednie „karmienie” systemu danymi pozwala na planowanie i analizę procesów.

Łączą one w sobie i obsługują prawie wszystkie funkcje i procesy biznesowe przedsiębiorstw, wśród których warto wymienić (rys. 3.13) (Lech, 2003):

- zarządzanie produkcją – zarządzanie procesami związanymi z technicznym przygotowaniem produkcji, definiowanie planów produkcyjnych, procesów technologicznych, kontrolę i ewidencję rzeczywistego przebiegu produkcji, kontrolowanie kosztów wytwarzania,
- szybką realizację zamówień i zleceń – umiejętną reakcją na pojawiające się braki oraz redukcję liczby braków, eliminację wąskich gardeł w zaopatrzeniu, ograniczenie kosztów magazynowania, podniesienie poziomu obsługi klienta, zarządzanie planami i harmonogramami produkcji, dokładniejsze prognozowanie, sprawne rozliczanie kosztów produkcji, całość dokumentacji magazynowej,
- sprawne procesy biznesowe – aktualną, wiarygodną bazę danych, prosty dostęp do informacji, ograniczenie błędnych decyzji, lepsze wykorzystanie zasobów, jeden system jako źródło wszystkich informacji, budżetowanie,
- wysoki poziom zarządzania zasobami ludzkimi – bezpieczeństwo danych osobowych pracowników, sprawną obsługę kadrowo-płacową, lepsze planowanie i ewidencję czasu pracy,

- zmniejszenie kosztów utrzymania – redukcję zapasów, wyższą punktualność dostaw, skrócony czas kompletacji towarów, lepsze wykorzystanie powierzchni magazynu, niższe koszty dystrybucji, stworzenie i utrzymanie optymalnego poziomu zapasów, rzadsze i dokładniejsze inwentaryzacje,
- księgowość pod kontrolą – szybkie procesy analityczne i szeroki zakres raportów, automatyzację procesów księgowych, szczegółową analizę należności i zobowiązań, sprawny proces konsolidacji danych, ewidencję środków trwałych,
- zarządzanie wynikami działu sprzedaży i sprawne porównywanie z prognozami – śledzenie zamówień od momentu przyjęcia, natychmiastowe i zautomatyzowane powiadomienia dotyczące zmian w zamówieniach, fakturowanie, precyzyjniejszą wycenę kosztów umożliwiającą poprawne obliczanie marży, zarządzanie bazą klientów, zwrotami,
- bezpieczeństwo systemu – niezawodność i stabilność systemu oraz bezpieczeństwo i integralność danych.



Rys. 3.13. Składowe systemu ERP

Źródło: Opracowanie własne.

Systemy informatyczne klasy ERP bywają kosztownymi inwestycjami (Parys, 2018). Dobranie odpowiedniego rozwiązania, zaspokajającego specyficzne potrzeby firmy, a jednocześnie dającego się łatwo modyfikować, może być trudnym zadaniem. Aby wybrać najlepszy system dopasowany do potrzeb konkretnej organizacji, należy na początek ocenić potrzeby własnej firmy. Trzeba określić, jakie problemy system ERP ma rozwiązać i przeanalizować szeroką gamę dostępnego na rynku oprogramowania. Następnie należy stwierdzić, które będzie najlepsze i znaleźć doświadczonych specjalistów, którzy pomogą w jego wdrożeniu.

Analizując oferty firm wdrażających oprogramowanie ERP, można dostrzec pewne powtarzające się schematy wdrożenia. Zazwyczaj jest to 7 kroków:

1. Zdefiniowanie oczekiwań dotyczących oprogramowania oraz stworzenie charakterystyki swojej firmy.
2. Opracowanie problematyki związanej z codzienną działalnością oraz realizowanymi procesami biznesowymi.
3. Powołanie zespołu projektowego, który będzie zaangażowany w przebieg procesu oraz wyłonienie osoby zarządzającej wdrożeniem.
4. Poszukiwanie dostawcy i oprogramowania ERP oferującego akceptowalne koszty oraz stworzenie listy potencjalnych rozwiązań.
5. Zapoznanie z metodyką wdrożeniową, zasadami, narzędziami oraz praktykami pozwalającymi efektywnie przeprowadzić proces wdrożenia.
6. Poznanie partnera, jego doświadczenia i referencji.
7. Podjęcie ostatecznej decyzji oraz pierwszych kroków we wdrożeniu.

Sam proces wdrożenia opiera się natomiast na 6 fazach: diagnostyka, analiza, projektowanie, budowa i testy, uruchomienie oraz działanie (Bartoszewicz, 2007). Ważną częścią wszystkich faz jest niewątpliwie optymalizacja. Oznacza ona poszukiwanie najlepszego rozwiązania (względem ustalonego wcześniej kryterium) ze zbioru rozwiązań dopuszczalnych.

Systemy informatyczne są obecne niemal w każdej firmie, niezależnie od jej wielkości czy profilu działalności. Jest to wynikiem nasilającej się konkurencji, rosnących wymagań klientów, poszerzania świadczonych usług czy produkowanego asortymentu, a nawet stale zmieniających się regulacji prawnych (Salomon, 2014). Podsumowując, można stwierdzić, że współczesne przedsiębiorstwo nie jest w stanie skutecznie konkurować bez sprawnego i funkcjonalnego systemu wspierającego procesy biznesowe, który koncentruje się na relacjach między współpracującymi przedsiębiorstwami, a przede wszystkim na odzwierciedlaniu zachowania się rynku (Gunia, 2019). Jest on niezbędny do koordynacji działań w całej organizacji, śledzenia zachodzących zmian i zjawisk, pozwalających na natychmiastową reakcję. W obecnym czasie informacja stała się najcenniejszym dobrem niematerialnym, stąd zautomatyzowanie przepływu, przetwarzanie danych i informacji jest kluczowe w podnoszeniu konkurencyjności przedsiębiorstwa i zapewnieniu mu przewagi na rynku.

## Bibliografia

- [1] Bartoszewicz G. (2007), Projektowanie wdrożenia modułów logistycznych zintegrowanych systemów klasy ERP. Wydawnictwo Akademii Ekonomicznej w Poznaniu, Poznań.
- [2] Flasiński M. (2007), Zarządzanie projektami informatycznymi. Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa.
- [3] Gunia G. (2019), Zintegrowane systemy informatyczne przedsiębiorstw w kontekście Przemysłu 4.0. Zarządzanie Przedsiębiorstwem, 22(2).
- [4] Januszewski A. (2012), Funkcjonalność informatycznych systemów zarządzania, t. 1. Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa.
- [5] Latała D. (2018), Charakterystyka systemu klasy ERP. Autobusy – Technika, Eksploatacja, Systemy Transportowe, 220(6), 1221-1224.
- [6] Lech P. (2003), Zintegrowane systemy zarządzania ERP/ERP II. Wykorzystanie w biznesie, wdrażanie. Difin, Warszawa.
- [7] Parys T. (2018), System ERP III przykładem zintegrowanego systemu informatycznego ery mobilnej komunikacji. Innowacje w zarządzaniu i inżynierii produkcji, t. 2, 664-672.
- [8] Salomon A. (2014), Informatyczne systemy zarządzania w przedsiębiorstwach sektora TSL. Logistyka, 6, 1116-1128.



## Rozdział 4.

# Metody analizy problemów i poszukiwanie możliwości doskonalenia

### 4.1. Tradycyjne narzędzia zarządzania jakością

(*Marcin Kobylarz*)

Wśród tradycyjnych narzędzi zarządzania jakością można wyróżnić (Stadnicka 2019; Hamrol 2021):

- schemat blokowy,
- arkusze kontrolne,
- histogram,
- diagram Pareto-Lorenza,
- diagram Ishikawy.

**Schemat blokowy** jest jednym z tradycyjnych narzędzi zarządzania jakością, stanowi graficzny sposób przedstawiania działań w procesie. Znany jest również pod nazwą algorytmu postępowania. W tym narzędziu zarządzania jakością wykorzystuje się określone symbole, aby jasno i zwięźle zaprezentować proces.

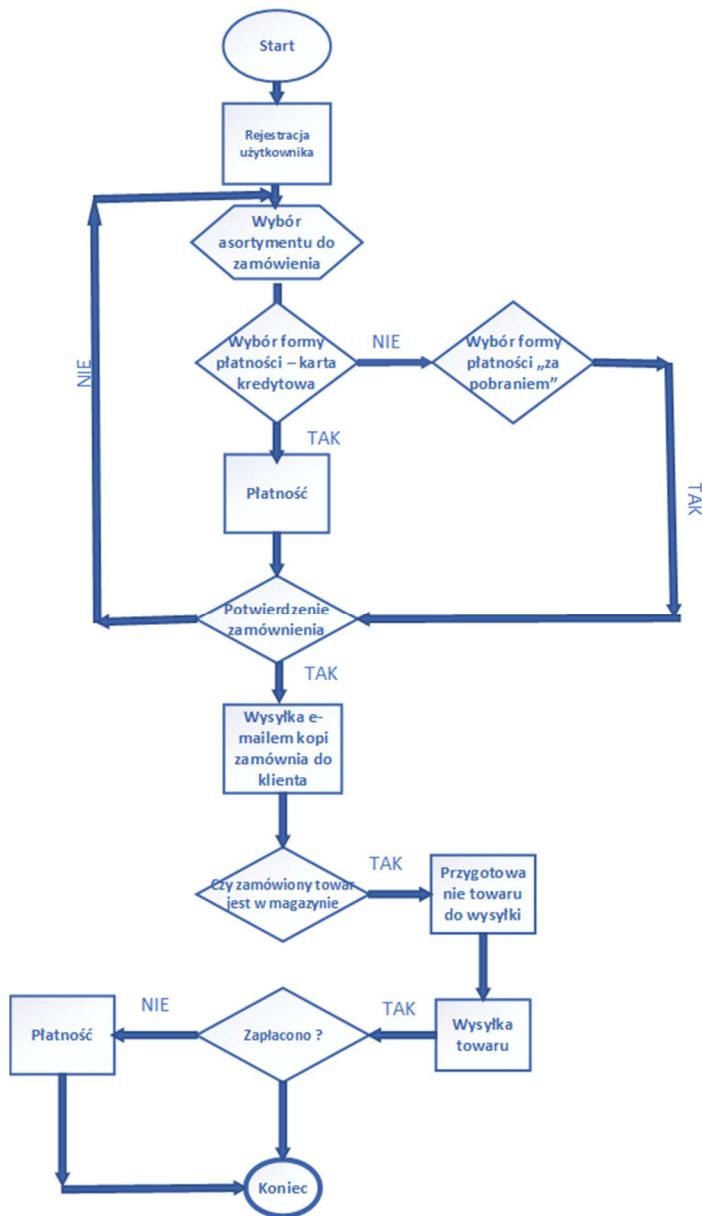
Do podstawowych zalet stosowania schematów blokowych można zaliczyć m.in. (Stadnicka 2019; Hamrol 2021):

- przejrzystość informacji,
- powiązania z innymi procesami,
- wyraźne wskazanie punktów decyzyjnych,
- jasne przypisanie odpowiedzialności za działania,
- wyraźne wskazania dokumentów związanych,
- dużo informacji przy małej ilości tekstu.

Wykorzystanie umownych symboli graficznych w schematach blokowych stosuje się po to, aby w sposób klarowny ukazać zarówno nieskomplikowane, jak i w dużym stopniu złożone procesy biznesowe, technologiczne itp. Bloki START oraz KONIEC stanowią kolejno początek i koniec algorytmu. Schemat wskazuje kolejność następujących po sobie czynności, równoczesność podejmowanych aktywności, zależne od decyzji alternatywne omijanie pewnych czynności, a także kierunek przepływu wszelkich informacji oraz materiałów. Przykładowy schemat blokowy zakupu towaru przez Internet przedstawiono na rys. 4.1.

Schematy mogą być stosowane samodzielnie lub występują jako element większej procedury lub instrukcji, zawierający oprócz krótkich informacji zawartych w schemacie blokowym także uszczegółowienia opisane tekstem. Schematy blokowe są też dobrym sposobem komunikacji z informatykami projektującymi

systemy komputerowe na potrzeby konkretnych przedsiębiorstw. W tym celu można tworzyć schematy nieco bardziej rozbudowane i zawierające więcej szczegółów. Językiem zrozumiałym jednocześnie dla inżynierów produkcji, jak i informatyków może być język BPMN, który jest stosowany do prezentacji procesów biznesowych (Stadnicka 2017; Hamrol 2005).



Rys. 4.1. Schemat blokowy zakupu towaru przez Internet

Źródło: Opracowanie własne na podstawie (Ładoński i Szołtysek, 2008).

BPMN (ang. *Business Process Model and Notation*), czyli notacja i model procesu biznesowego, jest to graficzna notacja służąca do opisywania procesów biznesowych. Powstała w ramach Business Process Management Initiative. Dużą zaletą tej notacji jest jej jednoznaczność, przydatność zarówno do opisów procesów na potrzeby oprogramowania klasy ERP, jak i Workflow, oraz to że wspiera ją ponad 70 narzędzi. Notację tę obsługują m.in. narzędzia iGrafx, ADONIS, Borland i IBM. iGrafx oferuje również możliwość przejścia z modelu BPMN na model BPEL (Biernacki 2014). Rysunek 4.2 prezentuje przykładowy diagram procesu biznesowego oraz jego podstawowe obiekty.

Elementy procesu (węzły przepływu – ang. *Flow Nodes*):

- okręgi – zdarzenia,
- zaokrąglone prostokąty – czynności,
- romby – bramki.

Elementy łączenia obiektów:

- linia ciągła – przepływ procesu,
- linia przerywana – przepływ komunikatów,
- linia kropkowana – powiązania/powiązania danych,
- linia podwójna – opcjonalnie konwersacje.

Miejsca realizacji procesu:

- prostokąty izolowane – baseny/uczestnicy,
- prostokąty wewnętrzne – tory/role biznesowe.

Dane:

- prostokąty ze zgiętym rogiem – dane,
- cylindry – składnice danych.

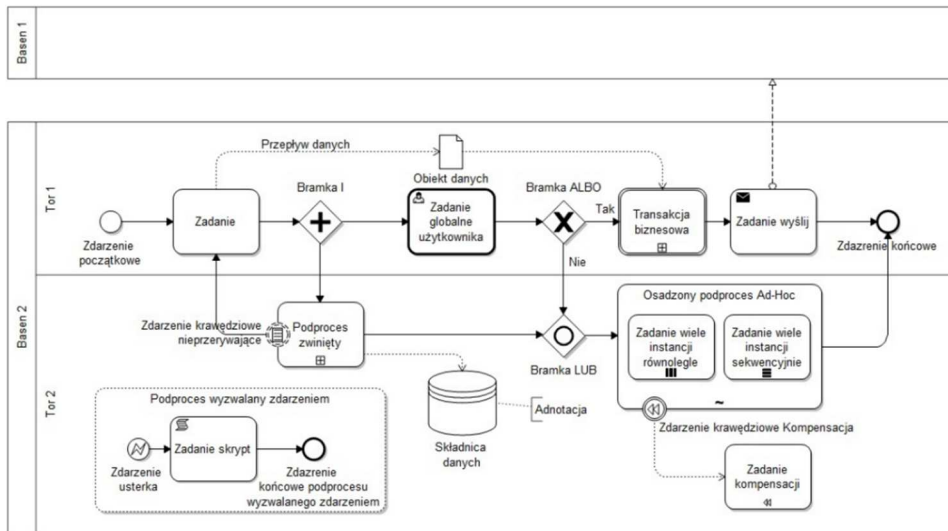
Artefakty:

- adnotacje,
- grupy,
- powiązania,
- komunikaty (formalnie komunikaty są dekoratorami, ale zachowują się jak artefakty).

Diagram BPMN może przedstawiać więcej niż jeden proces, ale każdy proces biznesowy musi się odbywać u innego uczestnika. Na diagramie może być pokazana współpraca pomiędzy procesami u różnych uczestników, jednak proces nie może przepływać pomiędzy uczestnikami. Procesy mogą się komunikować jedynie przez przepływ informacji, a informacje mogą być kierowane do (lub odbierane z) konkretnej czynności w procesie uczestnika lub po prostu do uczestnika. Firma (uczestnik) ma wpływ na proces realizowany u siebie, dlatego proces ten może przechodzić przez różne funkcje w danej firmie. Firma nie ma jednak wpływu na proces realizowany w innej firmie i często nawet go nie zna. Jeżeli zna proces, informacje może przesłać do konkretnej czynności (osoby, która tę czynność realizuje). Gdy nie zna procesu – informacja jest przesyłana do firmy.

Stosując notację BPMN, można przedstawić m.in. proces wewnętrzny (realizowany wewnątrz jednej organizacji) lub proces korporacyjny (przedstawiający współpracę B2B realizowaną między organizacjami).





Rys. 4.2. Przykładowa graficzna notacja diagramu BPMN

Źródło: Opracowanie własne na podstawie (Biernacki 2014).

**Arkusze kontrolne** są kolejnym narzędziem. Służą do gromadzenia danych. Arkuszami kontrolnymi mogą być formularze znajdujące się na stanowiskach pracy, w których pracownicy notują informacje dotyczące zrealizowanych prac, zidentyfikowanych problemów czy wyprodukowanych wyrobów niezgodnych. Mogą to być również bazy danych, w których są gromadzone informacje wprowadzane tam ręcznie przez pracowników bądź zbierane w procesie ciągłego automatycznego monitorowania procesów (Stadnicka 2019; Hamrol 2021).

Arkusze można podzielić na dwa rodzaje (Stadnicka 2019; Hamrol 2021):

- arkusze kontrolne do zbierania danych w pojedynczych punktach kontrolnych,
- arkusze zbiorcze.

Podczas zbierania danych istotne jest, aby gromadzić te, które są naprawdę potrzebne i rzeczywiście mogą być wykorzystane do późniejszych analiz. Gromadzenie danych zabiera bowiem czas pracowników, którzy przede wszystkim mają realizować produkcję. Rysunek 4.3 prezentuje przykładowy arkusz kontrolny. Na rysunku 4.4 przedstawiono arkusz zbiorczy, w którym pracownicy notują informacje dotyczące awarii i przestoju określonej maszyny. Rysunek 4.5 jest przykładem arkusza zbiorczego, w którym pracownicy notują informacje dotyczące zrealizowanych prac, zidentyfikowania problemu, wystąpienia awarii maszyny. Rysunek 4.6 prezentuje przykładowy arkusz kontrolny przygotowany do różnych zastosowań.

Awarie maszyny	Pon	Wt	Śr	Czw	Pt	Sb	
Pęknięta uszczelka	1	0	0	0	1	2	
Wyciek oleju	1	0	0	0	0	0	
Uszkodzone narzędzie	0	0	2	0	0	0	
Pęknięty pasek	0	0	0	0	0	0	
Awaria silnika	0	0	1	0	0	0	
Niewłaściwa obsługa	0	0	0	0	0	0	
<b>Suma</b>	<b>2</b>	<b>0</b>	<b>3</b>	<b>0</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>8</b>

Rys. 4.3. Arkusz kontrolny do zbierania danych o awariach określonej maszyny

Źródło: Opracowanie własne na podstawie (Stadnicka, 2019).

Lp.	Symbol ma- szyny	Nazwa ma- szyny	Czas postoju [h]											
			I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII

Rys. 4.4. Arkusz zbiorczy o awariach i przestojach maszyny

Źródło: Opracowanie własne na podstawie (Stadnicka, 2019).

Powód przestoju/awarii	Liczba obserwacji wystąpienia danego powodu przestoju/awarii

Rys. 4.5. Arkusz zbiorczy przyczyn awarii i przestojów maszyny

Źródło: Opracowanie własne na podstawie (Stadnicka, 2019).

Nazwa wyrobu	Liczba niezgodności			
	niezgodność A	niezgodność B	niezgodność C	niezgodność D
Wyrób 1				
Wyrób 2				
Wyrób 3				
Wyrób ...				

Rys. 4.6. Arkusz zbiorczy wyrobów niezgodnych

Źródło: Opracowanie własne na podstawie (Stadnicka, 2019).

Nie wszystkie dane muszą być gromadzone przez cały czas. Można ustanowić i zrealizować projekt doskonalący i w okresie jego realizacji zbierać określone dane, a po zakończeniu projektu zaprzestać ich zbierania. W czasie zbierania danych ważne jest zapewnienie ich jakości. Jeżeli zebrane dane nie będą wiarygodne, to ani analizy, ani wnioski z nich wyciągnięte nie będą prawidłowe. Co więcej, może to doprowadzić do poniesienia niepotrzebnych kosztów związanych z wprowadzeniem usprawnień, które tak naprawdę nie poprawią procesu czy wyrobu, ponieważ przyczyny problemów nie zostały właściwie zidentyfikowane (Stadnicka, 2019).

Aby się upewnić, że zgromadzone dane są wiarygodne, należy po pierwsze uświadomić pracownikom rejestrującym dane znaczenie zapewnienia ich wiarygodności, a po drugie dokonać oceny systemu pomiarowego użytego do gromadzenia danych. Dane zgromadzone w arkuszach kontrolnych są podstawą do prowadzenia dalszych analiz. Jeżeli w danym przedsiębiorstwie nie stosuje się arkuszy kontrolnych, to w większości przypadków można napotkać na opór przed ich wprowadzeniem. Nieumiejętne przekazanie celu wprowadzania arkusza lub co gorsza przekazanie arkuszy do wypełnienia i niewytłumaczenie, w jakim celu się je wprowadza, przyniesie tragiczne w skutkach rezultaty. Pierwsze spotkanie operatora z arkuszem kontrolnym może być odebrane jako kontrolowanie jego samego, a nie procesu. Przed pojawieniem się pytań ze strony pracowników należy zatem wytłumaczyć potrzebę gromadzenia danych (Stadnicka, 2019).

**Diagram Pareto lub Pareto-Lorenza** jest rodzajem wykresu zawierającego zarówno słupki, jak i wykres liniowy. Słupki pokazują wartości w porządku malejącym, a wykres liniowy przedstawia skumulowane sumy każdej kategorii od lewej do prawej. Diagram został nazwany od nazwiska Vilfreda Pareto. Opiera się na zasadzie 80:20, czyli 80 skutków jest powodowanych przez 20% przyczyn. Zasada odnosi się do różnych sfer działalności organizacji. Przykładowo można powiedzieć, że (Stadnicka, 2019):

- 20% rodzajów wad generuje 80% wyrobów niezgodnych,
- 20% dostawców powoduje 80% reklamacji,
- 20% maszyn generuje 80% awarii,
- 20% pracowników pracuje na 80% zysku firmy,

- 20% pracowników popełnia 80% wszystkich błędów,
- 20% stanowisk pracy generuje 80% kosztów.

Analiza Pareto nadaje się do uporządkowania i przeanalizowania wcześniej zebranych danych. Stosuje się ją, gdy celem jest przeciwdziałanie:

- zjawiskom negatywnym o największej częstotliwości występowania,
- zjawiskom przysparzającym największych kosztów.

Aby przeprowadzić analizę Pereto-Lorenza, należy (Stadnicka, 2019):

- uporządkować dane malejąco,
- obliczyć udziały procentowe poszczególnych typów wad,
- obliczyć skumulowaną liczbę wyrobów niezgodnych,
- obliczyć skumulowany udział wyrobów niezgodnych,
- narysować wykres,
- wyciągnąć wnioski.

Na rysunku 4.7 przedstawiono przykładowe dane do analizy. Rysunek 4.8 prezentuje uporządkowane dane przygotowane do opracowania analizy i wykresu Pareto-Lorenza. Rysunek 4.9 skonstruowano dla liczby wyrobów niezgodnych. Nie ilustruje on zasady 80:20, dlatego lepiej jest przedstawić dane jak na rys. 4.10, gdzie zaprezentowano udziały procentowe poszczególnych typów wad w całości wyrobów niezgodnych. Z wykresu przedstawionego na rys. 4.10 łatwo wyciągnąć wnioski oparte na zasadzie 80:20.

Lp.	Typ wady	Liczba wyrobów niezgodnych
1	Zarysowania	40
2	Zła chropowatość	25
3	Niezgodność wymiarowa	16
4	Pęknięcia	15
5	Błędy	10
6	Poprawki	9
7	Brak współosiowości	8
8	Wgniecenia	6
9	Wyroby niezgodne	5

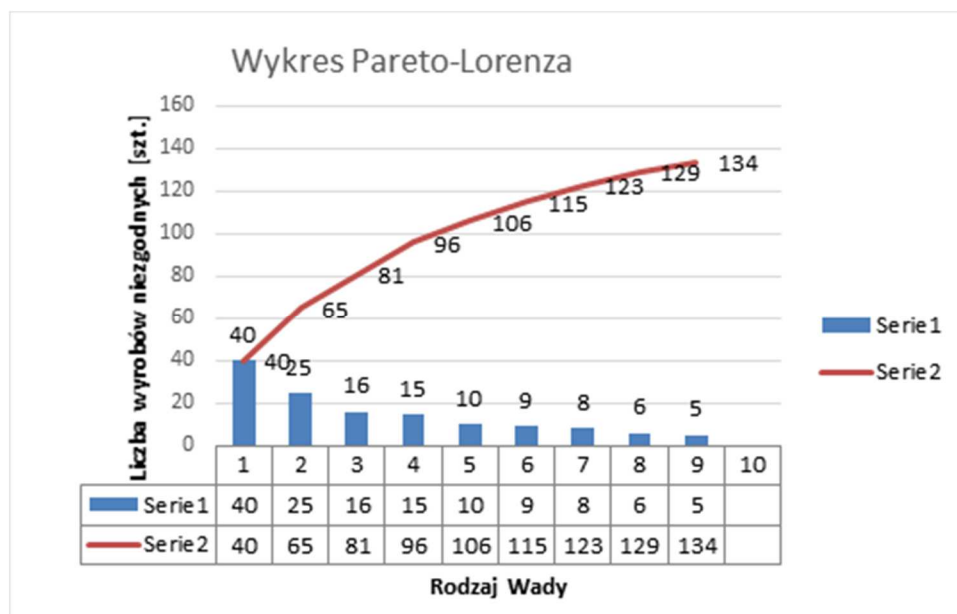
Rys. 4.7. Dane do analizy

Źródło: Opracowanie własne.

Lp.	Typ wady	Liczba wyrobów niezgodnych	Udział wady w ogólnej liczbie wyrobów wadliwych	Skumulowany udział wyrobów niezgodnych	Skumulowana liczba wyrobów niezgodnych
1	Zarysowania	40	29,85%	29,85%	40
2	Zła chropowatość	25	18,66%	48,51%	65
3	Niezgodność wymiarowa	16	11,94%	60,45%	81
4	Pęknięcia	15	11,19%	71,64%	96
5	Błędy	10	7,46%	79,10%	106
6	Poprawki	9	6,72%	85,82%	115
7	Brak współosiowości	8	5,97%	91,79%	123
8	Wgniecenia	6	4,48%	96,27%	129
9	Wyroby niezgodne	5	3,73%	100%	134
RAZEM		134			

Rys. 4.8. Uporządkowane dane do sporządzenia wykresu Pareto-Lorenza

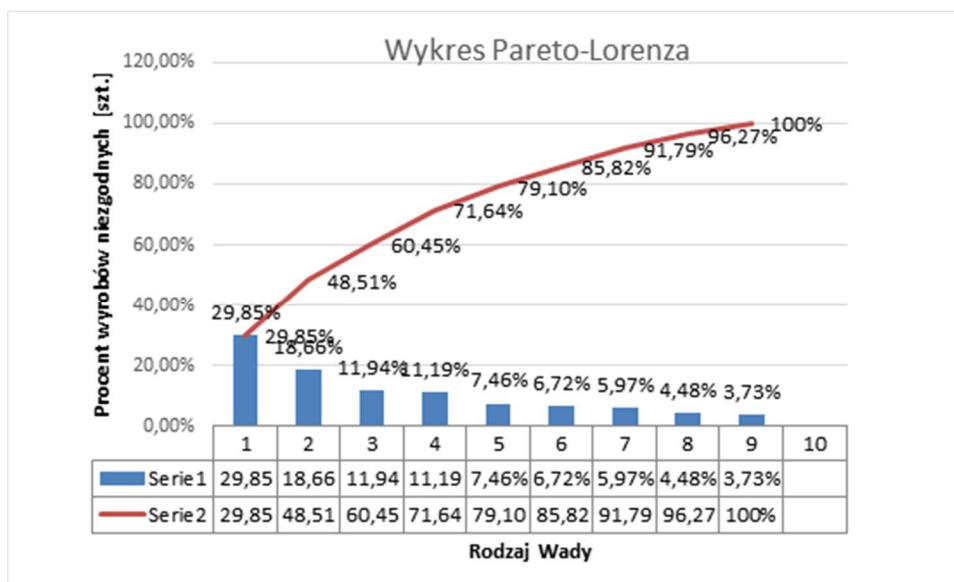
Źródło: Opracowanie własne.



Rys. 4.9. Wykres Pareto-Lorenza dla liczby wyrobów niezgodnych

Źródło: Opracowanie własne.





Rys. 4.10. Wykres Pareto-Lorenza dla udziału procentowego wyrobów niezgodnych

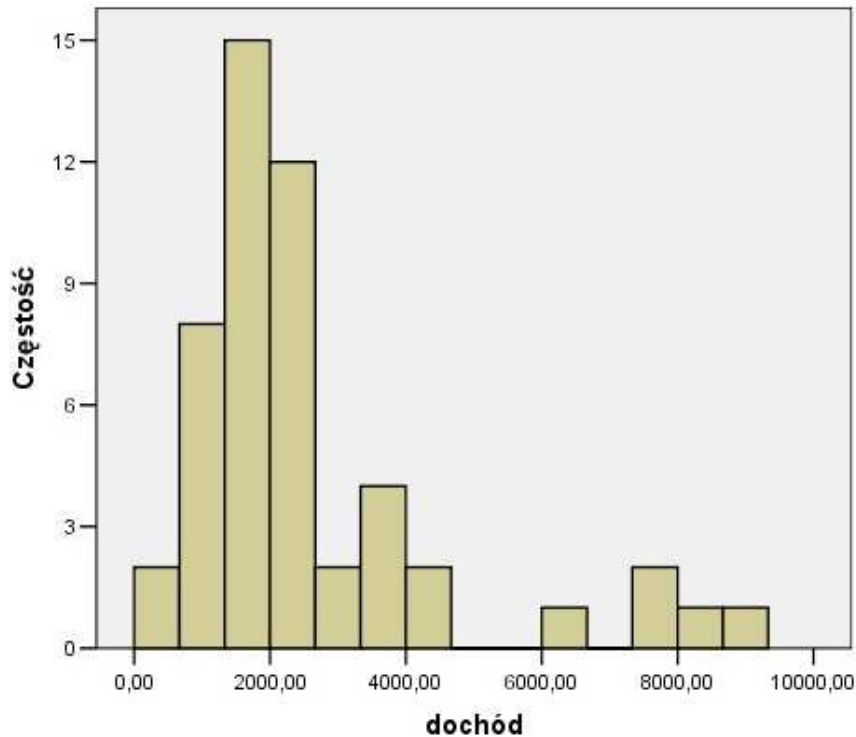
Źródło: Opracowanie własne.

Można stwierdzić, że 7,46% rodzajów wad generuje 79% wszystkich niezgodności. Aby umożliwić poprawę, należy w pierwszej kolejności dokonać analizy takich wad, jak zarysowania czy zła chropowatość.

**Histogram** jest narzędziem wykorzystywanym do przedstawienia rozkładu empirycznego wybranej cechy, pokazującym zmienność. Za pomocą histogramu można ocenić charakter rozkładu danej cechy. Najczęściej ocenia się, czy badana cecha ma charakter rozkładu normalnego, co świadczy o tym, że proces, który ją generuje, jest stabilny. Za pomocą samego wykresu nie da się jednoznacznie stwierdzić, czy rozkład jest normalny. Rozkład można jedynie uznać za zbliżony do normalnego, co już może być wystarczające. Histogram buduje się na podstawie zebranych danych ciągłych, które są grupowane w przedziały. Liczba przedziałów zależy od liczności próbki. Histogram jest jednym z najbardziej popularnych wykresów statystycznych. Służy on do przedstawienia liczebności obserwacji danych w zadanych przedziałach badanej zmiennej (Stadnicka, 2019). Rysunek 4.11 stanowi przykład histogramu. Przedstawiono na nim wielkość wynagrodzenia wszystkich osób w przykładowej firmie.

Jak można zauważyć, histogram składa się z prostokątnych słupków, które przedstawiają liczebność obserwacji (oś y) w danym przedziale (oś x). W tym przykładzie zmienną jest poziom zarobków w firmie X. Wielkość przedziałów jest równa. Różnica polega na wysokości słupków (liczebności obserwacji). Z przedstawionego przykładu można wywnioskować, że zarobki w firmie nie podlegają rozkładowi normalnemu.

## Histogram



Rys. 4.11. Histogram przedstawiający wysokość wynagrodzenia w przykładowej firmie

Źródło: Opracowanie własne.

**Diagram Ishikawy**, czyli diagram przyczyn i skutków, znany jest także jako diagram ryby lub diagram rybiej ości, a także diagram drzewa błędów, gdyż po odwróceniu schematu o 90° zgodnie z ruchem wskazówek zegara diagram przypomina drzewo. Jest używany do ilustrowania związków przyczynowo-skutkowych. Pomaga w ten sposób oddzielić przyczyny od skutków danej sytuacji i dostrzec złożoność problemu. Ishikawa opracował diagram przyczynowo-skutkowy, w którym analizę rozpoczyna się od stwierdzenia wystąpienia skutku (np. braku, awarii lub innego niepożądanego stanu). Analiza jest prowadzona w kierunku identyfikacji wszystkich możliwych przyczyn, które ten skutek spowodowały. Wśród przyczyn wymienił on 5 głównych składowych – określanych jako tzw. 5M: *Manpower* (ludzie), *Methods* (metody), *Machinery* (maszyny), *Materials* (materiały), *Management* (zarządzanie). Każda z tych składowych rozbija się na poszczególne przyczyny, które powinny być rozpatrywane indywidualnie jako problemy do rozwiązania (Urbaniak 2004).

Diagram przyczynowo-skutkowy jest graficzną analizą wpływu różnych czynników oraz ich wzajemnych powiązań wywołujących określony problem

jakościowy, a także rezultatów (skutków) spowodowanych działaniem tych powiązań. Metoda ta została utworzona w celu rozpoznania zależności pomiędzy wymaganiami klienta a jakością finalnego wyrobu i ustalania jego cech. Diagram porządkuje logicznie i chronologicznie przyczyny lub czynności ze względu na zdefiniowany problem.

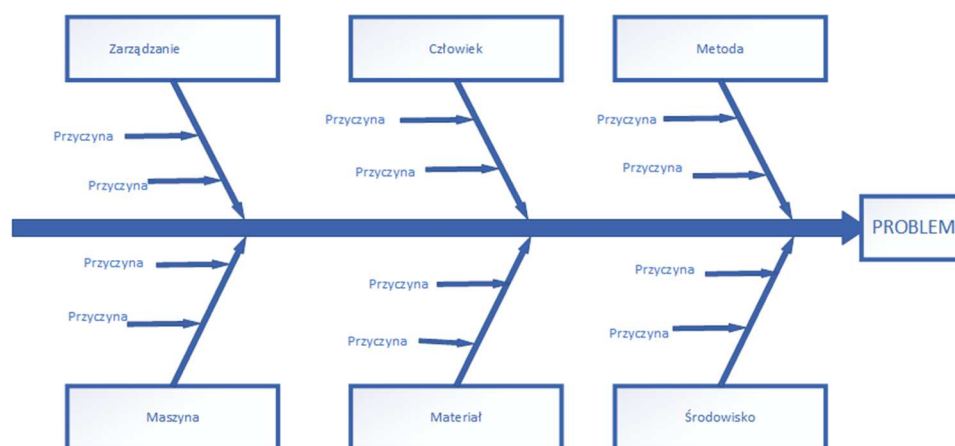
Przede wszystkim należy dokładnie i jasno określić problem, z jakim przedsiębiorstwo ma do czynienia, zebrać informacje i omówić wszystkie możliwe przyczyny rozważanego zjawiska oraz ustalić główne kategorie możliwych przyczyn. Skuteczną techniką zbierania informacji w zespole jest burza mózgów. Przegląd wyników burzy mózgów umożliwia zakwalifikowanie przyczyn do odpowiednich kategorii. Zestaw kategorii przyczyn należy dostosować do analizowanego problemu.

Do najczęściej stosowanych kategorii przyczyn (zgodnie z zasadą 5M+E) należą (Hamrol, 2021):

- człowiek (*Man*),
- materiał (*Material*),
- sprzęt/maszyna (*Machine*),
- stosowana metoda (*Method*),
- kierownictwo (*Management*),
- środowisko/otoczenie (*Environment*).

W zależności od rodzaju i dziedziny analizowanego problemu możliwe jest również użycie innych kategorii przyczyn, takich jak wyposażenie, informacje, procedury, procesy, organizacja pracy, konkurencja, dostawcy.

Na rysunku 4.12 narysowano poziomą linię wyznaczającą główną oś diagramu Ishikawy i opisano grot utworzonej strzałki, określając problem (wynik procesu). Na rozgałęzieniach diagramu dochodzących do osi głównej określono grupy przyczyn wywołujących problem.

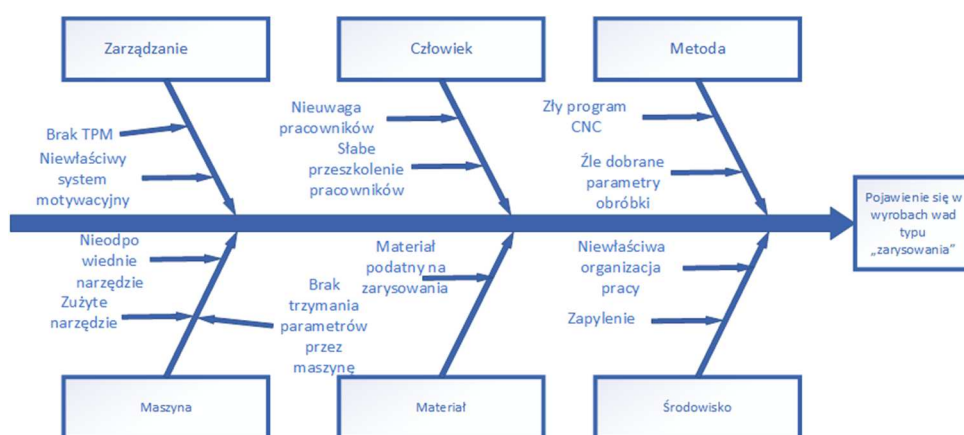


Rys. 4.12. Schemat diagramu Ishikawy dla problemów technicznych

Źródło: Opracowanie własne na podstawie (Stadnicka, 2019).

Za pomocą diagramu Ishikawy można wskazać wszelkie istotne związki zachodzące pomiędzy różnymi przyczynami oraz odkryć źródło niepowodzenia lub nieprawidłowego przebiegu procesu. Celem tej metody jest również analiza wyników danego kierunku postępowania, czyli wykrycie potencjalnych niepowodzeń przedsięwzięcia, uszeregowanie przyczyn problemów. Zastosowanie diagramu umożliwi rozpoznanie i klasyfikację wszelkich przyczyn pewnego zagadnienia i wskazanie przyczyny niedoskonałości procesu. Analiza przyczyn i skutków jest szczególnie przydatna w pracy zespołowej ze względu na złożoność problemów oraz zróżnicowanie wiedzy i doświadczeń członków zespołu dotyczących przyczyn problemów. Przygotowywanie, tworzenie i analiza diagramu powinny się odbywać w grupie.

Na rysunku 4.13 przedstawiono przykładowy diagram Ishikawy sporządzony w układzie 5M+E, ilustrujący zbiór czynników mających (lub mogących mieć) wpływ na pojawienie się w wyborach wad typu „zarysowania”. Rysunek 4.14 prezentuje dekompozycję czynników, które tworzą kolejne rozgałęzienia diagramu, aż do momentu stwierdzenia kompletności wymienionych czynników wpływających na wynik procesu.

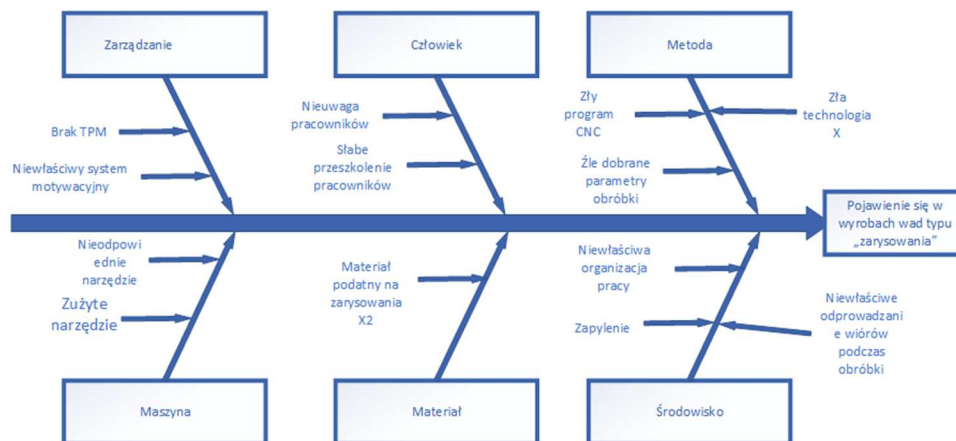


Rys. 4.13. Diagram Ishikawy dla problemu, którym są wady typu „zarysowania”

Źródło: Opracowanie własne na podstawie (Stadnicka, 2019).

Wniosek z analizy diagramu Ishikawy może być następujący: Głównymi przyczynami pojawiania się wad typu „zarysowania” są podatność materiału na zarysowania i źle dobrana technologia.

Opracowany w przedstawiony sposób diagram Ishikawy wskazuje jedynie potencjalne przyczyny problemu. Aby wyciągnąć odpowiednie wnioski, należy dokonać jego analizy. W analizie trzeba wykorzystać wiedzę ekspercką oraz doświadczenie pracowników, którzy mieli do czynienia z analizowanym problemem i posiadają wiedzę na ten temat.



Rys. 4.14. Diagram Ishikawy dla problemu, którym są wady typu „zarysowania”, ze wskazaniem częściowości pojawiania się dotychczas wyszczególnionych przyczyn

Źródło: Opracowanie własne na podstawie (Stadnicka, 2019).

## Bibliografia

- [1] Biernacki P. (2017), BPMN 2.0 – Podstawowa notacja dla opisów procesów biznesowych. MGX Infoservice, Warszawa.
- [2] Hamrol A. (2005), Zarządzanie jakością z przykładami. Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa.
- [3] Hamrol A. (2021), Zarządzanie i inżynieria jakości. Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa.
- [4] Ładoński W., Szołtysek K. (2008), Zarządzanie jakością, cz. 3. Metody kształtowania jakości w organizacji. Wydawnictwo UE we Wrocławiu, wyd. I.
- [5] Stadnicka D. (2019), Wybrane metody i narzędzia doskonalenia procesów w praktyce. Oficyna Wydawnicza Politechniki Rzeszowskiej, Rzeszów.
- [6] Urbaniak M. (2004), Zarządzanie jakością – Teoria i praktyka. Difin, Warszawa.

## 4.2. Burza mózgów jako sposób na zlokalizowanie przyczyn problemu (Piotr Skwierz)

Burza mózgów jest to technika opracowana przez Alexa Faickneya Osborna. Grupa ludzi (zespół) spotyka się, aby tworzyć nowe pomysły, rozwiązania, odnaleźć źródło problemu itp. Metoda pozwala na bezkrytyczne przedstawienie własnego pomysłu w grupie. Burza mózgów łączy w sobie luźne podejście do rozwiązywania problemów. Zespół zbiera się o ściśle ustalonej porze, przedstawia pomysły w miarę ich pojawiania się, po pewnym czasie są one omawiane przez całą grupę. Pomysły są zapisywane, lecz nie mogą być krytykowane. Oceny pomysłów dokonuje się po zakończeniu sesji burzy mózgów (Łuszczak i Matuszak, 2007).

Wynikiem burzy mózgów w kontekście problemów, np. jakościowych, na produkcji, mogą być: kompletne zdiagnozowanie przyczyny lub bardzo praw-



dopodobne wskazówki do zdiagnozowania problemu. W przypadku złożonych problemów odpowiedzi może być wiele.

Obok oczywistych profitów z przeprowadzenia burzy mózgów, jakimi są dobre pomysły na rozwiązanie konkretnego problemu, istnieją jeszcze zalety tej metody odnoszące się do zespołu (Wodecka-Hyjek, 1999):

- poprawnie przeprowadzona burza mózgów powinna zbliżyć do siebie uczestników oraz zmusić ich do interakcji,
- rozwiązania problemu wymyślone przez grupę sprawią, że członkowie zespołu będą bardziej zaangażowani w ich wdrożenie (zespół podejmuje decyzje).

Nie zawsze burza mózgów ma sens. Gdy problem ma jasne przyczyny i znane szablonowe rozwiązania, przeprowadzenie burzy mózgów mija się z celem. Gdy przyczyny problemu są niejasne i może być ich więcej, gdy potrzebna jest opinia ekspertów oraz trzeba wygenerować pomysły nieszablonowe, wtedy taka sesja ma sens. Przykładem dobrze wykorzystanej burzy mózgów jest znalezienie przyczyn skomplikowanego problemu jakościowo-produkcyjnego.

Przeprowadzenie burzy mózgów w firmie może być utrudnione ze względu na małą liczbę uczestników lub ich zależności służbowe. Aby załagodzić tego typu problemy, można zastosować metodę 635. Polega ona na tym, że burza mózgów odbywa się w sposób pisemny. Cyfry oznaczają kolejno: sześciu uczestników, zgłoszenie po 3 pomysłów, przez 5 minut (Wawak, 2011).

Zasady prowadzenia burzy mózgów są następujące (Wodecka-Hyjek, 1999):

1. Liczy się liczba, niekoniecznie jakość pomysłów – należy pozwolić uczestnikom zaprezentować tak wiele pomysłów, jak jest to możliwe. Kreatywne rozwiązania są oczywiście jak najbardziej wskazane.
2. Zasada braku krytyki podczas burzy mózgów – na początku nie ocenia się i nie krytykuje żadnych pomysłów. Oceny (szczególnie negatywne) powodują, że ludzie zamykają się w sobie i nie proponują nowych pomysłów z obawy przed krytyką. Jest to fundamentalna zasada często determinująca jakość uzyskanych rozwiązań.

Przykłady krytycznych zwrotów, których nie należy stosować (Wodecka-Hyjek, 1999):

- Już tego próbowaliśmy...
  - To u nas nie zadziała...
  - Ta branża cechuje się swoją specyfiką...
  - Ten pomysł nie przejdzie...
  - Trochę bujasz w obłokach...
  - Trochę się zagalopowałeś...
3. Należy dziękować za bardzo nieszablonowe myślenie – docenianie nawet najbardziej szalonego pomysłu prowadzi do jeszcze większej kreatywności zespołu.
  4. Łączenie i doskonalenie pomysłów – jeden pomysł może się stać inspiracją dla kolejnego. Kilka pomysłów można połączyć w jeden i na nim

budować kolejne. Burza mózgów powinna inicjować synergię dobrych pomysłów.

Można wyróżnić następujące etapy burzy mózgów (Baron-Puda i Kolny, 2020):

1. Powołanie zespołu – dobry zespół powinien się składać z osób o różnym stylu myślenia i różnych osobowościach. Zespół powinien liczyć 5-10 osób. Liczniejsze grupy mogą być trudniejsze do moderacji.
2. Wybór moderatora – moderatorem powinna zostać osoba, która:
  - dobrze zna problem i jest w stanie zadawać pytania zespołowi,
  - rozumie dynamikę grupy – dobrze, jeśli moderator zna zespół,
  - potrafi zaktywizować małomównych uczestników zespołu,
  - dobrze zna zasady burzy mózgów,
  - potrafi aktywnie słuchać.
3. Określenie celów burzy mózgów – w konkretny sposób należy określić, jaki jest problem oraz cel burzy mózgów. Najlepszym sposobem na określenie celu jest użycie metody SMART (ang. *Specific, Measurable, Achievable, Relevant, Time-bound*). Cel powinien być: skonkretyzowany, mierzalny, osiągalny, istotny oraz określony w czasie. Czas spotkania powinien oscylować w granicach 30-60 min.
4. Kierowanie dyskusją – gdy znane są zasady i cele, można rozpocząć spotkanie. Pomysły należy zapisywać na tablicy lub na kartkach.
5. Dyskusja – jest to etap, w którym razem z zespołem omawia się zgłoszone pomysły. Należy się upewnić, że wszelkie sugestie są dobrze zrozumiane przez wszystkich.
6. Wybór – w tym etapie następuje selekcja pomysłów zgłoszonych przez grupę, a następnie wybór kilku najcenniejszych, które będą analizowane w dalszym etapie.
7. Głosowanie na najlepszy pomysł – najbardziej odpowiednim sposobem na wybór najlepszego rozwiązania jest forma głosowania. Grupa podejmuje decyzję, który pomysł jest najlepszy.

Burza mózgów to idealne narzędzie do rozwiązywania zawiłych problemów. Pozwala na łatwiejsze podjęcie właściwej decyzji.

## Bibliografia

- [1] Baron-Puda M., Kolny D. (2020), Zastosowanie wybranych metod twórczego myślenia w rozwiązywaniu problemów z zakresu inżynierii produkcji. Zarządzanie Przedsiębiorstwem/Polskie Towarzystwo Zarządzania Produkcją, 23(2), 2-10.
- [2] Łuczak J., Matuszak-Flejszman A. (2007), Metody i techniki zarządzania jakością. Kompendium wiedzy. Quality Progress, Poznań.
- [3] Wawak S. (2011), Zarządzanie jakością: podstawy, systemy i narzędzia. Helion, Gliwice.
- [4] Wodecka-Hyjek A. (1999), Burza mózgów – odmiany i techniki pomocnicze. Problemy Jakości, 31(12), 8-11.



### 4.3. Analiza czasu pracy na stanowiskach roboczych

(Adrian Zimny)

MTM (ang. *Methods Time Measurement*), czyli pomiar czasu metody oznacza, że czas potrzebny na realizację określonej pracy zależy od metody zastosowanej do wykonania czynności. Metoda MTM powstała w latach 40. w USA jako system czasów wstępnie ustalonych. Od tamtego okresu stosuje się MTM do analitycznego badania procesów pracy za pomocą standardowych bloków systemu podstawowego do opisywania, kwalifikacji i kształtowania przebiegu pracy (Podręcznik MTM-UAS, 2020).

Podstawowym celem każdego przedsiębiorstwa jest utrzymanie i zwiększenie konkurencyjności, a do jej osiągnięcia niezbędne są: kompleksowe, dotyczące wszystkich płaszczyzn działania, zarządzanie produktywnością i kształtowanie procesów według zasad kompleksowego systemu produkcyjnego.

W ramach systemu produkcji MTM standard może pełnić funkcję wspólnego języka procesu i być podstawą do pomiarów, porównań czy też zmian na wszystkich płaszczyznach tego systemu. Metoda MTM jako metoda normowania w porównaniu z innymi znanymi sposobami wypada zdecydowanie najlepiej, dając powtarzalność, przejrzystość i przede wszystkim odtwarzalność. W tabeli 1.2 zestawiono MTM z innymi często używanymi narzędziami normowania czasu pracy (Podręcznik MTM-UAS, 2020).

Zestawienie różnych metod normowania czasu pracy zaprezentowane w tab. 4.1 ukazuje możliwości, jakie daje każda z nich. Znana obserwacja migawkowa, czyli zwykła obserwacja wzrokowa danego zakresu pracy w żaden sposób nie pozwala na określenie czasu, stopnia trudności wykonywanych czynności i sposobu realizacji zadania.

Analizując takie kryterium, jak międzynarodowe uznanie metody wyznaczania czasu realizacji pracy na stanowisku można stwierdzić, że jedynie MTM daje możliwość porównania czasu pracy w każdym miejscu na świecie. Daje to ogromną korzyść, gdyż wszędzie tam, gdzie firma działa globalnie, posiadając oddziały w wielu krajach, możliwe jest odtworzenie sposobu pracy i uzyskanie tego samego efektu czasowego.






















Dopracowanie danego procesu nie oznacza, że po przeniesieniu go do innej jednostki i zastosowaniu podobnych warunków możliwe będzie uzyskanie jednakowych rezultatów, np. czasu potrzebnego na wykonanie założonych zadań. Dzięki międzynarodowemu uznaniu metody można jednak relokować procesy swobodniej, gdyż proces przeanalizowany za pomocą takiej metody daje pewność, że w innym miejscu przy zastosowaniu tej samej metody pracy będzie możliwe wywiązanie się z zadaniami w tym samym czasie.



Omawiana metoda nie pozwala jednak na analizowanie każdego procesu, ponieważ nie jest możliwe określenie czasu na podjęcie decyzji w przypadku, gdy zadanie jest bardziej skomplikowane i wymaga podjęcia bardzo złożonej decyzji (nie tej na poziomie: tak/nie, jest/nie ma, odczyt wartości z urządzenia/koniecz-



ność kalkulacji) (International MTM Directorate at the MTM Association for Standards and Research, 1954).

Tabela 4.1. Porównanie metod normowania czasu pracy

Metody normowania czasu pracy	Odtwarzalność metody	Możliwość planowania metody czasu	Międzynarodowe uznanie normy czasu
Chronometraż			
Obserwacja migawkowa			
Zapis własny			
Porównanie i szacowanie			
Nagrania wideo			
Normatywy czasu			
MTM			

 Wynik pozytywny      Wynik negatywny 

Źródło: Opracowanie własne na podstawie (Podręcznik MTM-UAS, 2020).

W zależności od typu produkcji istnieją różne rozwinięcia metody MTM (dedykowana dla produkcji jednostkowej, seryjnej czy też masowej). Daje to możliwość analizy dla każdego procesu manualnego. Różnica pomiędzy każdą z metod zawiera się w złożoności opisu procesu. Przykładowo produkcja masowa charakteryzuje się krótkim czasem taktu, zastosowaniem specjalistycznych maszyn i urządzeń oraz dopracowanym procesem – w przypadku takiej produkcji należy zwrócić uwagę na każdy drobny ruch, dzięki czemu MTM-1 sprawdzi się tu idealnie. Dla produkcji seryjnej, w której czasy cyklu są już dłuższe, proces jest dopracowany, ale pozwala w pewnym stopniu na drobne odchylenia w kolejności lub sposobie pracy. Analiza każdego drobnego ruchu byłaby trudna i długotrwała, dlatego idealnie wpasowuje się tu metoda MTM-UAS. Opiera się ona na blokach procesu, które grupują podstawowe ruchy w jeden kod opisu procesu, co skraca czas analizy (Kutschenreiter-Praszkiewicz, 2020).

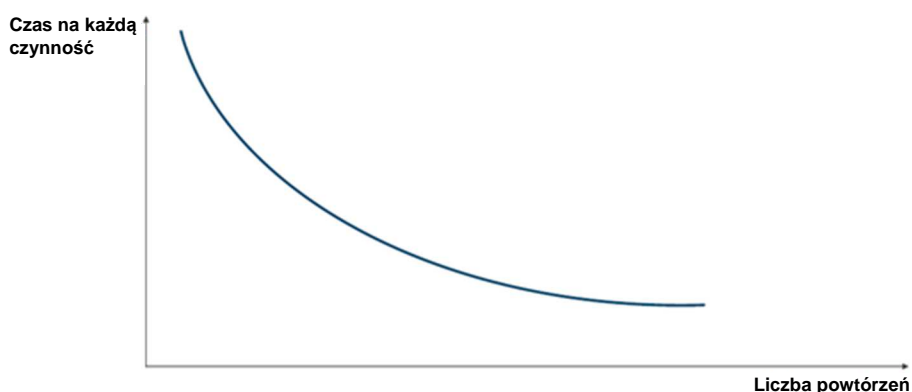
W tabeli 4.2 porównano charakterystyczne cechy różnych typów procesu.

Tabela 4.2. Schemat cech poszczególnych typów procesów

Cechy charakterystyczne typu procesu	Typ procesu 1. Produkcja masowa	Typ procesu 2. Produkcja seryjna	Typ procesu 3. Produkcja jednostkowa
Cykliczność	permanentne krótkocykliczne powtórzenia	ograniczone długocykliczne powtórzenia	brak cykliczności powtórzeń
Informacja o przebiegu pracy	przebieg ruchów (ruchy elementarne)	przebieg częściowy (procesy; warunki brzegowe procesu)	przebieg ogólny procesu (procesy; warunki brzegowe)
System pracy	zdefiniowany wariant produktu	zdefiniowane spektrum produktów	dla prawie każdego procesu i wariantów produktów
Zasada zaopatrzenia systemu pracy	zasada push	zasada pull z buforu	zasada dostarczania
Rozrzut w sposobach pracy	niski	średni	wysoki
Poziom metody	wysoki	średni	niski

Źródło: Opracowanie własne na podstawie (Podręcznik MTM-UAS, 2020).

Sprawność to nabyta podczas wykonywania zadań roboczych umiejętność wykonywania ruchu, zależąca od zdolności oraz doświadczenia i ćwiczenia. Wraz ze wzrastającą powtarzalnością ruchów lub podobnie wykonywanych prac zredukowany zostaje czas większego wysiłku osoby. Na rysunku 4.18 przedstawiono wpływ liczby powtórzeń danej czynności na czas konieczny na wykonanie tej czynności.



Rys. 4.18. Zależność wprawy od liczby powtórzeń

Źródło: Opracowanie własne na podstawie (Podręcznik MTM-UAS, 2020).

Na podstawie wykresu (rys. 4.18) możliwe jest wprowadzenie pojęcia poziomu metody, określającego poziom wprawy reprezentowany przez dany proces. Dzięki temu można zgrupować podstawowe czynności grupy, co pozwala na łatwą

analizę. Bierze się wówczas pod uwagę czynniki mające wpływ na sposób pracy, takie jak:

- masa przedmiotu i jego ewentualna nieporęczność,
- odległość przedmiotu od operatora,
- sposób pobierania przedmiotu (czy pobieranie jest proste, np. z podajnika, czy też trudne, tj. przedmioty wymieszane w pojemniku),
- dokładność umieszczania przedmiotu.

Na podstawie wymienionych czynników koduje się sposób pracy tak jak przedstawiono w tab. 4.3. Tabela dotyczy przebiegu następującej pracy: „Lewą ręką pobrać (30 cm) garść nakrętek M12. Następnie kolejno przykręcić 4 nakrętki prawą ręką (po 2 zwoje gwintu, czyli łącznie 4 cykle). Odłożyć pozostałe nakrętki na bok”.

Tabela 4.3. Przykład analizy za pomocą MTM-UAS; Kod – zakodowany ruch na podstawie karty kodów, TMU – jednostka czasu używana w analizie MTM (1 TMU = 0,036 s), I x C – liczba razy częstość powtórzeń ruchu

Nr	Opis	Kod	TMU	I x C	Razem TMU
1	Garść nakrętek przenieść do obszaru roboczego	AG2	65		65
2	Umieścić nakrętkę na gwint	AF1	40	4 x 4	160
3	Wkręcić nakrętkę	ZB1	10	4 x 4	160
4	Pozostałe nakrętki odłożyć	PA2	20		20

Źródło: Opracowanie własne na podstawie (Podręcznik MTM-UAS, 2020).

Przedstawiony przykład ukazuje zasadę opisu jednej ze standardowych czynności w obszarze roboczym. Tak stworzony zapis można dowolnie przenosić pomiędzy opisem poszczególnych stanowisk, co pozwala na zbilansowanie czasu pracy dla każdego pracownika do podobnej wartości.

Demirci (2020) ukazuje, jak wysokie oczekiwania klientów w świecie zmuszają firmy do zastosowania wszelkich możliwych sposobów, aby wywiązać się na czas ze zlecenia. Klienci zawsze oczekują najlepszej jakości, najlepszej ceny i najszybszego czasu obsługi. W artykule (Demirci, 2020) zastosowano metodę VSM (ang. *Value Stream Mapping*) wraz z MTM-UAS (ang. *Methods Time Measurement Universal Analysis System*) w procesie produkcyjnym przemysłu włókienniczego. System *Lean Manufacturing*, który został opracowany w celu zapewnienia optymalnej obsługi klientów, ma na celu zarówno wyeliminowanie strat w procesie, jak i skrócenie czasu do minimum, w tym czasu między etapem projektowania produktu a dostawą. W ramach tego badania skraca się czas realizacji, eliminując w przepływie procesu czynności niewnoszące wartości dodanej za pomocą metody mapowania strumienia wartości, która jest jednym z narzędzi odchudzonej produkcji. W celu osiągnięcia wymaganej trwałości dobrze przygotowanych standardowych procedur w badaniu tym zaleca się stosowanie metodologii MTM-UAS. Optymalna procedura operacyjna jest odtwarzana za pomocą MTM-UAS, aby ujednolicić ruchy ludzkiego ciała. W wyniku przeprowadzonych



badan skrócono czas realizacji produkcji, zaobserwowano regenerację w czasie trwania działań o wartości dodanej, ustandaryzowano rzeczywiste ruchy ciała oraz wyeliminowano zbędne i dodatkowe ruchy dzięki zastosowaniu narzędzia do mapowania strumienia wartości i MTM-UAS w przemyśle tekstylnym. W efekcie zaobserwowano skrócenie czasu realizacji produkcji o 60%, a także skrócenie czasu trwania czynności niedodających wartości o 60% (Demirci, 2020).

Kolejnym przykładem ukazującym, jak MTM pomaga przedsiębiorstwom, może być branża motoryzacyjna, gdzie zestawiono MTM z innymi narzędziami usprawniania. Wysoki popyt rynkowy w branży motoryzacyjnej skłania firmę do optymalizacji procesów wewnętrznych – od zakupu surowca, po wysyłkę gotowego produktu. Konieczne jest zatem posiadanie znormalizowanych procesów, które są powtarzalne, co jest główną cechą procesu podlegającego audytowi. Ponadto do oceny procesu niezbędne jest zdefiniowanie standardowego czasu, uwzględniającego warunki zewnętrzne, różnorodność operatorów itp. Istnieje wiele metod, które można zastosować do standaryzacji i optymalizacji procesu. Jedną z nich jest SMED (ang. *Single Minute Exchange Die*). Metoda ta pozwala na skrócenie czasu przebrojenia oprzyrządowania przez rozdzielenie i zamianę operacji wewnętrznych (operacje przy zatrzymanej maszynie) na zewnętrzne (operacje przy pracującej maszynie). Kolejną jest metoda MTM, umożliwiająca standaryzację i ocenę procesu, przeprowadzenie analizy czasu. Pojawienie się nowych projektów ujawniło problemy logistyczne w zakresie pojemności magazynu, wynikające z braku zasobów do wyprodukowania większej liczby referencji w tym samym czasie, co prowadzi do generowania dużej ilości zapasów. W ramach rozwiązania podjęto próbę optymalizacji czasu wymiany form, zwiększenia dostępności maszyny do różnych referencji, wygenerowania minimalnej ilości zapasów, która pozwala na zaspokojenie zapotrzebowania rynku. Projekt ten eksponuje implementację metod SMED i MTM w procesie wymiany form dla obszaru inżynierjno-produkcyjnego (Cortés Arbeláez, 2020).

Podsumowując możliwości analizy czasu pracy, można zauważyć, że dobrze dobrana metoda analizy czasu pracy niesie daleko idące korzyści. W przypadku gdy dana metoda staje się standardem, pozwala na działania wewnętrzne pomiędzy stanowiskami danej linii oraz pomiędzy poszczególnymi jednostkami usytuowanymi w różnych krajach przy zachowaniu jednakowego czasu taktu. Zmiana sposobu pracy na stanowisku w Polsce spowoduje taką samą zmianę czasu na stanowisku w Niemczech (Mrochen, 2015).

## Bibliografia

- [1] Cortés Arbeláez J.P. (2020), Estandarización y optimización del proceso de cambio de molde, mediante las metodologías SMED y MTM en la empresa Cardonaplast SAU. Universidad de Antioquia Facultad de Ingeniería Departamento de Ingeniería Mecánica Medellín, Colombia 2020. Dostępne na: [http://bibliotecadigital.udea.edu.co/bitstream/10495/17222/17/CortesJuan\\_2020\\_ProcesoCambioMolde.pdf](http://bibliotecadigital.udea.edu.co/bitstream/10495/17222/17/CortesJuan_2020_ProcesoCambioMolde.pdf) (dostęp: 10.03.2021).
- [2] Demirci Ö. (2020), Combined application proposal of value stream mapping (VSM) and methods time measurements universal analysis system (MTM-UAS) methods in textile industry. *Endüstri Mühendisliği*, 31(2), 234-250.

- [3] International MTM Directorate at the MTM Association for Standards and Research (1954), MTM Journal of Methods-time Measurement.
- [4] Kutschenreiter-Praszkiewicz I. (2020), Wyznaczanie czasu montażu na etapie projektowania wyrobu. [W:] Technologie, procesy i systemy produkcyjne, red. D. Więcek, J. Rysiński. Wydawnictwo Naukowe Akademii Techniczno-Humanistycznej w Bielsku-Białej. Dostępne na: [http://www.engineerxxi.ath.eu/wp-content/uploads/2020/12/engineerxxi\\_2020\\_vol3\\_18.pdf](http://www.engineerxxi.ath.eu/wp-content/uploads/2020/12/engineerxxi_2020_vol3_18.pdf) (dostęp: 10.03.2021).
- [5] Mrochen M. (2015), MTM (Methods-Time-Measurement – droga do doskonałości. Przedsiębiorczość i Zarządzanie, t. 16, z. 11, cz. 2. Zarządzanie – nowe perspektywy: heurystyczne podejście do innowacyjności, 231-245.
- [6] Podręcznik MTM-UAS (2020), Polskie Stowarzyszenie MTM. Wrocław.

#### 4.4. Zastosowanie raportu A3 w procesie rozwiązywania problemów (Małgorzata Wojtała)

*Lean Management* składa się z wielu praktycznych narzędzi do skutecznego rozwiązywania problemów. Jednym z narzędzi *Lean* jest Raport A3, który powstał dzięki pracownikom Toyoty. Potrzebowali oni narzędzia pozwalającego na połączenie dwóch najważniejszych procesów zarządzania: zarządzania strategicznego i rozwiązywania problemów. Opracowanie metody, jak i sposób jej wykorzystania były sporym wyzwaniem dla przedsiębiorstwa. Efekt końcowy stworzył jednak wiele możliwości w firmie Toyota. Raport A3 stosuje się w celu ujednoczenia procesu rozwiązywania problemów (Shoot, 2012). Może być stosowany przez pracowników na różnych szczeblach. Nazwa Raportu A3 wywodzi się ze standardowego formatu arkusza papieru A3 (11x17 cali).

Raport A3 jest to (Shoot, 2012):

- ustrukturyzowane narzędzie analizy problemów,
- podejście typu „problem Solving”, które jest oparte na cyklu Deminga – PDCA (*Plan, Do, Check, Act*) (rys. 4.19),
- narzędzie komunikacji dla pracowników, które służy do raportowania problemów oraz proponowania usprawnień dla kierownictwa,
- narzędzie, którego efekt końcowy prezentuje zwięzłe podsumowanie problemu, jak i jego rozwiązanie,
- narzędzie, które można wykorzystać do prawie każdego rodzaju problemu zidentyfikowanego w przedsiębiorstwie,
- instrument sztabu kierowniczego służący do ustrukturyzowania procesów związanych z usprawnieniami w przedsiębiorstwie.

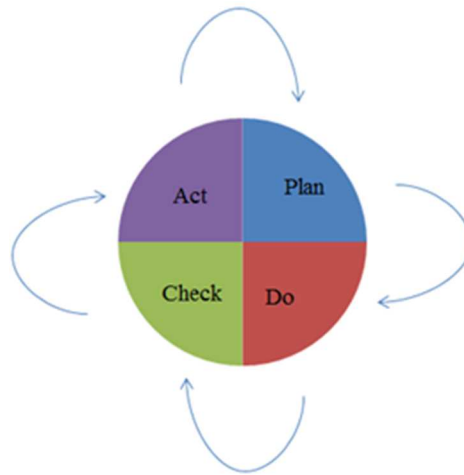
Raport A3 składa się z następujących części (Kołodziejczyk, 2020):

1. Zidentyfikowanie problemu – należy w sposób zwięzły pokazać obszar, który został dotknięty problemem i zaprezentować, czym problem się przejawia.
2. Opis problemu – polega na zidentyfikowaniu miejsca powstania problemu, skali rozbieżności od przyjętego standardu, częstotliwości jego występowania itp. Należy dokładnie opisać problem i przedstawić go w sposób liczbowy, np. *Analizowana przyczyna powoduje 7% braków na*



maszynie. Przydatnymi narzędziami do analizy problemu są: 5xWHY, diagram Ishikawy, wykres Pareto, jak i inne narzędzia pozwalające wizualnie przedstawić problem.

3. Cel – należy określić cel, czas, w jakim będzie realizowany i stopień poprawy, która ma zostać osiągnięta. Pole to powinno zawierać opis celu przyjętego przez zespół, który jest również wypracowanym porozumieniem pomiędzy zespołem a liderem. Cel powinien być SMART (ang. *Specific, Measurable, Achievable, Relevant, Time-bound*), tzn. powinien być jasno zdefiniowany i zrozumiały dla całego zespołu, mierzalny, ambitny, wymagający nieszablonowego podejścia. Powinien być wyzwaniem dla zespołu, ale również być realnym do osiągnięcia w założonym czasie.
4. Analiza przyczyny źródłowej – należy wykorzystać narzędzia do identyfikacji przyczyn, np. diagram Ishikawy, 5xWhy? itd. Dobrym narzędziem jest tutaj diagram Ishikawy, ponieważ pozwala na wskazanie potencjalnych przyczyn problemu. Z kolei w metodzie 5xWhy? zadaje się pytanie „Dlaczego?” (zwykle 5 razy), co pozwala na znalezienie przyczyny źródłowej.
5. Działania zapobiegawcze – do opisanych problemów należy zastosować środki zaradcze. Dla każdego problemu znajduje się po 2-3 środki zaradcze (mogą być alternatywne). Znalezienie jednego środka zaradczego nie wystarczy, ponieważ pierwszy z nich może być kosztowny i zaproponowany bez wystarczająco dogłębnej analizy. Kolejne pomysły mogą być bardziej kreatywne i zazwyczaj są trafniejsze. Dla każdego proponowanego rozwiązania należy określić koszty, czas wdrożenia i wpływ na omawiany problem.
6. Plan realizacji – po ustaleniu działań proponowanych do wdrożenia osoba, która jest odpowiedzialna za Raport A3, tworzy plan wdrożenia. Prezentuje on kolejne działania członków zespołu, które są uzupełnione o daty wykonania i cele. Niezbędne jest regularne monitorowanie postępu realizowanych prac. Zaproponowany plan musi być zaakceptowany przez kierownika projektu.
7. Weryfikacja skuteczności przeprowadzonych działań i usprawnień – istotne jest przeanalizowanie, czy wszystkie cele zostały osiągnięte. Należy również sprawdzić, co nie zostało zrealizowane w 100% zgodnie z planem. Można to zrobić, aby uniknąć problemów w przyszłości. Pomocną metodą jest zastosowanie kart kontrolnych, które pozwalają na gromadzenie i analizowanie informacji na temat określonej charakterystyki. Należy także monitorować wpływ przyjętego rozwiązania na koszty całego procesu. Rozwiązanie jest dobre wtedy, gdy ma pozytywny wpływ na określony wskaźnik i nie podnosi kosztów procesu.
8. Standaryzacja – zakończeniem pracy powinno być zachowanie opracowanych zmian jako nowego standardu pracy. Musi on spełniać pewne warunki: inne osoby w przedsiębiorstwie powinny być w stanie zrozumieć nowy standard pracy, używać go i utrzymać.



Rys. 4.19. Cykl Deminga – PDCA  
 Źródło: Opracowanie własne.

Rysunek 4.20 prezentuje strukturę Raportu A3.

W pracy (Furdygiel, 2020) zaprezentowano główny efekt wykorzystania Raportu A3. Takim efektem są skuteczne działania wynikające ze szczegółowych analiz przyczyn problemów, jak i poprawa komunikacji między członkami zespołu, którzy zajmują się doskonaleniem procesu produkcyjnego.

<b>Raport A3</b>	
Tytuł	Właściciel
	Data
1. Zidentyfikowanie problemu	5. Działania naprawcze
2. Opis problemu	
<b>PLAN</b>	<b>DO</b>
3. Cele:	6. Plan realizacji
4. Analiza przyczyn- źródłowej	7. Weryfikacja skuteczności przeprowadzonych działań i ulepszeń
	<b>CHECK</b>
	8. Standaryzacja
	<b>ACT</b>

Rys. 4.20. Raport A3  
 Źródło: Opracowanie własne.

Kluczowe dla Raportu A3 są (Żurawik, 2017):

- wizualna przejrzystość i zwięzłość – raport nie może zawierać zbyt dużo informacji,
- czytelność – cel, jak i formy schematu nie są wyłącznie dla jego moderatora, ale również dla całego zespołu,
- skuteczność w rozwiązywaniu omawianego problemu,
- cel i sposób pomiaru przeprowadzonych działań,
- zaangażowanie organizacji.

Przy zastosowaniu Raportu A3 należy pamiętać, że:

- do rozwiązywania wszystkich problemów nie powinien być używany wyłącznie Raport A3,
- warto korzystać z wielu narzędzi *Lean Manufacturing*, ponieważ Raport A3 nie jest złotym środkiem w przypadku rozwiązywania problemów o różnym rodzaju trudności,
- samo uzupełnienie Raportu A3 nie spowoduje rozwiązania problemu oraz nie zwalnia z analitycznego myślenia,
- raport A3 nie jest formularzem do wypełniania, natomiast jest formą ustrukturyzowanego procesu myślenia.

W pracy (Weiss, 2020) zaprezentowano Raport A3, który może być wykorzystywany do wielu działań jako rozwiązywanie problemów, raportowanie statusu i pisanie propozycji. Etapy procesu są jasno określone, dzięki czemu czytający raport wie, gdzie znajdzie istotne elementy.

## Bibliografia

- [1] Furdygiel P. (2020), System doskonalenia procesu produkcyjnego. X Inter University Conference „Engineer of XXI Century”, 11 December 2020. Dostępne na: [http://www.engineerxxi.ath.eu/wp-content/uploads/2020/12/268\\_poster.pdf](http://www.engineerxxi.ath.eu/wp-content/uploads/2020/12/268_poster.pdf) (dostęp: 24.01.2021).
- [2] Kołodziejczyk M. (2020), Raport A3, metody Toyoty. Dostępne na: <https://leanactionplan.pl/raport-a3/> (dostęp: 06.01.2021).
- [3] Shook J. (2012), Zarządzać, znaczy uczyć. Rozwiązywanie problemów i rozwój pracowników z wykorzystaniem metody A3. Lean Enterprise Institute Polska, Wrocław.
- [4] Weiss Elliott N., English A. (2020), A3 Thinking. Darden Case No. UVA-OM-1542. Dostępne na: <https://ssrn.com/abstract=3626121> (dostęp: 26.01.2021).
- [5] Żurawik M. (2017), Rozwiązywanie problemów w praktyce z wykorzystaniem Formatu A3. Dostępne na: [https://www.automotivesuppliers.pl/index.php?option=com\\_content&view=article&id=17033%3Arozwiazywanie-problemow-w-praktyce-z-wykorzystaniem-formatu-a3&catid=937%3Az-notatnika-konsultanta&Itemid=107&lang=pl](https://www.automotivesuppliers.pl/index.php?option=com_content&view=article&id=17033%3Arozwiazywanie-problemow-w-praktyce-z-wykorzystaniem-formatu-a3&catid=937%3Az-notatnika-konsultanta&Itemid=107&lang=pl) (dostęp: 06.01.2021).

## 4.5. Zastosowanie metody QRQC do rozwiązywania problemów jakościowych (Paulina Persak)

QRQC (ang. *Quick Response Quality Control*) to metoda szybkiej reakcji na pojawiające się problemy. Metoda jest oparta na zasadach *Lean Management* i wzoruje się na praktykach Toyota Production System. Jej celem jest natychmia-



stowa eliminacja błędów istniejących we wszystkich procesach wykonywanych przez firmę. Metoda QRQC została zastosowana po raz pierwszy we francuskiej firmie VALEO, potężnej korporacji z branży motoryzacyjnej. Obecnie to narzędzie jest wykorzystywane również w branży elektronicznej, np. w firmie Philips (Teczke i Obora, 2018). Jest odpowiedzią na następujące pytania:

1. Jak rozwiązać problem szybko i efektywnie?
2. Jak powiadomić o problemie i zapobiec ponownemu pojawieniu się tego samego problemu?
3. Jak skutecznie poprawić proces lub produkt?
4. Co zrobić, aby menadżerowie promowali i uczyli właściwego podejścia do ciągłego doskonalenia?

Metodologia rozwinęła się w wyniku połączenia trzech japońskich koncepcji zarządzania: systemu *Jidoka*, zasady zerowej wady oraz koncepcji *San Gen Shugi*. Podstawą zasady zerowej wady jest założenie, że wszystkie błędy mogą być wyeliminowane, gdy każdy pracownik współpracuje z innymi w wykrywaniu i eliminowaniu przyczyn błędów. Założeniem systemu *Jidoka* jest zasada szybkiego działania, mającego na celu identyfikację oraz eliminację przyczyn powstających problemów, ale też prowadzenie analizy problemów do czasu znalezienia rozwiązania. Koncepcja *San Gen Shugi* składa się z trzech części (Teczke i Obora, 2018):

- 1) *San* – numer trzy,
- 2) *Gen* – realne i aktualne (odnosi się do obiektywnego podejścia do problemu),
- 3) *Shugi* – zasady.

Koncepcja *San Gen Shugi* zakłada, że każdy problem można rozwiązać przez analizę rzeczywistych danych zebranych w miejscu wystąpienia problemu, co prowadzi do znalezienia jego rzeczywistych, podstawowych przyczyn. Koncepcja *San Gen Shugi* jest zatem ideą podejmowania decyzji na podstawie realnych danych (*Genjitsu*), zebranych na podstawie rzeczywistych obserwacji (*Gembutsu*) w obszarze wystąpienia problemu (*Genba*) (Wolniak R., 2001). *Genjitsu* – realne dane (wymaga zebrania danych i faktów niezbędnych do dokładnego opisanie problemu, najlepiej za pomocą mierzalnych charakterystyk); *Genba* – realne miejsce (tam gdzie powstaje „wartość dodana”, miejsce wystąpienia problemu); *Gembutsu* – realne części (aby zrozumieć problem, trzeba wziąć niezgodną część do ręki, obejrzeć własnymi oczami, porównać z innymi częściami i standardem) (Testa i Aoudia, 2012).

Podstawową zasadą QRQC jest szybkość reakcji na problem (ang. *Quick Response*). Szybka reakcja przyczynia się do obniżenia kosztów związanych z powstałymi błędami, a z drugiej strony pozwala na ochronę firmy przed „zamiataciem problemów pod dywan”. Według metody QRQC maksymalny czas na wdrożenie akcji korekcyjnych to 24 godziny. QRQC zakłada również zasadę dyscypliny i weryfikacji. Dyscyplina oznacza zachowanie ściśle określonego schematu działania. Jasne zasady działania muszą być przestrzegane przez wszystkich, a każde odstępstwo od ustalonych reguł wymaga reakcji kierownictwa. Weryfikacja zapewnia, że uzgodnione i zatwierdzone rozwiązania są wdrażane zgodnie ze



standardami. W praktyce metodologia QRQC jest stosowana na trzech poziomach organizacji.

#### POZIOM 1. – linia produkcyjna

Celem analizy problemów na tym poziomie jest szybkie usunięcie wszelkich pojawiających się problemów związanych z funkcjonowaniem linii produkcyjnej. Podstawową rolę w QRQC na poziomie pierwszym pełnią operatorzy. Muszą być przeszkoleni do zatrzymania pracy w przypadku stwierdzenia defektu, zanotowania problemu (tablica lub formularz QRQC), podjęcia szybkiej akcji korekcyjnej oraz zawiadomienia lidera lub mistrza produkcji. Mistrz sprawdza codziennie wykonanie pracy operatorów linii na zgodność ze standardem. Kierownik produkcji powinien przynajmniej raz dziennie pojawić się na linii produkcyjnej, zachęcić operatorów do prawidłowego stosowania QRQC oraz sprawdzić realizację działań korekcyjnych zapisanych na tablicy QRQC. Kluczowymi czynnikami sukcesu są: zaangażowanie operatorów, standardy wykonania pracy pozwalające na szybkie stwierdzenie odstępstwa od normy, dostępność i szybka reakcja służb pomocniczych (technolog, planista) oraz zaangażowanie kierownictwa produkcji odpowiedzialnego za zapewnienie środków do wdrożenia i monitorowania działań.

#### POZIOM 2. – wydział produkcyjny

Podstawową rolę w QRQC na poziomie drugim pełni kierownik wydziału. On prowadzi codzienne spotkania. Musi rozumieć mechanizm QRQC, przydzielać zadania do realizacji oraz weryfikować ich wykonanie. Pozostali uczestnicy na tym poziomie to mistrz produkcji, inżynier jakości, technolog, planista. Mistrz dostarcza informacji o realizacji zadań na linii oraz eskaluje problemy, które są trudne do rozwiązania na poziomie linii produkcyjnej. Kluczowe czynniki sukcesu na tym poziomie to przede wszystkim czytelny sposób przydziału zadań (działanie, osoba odpowiedzialna, data, oczekiwane rezultaty), skupienie się na trzech głównych problemach każdego dnia oraz zaangażowanie mistrza, kierownika produkcji i służb pomocniczych. Na tym poziomie dokonuje się dogłębnej analizy problemów w sposób metodyczny, z wykorzystaniem takich narzędzi, jak 5xWhy?, diagram Ishikawy.

#### POZIOM 3. – zakład produkcyjny

Na poziomie trzecim podstawową rolę w QRQC pełni dyrektor produkcji/dyrektor zakładu. Na tym poziomie rozwiązywane są problemy, które są ważne z punktu widzenia całej firmy, a mianowicie problemy obejmujące różne obszary jej funkcjonowania. W ramach codziennych spotkań managerowie, reprezentujący różne obszary działalności firmy, współpracują ze sobą. W szczególnie istotnych sprawach na spotkania są zapraszani członkowie zarządu. Przedstawione poziomy analizy QRQC są ze sobą powiązane. Gdy pewien problem pozostaje nierozwiązany na poziomie pierwszym, osiąga poziom drugi. Analogicznie – wszelkie nierozwiązane problemy na poziomie drugim są przekazywane do poziomu zakładu do analizy. Główną zasadą leżącą u podstaw tego przepływu jest to, że każdy problem powinien znaleźć swoje rozwiązanie.

Analiza problemów z QRQC zakłada cztery podstawowe etapy działania (Testa i Aoudia, 2012):

- 1) detekcja,
- 2) komunikacja,
- 3) analiza,
- 4) weryfikacja.

Etapy te odpowiadają czterem etapom cyklu Deminga, a sposób ich wykonania zależy od poziomu analizy. Typowa procedura dla QRQC rozpoczyna się od wykrywania problemów. Kolejnym ważnym etapem procedury jest komunikacja, czyli powiadomienie o problemie. Następny etap to analiza, czyli prezentacja danych, dyskusja na temat stwierdzonych przyczyn problemu oraz propozycje działań korekcyjnych. Ostatni etap obejmuje weryfikację, która potwierdza efektywność działań.

Koncepcja szybkiej kontroli jakości staje się coraz bardziej popularna w praktyce. Wynika to z korzyści, które może uzyskać firma w wyniku jej realizacji. Wśród najczęściej wskazanych można wymienić (Training for Suppliers, 2003):

- szybkie i skuteczne rozwiązywanie bieżących problemów,
- zapobieganie powtarzaniu się już rozwiązanych problemów w przyszłości,
- znaczne zmniejszenie problemów z jakością.

## Bibliografia

- [1] Teczke M., Obora H. (2018), Quick Response Quality Control – Concept of Instant Analysis of the Company's Current Problems. [W:] B. Mikuła, T. Rojek (red.), Knowledge, Economy, Society: Reorientation and Transformations of Economy and Organization Management Concepts, Kraków: Foundation of the Cracow University of Economics, 199-207.
- [2] Testa Q., Aoudia H. (2012), Perfect QRQC – The Basics: Quality Management Based on the San Gen Shugi Attitude. Maxima.
- [3] Training for Suppliers (2003), QRQC & PDCA FTA, materiały szkoleniowe Valeo. Dostępne na: <http://www.doc88.com/p-992198908894.html> (dostęp: 28.01.2021).
- [4] Wolniak R. (2003), Gemba – japońska technika zarządzania, Przegląd Organizacji, nr 7-8, 22-25.

## 4.6. Certyfikacja procesu (Damian Kot)

Proces jest to seria działań, które przekształcają dane wejściowe w dane wyjściowe wymagane przez klienta. Kluczowym procesem jest taki, który ma ogromny wpływ na potrzeby biznesowe oraz wymagania klienta. Zarządzanie procesami to zdyscyplinowana metoda identyfikacji i zarządzania działaniami doskonalącymi w celu zadowolenia klienta oraz osiągnięcia celów biznesowych. Strategie oraz działania certyfikacji procesu, które można zastosować do operacji produkcyjnych są następujące (Process Certification..., 2015):

- mapowanie procesów (SIPOC – ang. *Suppliers Inputs Process Outputs Customer*),



- analiza rodzajów i skutków błędów procesu (FMEA – ang. *Failure Mode and Effects Analysis*),
- metoda identyfikacji kluczowych charakterystyk (KC – ang. *Key Characteristics*),
- analiza systemu pomiarowego (MSA – ang. *Measurement System Analysis*),
- statystyczna kontrola procesu (SPC – ang. *Statistical Process Control*),
- plany kontroli,
- audyty wewnętrzne.

1. Certyfikacja procesu to metoda i zestaw narzędzi stosowane po to, aby ulepszyć i zarządzać procesem tak, aby proces i zmienność produktu były zmniejszone lub wyeliminowane (Kozłowski i Liwowski, 2011).

Proces jest certyfikowany, gdy (Process Certification..., 2015):

- kluczowe charakterystyki wszystkich stanowisk pracy są zidentyfikowane i konsekwentnie spełniają wymagania ProCert,
- konfiguracje, systemy pomiarowe, maszyny i metody są sprawdzone,
- kluczowe cechy są pod kontrolą statystyczną, są stabilne i zgodne,
- plan kontroli został opracowany i jest przestrzegany,
- samokontrola jest wykonywana i dokumentowana.

**SIPOC** jest opracowywany w celu ułatwienia rozwiązywania problemów procesu oraz dokładnego zrozumienia faktycznego stanu procesu (Mydlarz, 2019).

Mapa procesu SIPOC składa się z następujących elementów:

- *Suppliers* – dostawcy,
- *Inputs* – wejścia – dane wejściowe procesu to elementy dostarczane do procesu, które są potrzebne do wytworzenia wyników,
- *Process* – proces,
- *Outputs* – wyjścia – wyniki procesu to rzeczy wytworzone w procesie, których potrzebuje klient,
- *Customer* – klient.

Dobra mapa procesu pomaga wizualizować relacje SIPOC. Czynności, które mogą pomóc tworzyć mapę procesu, są następujące (Process Certification..., 2015):

- zidentyfikuj wyniki procesu i jego klientów,
- zidentyfikuj dane wejściowe do procesu i jego dostawców,
- dokumentuj operacje, które mają miejsce na etapie procesu,
- dokumentuj wszystkie czynności związane z testowaniem, pomiarami i inspekcjami (TMI),
- dokumentuj wszystkie odpady, przeróbki lub naprawy, problemy gwarancyjne itp., które można przypisać do etapu procesu.

Mapa procesu to wysiłek zespołowy. Inżynierowie produkcji i procesu, operatorzy procesów, kierownicy produkcji, personel konserwacyjny, dostawcy, inżynierowie projektanci, wszyscy posiadający wiedzę o procesach są zaangażowani w analizę problemu, tworząc mapę procesu. Rysunek 4.21 prezentuje



Na potrzeby certyfikacji procesów istotne jest **zidentyfikowanie kluczowych charakterystyk** procesu. Nie zawsze łatwo jest zdecydować, które charakterystyki są kluczowe. Wszystko, co może mieć wpływ na bezpieczeństwo lub środowisko, będzie miało krytyczne znaczenie, ale nawet to nie zawsze jest łatwe do zidentyfikowania. DFMEA i PFMEA pomagają zidentyfikować kluczowe charakterystyki. Kluczowa charakterystyka (KC) to cecha części lub zespołu, której zmienność ma znaczący wpływ na bezpieczną eksploatację jednostki, wydajność funkcjonalną, eksploatację lub produktywność, której zmiennością najlepiej zarządzać za pomocą certyfikacji procesu. KC dla części lub zespołów to mierzalne lub sprawdzalne cechy, które muszą istnieć (Process Certification..., 2015).

**System pomiarowy** wykorzystywany do monitorowania kluczowych parametrów powinien być (Process Certification..., 2015):

- dokładny – średnia z dużej liczby powtarzanych pomiarów jest bliska wartości rzeczywistej,
- precyzyjny – duża liczba powtarzanych pomiarów ściśle się łączy,
- powtarzalny – metoda pomiaru daje spójne wyniki, gdy jest używana przez tego samego technika,
- stabilny w całym zakresie użytkowym – dokładność i precyzja systemu pozostają stałe w całym zakresie sprawdzianu pomiarowego,
- stabilny w czasie – dokładność systemu i precyzja pozostają niezmiennie w czasie.

**Statystyczna kontrola procesu (SPC)** jest wdrażana na potrzeby monitorowania kluczowych parametrów. Oparta jest na prowadzeniu kart kontrolnych, które umożliwiają ocenę, czy dany proces podlega swojej normalnej zmienności, czy zaczyna zachowywać się niestandardowo, aby móc w razie potrzeby zareagować. W przemyśle karty kontrolne służą do sprawdzania stabilności procesu produkcyjnego w czasie (Łuczak i Matuszak-Flejszman, 2007).

Aby zapewnić jakość procesu, należy opracować i wdrożyć **plan kontroli**, który zawiera strategię i taktykę stosowaną do monitorowania i utrzymywania stabilności i zdolności procesu. Plan musi być widoczny na stanowisku pracy i musi podlegać audytowi. Plan kontroli określa (Process Certification..., 2015):

- kluczowe charakterystyki i inne ważne funkcje procesów i produktów, którymi się zarządza,
- docelowe wartości i specyfikacje,
- co należy zmierzyć i/lub sprawdzić,
- kto jest odpowiedzialny za wykonanie pomiarów i kontroli,
- harmonogram (częstotliwość, liczba sztuk) kontroli,
- protokół (techniki, mierniki, procedury) pomiarów i kontroli,
- metody wykorzystywane do śledzenia wyników (wykresy kontrolne itp.),
- instrukcje dotyczące reagowania na zmiany procesu,
- szczególne wymagania szkoleniowe dla osób pracujących w procesie.

Plan kontroli zawiera strategię i taktykę stosowaną do monitorowania oraz utrzymywania stabilności i zdolności procesu.

Ostatecznie wdrażany jest **audyt wewnętrzny** będący działalnością, która ma na celu usprawnienie linii produkcyjnej oraz wniesienie do niej wartości dodatniej. Jest działalnością doradczą i weryfikującą. Pomaga wydziałowi osiągnąć założone cele przez metodyczne i systematyczne podejście do oceny.

Proces certyfikowany jest to proces, który osiąga założone rezultaty na określonym poziomie jakości, dzięki realizacji zaplanowanych i zgodnych z procedurami działań.

## Bibliografia

- [1] Kozłowski R., Liwowski B. (2011), Podstawowe zagadnienia zarządzania produkcją. Warszawa.
- [2] Łuczak J., Matuszak-Flejszman A. (2007), Metody i techniki zarządzania jakością. Poznań.
- [3] Mydlarz A. (2019), Zarządzanie jakością. Dostępne na: <https://inzynierjakosci.pl/2019/12/mapowanie-procesu/> (dostęp: 28.01.2021).
- [4] Process Certification 201 for Operations Rev 3 Mar 2015 PWC (2015), Materiały szkoleniowe PWC.
- [5] Urbaniak M. (2004), Zarządzanie jakością. Warszawa.

## 4.7. Balansowanie linii produkcyjnych (Magdalena Ćwikła)

Balansowanie linii produkcyjnych jest pracą polegającą na znalezieniu optymalnej kolejności wykonywanych operacji oraz przypisaniu czynności poszczególnym operacjom w taki sposób, aby ilość pracy na stanowiskach była porównywalna. Linią produkcyjną określa się zespół stanowisk roboczych ręcznych, maszynowych lub mieszanych, które są pogrupowane według kolejności operacji danego procesu technologicznego. Kolejnym ważnym pojęciem jest cykl produkcyjny – to właśnie w jego obszarze dochodzi do zmian. Cykl produkcyjny jest więc odcinkiem czasu pomiędzy pobraniem materiału i komponentów do produkcji a przekazaniem wyrobu gotowego na magazyn (Fabia, 2018).

Aby przystąpić do balansowania linii produkcyjnej, potrzebne są następujące informacje:

- znajomość liczby operacji,
- znajomość czasów cykli ich wykonania (czas maszynowy, czas robocizny),
- poznanie relacji, kolejności zachodzącej między zadaniami przydzielonymi do poszczególnych stanowisk.

Dane te w każdym przedsiębiorstwie powinny być łatwo dostępne. Istnieją dwa typy balansowania linii produkcyjnych, które przedstawiono na rys. 4.22 (Fabia, 2018).

Przepływ nie może być w żaden sposób zaburzony. Przebrojenia mają być krótkie w stosunku do czasów operacji produkcyjnych. Stanowiska powinny być ustandaryzowane, a maszyny powinny pracować zgodnie z harmonogramem konserwacji i napraw. Podczas każdej analizy procesu zaczynają się pojawiać nowe problemy, które bardzo często są związane z pomijanymi dotychczas tematami.





Rys. 4.22. Typy balansowania linii produkcyjnych

Źródło: Opracowanie własne na podstawie (Fabia, 2018).

Nie zaleca się balansowania linii w początkowych etapach wprowadzania zmian, głównie ze względu na wiele zależności od pozostałych metod.

Jednym z głównych zagadnień w balansowaniu jest dobór liczby produkowanych wyrobów w odpowiednim czasie, a także kolejności ich wykonywania z uwzględnieniem gabarytów i rodzaju obróbki. Podczas balansowania linii produkcyjnej po etapie eliminacji marnotrawstwa i jego ograniczeń należy skalkulować liczbę operatorów.

Do kalkulacji liczby operatorów należy zastosować wzór:

$$\text{Liczba operatorów} = \frac{\text{Całkowity czas produkcji wyrobu}}{\text{Czas taktu klienta}} \quad (4.1)$$

Do graficznej analizy linii produkcyjnej stosuje się wykresy Yamazumi. W polskim tłumaczeniu określa się je wykresami równoważenia obciążenia. Yamazumi dzieli zadania indywidualne na pracowników, reprezentując czas, który te zadania zajmują. Pozwala to na zestawienie ze sobą czasu taktu klienta z czasem wykonywania każdej operacji na każdym stanowisku w bardzo prosty i intuicyjny sposób (Paluch, 2020).

Cały proces związany z balansowaniem można podzielić na cztery główne kroki (Fabia, 2018):

1. Usuwanie czynności/procesy niedodające wartości. Dokonywanie weryfikacji wymagań klienta (wewnętrznego i zewnętrznego).
2. Łączenie ze sobą czynności. Sprawdzenie, na których stanowiskach operatorzy są obciążeni. Rozłożenie wszystkich czynności między operatorów tak, aby każdy z nich był podobnie obciążony pracą.
3. Reorganizacja stanowiska. Zwrócenie uwagi na ergonomię pracy, dostępność oraz stan wykorzystywanych narzędzi.
4. Uproszczenie wykonywania operacji. Poszukiwanie rozwiązań, które pomogą skrócić czas wykonywania operacji.



## Bibliografia

- [1] Fabia P. (2018), Balansowanie linii. Dostępne na: <https://lean.db77.pl/balansowanie-linii/#respond> (dostęp: 24.01.2021).
- [2] Paluch Ł. (2020), Balans linii produkcyjnej – czyli jak produkować produktywnie? Dostępne na: <https://www.zaradzanieprodukcja.pl/2020/03/balans-linii-produkcyjnej-czyli-jak-produkowac-produktywnie/> (dostęp: 24.01.2021).







Powiązanie rozdziałów pracy i studiów przypadków (cd.)

	P14	P15	P16	P17	P18	P19	P20	P21	P22	P23	P24	P25	P26
R1.1													
R1.2													
R1.3									X				
R1.4													
R1.5													
R1.6											X		
R1.7										X			
R1.8													
R2.1													
R2.2													
R2.3					X	X							
R2.4										X			
R2.5													
R2.6					X	X							
R2.7							X	X					
R2.8													
R3.1													
R3.2													
R3.3											X		
R3.4	X		X										
R3.5													
R3.6													
R4.1		X											
R4.2													
R4.3													
R4.4													
R4.5	X												
R4.6													
R4.7				X									
R4.8									X				

Źródło: Opracowanie własne.

**P1. Analiza przypadku odrzucenia partii produkcyjnej z powodu niezgodności za pomocą metody 5xWhy?** (Katarzyna Gładysz)

**Opis sytuacji**

Analizowane przedsiębiorstwo produkuje sprężyny stalowe o różnych wymiarach, które są przeznaczone do maszyn i urządzeń gospodarczych, takich jak np. traktory czy kosiarki. W trakcie procesu produkcyjnego, którego przebieg przedstawia schemat (rys. P1.1), po dokonaniu kontroli okazało się, że cała partia produktów nie nadaje się do wysyłki do klienta i musi zostać zniszczona.





Rys. P1.1. Przebieg procesu produkcji sprężyn  
Źródło: Opracowanie własne.

Przypadek ten przeanalizowano za pomocą metody 5xWhy?.

### Analiza

Analiza 5xWhy? wyglądała następująco:

Problem: Partia produktów nie może zostać wysłana do klienta.

Dlaczego? Ponieważ wymiary całej partii nie spełniają wymagań klienta.

Dlaczego? Ponieważ sprężyny są za krótkie.

Dlaczego? Ponieważ obrabiarka CNC, która wykonywała operację cięcia, przecięła pręt na inną długość niż potrzebował tego klient.

Dlaczego? Ponieważ pracownik źle zaprogramował maszynę.

Dlaczego? **Ponieważ nie miał odpowiednich kwalifikacji lub nie zostały mu przekazane instrukcje dotyczące wymiarów, jakie powinien mieć wyrób.**

Po dokonaniu analizy przypadku metodą 5xWhy? widać, że rzeczywistym problemem i bodźcem początkowym do powstania problemu był pracownik. Wiedząc, że instrukcje stanowiskowe oraz dokumenty dotyczące szczegółowych

wymiarów produktów powstających w danej linii produkcyjnej, a także zlecenia produkcyjne są dostarczane pracownikom i mają oni obowiązek się z nimi zapoznać, można stwierdzić, że przyczyną złego zaprogramowania maszyny przez pracownika był brak odpowiednich umiejętności i kwalifikacji do wykonywania pracy przez tego właśnie pracownika.

### **Proponowane rozwiązanie**

Czynnościami naprawczymi powinien być cykl szkoleń pracowników, aby mogli i potrafili oni odpowiednio programować obrabiarkę numeryczną w celu wykonania prawidłowych wyrobów.

Należy również wziąć pod uwagę, że źle zaprogramowana obrabiarka nie zawsze świadczy o braku umiejętności pracownika. Może to być również wynikiem błędu spowodowanego stresem, problemami zdrowotnymi pracownika lub zwykłą pomyłką wynikającą z braku zaangażowania w proces składający się z wykonywanych przez pracownika rutynowych czynności.

Analizując schemat całego procesu produkcyjnego wyrobu, należy się także zastanowić nad tym, dlaczego problem niezgodnych wyrobów został zauważony dopiero w ostatnim etapie procesu. W przypadku wprowadzenia kontroli na wcześniejszych etapach produkcji odpowiednio wykwalifikowani pracownicy byłiby w stanie wychwycić niezgodności i wdrożyć środki zapobiegawcze, aby zapobiec marnotrawieniu czasu na dalszą obróbkę niezgodnych wyrobów.

## **P2. Zastosowanie analizy Pareto-Lorenza oraz diagramu Ishikawy do analizy przyczyn powstających niezgodności w procesie produkcji tworzyw sztucznych** *(Katarzyna Piwońska)*

### **Opis sytuacji**

Analizowane przedsiębiorstwo funkcjonuje na rynku polskim od lat osiemdziesiątych ubiegłego stulecia i zajmuje się przede wszystkim wytwarzaniem artykułów dla gospodarstw domowych. Wszystkie wyroby produkowane w firmie powstają z najlepszych półfabrykatów i różnego rodzaju tworzyw sztucznych. Kilkudziesięcioletnia produkcja zapewnia odbiorcom obsługę na najwyższym poziomie. Cennym aspektem jest również to, że przedsiębiorstwo nieustannie inwestuje w unowocześnianie parku maszyn, przez co wyroby są atrakcyjne i konkurencyjne pod względem walorów użytkowych, estetyki wykonania, jakości oraz ceny.

W przedsiębiorstwie, ze względu na problemy występujące na wydziale tworzyw sztucznych, przeprowadzono audyt. Pracownicy tego wydziału pracują w systemie 3-zmianowym, jednak wydział ten ma duże problemy ze znaczną liczbą produkowanych wyrobów niezgodnych i równie dużą liczbą zwrotów od klientów. Problemy te powodują obniżenie kondycji finansowej i wpływają negatywnie na postrzeganie przedsiębiorstwa przez obecnych klientów. Pozostałe działy firmy funkcjonują bez większych problemów, co potwierdzają zarówno pracownicy, jak i klienci przedsiębiorstwa. Przeprowadzenie audytu pozwoliło

określić wady powstające w wyrobach w procesie produkcyjnym. Aby zidentyfikować problemy występujące na wydziale tworzyw sztucznych, zastosowano analizę Pareto-Lorenza oraz diagram Ishikawy. W celu identyfikacji najczęściej występujących niezgodności mających negatywny wpływ na jakość produkowanych wyrobów tworzyw sztucznych skorzystano z diagramu Pareto-Lorenza. Metoda ta należy do technik pomagających zidentyfikować najważniejsze cechy mające najistotniejszy wpływ na proces produkcji i jakość. Dzięki temu można było zaproponować i wdrożyć działania zmierzające do poprawy poziomu jakości procesów lub wybranych cech jakościowych wyrobów materialnych i usług (Dahlgard i Kristesen, 2001).

Tabela P2.1 prezentuje niezgodności występujące w procesie wraz z częstotliwością ich występowania.

Tabela P2.1. Niezgodności występujące w procesie produkcji tworzyw sztucznych

Lp.	Niezgodności występujące w wyrobach	Liczba wyrobów niezgodnych	Skumulowana liczba wyrobów niezgodnych	Udział wady w ogólnej liczbie wyrobów wadliwych	Skumulowana liczba wyrobów niezgodnych
1	Przebarwienia powierzchniowe	1 730	1 730	39,82%	39,82%
2	Złe położenie punktu wtrysku	1 423	3 153	32,75%	72,57%
3	Nieprawidłowo uplastycznione tworzywo	420	3 573	9,66%	82,23%
4	Smugi na powierzchni	234	3 807	5,39%	87,62%
5	Osad na powierzchni formy	200	4 007	4,60%	92,22%
6	Przypalenie formy	189	4 196	4,35%	96,57%
7	Wady mechaniczne	149	4 345	3,43%	100,00%
RAZEM		4 345		100%	

Źródło: Opracowanie własne.

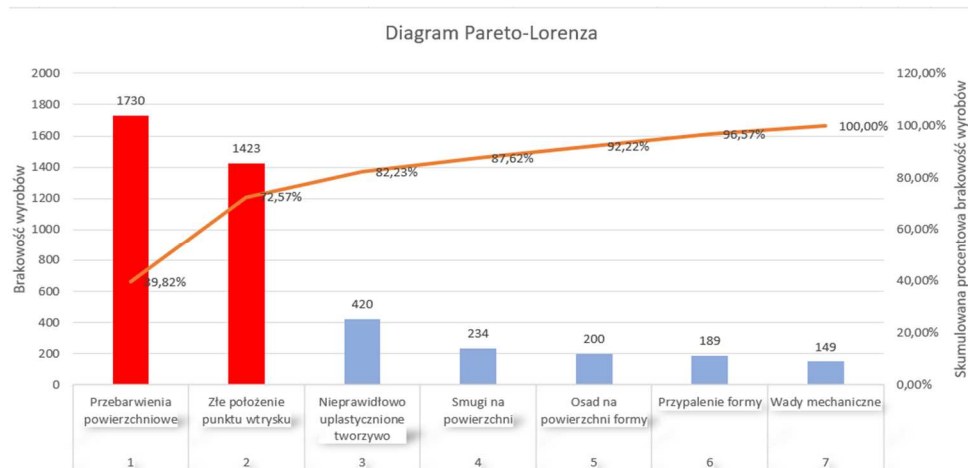
## Analiza

Na podstawie danych zawartych w tab. P2.1 zbudowany został wykres Pareto-Lorenza. Analiza danych prowadzi do stwierdzenia, że nie przedstawiają one jednoznacznego rozkładu 80 do 20, ponieważ wynika z nich, że pierwsze dwie wady generują 72,59% problemów procesu. Aby poprawić proces produkcyjny i pozbyć się występujących niezgodności, należy się zatem skupić na eliminacji dwóch pierwszych pozycji z tab. P2.1. Rysunek P2.1 prezentuje diagram Pareto-Lorenza niezgodności powierzchniowych występujących na wydziale tworzyw sztucznych.

Na pozostałe pięć rodzajów wad przypada 27,43% w odniesieniu do ogólnej liczby wszystkich niezgodności. Analizując uzyskane wyniki, można określić kierunek działań korygujących mających na celu wyeliminowanie lub ogranicze-



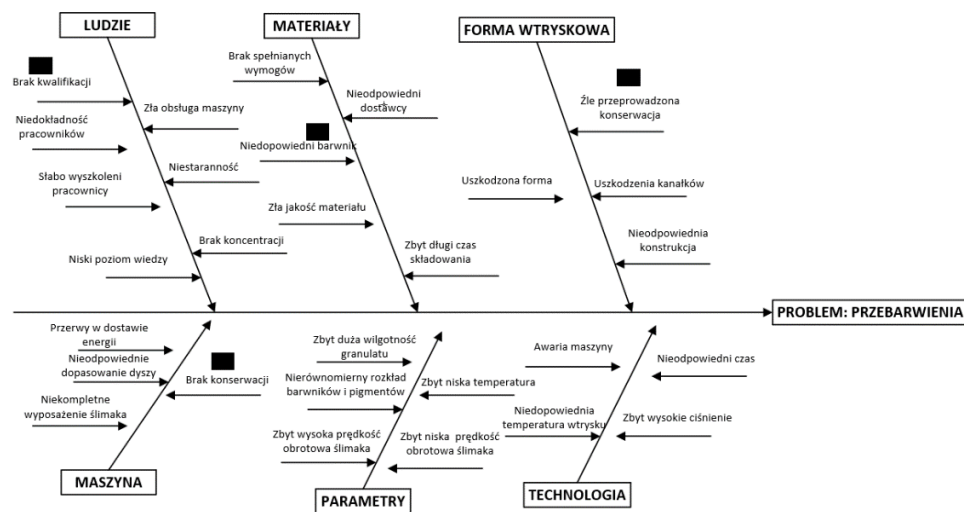
nie dwóch podstawowych rodzajów wad, jakimi są przebarwienia powierzchniowe i złe położenie punktu wtrysku.



Rys. P2.1. Diagram Pareto-Lorenza

Źródło: Opracowanie własne.

W dalszej części analizy opracowano diagram Ishikawy dla najczęściej występującej niezgodności. W analizowanym przypadku wyodrębniono pięć obszarów, z których pochodzą przyczyny powstawania niezgodności w produkcji. Można do nich zaliczyć: maszyny, formy wtryskowe, parametry, technologię, ludzi i materiały.



Rys. P2.2. Diagram Ishikawy dla problemu przebarwienia powierzchniowe

Źródło: Opracowanie własne.



Diagram Ishikawy został wykorzystany do analizy przyczyn powstawania niezgodności w wyrobach. Metoda ta została utworzona w celu rozpoznania zależności pomiędzy wymaganiami klienta a jakością finalnego wyrobu i łatwiejszego ustalania jego cech.

Na rysunku P2.2 przedstawiono diagram Ishikawy dla problemu przebarwienia powierzchniowe na wydziale tworzyw sztucznych. Diagram Ishikawy poddano analizie wiedzy eksperckiej z zakresu wytwarzania tworzyw sztucznych, aby określić, które ze wskazanych problemów w głównej mierze wpływają na powstawanie przebarwień w wyrobach. Eksperci zgodnie stwierdzili, że głównymi przyczynami powstawania przebarwień w wyrobach mogą być problemy związane z ludźmi (brak kwalifikacji), materiał (nieodpowiedni dostawcy oraz źle dobrany barwnik). Powstawanie przebarwień może być też związane ze źle przeprowadzoną konserwacją formy wtryskowej oraz z brakiem konserwacji maszyny.

### **Proponowane rozwiązanie**

W celu wyeliminowania problemów związanych z ludźmi należy przeszkolić kadrę kierowniczą tak, aby zdobyła ona wiedzę potrzebną do realizacji procesu wytwórczego tworzyw sztucznych. Wiedzę tę będzie mogła wykorzystywać w praktyce i jeśli potrzeba – przekazać operatorom. Z kolei pracownicy produkcji powinni zostać przeszkoleni w zakresie obsługi maszyn wykorzystywanych w procesie technologicznym. Szkolenia te wpłyną na podniesienie kwalifikacji pracowników, jak również na znajomość i przestrzeganie założonych norm i zarządzeń.

Kolejną przyczyną, która ma wpływ na powstawanie przebarwień, jest materiał. Aby wyeliminować związane z nim problemy, należy korzystać z usług sprawdzonych dostawców, którzy spełnią wymogi przeprowadzonych wcześniej audytów i będą dostarczać materiały, dodatki oraz barwniki odpowiedniej jakości oraz wykonywać ich szczegółową kontrolę.

Duży wpływ na jakość materiału mają również nieodpowiednie warunki i czas jego przechowywania oraz dosuszania. Z tego powodu należy zmienić lokalizację magazynowania materiałów na miejsce wewnątrz hali lub zainstalować systemy dające możliwość dosuszania materiału i wentylacji oraz systemy pomiarowe – głównie kontrolę temperatury ze względu na małą odporność tworzyw polimerowych na podwyższoną temperturę (Wawak, 2002).

Aby ograniczyć przyczyny powstawania analizowanej niezgodności, które są związane z zastosowaną w procesie produkcji formą wtryskową, należy przeprowadzać cotygodniowe kontrole wizualne oraz konserwację form, co pomoże uniknąć niechcianych usterek, a także pozwoli na dłuższe wykorzystanie tych form w procesie produkcji.

Następną przyczyną, która ma wpływ na powstawanie przebarwień, są wykorzystywane maszyny. W celu wyeliminowania problemu należy poddawać regeneracji oraz przeprowadzać systematyczne konserwacje i kontrole maszyn w celu ograniczenia niechcianych usterek.



Aby wyeliminować problem, który dotyczy stosowanych parametrów i technologii, należy rozwiązać kwestie związane z nierównomiernym rozkładem barwników lub pigmentów. W tym celu trzeba dokonać kontroli prędkości obrotowej ślimaka. Jeżeli prędkość ta jest nieodpowiednia, należy ją umiejętnie dostosować. Można tego dokonać, przeprowadzając doświadczenie pozwalające na dobór odpowiedniej technologii wykonania i dobrać optymalne parametry dla procesu produkcji tworzyw sztucznych.

Podsumowując, można stwierdzić, że w każdej organizacji zarządzanie jakością jest bardzo istotnym elementem jej skutecznego funkcjonowania. Jeśli przedsiębiorstwo dąży do zadowolenia klientów i stałego rozwoju, jakość będzie nieodzowną składową takiego systemu (Jazdon, 2011). W pierwszej kolejności należy więc zebrać dane w celu zidentyfikowania wszelkich nieprawidłowości występujących w procesie produkcyjnym. Można to zrobić za pomocą audytu. Kolejnym krokiem będzie przeprowadzenie analiz, wyciągnięcie wniosków i zaproponowanie usprawnień.

## Bibliografia

- [1] Dahlgaard J.J., Kristesen K., Kanji K. (2001), Podstawy zarządzania jakością. PWN, Warszawa.
- [2] Jazdon A. (2011), Doskonalenie zarządzania jakością. Oficyna Wydawnicza Ośrodka Postępu Organizacyjnego Sp. z o.o., Bydgoszcz.
- [3] Wawak S. (2002), Zarządzanie jakością. Teoria i praktyka. Helion, Gliwice.

## P3. Wykorzystanie diagramu Pareto-Lorenza do analizy niezgodności powstających w procesie produkcyjnym (Aleksandra Chudy)

### Opis problemu

Problemem analizowanym w niniejszym studium przypadku są niezgodności, które zostały stwierdzone w procesie frezowania kół zębatych. Na potrzeby zidentyfikowania przyczyn niezgodności wykorzystano dane zarejestrowane w okresie trzech miesięcy. Od stycznia do marca 2019 r. wystąpiło osiem przyczyn niezgodności, które zostały przedstawione w tab. P3.1.

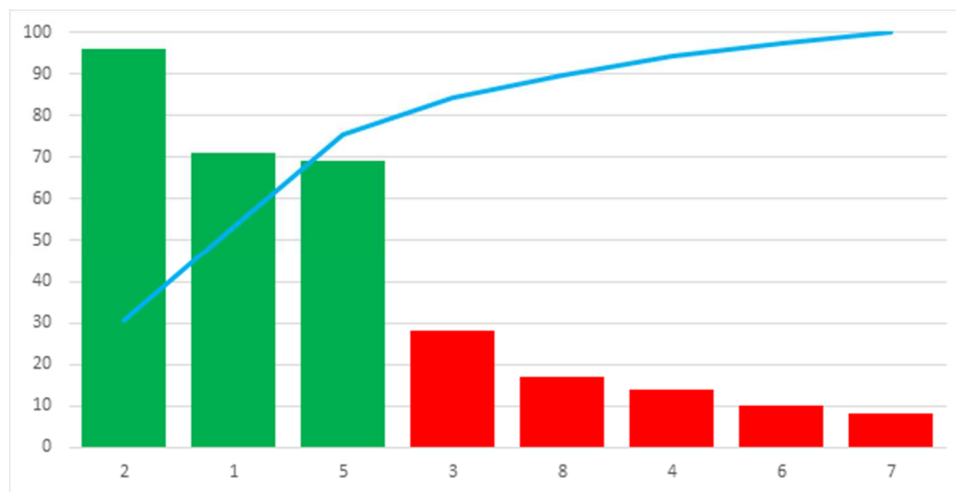
Tabela P3.1. Przyczyny występowania niezgodności podczas procesu frezowania

Lp.	Zarejestrowane przyczyny niezgodności	Udział %
1	Zużycie narzędzia	22,7%
2	Niewłaściwe opakowanie	30,7%
3	Zbyt wysoka temperatura podczas pomiaru	8,9%
4	Za mała liczba kalibracji maszyny pomiarowej	4,5%
5	Za mała prędkość posuwu obrabiarki	22%
6	Źle dobrane chłodziwo w obrabiarence	3,2%
7	Błąd operatora podczas zamocowywania sztuki	2,6%
8	Niedokładne wyczyszczenie wyrobu przed kontrolą jakości	5,4%

Źródło: Opracowanie własne.

## Analiza

Do analizy ilościowej przyczyn niezgodności wyrobu produkowanego w przedsiębiorstwie wykorzystano wyniki z procesów kontroli jakości za okres trzech miesięcy. Na potrzeby analizy ilościowej opracowano wykres Pareto-Lorenza (rys. P3.1). Pozwolił on zidentyfikować najczęściej występujące niezgodności.



Rys. P3.1. Diagram Pareto-Lorenza do analizy niezgodności wyrobów przedsiębiorstwa

Źródło: Opracowanie własne.

Na podstawie przeprowadzonej analizy stwierdzono, że głównymi przyczynami niezgodności w procesie są: niewłaściwe opakowanie wykorzystywane do transportu sztuk między operacjami, stosowanie zużytych narzędzi oraz za mały posuw obrabiarki. Informacje te pozwalają na zidentyfikowanie przyczyn, przez które pojawiają się niezgodności, a następnie skuteczne wyeliminowanie ich z procesu.

Podstawowym problemem procesu jest niewłaściwe opakowanie używane podczas transportu wyrobu po operacji frezowania do kontroli jakości. Dotychczas do przewożenia produktów były używane wózki transportowe z drewnianą skrzynką zakończoną metalowymi kątownikami. Przez zastosowanie metalowych zakończeń opakowania operator mógł nieumyślnie uderzyć wykonanym wyrobem o skrzynkę przez co mogło dojść do uszkodzenia krawędzi sztuki.

### **Problem – niewłaściwe opakowania do transportu sztuk między operacjami**

1. *Dlaczego wykorzystywano niewłaściwe opakowanie do transportu sztuk po procesie frezowania?* Brak innych opakowań na hali produkcyjnej.
2. *Dlaczego nie było innych opakowań na hali produkcyjnej?* Inne opakowania nie zostały zakupione.

3. *Dlaczego nie zostały zakupione inne opakowania?* Ponieważ osoby zamawiające opakowania transportowe zdecydowały o kupnie tańszych skrzynek transportowych.
4. *Dlaczego osoby zamawiające opakowania transportowe kupiły tańsze skrzynki?* Ponieważ dyrektor wydziału nie zatwierdził zakupu droższych opakowań.

Stosowanie zużytych narzędzi skrawających jest kolejnym fundamentalnym problemem procesu. Technologia przewiduje wykonanie jednym frezem maksymalnie 10 sztuk. Niestety, przy pomiarze 100% wyrobów okazuje się, że każda kolejna mierzona sztuka posiada coraz większe odchyłki pomiaru, co jest spowodowane tępieniem się narzędzia przy materiale, z którego są zrobione produkowane wyroby.

#### **Problem – zużyte narzędzia skrawające**

1. *Dlaczego używano zużytych frezów?* Zapis w technologii nakazywał używanie jednego frezu do produkcji 10 wyrobów.
2. *Dlaczego nakazano produkcję 10 wyrobów z użyciem jednego frezu?* Specyfikacja danego frezu wykazywała możliwość obróbki minimum 10 sztuk wyrobu.
3. *Dlaczego frez zużywał się zbyt szybko?* Używany był tańszy zamiennik.
4. *Dlaczego używano tańszego zamiennika?* Kierownik działu zakupów narzędzi zalecił używanie zamiennika o podobnych danych technicznych, ale tańszego.
5. *Dlaczego zalecono używanie zamiennika?* Używanie zalecanego frezu generowało zbyt wysokie koszty produkcji, co nie było opłacalne.

Niezdolności występują również przy pomiarze chropowatości, gdzie profilografometr pokazuje zbyt duże wartości. Oznacza to, że chropowatość obrabianej powierzchni jest wyższa niż maksymalnie dopuszczana według klienta. Jest to spowodowane zastosowaniem zbyt dużego posuwu w obrabiarce.

#### **Problem – zbyt wysoki posuw przy operacji frezowania**

1. *Dlaczego podczas obróbki zadany był zbyt wysoki posuw narzędzia skrawającego?* Zadany posuw znacznie zmniejszał czas cyklu danej operacji.
2. *Dlaczego dążono do jak najkrótszego czasu cyklu operacji?* Ponieważ operacja frezowania była wąskim gardłem procesu produkcyjnego.
3. *Dlaczego proces frezowania był wąskim gardłem produkcji?* Czas cyklu operacji był znacznie dłuższy od czasu innych procesów.
4. *Dlaczego czas cyklu był tak długi?* Ponieważ program na maszynę CNC był napisany z błędami.
5. *Dlaczego program CNC posiadał błędy?* Z powodu słabo wykwalifikowanego pracownika.

Ostatnim kluczowym problemem występującym w procesie jest zbyt wysoka temperatura podczas pomiaru międzyoperacyjnego. Zastosowane urządzenia chłodzące w kontroli jakości nie radzą sobie z obniżeniem temperatury, która panuje w pomieszczeniu. Częste otwieranie drzwi wychodzących na halę produkcyjną wpuszcza do sali ciepłe powietrze, które generuje zbyt wysoką temperaturę. Optymalna temperatura pomiaru to  $\pm 20^{\circ}\text{C}$ , a temperatura na hali produkcyjnej waha się pomiędzy 23 a  $26^{\circ}\text{C}$ .

Analizując wymienione problemy, należy zidentyfikować powodujące je przyczyny, a następnie podjąć działania korygujące. Priorytetowo należy wymienić opakowania transportowe, aby zapobiec powstawaniu zakaleczeń na wyrobach gotowych. Wyeliminowałyby to ponad 20% niezgodności. W następnych krokach trzeba podjąć działania naprawcze w obrębie maszyny, tj. narzędzi skrawających oraz parametrów technologicznych operacji.

Przeprowadzona analiza niezgodności pozwoliła na zidentyfikowanie niezbędnych usprawnień procesu. Dzięki analizie można było rozpoznać kluczowe przyczyny niezgodności wyrobu, do których zaliczono m.in.:

- źle dobrane parametry posuwu,
- nieodpowiednie środowisko pracy,
- niewystarczająco wykwalifikowanych pracowników,
- nieodpowiedni transport wyrobów.

### Proponowane rozwiązanie

Biorąc pod uwagę wynik analizy, aby zapobiec niegodnościom w przyszłości, należy:

- przeprowadzić szkolenia pracowników,
- monitorować temperaturę w placówkach pomiarowych za pomocą czujników, które będą wykonywać pomiar ciągły temperatury,
- realizować wymianę narzędzi skrawających w maszynach minimum co 5 sztuk lub zastosować droższe, ale wytrzymalsze frezy,
- natychmiast zmienić zabezpieczenia podczas transportu produkowanych wyrobów.

Wprowadzając zaprezentowane działania, należy liczyć się z powstałymi razem z nimi kosztami, aczkolwiek w przyszłości powinny one wpłynąć na ograniczenie niezgodności.

## P4. Zastosowanie wykresu Pareto-Lorenza i diagramu Ishikawy w celu zidentyfikowania przyczyny powstawania braków w wyrobie dysza (*Mateusz Gul*)

### Opis problemu

Produkowany wyrób dysza (rys. P4.1) często był reklamowany przez klienta, dlatego proces jego produkcji został poddany analizie. W celu zidentyfikowania możliwych przyczyn przeprowadzono burzę mózgów. Wzięło w niej udział sześcioro pracowników firmy, a także przewodniczący.





Rys. P4.1. Dysza

## Analiza

Zgodnie z zasadami metody burzy mózgów każdy z pracowników zgłaszał swoje pomysły odnoszące się do możliwych powodów powstawania wadliwych wyrobów. Każdy z pomysłów zapisywano na tablicy, a kolejne osoby, które się wypowiadały, miały za zadanie rozwinąć poprzednią przyczynę lub podać nową. W ten sposób uzyskano listę potencjalnych przyczyn (rys. P4.2).

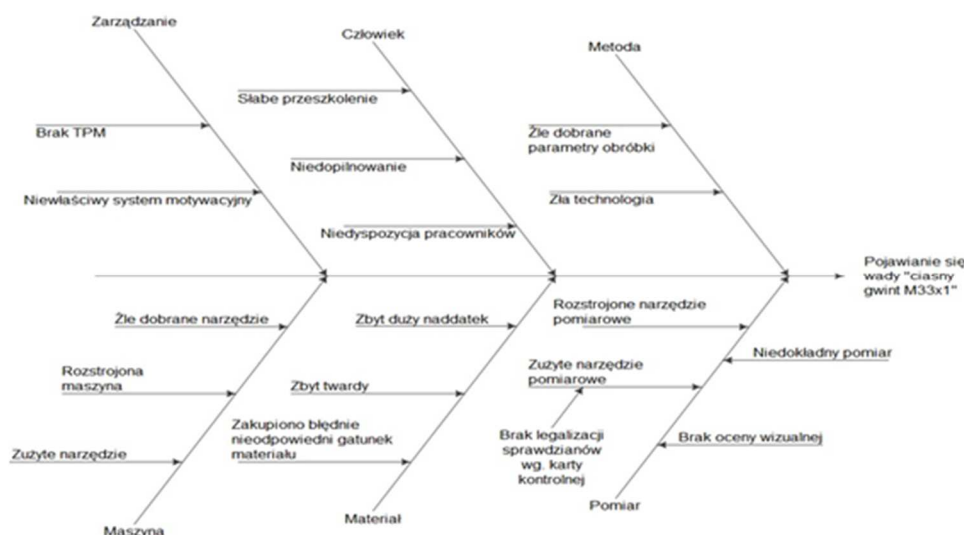
Potencjalne przyczyny wady	Suma
Brak TPM	1
Niewłaściwy system motywacyjny	11
Niedopilnowanie	7
Niedyspozycja pracownika	2
Słabe przeszkolenie	44
Źle dobrane parametry obróbki	2
Zła technologia	1
Rozstrojona maszyna	1
Zużyte narzędzie	38
Źle dobrane narzędzie	2
Zbyt twardej materiał	3
Zbyt duży naddatek	2
Zakupienie nieodpowiedniego gatunku materiału	4
Niedokładny pomiar	28
Brak oceny wizualnej	6
Zużyte narzędzie pomiarowe	30
Niewłaściwa organizacja pracy	1
Rozstrojone narzędzie pomiarowe	3
	215

Rys. P4.2. Potencjalne przyczyny wad w dyszy

Źródło: Opracowanie własne.

Pomysły zostały poddane indywidualnej ocenie pracowników. Każdy pracownik w skali 1-10 ocenił, która przyczyna według niego najbardziej wpływa na powstawanie wad.

W ramach dalszej analizy zgromadzone wcześniej dane zostały wykorzystane do stworzenia diagramu Ishikawy (rys. P4.3). Diagram został stworzony według zasady 5M+M. Oznacza to, że jako rybie ości zostały użyte następujące składowe: zarządzanie, człowiek, metoda, maszyna, materiał i pomiar. Dokonano doboru dodatkowej składowej, którą jest pomiar, ze względu na prowadzenie badań dotyczących występowania wadliwych wyrobów w produkcji dysza.



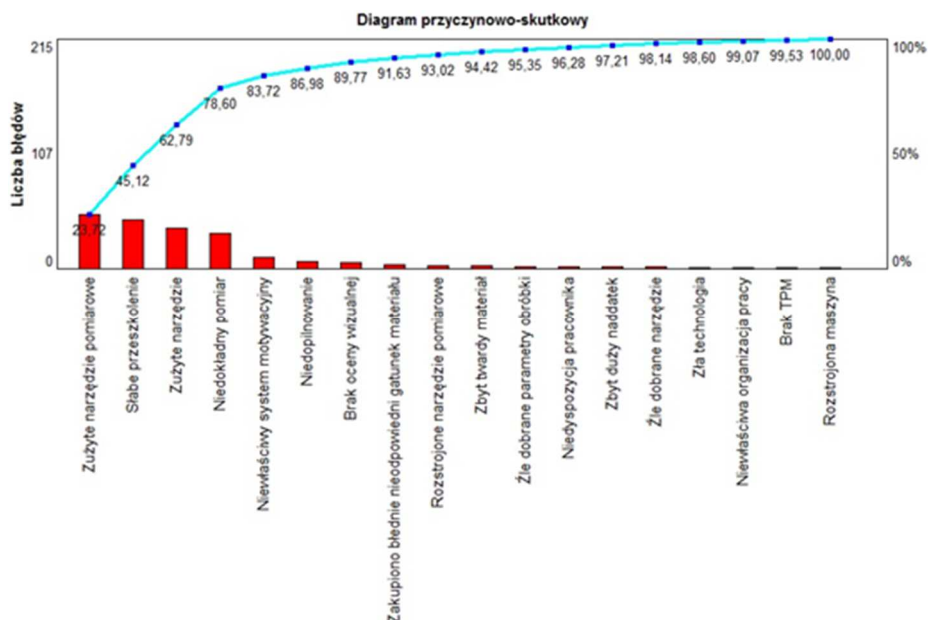
Rys. P4.3. Diagram Ishikawy dla wady „ciasny gwint M33x1”

Źródło: Opracowanie własne.

Po wykonaniu diagramu Ishikawy (rys. P4.3) utworzono wykres Pareto-Lorenza (rys. P4.4). Wskazał on cztery potencjalne przyczyny, które mogą powodować powstawanie wad. Załamanie wykresu nastąpiło na granicy 78,6%. Uznano więc, że aspektami, które spowodowały występowanie wad, są:

- zużyte narzędzie pomiarowe,
- słabe przeszkolenie,
- zużyte narzędzie,
- niedokładny pomiar.

Po dokonaniu analizy okazało się, że sprawdziany do gwintu nie były legalizowane. Dodatkowo dużym problemem okazał się fakt, że pracownicy tej firmy to osoby młode i często nieprzeszkolone z obsługi narzędzi pomiarowych. Ponadto korzystanie ze zużytych narzędzi, takich jak płytki wykańczające, gdzie krawędzie płytki często posiadały „narost”, sprawiało, że niekiedy nawet najlepiej wyszkolony pracownik nie był w stanie uzyskać wymaganych wymiarów.



Rys. P4.4. Wykres Pareto-Lorenza dla powstawania wad w dyszy

Źródło: Opracowanie własne.

### Proponowane rozwiązanie

W celu zmniejszenia liczby wyrobów wadliwych zdecydowano o przeszkoleniu pracowników z obsługi podstawowych narzędzi pomiarowych (np. suwmiarka, mikrometr).

Jako propozycje przedstawiono również:

- wdrożenie nadzoru nad legalizacją sprawdzianów oraz wyznaczenie osoby odpowiedzialnej,
- przeszkolenie pracowników odnośnie do zużycia płytek skrawających.

## P5. Zasady zarządzania jakością oraz rozwiązanie problemu oleju formowego w Solbet Stalowa Wola S.A. (Marcin Kobylarz)

### Opis problemu

Bez zaangażowania kierownictwa w zarządzanie jakością żaden system zarządzania nie jest skuteczny, zwłaszcza gdy pracownicy nie dostrzegają zainteresowania nim najwyższego kierownictwa. Zasady zarządzania jakością zostały opublikowane po raz pierwszy w 2000 r. w normie ISO 9004, a w kolejnych nowelizacjach także w ISO 9000 i ISO 9001. Ich stosowanie ma ułatwić kierownictwu organizacji doskonalenie systemu zarządzania jakością. Zasady te uległy nieznacznej zmianie w nowelizacji z 2015 r. (Pacana i Stadnicka, 2017). W ISO 9001:2015 wprowadzono dowolność sposobu gromadzenia i przechowywania



informacji, określono wymagania dotyczące dokumentowania w poszczególnych punktach normy. Organizacja może również dowolnie określić, które zapisy są niezbędne, zrezygnowano z wymaganej wcześniej księgi jakości (ISO 9001:2015). Nowymi elementami normy ISO 9001:2015 są: zarządzanie ryzykiem, podejście do planowania i cele jakości. Po nowelizacji zaangażowanie pracowników skupia się na pracownikach i ich chęci do kształtowania systemu zarządzania oraz rozwoju całej organizacji.

Zaangażowanie pracowników nie musi być ściśle związane z wydajnością. Okazuje się bowiem, że pracownik zaangażowany może być jak „pszczołka” – pracować dużo, lecz wykonywać sporo zbędnych ruchów. Z kolei gdy pracownik nie zaangażuje się niczym „mrówka”, to będzie przydatny tylko przez krótki czas. Autorzy prześcigają się we wskazywaniu różnych podziałów zaangażowania pod względem czasu poświęcanego na pracę, przyczyn pozostawania w organizacji, wydajności czy natężenia pracy. Mówiąc w skrócie, ludzie angażują się, bo:

- lubią pracować,
- lubią tę pracę,
- panuje dobry klimat w organizacji,
- chcą awansu,
- chcą mieć dobre CV dla kolejnego pracodawcy,
- osiągają przy okazji prywatne cele,
- uważają, że powinni,
- wymusza to na nich system motywacyjny.

Wiedza i doświadczenie pracowników oraz ich zaangażowanie pozwoliło znaleźć wiele rozwiązań eliminujących wady jakościowe produktu w analizowanej firmie. Jednym z problemów jakościowych były tzw. „przywary”, czyli przyklejenie masy lejnej do dna formy odlewniczej. Możliwych przyczyn tego zjawiska było wiele. Do rozwiązania problemu wykorzystano m.in. metodę 5W2H oraz diagram Ishikawy.

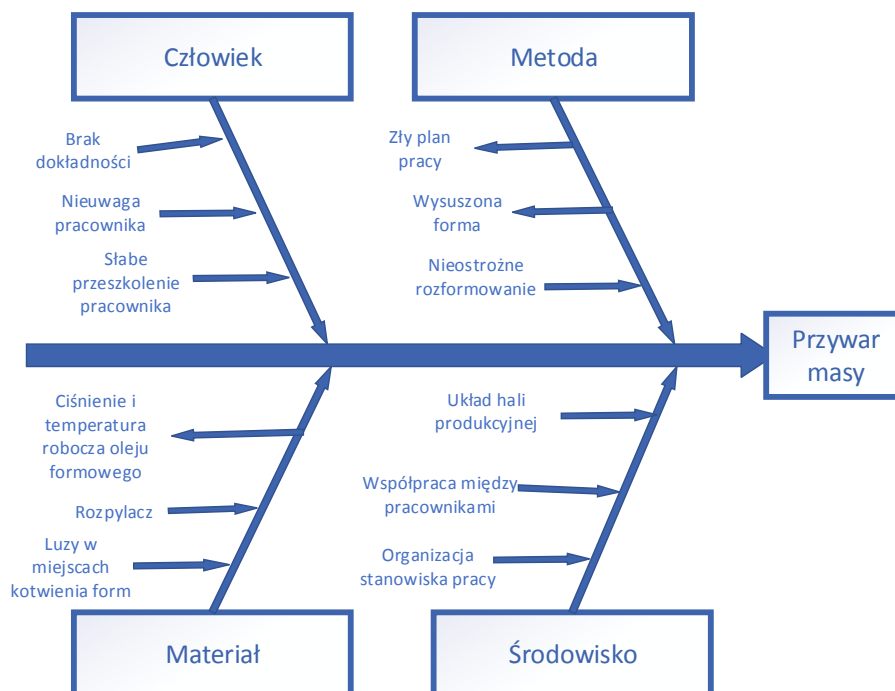
## Analiza

Analiza 5W2H została wykorzystana do wstępnego badania problemu i opisu. Pozwoliła określić:

- Kto wykrył problem? (Who?) – mistrz produkcji.
- Na czym problem polega problem? (What?) – występują tzw. „przywary”.
- Kiedy problem został ujawniony? (When?) – w dniu dzisiejszym.
- Gdzie problem został ujawniony? (Where?) – hala produkcyjna.
- Jak doszło do ujawnienia problemu? (How?) – po rozformowaniu materiału.
- Ile kosztowało powstanie problemu? (How much?) – 20 tys. zł.

Następnie przeprowadzono analizę z wykorzystaniem diagramu Ishikawy (rys. P5.1).





Rys. P5.1. Diagram Ishikawy dla problemu, którym są wady typu „przywary masy”

Źródło: Opracowanie własne.

Po wysłuchaniu doświadczonych pracowników, mistrza produkcji, brygadzysty zmiany i przeprowadzonej rozmowie z pracownikiem przygotowania form, a także stworzeniu i analizie diagramu Ishikawy stwierdzono, że główne przyczyny to ciśnienie i temperatura robocza oleju formowego, zły plan pracy oraz wysuszone forma.

### Opis rozwiązania

Jedynym słusznym rozwiązaniem dla wymienionego problemu była próba zwiększenia ciśnienia roboczego pompy zębatej. Zabieg ten poprawił zasięg i możliwości smarowania łańcą, a obniżenie temperatury ograniczyło rozpylanie oleju na zewnątrz formy i tym samym zapewniło oszczędność oleju formowego na poziomie 0,3 l na formę, tj. 420 l oleju miesięcznie.

Obniżenie temperatury grzania grzałek elektrycznych o 5°C przyczyniło się również do zmniejszenia zużycia energii elektrycznej, ponieważ grzałka nie musi pracować w sposób ciągły. Dla firmy powinno dać to oszczędność na poziomie około 1000 kWh w ciągu miesiąca.

Plan pracy uległ również zmianie. Pracownik zaczyna smarować formę tuż przed wyjazdem mieszarki po to, by olej, czyli środek powierzchniowo czynny nie uległ wyschnięciu wewnątrz formy.

Jednak głównym atutem tego posunięcia jest ograniczenie tzw. „przywarów”, czyli znaczna poprawa jakości materiału. Brak tego problemu ograniczył poziom reklamacji oraz przyczynił się do lepszej konkurencyjności produktu na rynku.

## Bibliografia

- [1] Pacana A., Stadnicka D. (2017), Nowoczesne systemy zarządzania jakością zgodne z ISO 9001:2015. Oficyna Wydawnicza Politechniki Rzeszowskiej, Rzeszów.
- [2] PN-EN ISO 9001:2015-10, Systemy zarządzania jakością – Wymagania.

## P6. Zastosowanie raportu 8D jako rozwiązanie problemu jakościowego ze wskazaniem na przyczynę źródłową – diagram 5xWhy? (Paulina Kudroń)

### Opis problemu

Analizowane przedsiębiorstwo jest członkiem międzynarodowej korporacji. Jest to firma działająca w branży motoryzacyjnej, zajmująca się produkcją uszczelnień do samochodów dla różnych klientów. Produkcja uszczelki samochodowych jest głównym zadaniem firmy. Codziennie są wytwarzane uszczelki na drzwi przednie, tylne oraz bagażnikowe. Analizowany przypadek dotyczy uszczelki samochodowych bagażnikowych. Dzienna produkcja jednego rodzaju takiej uszczelki wynosi, w zależności od klienta, od 2000 do 4000 na serię.

Cykl wytworzenia produktu finalnego zaczyna się od zasypu surowca do leja, przez wytlaczanie, mierzenie, zgrzewanie, czyszczenie, kontrolę, badania funkcjonalne, kontrolę, po pakowanie w finalne pudła.

Do najczęstszych przypadków niezgodności należą: wtrącenia, uszkodzenia mechaniczne, pomyłone etykiety, pęknięcia na zgrzewie, zabrudzenia. Głównym problemem, najczęściej zgłaszanym przez klientów, są **pęknięcia na zgrzewie**.

### Analiza

Aby nie doszło po raz kolejny do reklamacji klienta, należało znaleźć przyczynę źródłową problemu. W tym celu zebrano zespół QRQC (ang. *Quick Response Quality Control*), czyli osoby odpowiedzialne za dany projekt. W skład zespołu weszli:

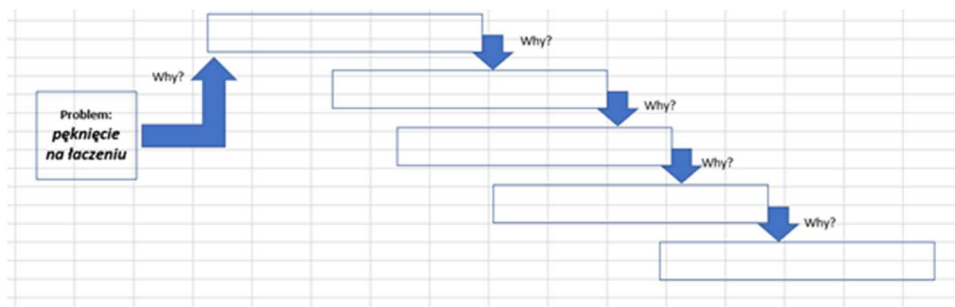
- kierownik działu – champion,
- inżynier procesu,
- inżynier zgrzewania,
- inżynier jakości,
- koordynator produkcji,
- kierownik UR,
- specjalista ds. dokumentacji.

Champion powołał zespół odpowiedzialny za produkt z każdego zaangażowanego działu. W celu znalezienia przyczyny źródłowej oraz zapewnienia jakości ze strony firmy sporządzono raport 8D wraz z analizą 5xWhy?



Raport 8D opracowano w ośmiu krokach:

- Krok pierwszy – przedstawiono członków zespołu oraz wyznaczono lidera mającego wiedzę z każdej dziedziny dotyczącej analizowanego produktu. Podano dane kontaktowe do każdego z członków wraz z numerami telefonów oraz adresem e-mail. Każdy z członków został podany jako osoba odpowiedzialna z danego działu.
- Krok drugi – dokładnie opisano problem, podano miejsca oraz moment jego wystąpienia. Określono, jaka liczba produktów została bądź mogła zostać zainfekowana oraz sposób identyfikacji produktu zainfekowanego daną wadą. W podsumowaniu tego kroku przedstawiono informację o zagrożeniu dla klienta oraz określono poziom zagrożenia. Stwierdzono, że jest ono średnie ze względu na skalę problemu.
- Krok trzeci – w tym kroku opisano, wraz z uzasadnieniem ich potrzeby, akcje tymczasowe, które przyczyniły się do zminimalizowania zagrożenia dla klienta. Akcje te zapewniły również ciągłość produkcji. Wskazano konieczność podjęcia następujących akcji: segregacja zapasów materiału w magazynie wewnętrznym, a także u klienta, blokada wysyłek do momentu przesortowania potrzebnej liczby sztuk na kolejną wysyłkę.
- Krok czwarty – przeprowadzono analizę identyfikującą przyczynę źródłową. W tym celu zastosowano analizę 5xWhy? Rysunek P6.1 prezentuje analizę. Analizę przyczyny źródłowej przeprowadzono od strony technicznej, zadając następujące pytania: Dlaczego problem wystąpił? oraz Dlaczego nie został wykryty?, a następnie od strony systemowej, zadając te same pytania: Dlaczego problem wystąpił? oraz Dlaczego nie został wykryty?



Rys. P6.1. Schemat metody 5xWhy?

Źródło: Opracowanie własne.

- Krok piąty – w tym kroku przedstawiono akcje korygujące. Akcje odnoszą się do każdej z przyczyn źródłowych (od strony technicznej i systemowej), która spowodowała wystąpienie i niewykrycie niezgodności. Ustalono następujące akcje korygujące:
  - poprawa jednej z części zgrzewarki,

- poprawa dokumentacji technicznej,
- poprawa dokumentacji jakościowej.
- Krok szósty – metodologia 8D wymaga zweryfikowania, czy akcje korygujące są skuteczne. Pozwala to również stwierdzić, czy przyczyna źródłowa została odpowiednio określona. Weryfikacji akcji korygującej dokonano z wykorzystaniem wskaźników mierzalnych. Jeżeli akcje są długoterminowe, dobrze jest przedstawić wykres czasowy z informacją, kiedy dana akcja zostanie zakończona. W tym przypadku potwierdzeniem było skontrolowanie kolejnej produkcji, która odbyła się pod nadzorem inżynierijnym. Odpad ze strefy zgrzewania był poniżej 8%, co mieści się w celu założonym przez firmę.
- Krok siódmy – akcje zapobiegawcze. Na tym etapie określono działania, jakie należało podjąć w celu zapobiegnięcia kolejnemu pojawieniu się problemu. Akcje dotyczyły następujących działań:
  - wprowadzenie kontroli TPM dla zgrzewarek,
  - wprowadzenie błędu do FMEA.
- Krok ósmy – dotyczy oceny i zamknięcia raportu 8D. W tym kroku dokonano podsumowania wszystkich akcji i oceniono ryzyko dla klienta. Ryzyko zmniejszyło się do poziomu niskiego. Podziękowano także członkom zespołu za czas poświęcony na odnalezienie i rozwiązanie problemu.

### Opis rozwiązania

Podsumowując, w podanym przykładzie przyczyną źródłową okazały się zbyt płytkie stopery podczas zgrzewania. Dzięki pogłębieniu tych elementów podczas zamykania formy końcówki uszczelki będą lepiej przylegać do siebie, a co za tym idzie – będą się lepiej zgrzewać. Jest to rozwiązanie techniczne. Jeśli chodzi o rozwiązanie systemowe, zaproponowano wprowadzenie nowej instrukcji pracy oraz przeszkolenie pracowników z nowo powstałej instrukcji. Operatorom przypomniano także kroki kontroli oraz przeprowadzono ponowne szkolenie z postępowania podczas wykrycia wyrobu niezgodnego.

## P7. Wskaźnikowa ocena funkcjonowania wybranych procesów przedsiębiorstwa produkcyjnego (Katarzyna Gortych)

### Opis sytuacji

Błyskawiczne zmiany w świecie biznesu sprawiają, że organizacje są zmuszone do stałej oceny procesów zachodzących w przedsiębiorstwie. Procesy mają niezaprzeczalny wpływ na funkcjonowanie i rozwój organizacji, ale także na satysfakcję klienta. Konsumenci są coraz bardziej świadomi swoich potrzeb i to właśnie oni stanowią o istnieniu firmy, wybierając produkt, który spełnia ich wymagania i charakteryzuje się właściwą (pożądaną) jakością. Warto pamiętać, że produkt finalny kształtuje się już od momentu zaprojektowania, przygotowania i realizacji procesu wytwórczego, przez produkcję, aż do serwisu posprzedażowego i utylizacji. Szczególne znaczenie ma również ergonomia wyrobu, komplek-



sowość obsługi, niezawodność i terminowość. W tym celu firmy stosują różne techniki i metody, dzięki którym mogą badać zachodzące procesy. Jednym z takich sposobów jest wdrożenie norm jakościowych, np. ISO 9001. Składową tej normy jest polityka jakości, będąca częścią strategii organizacji dotyczącą zarządzania jakością. Jest ona strategicznym dokumentem określającym długoterminowe cele oraz zasady działania, rozwoju i doskonalenia przedsiębiorstwa.

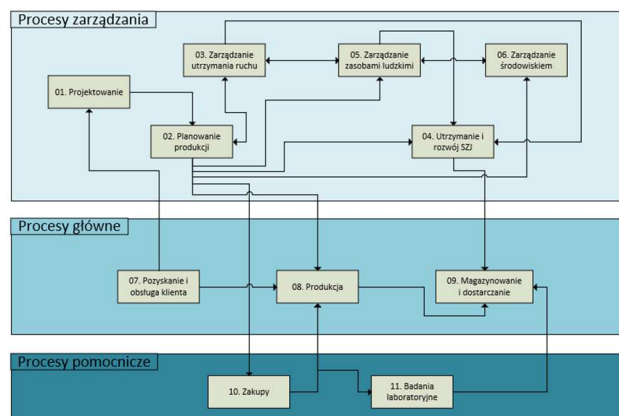
Ocena funkcjonowania procesów przedsiębiorstwa produkcyjnego jest zadaniem złożonym, gdyż nie ma uniwersalnego algorytmu lub zestawu wskaźników, które sprawdziłyby się w każdej organizacji. Stąd podczas wdrażania systemu badane przedsiębiorstwo określiło indywidualną politykę jakości oraz cele z nią związane. Tym samym powstały mierniki i wskaźniki skonstruowane tak, by w jak najlepszy sposób umożliwiły pomiar i w końcu ocenę stopnia realizacji zdefiniowanych celów (Kołosowski, 2011).

Analizowany przypadek dotyczy przedsiębiorstwa produkcyjnego funkcjonującego w branży tekstylnej. Firma od ponad 40 lat jest producentem materiałów powlekanych. Wytwarzane tkaniny są szeroko wykorzystywane w branży tapicerskiej, odzieżowej, medycznej i paramedycznej, kaletniczej i motoryzacyjnej. Finalny efekt jest uzyskiwany przez lakierowanie, szlifowanie, drukowanie, kalandrowanie, tumblerowanie i laminowanie z pianką poliuretanową. Głównym rynkiem zbytu produktów jest Polska, jednak około 40% produkcji jest eksportowana na zachód i południe Europy.

Przedmiotowa organizacja szczególną uwagę poświęca dopasowaniu produktów do indywidualnych wymagań klientów. W tym celu co roku asortyment produkcji jest poszerzany przez wdrażanie kilkunastu nowych pozycji zarówno pod względem właściwości, jak i koloru tkanin.

## Analiza

Procesy występujące w analizowanej organizacji określono mierzalnymi wskaźnikami oraz powiazaniami między procesami. Całościowy obraz procesów organizacji oraz powiązania występujące między nimi przedstawia mapa procesów (rys. P7.1).



Rys. P7.1. Mapa procesów  
Źródło: Opracowanie własne.

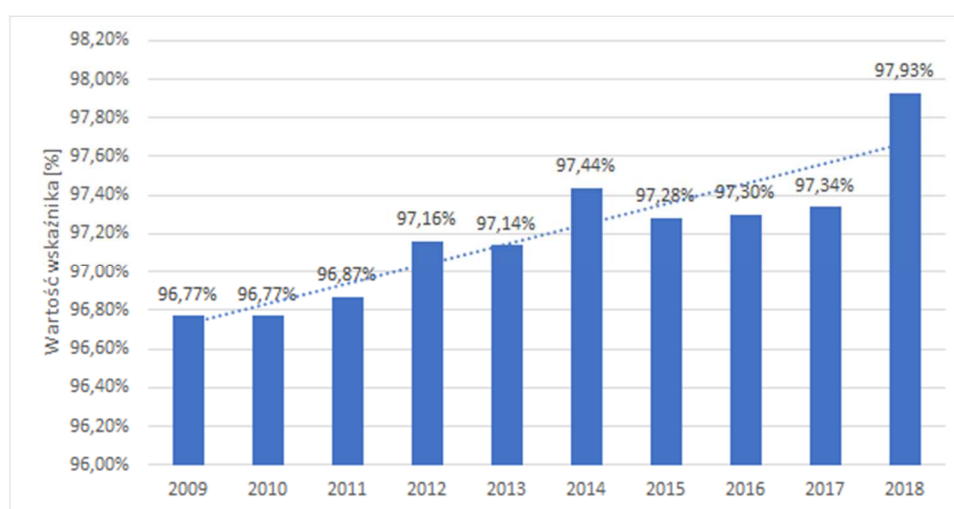
W organizacji wdrożono wskaźniki i mierniki do monitorowania, pomiaru, analizy i doskonalenia procesów. Ich stosowanie pozwala na wykazanie zgodności wyrobów z przyjętymi celami, wymaganiami klienta i systemu zarządzania jakością (SZJ). Do pomiarów, analiz i doskonalenia zastosowano powszechnie znane narzędzia, techniki i metody statystyczne, adekwatne do realizowanych procesów.

### Proponowane rozwiązanie

Wskaźniki wybranych procesów (z okresu 10 lat) przedstawiono graficznie na rys. P7.2-P7.9. Wskaźniki odnoszą się do poszczególnych procesów.

**Projektowanie** – proces obejmujący działania w obszarze modyfikacji istniejących lub projektowania nowych wyrobów. Dla procesu projektowania zastosowano wskaźnik skuteczności projektowania (SP) (rys. P7.2) liczony ze wzoru (P7.1).

$$\text{Wskaźnik SP} = \frac{\text{Liczba projektów zgodnych z wymaganiami klienta}}{\text{Liczba opracowanych projektów}} \cdot 100\% \quad (\text{P7.1})$$



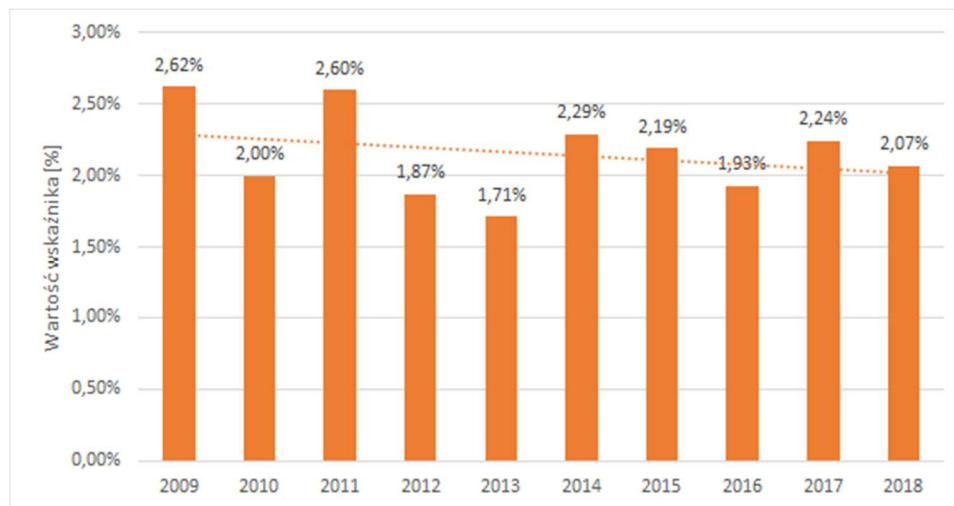
Rys. P7.2. Wskaźnik skuteczności projektowania

Źródło: Opracowanie własne.

Warto wspomnieć, że determinantą zarówno modyfikacji obecnych wyrobów, jak i projektowania nowych są zapytania klientów oraz sugestie działów technologicznego i sprzedaży. Analizując wskaźnik, zauważono, że do 2011 r. wartość wskaźnika skuteczności projektowania utrzymywała się raczej na stałym poziomie. Wynika to z faktu, że przedsiębiorstwo posiadało wiele umów długoterminowych (m.in. na materiały do obicia krzeseł na Euro 2012), gdzie nie było konieczności doskonalenia wyrobów i ich zmiany. Dopiero w 2012 r. zaobserwowano wzrost wskaźnika, a tendencja wzrostowa trwała do końca badanego okresu.

**Planowanie produkcji** jest procesem obejmującym działania związane z przygotowaniem planów produkcji. Dla procesu planowania przyjęto wskaźnik realizacji planów (rys. P7.3) liczony ze wzoru (P7.2):

$$\text{Wskaźnik realizacji planów} = \frac{\text{Produkcja niezrealizowana terminowo [m}^2\text{]}}{\text{Produkcja zaplanowana [m}^2\text{]}} \cdot 100\% \quad (\text{P7.2})$$



Rys. P7.3. Wskaźnik realizacji planów

Źródło: Opracowanie własne.

Analizując dane na rys. P7.3, w badanym okresie można dostrzec niewielką tendencję zniżkową. Wskazuje to na zwiększoną terminowość wykonywanych zleceń.

**Pozyskanie i obsługa klienta** jest procesem obejmującym wszystkie działania związane z pozyskaniem i utrzymaniem klienta oraz sprawowaniem kontroli nad reklamacjami. Proces jest oceniany z wykorzystaniem dwóch wskaźników: wskaźnika reklamacji (rys. P7.4), który jest obliczany ze wzoru (P7.3) oraz wskaźnika wartości reklamacji (rys. P7.5), który jest obliczany ze wzoru (P7.4).

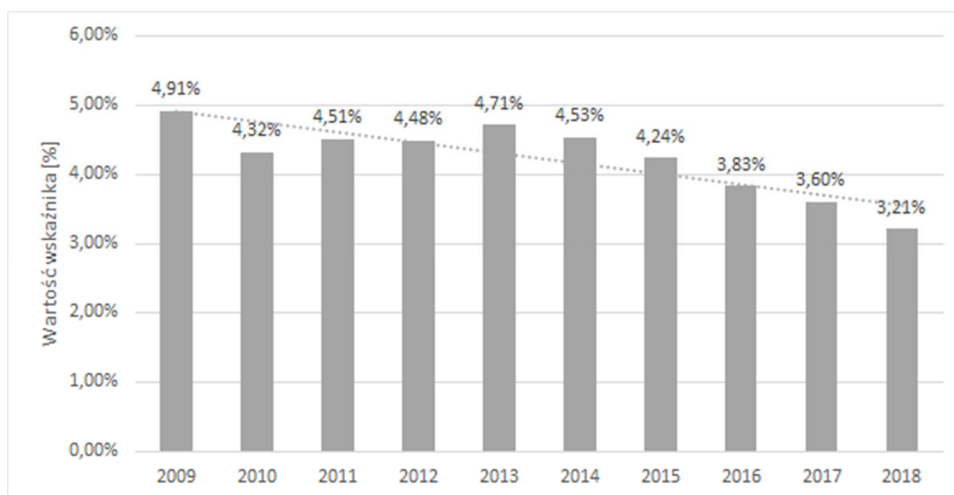
$$\text{Wskaźnik reklamacji} = \frac{\text{Liczba zareklamowanych wyrobów [m}^2\text{]}}{\text{Liczba sprzedanych wyrobów [m}^2\text{]}} \cdot 100\% \quad (\text{P7.3})$$

Wśród przyczyn reklamacji najczęściej jest wymieniana grubość wyrobu, ścieralność, zapylenie nośników lub dziury w nośniku, problemy z przyczepnością czy wykurcze nośników. Z analizy wskaźnika wynika, że do 2013 r. poziom reklamacji był w delikatnej tendencji wzrostowej, jednak od 2013 r. widać znaczny spadek liczby reklamacji. Według otrzymanych informacji jest to wynikiem zmian



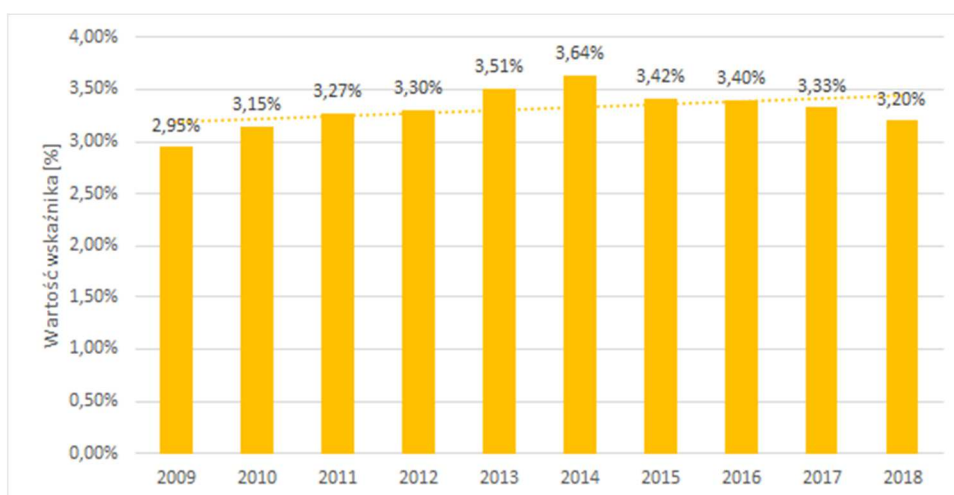
maszyn produkcyjnych, które wpływają na lepszą przyczepność i kontrolują odpowiednią grubość ekoskóry.

$$\text{Wskaźnik wartości reklamacji} = \frac{\text{Wartość zareklamowanych wyrobów [PLN]}}{\text{Wartość sprzedanych wyrobów [PLN]}} \cdot 100\% \quad (\text{P7.4})$$



Rys. P7.4. Wskaźnik reklamacji

Źródło: Opracowanie własne.



Rys. P7.5. Wskaźnik wartości reklamacji

Źródło: Opracowanie własne.

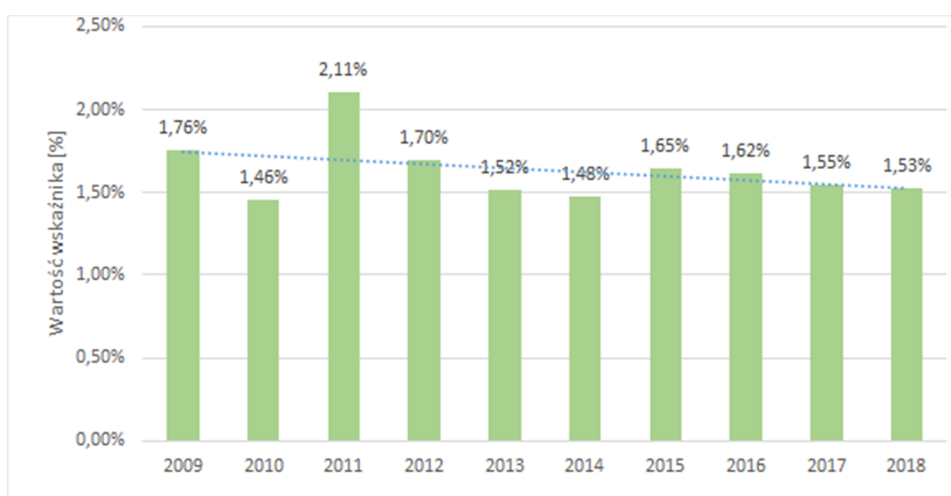


Analizując rys. P7.5 przedstawiający wskaźnik wartości reklamacji w poszczególnych latach, stwierdzono, że wartość reklamacji waha się w okolicach 3% wartości sprzedaży. Do 2014 roku zaobserwowano tendencję wzrostową, jednak od 2015 r. wyraźny jest trend spadkowy. Prawdopodobnie jest to wynikiem prowadzenia skutecznych działań doskonalących w odniesieniu do zgłaszanych reklamacji.

**Proces produkcji** obejmuje działania związane z realizacją produkcji, a do jego oceny są wykorzystywane następujące wskaźniki:

- udział odpadów w produkcji (rys. P7.6) obliczany ze wzoru (P7.5),
- produkcja wyrobów w gatunku I (rys. P7.7) obliczany ze wzoru (P7.6),
- udział odpadów w produkcji (rys. P7.8) obliczany ze wzoru (P7.7),
- udział odpadów w produkcji (rys. P7.9) obliczany ze wzoru (P7.8).

$$\text{Udział odpadów w produkcji} = \frac{\text{Ilość odpadów [m}^2\text{]}}{\text{Ilość zużytego materiału [m}^2\text{]}} \cdot 100\% \quad (\text{P7.5})$$



Rys. P7.6. Udział odpadów w produkcji

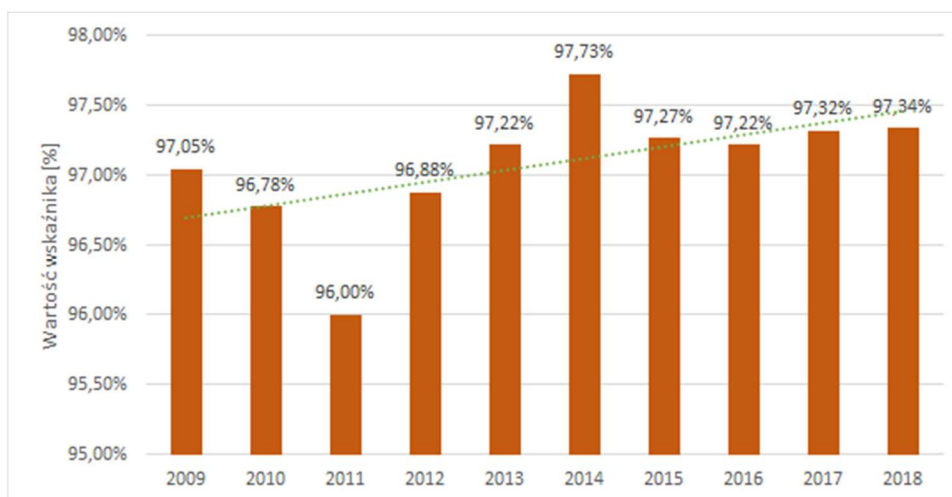
Źródło: Opracowanie własne.

Celem przedsiębiorstwa jest osiągnięcie jak najmniejszego poziomu odpadów produkcyjnych. W badanym okresie można zauważyć minimalną tendencję spadkową, która zapewne jest wynikiem renowacji parku maszynowego. Z pewnością wskaźnik ten nie osiągnie nigdy poziomu zerowego, gdyż powstawanie odpadów produkcyjnych nie jest zależne jedynie od maszyn produkcyjnych. Odpady są również wynikiem błędów pracowników oraz surowców używanych do produkcji.

Aby określić jakość produkcji wyrobów, w badanym przedsiębiorstwie zastosowano podział jakościowy wyrobów. Jak powszechnie wiadomo, wyroby w gatunku pierwszym są najbardziej opłacalne dla przedsiębiorstwa, lecz zdarzają się

też takie, które nie są ani wyrobem najwyższej jakości, ani odpadem. Zdecydowano, aby wprowadzić sprzedaż wyrobów drugiego gatunku i pozagatunkowych przy obniżeniu cen. Dzięki takiemu rozwiązaniu firma nie ponosi dużych strat związanych z problemem jakości wyrobu. Rysunek P7.7 prezentuje, jak w badanym okresie kształtowała się produkcja wyrobów pierwszego gatunku przez ocenę wartości wskaźnika (P7.6).

$$\text{Produkcja wyrobów gatunku I} = \frac{\text{Ilość produkcji gatunku I [m}^2\text{]}}{\text{Ilość całkowitej produkcji [m}^2\text{]}} \cdot 100\% \quad (\text{P7.6})$$



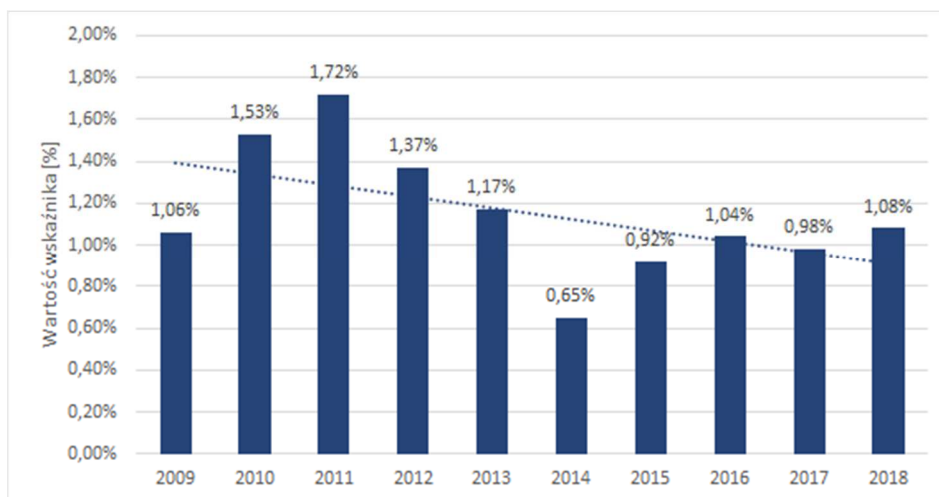
Rys. P7.7. Produkcja wyrobów w gatunku pierwszym

Źródło: Opracowanie własne.

Z analizy rys. P7.7 wynika, że najmniejszą produkcję wyrobów w gatunku pierwszym zaobserwowano w roku 2011, a największą w 2014. Poza tymi dwoma skrajnymi wartościami, produkcja pierwszego gatunku utrzymuje się na stałym poziomie w okolicy 97%. Produkcję wyrobu drugiego gatunku w badanym okresie przedstawia rys. P7.8 przez prezentację wartości wskaźnika (P7.7).

$$\text{Produkcja wyrobów gatunku II} = \frac{\text{Ilość produkcji gatunku II [m}^2\text{]}}{\text{Ilość całkowitej produkcji [m}^2\text{]}} \cdot 100\% \quad (\text{P7.7})$$

Z analizy rys. P7.8 wynika, że produkcja wyrobów drugiego gatunku ma tendencję spadkową. Prawdopodobnie jest to efekt zastąpienia starych maszyn produkcyjnych i zmiany technologii wyrobu. Wyrób uznaje się za drugiego gatunku w przypadku, gdy jego barwa różni się od wzoru, ale nie posiada on żadnych pęcherzyków, pęknięć i ubytków.



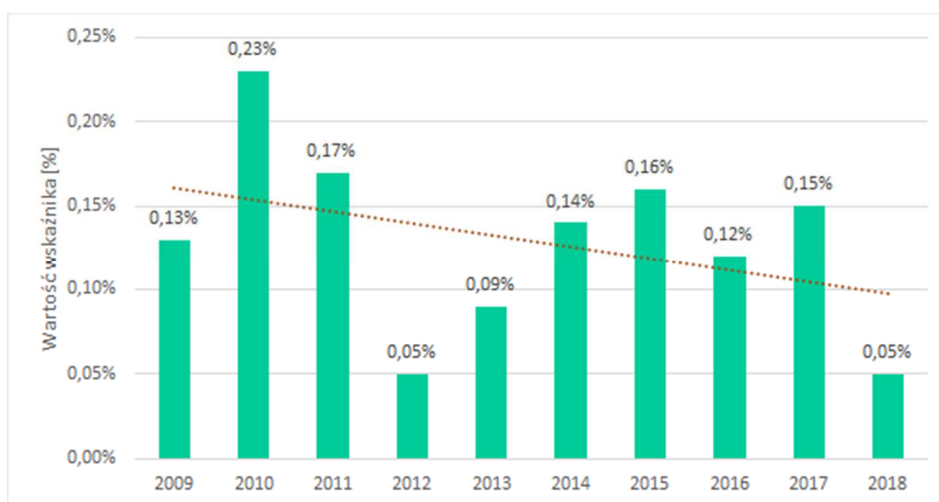
Rys. P7.8. Produkcja wyrobów drugiego gatunku

Źródło: Opracowanie własne.

Produkcja wyrobów pozagatunkowych jest znikoma w stosunku do omawianych wcześniej, co przedstawia rys. P7.9 przez prezentację wartości wskaźnika (P7.8).

Produkcja wyrobów pozagatunkowych =

$$= \frac{\text{Ilość produkcji pozagatunkowej [m}^2\text{]}}{\text{Ilość całkowitej produkcji [m}^2\text{]}} \cdot 100\% \quad (\text{P7.8})$$



Rys. P7.9. Produkcja wyrobów pozagatunkowych

Źródło: Opracowanie własne.

Wyroby pozagatunkowe są przeznaczane na tworzenie tzw. wzorników. Wyroby uznaje się za pozagatunkowy w przypadku, gdy jego barwa nie różni się w żaden sposób od wzoru, lecz powierzchnia wyrobu jest pokryta w mniej niż 5% ubytkami. Wyroby te nie są na tyle wybrakowane, by uznać je za odpad, ale też nie nadają się do sprzedaży w wymienionych grupach. Na specjalnych maszynach są wykrawane te części, które są wzorowej jakości, a z nich powstają wspomniane wzorniki.

Przez stosowanie odpowiednich wskaźników procesów organizacje są w stanie osiągnąć rzeczywistą poprawę swoich wyników. Jeżeli przedsiębiorstwo jest w stanie zidentyfikować najważniejsze elementy będące determinantami rozwoju firmy, a następnie potrafi je kształtować tak, by podnieść konkurencyjność przedsiębiorstwa, to jest na dobrej drodze do realizacji wyznaczonych celów. Kluczowe w tym staje się dokładne analizowanie wskaźników, ponieważ konieczne jest kompleksowe rozpatrywanie zachodzących przekształceń, z uwzględnieniem ich wzajemnych powiązań i współzależności. Czynniki te są splotem elementów tworzących wielowymiarową przestrzeń (Filipowska, 2014).

Zaprezentowane opracowanie przedstawia jedynie część procesów ukazanych na rys. P7.1. Wyraźnie jednak widać, że organizacja dąży do osiągnięcia możliwie najniższego poziomu odpadów produkcyjnych czy reklamacji oraz podniesienia skuteczności projektowania i produkcji wyrobów pierwszego gatunku. Podsumowując, należy pamiętać, że jedyną stałą rzeczą w biznesie są ciągłe zmiany, na które warto szybko reagować.

## Bibliografia

- [1] Filipowska M. (2014), Konkurencyjność sektora innowacyjnych mikroprzedsiębiorstw w gospodarce opartej na wiedzy. Katedra Konkurencyjności Międzynarodowej, Poznań.
- [2] Kołosowski M., Kucińska-Landwójtowicz A. (2011), Ocena funkcjonowania systemu zarządzania jakością w przedsiębiorstwie. Politechnika Opolska – Wydział Inżynierii Produkcji i Logistyki, Opole.

## P8. Wdrożenie programu Kaizen w organizacji jako metody ciągłego doskonalenia procesów (Paulina Persak)

### Opis sytuacji

Słowo Kaizen oznacza ciągłe doskonalenie. Pochodzi od japońskich słów „kai”, oznaczającego zmianę oraz „zen” oznaczającego dobre. Metoda Kaizen wywodzi się z Japonii, gdzie została z powodzeniem zastosowana w przemyśle motoryzacyjnym, o czym świadczą wyniki Toyoty – lidera w tej dziedzinie. Dzisiaj japońskie podejście Kaizen jest stosowane w wielu krajach. Jednym z narzędzi Kaizen jest tzw. System Sugestii Pracowniczych, który zachęca pracowników do kreatywnego myślenia, co przekłada się na ciekawe pomysły i rozwiązania stosowane w organizacji. Program ten pozwala się wypowiedzieć pracownikom i pokazać tkwiący w nich potencjał (Imai, 2006).



## Analiza

Istnieją dwa modele Systemu Sugestii, tj. japoński i amerykański. Model japoński kładzie duży nacisk na motywację pozafinansową (np. wpływ na decyzje kierownictwa). Wnioski składane są indywidualnie lub zespołowo (np. przez koła jakości). Z kolei model amerykański charakteryzuje się osiągnięciem korzyści finansowych (co firma może zyskać przez wdrożenie dobrego pomysłu) oraz stosuje nagrody rzeczowe lub finansowe (Imai, 2007).

## Opis rozwiązania

Niniejszy przykład prezentuje system sugestii pracowniczych Kaizen wdrożony w przedsiębiorstwie funkcjonującym w branży chemicznej. Jest to firma, która działa na polskim rynku od 1993 r. Jest częścią dużego fińskiego koncernu. W analizowanym przedsiębiorstwie działa ok. 20 linii produkcyjnych, które obsługuje około 200 osób. Łącznie w oddziale w Polsce pracuje ponad 500 osób. Firma wprowadziła program Kaizen w 2018 r. Zastosowano model amerykański, który pozwolił firmie osiągnąć korzyści finansowe oraz zwiększyć bezpieczeństwo, efektywność oraz jakość.

Głównym celem programu jest zgłaszanie przez pracowników pomysłów czy sugestii poprawy w zakresie usprawnienia działania wydziałów produkcyjnych. Pomysł Kaizen powinien być ukierunkowany na poprawę funkcjonowania obszaru pracy w takich dziedzinach, jak przykładowo: lepsze wykorzystanie narzędzi pracy, bezpieczeństwo pracy, udoskonalenie miejsca pracy, przepływ materiałów i produktów, metody i organizacja pracy. Program został wprowadzony w obszarze produkcyjnym, ponieważ głównie tam są realizowane procesy, których celem jest wytworzenie produktu. To właśnie tam pracownicy najlepiej wiedzą, jakie pojawiają się trudności i w jaki sposób im zaradzić. Aby zainicjować zgłaszanie pomysłów na wydziałach produkcyjnych, zamontowano tablice Kaizen. Jedną z nich przedstawiono na rys. P8.1. Na tablicy są umieszczone takie informacje, jak: temat (krótki opis pomysłu), imię i nazwisko osoby zgłaszającej pomysł, data zgłoszenia, imię i nazwisko osoby realizującej pomysł, data realizacji. Na lewej części tablicy są umieszczane formularze Kaizen (rys. P8.2), które również należy uzupełnić. Formularze umieszcza się zgodnie ze statusem realizacji w odpowiednim miejscu na tablicy, tj. pomysły zaakceptowane archiwalne, pomysły odrzucone archiwalne, pomysły zaakceptowane w oczekiwaniu na realizację, pomysły w trakcie oceny i analizy oraz nowe pomysły do oceny.

Każdy pracownik (lub grupa pracowników) może zgłosić pomysł na tablicy. W tym celu należy uzupełnić specjalnie przygotowany formularz zgłaszania pomysłów Kaizen. Formularz przedstawiono na rys. P8.2, który zawiera następujące pola: imię i nazwisko, obszar, datę zgłoszenia, temat pomysłu, treść pomysłu opisującą szczegółowo rozwiązanie, analizę oraz ocenę Komisji Kaizen, imię i nazwisko osoby odpowiedzialnej za realizację pomysłu, datę planowanej realizacji, ewentualny komentarz, np. wskazanie powodu odrzucenia pomysłu.



Formularze należy zawiesić na tablicy lub złożyć bezpośrednio u specjalisty odpowiedzialnego za funkcjonowanie i rozwijanie programu. Specjalista zwołuje Komisję Kaizen i przewodniczy jej pracom. W skład Komisji wchodzi kierownicy i mistrzowie wydziałów produkcyjnych. Zarząd sprawuje ogólny nadzór nad funkcjonowaniem programu i Komisji Kaizen. Spotkania Kaizen odbywają się dwa razy w miesiącu. Rejestr wszystkich zgłaszanych pomysłów jest prowadzony w arkuszu kalkulacyjnym MS Excel. Podczas spotkań Komisji Kaizen każdy pomysł jest weryfikowany i oceniany. Na podstawie otrzymanych opinii Komisja decyduje, czy pomysł zostanie zaakceptowany czy odrzucony. W przypadku przyjęcia pomysłu do realizacji w decyzji wskazuje się osobę lub osoby odpowiedzialne za wdrożenie proponowanego rozwiązania oraz określa się termin wdrożenia. Informacje zwrotne o realizacji pomysłu bądź jego odrzuceniu są umieszczane na formularzu Kaizen i przekazywane zgłaszającemu pracownikowi.

Aby zwiększyć zaangażowanie pracowników w program Kaizen, wprowadzono system nagradzania. Warunkiem przyznania nagrody jest zaakceptowanie pomysłu do realizacji przez Komisję Kaizen. System oceny i przyznawania nagród odbywa się dwuetapowo, tj. kwartalnie i rocznie. Do oceny kwartalnej brane są pomysły tych pracowników, którzy osiągnęli 3 najwyższe wyniki co do liczby pomysłów zaakceptowanych w danym kwartale. Nagrody zostają przyznane 3 pracownikom, którzy uzyskają sumarycznie największą liczbę punktów za swoje pomysły. Wartość nagród kwartalnych wynosi odpowiednio:

- I miejsce – 800 zł,
- II miejsce – 500 zł,
- III miejsce – 300 zł.

Należna nagroda jest wypłacana pracownikom 10. dnia miesiąca następującego po zakończeniu kwartału. W styczniu po zakończonym rocznym programie Komisja Kaizen przyznaje nagrodę specjalną o wartości 2000 zł za najlepszy pomysł roku. Nagroda jest przyznawana jednej osobie za pomysł, który został zaakceptowany i zrealizowany oraz przyniósł wymierne korzyści dla firmy. Oceny dokonuje się na podstawie następujących kryteriów:

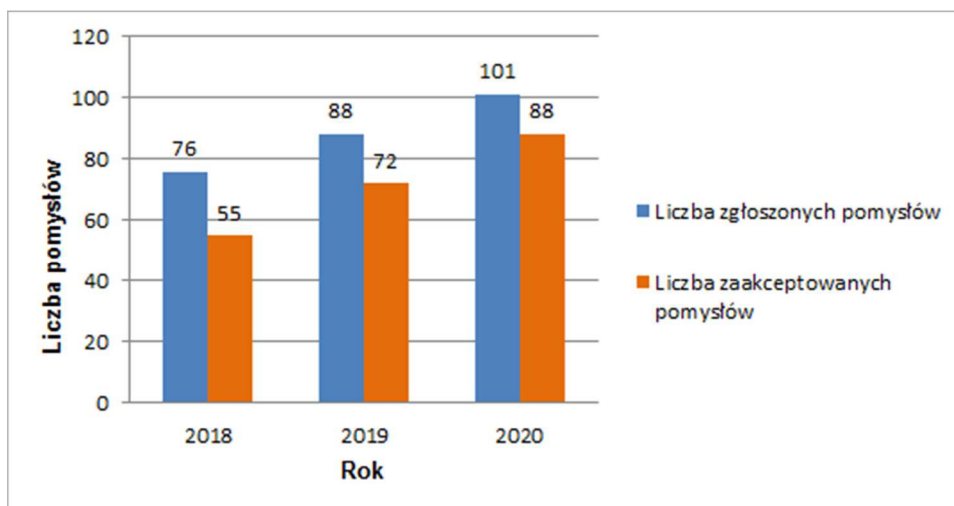
- korzyści finansowe (max 5 pkt),
- poprawa jakości wyrobów (max 5 pkt),
- poprawa BHP (max 5 pkt),
- poprawa organizacji stanowiska pracy (max 5 pkt),
- innowacyjność i kreatywność (max 5 pkt).

Nagroda zostaje przyznana pracownikowi, którego pomysł uzyskał sumarycznie największą liczbę punktów. Nagroda pieniężna jest wypłacana 10. dnia miesiąca lutego.

## **Wyniki funkcjonowania systemu sugestii pracowniczych**

Program cieszy się dużym zainteresowaniem. Każdego dnia napływają pomysły udoskonaleń od pracowników. Program obejmuje 200 pracowników. Na rysunku P8.3 zestawiono liczby zgłoszonych i wdrożonych pomysłów w latach 2018-2020.





Rys. P8.3. Liczba zgłoszonych i wdrożonych pomysłów w przedsiębiorstwie X na przestrzeni lat 2018-2020

Źródło: Opracowanie własne.

Aby program sugestii pracowniczych dobrze funkcjonował, należy zbudować sprawny system zarządzania. Firma musi cały czas budować kulturę otwartości na nowe pomysły oraz popierać chęć zmiany. Każdy zgłoszony pomysł powinien zostać rozpatrzony, a autorzy pomysłów powinni otrzymywać informacje zwrotne. Program musi być również podparty odpowiednim system motywacyjnym, co przekłada się na większe zaangażowanie pracowników. System powinien zostać tak zaplanowany, by zachęcać do wdrażania zmian i coraz lepszych rozwiązań (Kejna, 2014).

W opisanym studium przypadku firma posiada sprawnie działający system sugestii pracowniczych, o czym świadczy rosnąca co roku liczba zgłaszanych i wdrażanych pomysłów. Organizacja może się pochwalić wymiernymi efektami: poprawą bezpieczeństwa pracy, zmniejszeniem kosztów, zwiększeniem produktywności oraz poprawą jakości wyrobów. Efekty są również odczuwalne przez samych pracowników: poprawa organizacji pracy na stanowisku oraz obniżenie wysiłku w trakcie pracy.

## Bibliografia

- [1] Imai M. (2006), Gemba Kaizen. MT Biznes Sp. z o.o., Warszawa.
- [2] Imai M. (2007), Kaizen. Klucz do konkurencyjnego sukcesu Japonii. MT Biznes, Warszawa.
- [3] Kejna Sz. (2014), Metodyka pozyskiwania i przetworzenia dodatkowej informacji dla celów zarządczych poprzez analizę systemów sugestii opartych na filozofii Kaizen. „Acta Universitatis Lodzianensis” – „Folia Oeconomica”, vol. 300.

## P9. Wpływ certyfikacji IATF na przedsiębiorstwo motoryzacyjne

(Dominika Dyło)

### Opis sytuacji

IATF (ang. *International Automotive Task Force*), czyli Międzynarodowa Grupa Zadaniowa Motoryzacji, to grupa producentów motoryzacyjnych, której celem jest dostarczanie lepszej jakości produktów klientom z branży na całym świecie. Stowarzyszenie to opracowało normę IATF 16949, której certyfikacja jest wymagana od wszystkich producentów będących w tej organizacji. Dodatkowo muszą oni wymagać przestrzegania tej normy również przez swoich dostawców, co stwarza konieczność certyfikacji w całym łańcuchu dostaw.

Grupa IATF zarządza m.in. akredytacją i nadzorem organizacji certyfikujących dla normy IATF 16949. Istnieje baza danych zawierająca informacje o organizacjach certyfikowanych zgodnie z tą normą. Osoby przeprowadzające audyty certyfikujące muszą posiadać ważną licencję, która jest oparta na szkoleniach i egzaminach. Wymagania dla audytora są wysokie, a wszystkie wskaźniki są zdefiniowane dla każdego etapu procesu audytu. Jeśli przedsiębiorstwo nie spełnia wymagań bądź wykazuje złe wyniki, nakładane są sankcje określone przez IATF (Kohl, 2020).

Przedsiębiorstwo motoryzacyjne, chcąc zapewnić najlepszą jakość produkowanych wyrobów i spełnić wymagania klienta, co roku przystępuje do audytu IATF w celu uzyskania certyfikatu. Bez niego nie jest w stanie spełnić wymogów klienta, a jego pozycja wśród konkurencji zostaje osłabiona. Aby jak najlepiej przejść przez proces certyfikacji, przedsiębiorstwo wykonuje odpowiednio wcześniej dokładną analizę dokumentacji, procesów, procedur itp. Organizowane są audyty wewnętrzne w celu wykrycia jak największej liczby niezgodności i odpowiedniego na nie zareagowania, zanim zostaną one wyłapane przez jednostkę certyfikującą.

W niniejszym przykładzie zaprezentowano działania przedsiębiorstwa produkującego części motoryzacyjne, podjęte przed przystąpieniem do audytu.

### Analiza

Przed certyfikacją IATF osoba odpowiedzialna za kontakt z audytorami ustaliła dokładną datę i agendę spotkania. Ważne jest, aby wszystkie osoby zaangażowane w przygotowania do audytu były skupione na wspólnym celu, jakim jest uzyskanie bądź utrzymanie certyfikatu IATF. W analizowanym przypadku audyt był powiązany z certyfikacją systemu. Zwołano spotkanie, na którym ustalono plan działania i zorganizowano grupę pracowników do przeprowadzenia audytów w określonych obszarach. W dniu certyfikacji nastąpiła dokładna weryfikacja zgodności z wymaganiami normy, wymaganiami wewnętrznymi i zewnętrznymi oraz oceniona została skuteczność systemu zarządzania. Jednostka certyfikująca podczas audytu natrafiła na niezgodności opisane w tab. P9.1.

Zidentyfikowane niezgodności przeanalizowano w celu ustalenia ich przyczyny, używając podstawowych narzędzi jakościowych. W analizach wykorzystano metodę 5xWhy?, diagram Ishikawy, raport 8D. Do tego celu powołano zespół, który zidentyfikował przyczyny przedstawione w tab. P9.1.

Tabela P9.1. Analiza niezgodności napotkanych w zakładzie

Lp.	Niespełnione wymaganie	Opis niezgodności	Zastosowana analiza
1	Do zadań organizacji należy zdefiniowanie wymagań dotyczących wyrobów i usług.	Na jednej z linii nie zaobserwowano, aby wymagania dotyczące wyrobów i usług były aktualizowane. Sprawdzono stan wymagań trzech innych klientów, przy czym nie zaobserwowano w ich przypadku podobnej niezgodności. Powodem takiej sytuacji był fakt, że dokonano aktualizacji dokumentu, do którego odnosiły się wymagania, a taka informacja nie była wyłapana przez pracowników. Pojawiło się więc pytanie, dlaczego informacja nie była wyłapana.	Zastosowana metoda: 5xWhy? Analiza: Dlaczego? Brak informacji z systemu o zmianie wymagań klienta. Dlaczego? System nie nadzorował zmian dla nowego klienta. Dlaczego? Klient nie został zgłoszony do systemu. Dlaczego? Nie ma żadnej informacji o zgłaszaniu nowych klientów do systemu w instrukcji.
2	Do zadań organizacji należy uwzględnienie w planie kontroli sposobu kontroli procesu produkcyjnego.	Na jednej z linii brakowało pewności, że wszystkie kontrole wykorzystywane do sprawdzenia procesu produkcyjnego znajdują się w planie kontroli. Okazało się, że plan kontroli nie obejmuje weryfikacji formy po wyprodukowanej partii produkcyjnej, w celu sprawdzenia poprawności regulacji aparatury pomiarowej na stanowisku. Sprawdzono losowo dwa inne plany kontroli, w których nie znaleziono podobnych niezgodności. Weryfikacja jednak nie jest uwzględniona w planie kontroli, ponieważ maszyna automatycznie jej wymaga po wyprodukowaniu partii produkcyjnej, więc nie stwarza to ryzyka dla klienta.	Zastosowana metoda: 5xWhy? Analiza: Dlaczego? Weryfikacja formy jest wymagana automatycznie przez maszynę. Dlaczego? W instrukcjach nie ma wymogu, aby wprowadzać informacje do planu kontroli o automatycznie uruchamianych sprawdzeniach.

Tabela P9.1 (cd.). Analiza niezgodności napotkanych w zakładzie

Lp.	Niespełnione wymaganie	Opis niezgodności	Zastosowana analiza
3	Do zadań organizacji należy zapewnienie infrastruktury niezbędnej do odpowiedniego funkcjonowania procesów oraz do osiągnięcia zgodności produktów i usług.	Stan infrastruktury nie zawsze jest konsekwentnie utrzymywany. Na jednej z linii zauważono, że sygnały nadawcze jednostki sterującej robotą są nieczytelne. Hala produkcyjna jest dobrze zorganizowana i utrzymywana w dobrym stanie, nie znaleziono podobnych odchyłeń przy innych stanowiskach.	Zastosowana metoda: 5xWhy? Analiza: Dlaczego? Brak weryfikacji stanu jednostki sterującej. Dlaczego? Pytania dotyczące listy kontrolnej wykorzystywanej podczas audytów wewnętrznych są zbyt ogólne.
4	Organizacja powinna dokumentować wszystkie informacje pochodzące z zewnątrz i identyfikować je jako odpowiednie i kontrolowane.	Planowanie awaryjne jest niepełne. Istniejące plany nie uwzględniają np. postępowania w przypadku wystąpienia cyberataków, przerwania dostępu do produktów i usług dostarczanych z zewnątrz. Uwaga ta dotyczy jedynie nowych dostawców i przepływu informacji dla nich. Reszta wymagań została zweryfikowana i nie odnotowano podobnych niezgodności.	Zastosowana metoda: 5xWhy? Analiza: Dlaczego? Tylko jedna osoba jest odpowiedzialna za przeglądy planów awaryjnych. Dlaczego? Nie ma wymagań do podejścia multidyscyplinarnego podczas przeglądów planów awaryjnych w procedurze.
5	Częstotliwość audytów powinna być poddana przeglądowi i dostosowywana w przypadku zmian procesu, niezgodności oraz w zależności od klienta.	Proces audytów wewnętrznych nie zawsze jest efektywny pod względem ich planowania. Analizując dane dotyczące wydajności, zauważa się, że pokazują one problemy z dostawami. Pomimo tego nie zwiększono częstotliwości audytu w obszarze magazynu. Kierownictwo organizuje comiesięczne spotkania. Istnieją dokumenty, które pokazują, że powyższa niezgodność jest obecnie analizowana przez kierowników.	Zastosowana metoda: 5xWhy? Analiza: Dlaczego? Nie ma określonych zasad zwiększania częstotliwości audytów w przypadku problemów w danym obszarze. Dlaczego? Nie istnieje wymóg dostosowania częstotliwości audytów w procedurze na podstawie wewnętrznych i zewnętrznych niezgodności.

Źródło: Opracowanie własne na podstawie (Protokół podsumowujący audyt IATF, 2020).

### Opis rozwiązania

Na podstawie listy przyczyn powstałych niezgodności, które nie są niezgodnościami krytycznymi, możliwe było wprowadzenie działań naprawczych. Lista podsumowująca przyczyny niezgodności oraz opisująca rozwiązania powstałych problemów została przedstawiona w tab. P9.2.

Tabela P9.2. Opis rozwiązań zastosowanych jako działania prewencyjne po audycie IATF

Lp.	Przyczyna niezgodności	Opis działań naprawczych
1	Powodem zaistniałej niezgodności było niezarejestrowanie nowego klienta w systemie, a zatem nie istniała możliwość zauważenia aktualizacji.	Zaktualizowanie odpowiedniej instrukcji i dodanie wymagań dotyczących zgłaszania nowych klientów do systemu (wraz ze wskazaniem osoby odpowiedzialnej).
2	Powodem zaistniałej sytuacji był fakt, że w instrukcji nie ma wymogu wpisywania do planu kontroli informacji o kontroli uruchamianej automatycznie.	Zaktualizowanie odpowiedniej instrukcji oraz dodanie informacji, że plany kontroli powinny obejmować sprawdzenie formy po wyprodukowaniu określonej partii.
3	Powodem zaistniałej niezgodności był fakt, że wykorzystywany podczas audytu wewnętrzny arkusz nie zawierał pytań odnośnie do sygnałów, jakie generuje jednostka sterująca.	Zweryfikowanie pytania znajdującego się na arkuszu audytora wewnętrznego. Wskazanie miejsc do sprawdzenia i dodanie tych miejsc do listy kontrolnej.
4	Brak wymagań dla podejścia multidyscyplinarnego podczas przeglądów planowania awaryjnego w przedsiębiorstwie.	Zaktualizowanie procedur i dodanie informacji odnośnie do multidyscyplinarnego podejścia podczas przeglądów planowania awaryjnego.
5	Brak wymagań dotyczących dostosowywania częstotliwości audytu na podstawie wewnętrznych i zewnętrznych niezgodności.	Zaktualizowanie procedury i dodanie informacji odnośnie do zmian w częstotliwości przeprowadzania audytów w zależności od okoliczności.

Źródło: Opracowanie własne na podstawie (Protokół podsumowujący audyt IATF, 2020).

Jak można zauważyć, audyt IATF nie jest jedynie wymaganiem, jakie należy spełnić w celu prosperowania przedsiębiorstwa, ale jest też okazją do wyłapania takich błędów, na które pracownicy na co dzień nie zwracają uwagi. Często dany błąd, jaki pojawia się na linii produkcyjnej, jest traktowany jako normalność i zostaje zapomniany przez personel. Audyt daje szansę na ciągłe doskonalenie w każdym z obszarów firmy. Niezgodności, jakie zostały zaobserwowane, nie są krytyczne, co znaczy, że wynik audytu jest pozytywny i firma otrzyma certyfikat IATF.

## Bibliografia

- [1] Kohl H. (2020), Standards for Management Systems: A Comprehensive Guide to Content, Implementation Tools and Certification Schemes. Springer Nature, Erlangen.
- [2] Protokół podsumowujący audyt IATF (2020), Rzeszów.

## P10. Analiza problemu technologicznego – dokonanie zmiany w procesie technologicznym (Krzysztof Guzik)

### Opis problemu

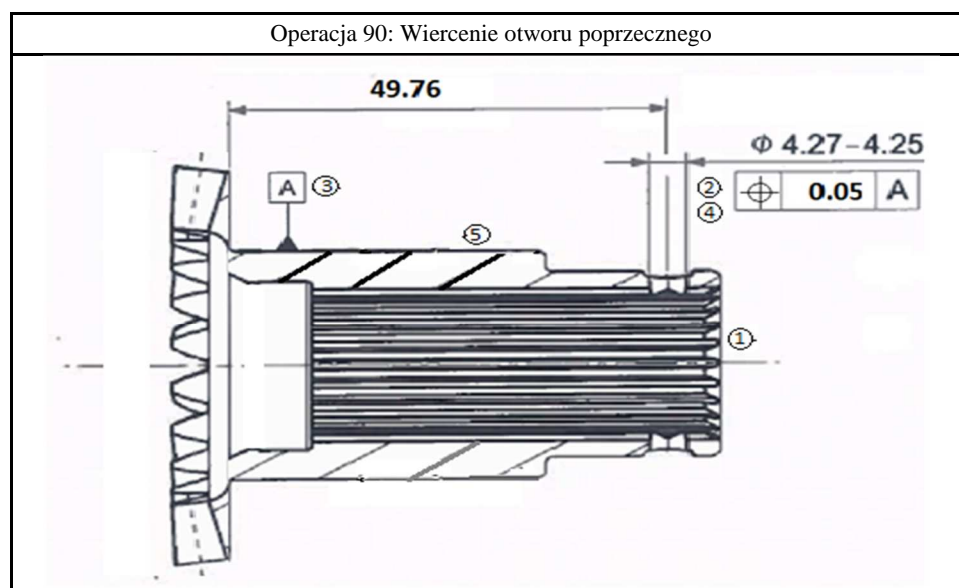
Produkcja wyrobu w przedsiębiorstwie ma zapewnić osiągnięcie zysków, dlatego wytwarzany produkt musi być od początku do końca wykonany według założonych kryteriów, a każda nieplanowana odchyłka przynosi straty, które często



jest ciężko nadrobić ze względu na dużą liczbę produkowanych części oraz czas wykonania produktu gotowego.

Analizowany w niniejszym przykładzie problem dotyczy wykrytej wady niewłaściwej pozycji otworu poprzecznego, która spowodowała zatrzymanie trzech partii części na zaawansowanym etapie produkcji. Dopuszczenie części z taką wadą skutkowałoby niezmontowaniem reszty komponentów w zespół oraz złożeniem reklamacji przez klienta, co znacznie pogorszyłoby wizerunek firmy. Przeprowadzono więc badanie i analizę procesu technologicznego koła zębatego wraz z otworem poprzecznym, biorąc pod uwagę kryteria jakościowe.

Na rysunku P10.1 przedstawiono w sposób graficzny i opisowy operację produkcyjną, w której wystąpił problem jakościowy, w tym tolerancję wymiarów liniowych  $\pm 0,25$  mm oraz tolerancję kątów  $\pm 1^\circ$ .



Rys. P10.1. Koło zębate z otworem poprzecznym

Źródło: Opracowanie własne.

Etapy wykonania operacji 90:

- 1) zamocowanie części w przyrządzie specjalnym,
- 2) wiercenie otworu poprzecznego,
- 3) sprawdzenie pozycji otworu do bazy „A”,
- 4) sprawdzenie otworu sprawdzianem Go/Not Go,
- 5) zabezpieczenie w środku konserwującym w przypadku pozostawienia dłuższego niż 2 godziny.

Operacja numer 90, czyli wiercenie otworu poprzecznego na części koła zębatego, jest kluczowa dla problemu jakościowego, który się pojawił. Wykonywana jest za pomocą frezarki Bridgeport VMC500.

Operacja była dotychczas wykonywana w następujący sposób:

- montaż części na odpowiedni przyrząd przypisany w dokumentacji,
- dokręcenie śruby mocującej – kontruującej i zabezpieczającej wyrób przed możliwością poruszenia się,
- obróbka pierwszym narzędziem T0101 – wiertło 4,2 mm,
- obróbka drugim narzędziem T0202 – rozwiertak na wymiar 4,27 mm,
- demontaż części z przyrządu,
- pomiary na maszynie CMM.

Weryfikacja pomiarowa została przeprowadzona na maszynie CMM (ang. *Coordinate Measuring Machine* – współrzędnościowa maszyna pomiarowa), która umożliwia pomiary przestrzenne w skomplikowanych elementach. Jest wyposażona w trzy osie współrzędne X-Y-Z. Pomiary wykonywane na tej maszynie charakteryzują się bardzo wysoką dokładnością.

Po przeprowadzeniu weryfikacji pomiarowej na maszynie okazało się, że zaistniał problem z pozycją otworu porzecznego względem bazy A. Problem okazał się poważny, ale wykryty w porę, ponieważ części nie zostały dopuszczone do kolejnych operacji, a wyroby niezgodne nie trafiły do klienta.

### Analiza

Osoba zajmująca się projektowaniem kół zębatych zebrała grupę ekspertów w celu opracowania szybkiego planu poprawy. W skład grupy wchodziły następujące osoby:

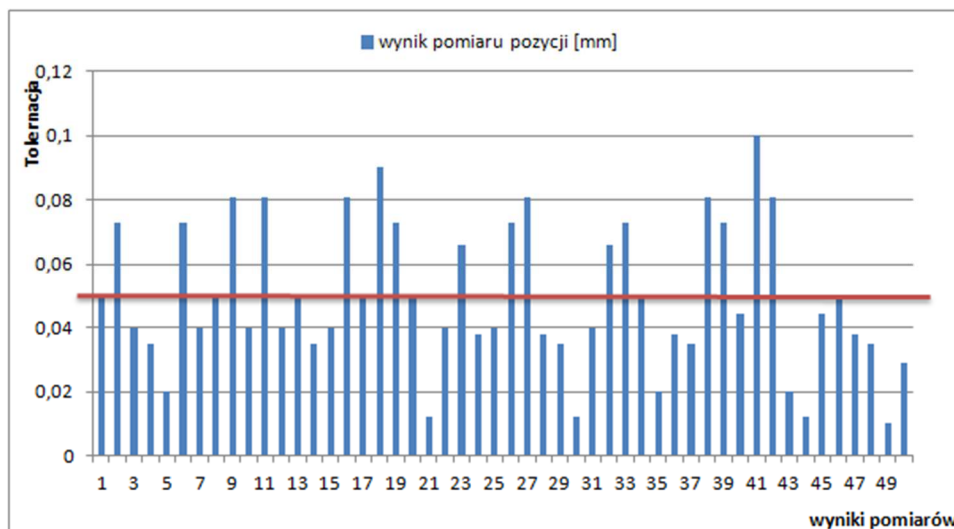
- mistrz produkcji kół zębatych – osoba odpowiedzialna za linię produkcyjną,
- kontroler jakości – osoba biorąca udział w pomiarze części na maszynie CMM (ang. *Coordinate Measuring Machine* – współrzędnościowa maszyna pomiarowa),
- programista oraz technolog zajmujący się dokumentacją programową i technologiczną.

Na spotkaniu został przedstawiony i opisany problem jakościowy oraz zaprezentowane w formie tabeli wyniki pomiarów z maszyny CMM wraz z wykresem potwierdzającym problem jakościowy. Następnie przeprowadzono „burzę mózgów”. Po sprawdzeniu wyników zespół jednogłośnie stwierdził, że powstały problem nie był spowodowany winą operatora. Osoba wykonująca operację została zaproszona na spotkanie jakościowe i dokładnie opisała, jak wykonuje operację punkt po punkcie. Wszystkie czynności były wykonywane poprawnie. Według grupy problem mógł być spowodowany przez następujące czynniki:

- program – niewłaściwy posuw lub obroty,
- narzędzia obróbkowe – niewłaściwe prowadzenie,
- maszynę – awaria podziałnicy,
- przyrząd mocujący część w maszynie.

Na rysunku P10.2 przedstawiono 50 wyników pomiarów przeprowadzonych na częściach, które potencjalnie mogą być usterkowe. Okazało się, że aż 16 sztuk, czyli 32% wyprodukowanych w tym czasie części, jest niezgodnych.

Czerwona linia na wykresie prezentuje górną granicę tolerancji 0,05 mm.



Rys. P10.2. Wyniki pomiarów otworu poprzecznego względem bazy „A” – przed zmianą

Źródło: Opracowanie własne.

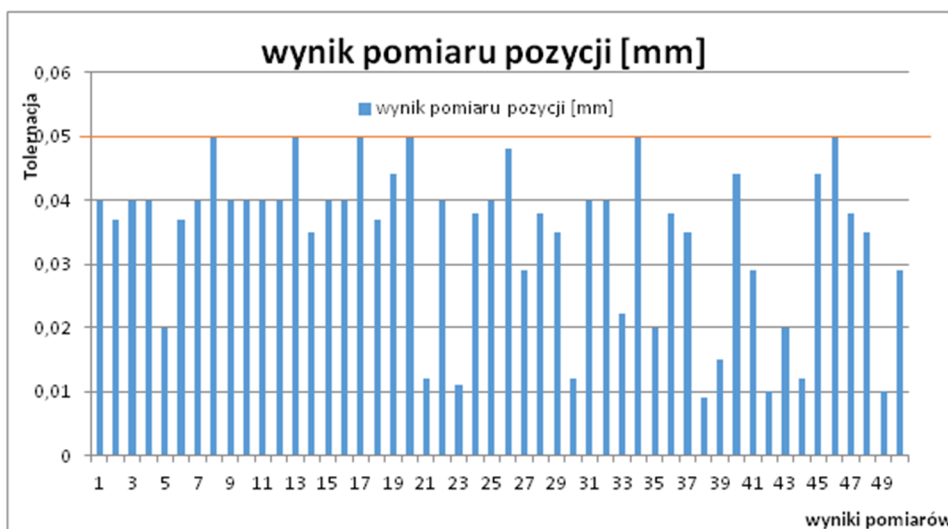
### Opis rozwiązania

Natychmiast podjęto działanie polegające na dodaniu wiertła i wprowadzeniu zmian w programie obróbczym. Wdrożenie wiertła płaskiego miało poprawić prowadzenie kolejnego narzędzia przez wykonanie spłaszczenia na powierzchni walcowej. Program został sprawdzony za pomocą funkcji blokowej w powietrzu, aby wyeliminować ewentualną kolizję. Następnie wykonano próby na części testowej. Po ściągnięciu części z maszyny i wykonaniu pomiarów przez operatora okazało się, że dodanie wiertła płaskiego przyniosło pożądane skutki. Dla upewnienia się zlecono pracownikowi kontroli jakości wykonanie dokładnego pomiaru na maszynie CMM.

Pomiar na maszynie numerycznej potwierdził, że dokonana zmiana przyniosła oczekiwane efekty. Dla potwierdzenia, czy nie jest to tylko przypadek, została podjęta decyzja, aby wykonać jeszcze 10 prób na częściach testowych.

Po autoryzacji wszystkich zmian w dokumentacji programowej oraz po realizacji procesu technologicznego została dopuszczona do produkcji seria produkcyjna nadzorowana, która po operacji 90. została sprawdzona na maszynie CMM. Wyniki pomiarów zostały zaprezentowane na rys. P10.3. Czerwona linia na wykresie prezentuje górną granicę tolerancji 0,05 mm.





Rys. P10.3. Wyniki pomiarów otworu poprzecznego względem bazy „A” – po zmianie

Źródło: Opracowanie własne.

Podjęte działania przyniosły pożądane efekty. Zlecono również zakup dodatkowego przyrządu mocującego wyrób w maszynie, ponieważ nie było drugiego przyrządu na stanie. W razie ewentualnej kolizji bądź zużycia nie byłoby więc możliwe utrzymanie ciągłości produkcji na linii produkcyjnej ani szybkie wznowienie produkcji, ponieważ przyrządy specjalne są zamawiane w firmie zewnętrznej, a czas oczekiwania na zamówienie wynosi od 8 do 10 tygodni. Przy pracy ciągłej nie można sobie pozwolić na tak długie przestoje.

## P11. Doskonalenie i modyfikacja procesu gięcia szyb samochodowych w celu poprawienia profilu gięcia i wyników optycznych (Sylwia Młynarczyk)

### Opis problemu

Uruchomienie produkcji nowego wariantu szyby samochodowej to skomplikowane i wymagające technologicznie zadanie. Na rynku pojawiają się coraz bardziej nowoczesne modele samochodów, których dodatkowe funkcje zaskakują. Firma będąca producentem szyb samochodowych jest odpowiedzialna za wyprodukowanie szyby jako wyrobu według wymagań klienta, spełniającego normy bezpieczeństwa przy zachowaniu najwyższej jakości.

W czasie produkcji pojawia się wiele trudności, jednak bardzo częstym i regularnie występującym problemem jest uzyskanie docelowego profilu gięcia szyby przy jednoczesnym zachowaniu wymagań optycznych. Jest to problem, z którym spotkało się przedsiębiorstwo działające w tej branży. Problem ten jest analizowany w niniejszym przykładzie.



Aby uzyskać dwie wspomniane właściwości jednocześnie, należało zmodyfikować proces gięcia szyby. Na tym etapie szkło nabiera kształtu, nad którym wcześniej pracowali designerzy oraz konstruktorzy klienta. Profil szyby jest niezwykle istotny, ponieważ jeśli nie uzyska się pożądanego kształtu – montaż może się nie udać. W celu uzyskania odpowiedniej krzywizny szyb przednich pary tafli szklanych są umieszczane na wygiętych stalowych formach, które przechodzą przez długi piec, gdzie są ogrzewane do temperatury 620°C. Szkło wygina się pod własnym ciężarem, aż przybierze kształt formy.

Aby szyba samochodowa była wyrobem zgodnym z prawem i dopuszczonym do montażu, musi spełniać przede wszystkim przepisy regulaminu homologacji R43 ECE, przepisy krajowe i w tym przypadku przepisy amerykańskiej normy ANSI Z26.1. Prowadzone w związku z tym badania dotyczące optyki to ocena przepuszczalności spektralnej (Light Transmission > 70%), zniekształceń przy odbiciu i przechodzeniu światła, identyfikacja ewentualnych defektów związanych z wypalaniem formy w obrębie sitodruku i okienka kamery. Na rysunku P11.1 zaprezentowano obszary, w których optyka musi być szczególnie dobra. W przeciwnym razie system kamery nie zadziała, więc główne wymagania klienta nie zostaną spełnione, co jest niedopuszczalne.



Rys. P11.1. Okienko kamery z zamontowanym braketem

Zadanie jest skomplikowane również ze względu na wymiary obszaru okienka kamery, ponieważ zazwyczaj znajdują się one w przedziale od 30 do 80 mm. Kamera jest niezwykle ważna, gdyż w nowocześniejszych autach stosuje się systemy czytania znaków drogowych, systemy zapobiegania nagłej zmianie pasa jezdni, dostosowania prędkości do warunków na drodze itp.

## Analiza

Analizowano dwie opcje udoskonalenia procesu gięcia. Pierwszą z możliwości była modyfikacja form. W przypadku najbardziej złożonych form gorące szkło można docisnąć do ostatecznego kształtu, aby osiągnąć dokładniejszy promień krzywizny i bardziej precyzyjnie kontrolować geometrię powierzchni. Ze względu na proces ta zmiana nie została wykorzystana. Omawiana modyfikacja polegała na dołożeniu i zdjęciu „warstw” formy, dzięki czemu możliwe było:

- doprowadzenie większej ilości ciepła w miejsca, które chce się bardziej wygiąć,
- ograniczenie dopływu ciepła w dane miejsca, by pozostawić je wypłaszczone.

Wskazane operacje były dobierane przez specjalistów procesu gięcia, którzy opierali się m.in. na swoim wieloletnim doświadczeniu. Ta możliwość nie niesie ze sobą ryzyka niepowodzenia, może się jednak okazać czasochłonna. Niestety, niekiedy jest to metoda prób i błędów, ale wciąż skuteczna. Jako minus analizowano żywotność form – tak intensywne ich eksploatowanie może tę żywotność skrócić.

Drugim krokiem była modyfikacja głównego parametru na piecu, tj. temperatury. Podczas formowania skomplikowanych kształtów stosuje się metodę zróżnicowanego nagrzewania, aby kontrolować temperaturę na powierzchni szkła, która decyduje o stopniu wygięcia szyby. Ukształtowane pary tafli szklanych są następnie stopniowo schładzane do temperatury pokojowej.

## Opis rozwiązania

W celu poprawy procesu wprowadzono obie możliwości jednocześnie (doświadczenie pokazuje, że nie jest możliwe uzyskanie pożądanego efektu przy manewrowaniu tylko jedną z wymienionych opcji):

- zostały zdjęte warstwy formy w jej centralnej części,
- wprowadzono modyfikację temperatury zgodnie z danymi historycznymi dotyczącymi uruchomienia podobnego modelu.

Zmodyfikowane w ten sposób formy poddano testom, stosując metodę zróżnicowanego nagrzewania oraz zmieniając temperaturę na wejściu i w środku pieca. Temperatura została dobrana przez specjalistów z zakresu gięcia, z wykorzystaniem danych historycznych. Zaplanowano zlecenie testowe, podczas którego monitorowano proces dla 10 szyb. Ponieważ optykę można zbadać dopiero po procesie laminowania, wykorzystano folię przeznaczoną do testów i zalaminowano szyby do badań laboratoryjnych. Po otrzymaniu wyników badań odnotowano znaczną różnicę w wynikach badań optycznych (tj. przepuszczalność spektralna, zniekształcenia przy odbiciu i przechodzeniu światła, defekty związane z wypaleniem formy w obrębie sitodruku i okienka kamery). Dobre wyniki optyki w tym obszarze przy jednoczesnym zachowaniu właściwego profilu gięcia były docelowymi parametrami wyjścia, które udało się osiągnąć. W przypadku tego modelu rozwiązanie znaleziono się już przy pierwszym teście, jednak często w bardziej

skomplikowanych modelach trzeba wykonać więcej testów, by uzyskać idealny profil gięcia wraz z wymaganą optyką.

## **P12. Doskonalenie operacji technologicznej przez zmianę techniki wytwarzania** (*Damian Kot*)

### **Opis problemu**

Część przedstawiona na rys. P12.1 była wykonywana na pięcioosiowym centrum obróbczym. Narzędziem, jakim wykonywano tę część, był frez walcowo-czołowy czteropiórowy dla stali żaroodpornej. Prędkość skrawania z uwagi na małą średnicę frezu oraz gatunek materiału wynosiła 30 m/s.



Rys. P12.1. Analizowana część lotnicza

Źródło: Opracowanie własne.

Największym problemem z uwagi na średnicę frezu rzędu  $\phi 1,2$  mm jest stabilność procesu. Obróbka pozostawiała ślady zadrgania na powierzchni, narzędzie szybko się zużywało oraz łamało. Z uwagi na siły skrawania wybrania oznaczone na rysunku deformowały się oraz powstawała wysoka temperatura, która ze względu na charakterystykę stali żaroodpornej ulepszała materiał. Powodowało to

pogorszenie warunków skrawania. Czas przebrojenia obrabiarki oraz ustawienia przyrządów i baz był bardzo długi. Reasumując, wszystkie wady oraz problemy technologiczne zwiększyły koszt wykonania operacji do poziomu nie do zaakceptowania przez przedsiębiorstwo.

## Analiza

W procesie produkcyjnym analizowanej części lotniczej występuje problem technologiczny z obróbką mechaniczną. Problem był analizowany przez technologa, operatora oraz kontrolera jakości z wykorzystaniem analizy 5xWhy? oraz przez weryfikację kluczowych charakterystyk na rysunku, które oznaczono na kartotece SPC. Stwierdzono, że przyczyną problemu jest brak stabilności procesu, za co odpowiada rodzaj obróbki.

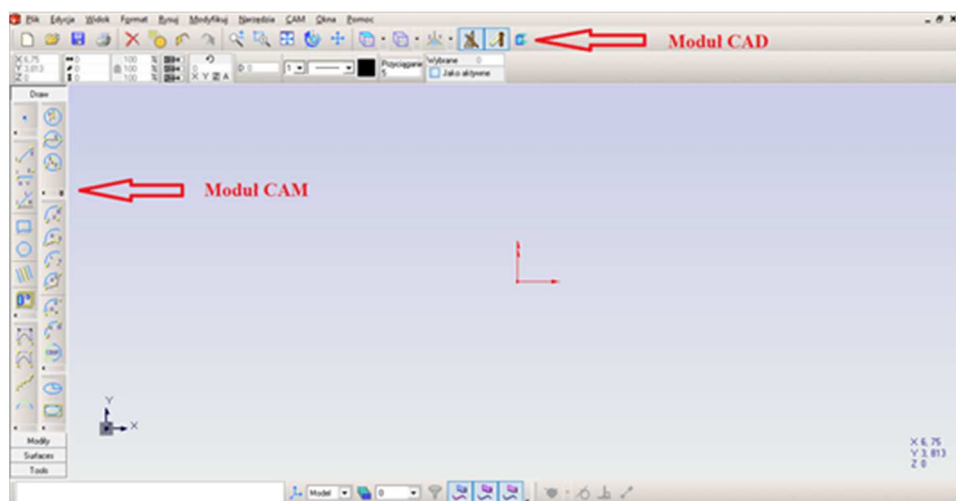
Zaproponowano więc zastosowanie obróbki erozyjnej. Z definicji obróbkę elektroerozyjną stosuje się do części o skomplikowanym kształcie oraz trudnych warunkach obróbki skrawaniem. Zaproponowane do wprowadzenia w przedsiębiorstwie usprawnienie polega na przeniesieniu operacji obróbki części lotniczej na obrabiarkę elektroerozyjną (cięcie drutem WEDM – ang. *Wire Electrical Discharge Machining*). Uniwersalność narzędzia, które stosuje się do obróbki WEDM, eliminuje konieczność zakupu narzędzi specjalnych o złożonych kształtach. Ponadto nie uwzględnia się zużycia elektrody roboczej podczas projektowania procesu. Zastosowanie małej energii wyładowań uwarunkowanych małą średnicą drutu powoduje uzyskanie wysokiej jakości powierzchni, a zmiany w warstwie wierzchniej są nieznaczne, co potwierdza badanie struktury materiału próbki wykonane przez laboratorium metalurgiczne. Kolejną zaletą wprowadzenia obróbki WEDM jest brak sił skrawania, które wpływają na odkształcenia i deformację części. Przyrząd, w którym proponuje się zamocować część lotniczą, będzie skonstruowany w taki sposób, aby nie kolidował z głowicą obrabiarki i umożliwił zamocowanie części obrabianej tak, aby górny i dolny przewodnik drutu elektrodrążarki znajdował się jak najbliżej przedmiotu obrabianego. Uwzględniając obecność dielektryka w przestrzeni roboczej obrabiarki, przyrząd skonstruowano z martenzytycznej stali nierdzewnej 2H13. Należy również zapewnić bazę ustawczą przyrządu, która odpowiada za ustawienie kątowe względem osi obrabiarki oraz otwór kontrolny, gdzie zgodnie z technologią obróbki części znajduje się początek układu współrzędnych dla wykonanego programu. Dzięki tak zaprojektowanemu przyrządowi przebrojenie oraz ustawienie drążarki jest bardzo krótkie, co nie powoduje zwiększenia kosztów procesu tak jak w przypadku obróbki metodą konwencjonalną.

## Opis rozwiązania

Operację wykonania nieregularnych kieszeni przeniesiono na maszynę WEDM. Program na obrabiarkę wykonano w systemie VisualCam Fikus17, należącym do rodziny programów typu CAD/CAM (rys. P12.2). Zaletą tego systemu jest możliwość wprowadzania zmian w tworzonym programie, jak również funkcja multiobróbki, która umożliwia zastosowanie różnych operacji na jednej geometrii.



Oprogramowanie jest podzielone na moduły, pomiędzy którymi można się swobodnie przełączać. Moduł CAD pozwala wykonywać rysunki techniczne, a moduł CAM odpowiada za tworzenie obróbki i generowanie ścieżek.



Rys. P12.2. Widok główny oprogramowania CAD/CAM dla obrabiarki WEDM

Źródło: Opracowanie własne.

Maszynę uzbrojono w narzędzie, drut AC Brass LP900 Fi0,25 oraz zamocowano przyrząd, który ustawiono powierzchnią bazową równolegle do osi X obrabiarki za pomocą czujnika zegarowego. Kolejno zgodnie z technologią ustawiono zero obrabiarki, zatwierdzono program i wykonano część. Dzięki wprowadzeniu opisanego udoskonalenia procesu uzyskano część lotniczą zgodną z wymaganiami klienta.

Podczas wcześniej realizowanej obróbki skrawaniem warunki techniczne nie zostały utrzymane i występowały liczne deformacje. Narzędzia, które stosowano, ulegały szybkiej degradacji. Większość nie wytrzymała wykonania jednej części. Po zmianie operacji wyeliminowano siły skrawania, jakim poddany był wyrób. Pozwoliło to utrzymać warunki techniczne. Zmniejszono również koszty generowane przez wcześniej stosowane narzędzie. Elektroda, która została zastosowana, jest znacznie tańsza niż frezy, bardzo szybko ulegające degradacji.

Obróbka erozyjna jest trudną i czasochłonną metodą, jednak w dobie dynamicznie rozwijającego się przemysłu, gdzie konstruktorzy tworzą coraz bardziej skomplikowane części, których wykonanie przez toczenie bądź frezowanie staje się niemal niemożliwe, rośnie jej popularność. Twórcy oprogramowania CAD/CAM sprawili, że programowanie stało się bardzo intuicyjne, a obrabiarki EDM są proste w obsłudze. Największą zaletą drążenia elektroerozyjnego jest możliwość techniczna wykonania kształtu, który w praktyce jest niemożliwy do wykonania innymi (klasycznymi) metodami obróbki. Wykorzystując wymienione

cechy, udało się z powodzeniem wprowadzić udoskonalenie procesu, które polegało na wykonaniu części lotniczej przy zmniejszeniu kosztów związanych z obróbką oraz narzędziami. Utrzymano również warunki techniczne i wymagania narzucone przez klienta.

## Bibliografia

- [1] Dokumentacja techniczno-ruchowa obrabiarki AgieCharmilles CUT 30P.
- [2] Filipowski R., Marciniak M. (2000), Techniki obróbki mechanicznej i erozyjnej. Warszawa.
- [3] Instrukcja programowania w środowisku Fikus Visual CAM.
- [4] Kozak J. (2006), Obróbka elektroerozyjna (EDM/WEDM). Rzeszów.

## P13. Wdrożenie standaryzacji pracy w przedsiębiorstwie

(Alan Jaworski)

### Opis sytuacji

Standaryzacja jest jednym z podstawowych narzędzi, które są wykorzystywane w produkcji odchudzonej. Definiuje się ją jako efektywne zagospodarowanie czasu potrzebnego do wykonania danego procesu, gdzie bierze się pod uwagę głównie czas, koszty oraz jakość wykonania. Często można się spotkać z opinią, że standaryzacja pracy jest swego rodzaju usztywnieniem pracy. Jest to jednak błędna opinia, gdyż standaryzacja jest w pełni dynamicznym procesem i ma sens tylko wtedy, gdy działa w symbiozie z ciągłym doskonaleniem (Antosz i in., 2013).

Omawiane przedsiębiorstwo działa w branży lotniczej. Zajmuje się wytwarzaniem części lotniczych. Podczas obrabiania pewnych części na frezarce zauważono, że części schodzą z niej bardzo nieefektywnie, jest duże marnotrawstwo czasu pracy, przez co powstaje wąskie gardło na tym stanowisku.

### Analiza

Celem wprowadzania standaryzacji pracy są ujednocnione sposoby wykonywania czynności oraz efektywne wykorzystywanie czasu potrzebnego na ich realizację. Celami standaryzacji stanowisk są np.:

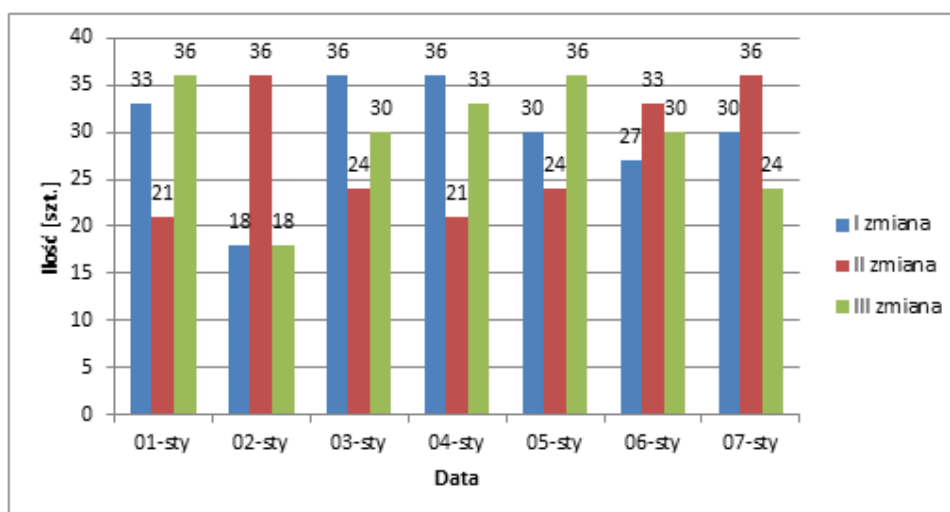
- zwiększanie wydajności stanowiska,
- efektywne wykorzystanie czasu,
- poprawienie jakości wykonanych części,
- punkty odniesienia do dziennego zapotrzebowania produkcji.

Ogólnym celem wprowadzania standaryzacji jest określenie specyfiki wykonywania pracy w jasno określony sposób. W szczególności standaryzacja ma zapewnić:

- ustaloną sekwencję działań,
- powtarzalność procesu,
- prostotę procesu,
- usprawniony system przepływu materiałów.



Przed wprowadzeniem kart standaryzacji przeprowadzono badanie dotyczące wytwarzania części na poszczególnych zmianach, co przedstawiono na wykresie (rys. P13.1).



Rys. P13.1. Liczba sztuk produkowanych na zmianę

Źródło: Opracowanie własne.

Po przeprowadzonej analizie na stanowisku frezarskim, które jest obsługiwane przez 3 operatorów na 3 zmianach, zauważono, że praca nie rozkłada się równomiernie.

Pierwszym etapem analizy tego stanu było obserwowanie procesu oraz pomiar czasu potrzebnego na wytworzenie jednej sztuki. Czas był liczony od wzięcia sztuki z pojemnika, aż do odłożenia go na miejsce wyrobów gotowych. Czas potrzebny na wykonanie 1 sztuki wynosił 15 min. Podczas wykonywania pomiarów nie stwierdzono żadnej sytuacji, która mogłaby zakłócić proces, np. awarie maszyny.

Drugim etapem analizy było utworzenie listy czynności wykonywanych przez operatora na stanowisku. Po zidentyfikowaniu czynności wykonano 5 pomiarów czasu trwania czynności niezbędnych do wykonania części. Później czynności te zostały podzielone na wykonywane przez pracownika i maszynę.

## Opis rozwiązania

Po przeprowadzonej obserwacji utworzono arkusz zawierający 10 czynności, spośród których najwięcej czasu zajmują czynności wykonywane przez maszynę. Na podstawie zaobserwowanych pomiarów została utworzona karta standaryzacyjna zawierająca czynności wraz ze wskazaniem czasu potrzebnego na ich wykonanie (tab. P13.1).



Dzięki temu usprawnieniu można stwierdzić, ile czasu potrzebuje operator na wykonanie poszczególnych operacji przy produkcji tych części.

Tabela P13.1. Karta standaryzacji

Lp.	Opis czynności	Czas operacji [s]		
		człowiek	maszyna	suma czasów
Czynności do wykonania				
1	Założenie części	120		120
2	Obróbka zgrubna		50	170
3	Pomiar	30		200
4	Obróbka wykańczająca		50	250
5	Pomiar	30		280
6	Wytaczanie zgrubne		230	510
7	Pomiar	30		540
8	Wytaczanie wykańczające		230	770
9	Pomiar	30		800
10	Zdjęcie części	100		900

Źródło: Opracowanie własne.

Dzięki standaryzacji pracy można jasno określić, ile czasu potrzeba na wykonanie poszczególnych operacji. Prowadzi to do wykonania ważnego kroku w kierunku ciągłego doskonalenia. Głównym celem standaryzacji jest utrzymanie stabilności procesów, utworzenie prostych schematów w celu wykonania niezbędnych czynności oraz wyeliminowania marnotrawstwa w przedsiębiorstwie. Za pomocą kart standaryzacji można określić stan wybranego procesu produkcyjnego oraz zidentyfikować powstające straty.

## Bibliografia

- [1] Antosz K., Pacana A., Stadnicka D., Zielecki W. (2013), Narzędzia Lean Manufacturing. Oficyna Wydawnicza Politechniki Rzeszowskiej, Rzeszów.

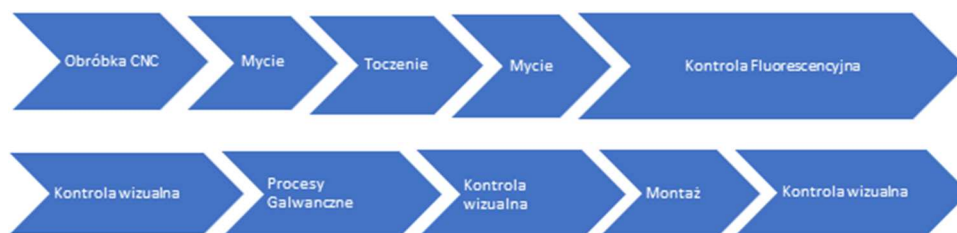
## P14. Wykrycie niezgodności na gotowym produkcie w momencie montażu u klienta (Izabela Kędzierska)

### Opis problemu

Analizowana firma zajmuje się produkcją zespołów i podzespołów silników lotniczych dla różnego rodzaju samolotów oraz śmigłowców. Poszczególne elementy są wykonywane z odlewów, które dostarczają firmy zewnętrzne. Każdy odlew w pierwszej kolejności jest sprawdzany pod względem wymiarów, wad zewnętrznych, wad wizualnych w momencie kontroli na odlewni. Następnie gotowe elementy są dostarczane do firmy, gdzie wykonuje się na nich wiele procesów obróbkowych: począwszy od obróbki mechanicznej, tokarskiej, procesów galwanicznych, aż po montaż kołków, wkładek i tulejek. W związku z możliwością



wystąpienia wad wewnątrz materiału, nieciągłości struktury, grubości ścianek, które nie będą zauważone „gołym okiem”, na każdym wyrobie przeprowadza się badania nieniszczące NDT, które nie powodują zmian badanych obiektów. Mogą to być badania penetracyjne, magnetyczno-proszkowe, ultradźwiękowe czy wykorzystujące prądy wirowe. Etapy procesu produkcyjnego realizowanego na analizowanym wyrobie przedstawiono na rys. P14.1.



Rys. P14.1. Schemat procesu produkcji

Źródło: Opracowanie własne.

Pomimo przeprowadzania licznych kontroli na każdym z wyrobów, zarówno kontroli odlewu, jak i gotowego wyrobu, przez analizowaną firmę nie zostały wykryte wady. Produkt został dokładnie sprawdzony i dopuszczony do sprzedaży. Dopiero podczas montażu analizowanego elementu z innymi elementami u klienta zauważono nieciągłości strukturalne w jednym miejscu na wyrobie. Klient zgłosił reklamację. Firma otrzymała wiele pytań dotyczących procesu. Pytania dotyczyły tego, w jaki sposób i przez kogo został popełniony błąd (Kných i in., 2010). W zgłoszeniu reklamacyjnym wskazano na wystąpienie nieciągłości na materiale, który klient otrzymał jako gotowy produkt. Niedopatrzenie takiej wady mogło spowodować zniszczenie, oderwanie fragmentu lub rozerwanie całego wyrobu gotowego podczas uruchomienia. Skutki mogły się okazać katastrofalne.

## Analiza

Po zgłoszeniu reklamacji w firmie rozpoczęła się analiza całego procesu w celu znalezienia przyczyn błędów powstałych podczas produkcji. Pojawiły się następujące pytania:

- Czy odlew z firmy zewnętrznej dotarł zgodny? Czy są świadectwa potwierdzające zgodność materiału?
- Czy w firmie została przeprowadzona kontrola wizualna? Czy była możliwość zauważenia stwierdzonych wad podczas tej kontroli?
- Czy została wykonana kontrola NDT? Jak wyglądają raporty z tej kontroli?
- Czy pracownik wykonał badania zgodnie z normą, technologią? Czy wystąpiło poświadczenie nieprawdy?
- Czy stwierdzone wady powstały w procesie odlewania, czy w procesie obróbki odlewu?

- Czy wada powstała tylko na jednym wyrobie? Czy jest więcej wyrobów w tej dostawie lub w innych dostawach, na których mogą wystąpić podobne wady w strukturze?

Po przeprowadzeniu analiz z wykorzystaniem metody 5xWhy? uzyskano następujące odpowiedzi na zadane pytania:

- Odlewy, które otrzymaliśmy z firmy zewnętrznej, były zgodne na danym etapie. Posiadamy wszystkie świadectwa jakości.
- W naszej firmie na stanowisku kontroli ostatecznej wszystkie odlewy zostały sprawdzone i zaakceptowane jako zgodne.
- Raport z kontroli NDT nie wykazał wad materiałowych na odlewach.
- Pracownik wykonał swoje zadanie zgodnie z technologią, rysunkiem.
- Stwierdzone wady były wadami odlewniczymi, które ukazały się na materiale dopiero po obróbce mechanicznej. W związku z tym nie można było wykryć ich na etapie samego odlewu.
- Wady powstały na wielu wyrobach. Zaleca się przeprowadzenie dodatkowej kontroli na wszystkich wyrobach w celu oddzielenia wyrobów niezgodnych od reszty produkcji.

### Opis rozwiązania

Kierownictwo po wystąpieniu problemu w firmie wdrożyło wiele rozwiązań, które miały ograniczyć w przyszłości lub całkowicie wyeliminować podobne sytuacje. Są nimi:

- ścisła kontrola dostawców odlewów, sprawdzanie wymagań,
- dokonanie przeglądu maszyn oraz stanowisk do przeprowadzania badań NDT,
- wykonanie dodatkowych szkoleń dla pracowników NDT z umiejętności przeprowadzania badań,
- wykonanie dodatkowych szkoleń dla wszystkich pracowników ze świadomości pracy, świadomości powstałych błędów,
- sprawdzenie technologii oraz określenie, czy nie jest potrzebne wdrożenie dodatkowych kontroli dla wad wewnątrz materiału.

Zaprezentowana sytuacja mogła przynieść wiele negatywnych skutków dla całej firmy, jak i dla poszczególnych osób. Firma mogła stracić zaufanie klienta, co mogło doprowadzić do zmniejszenia liczby zamówień i narażenia na utratę współpracy. Spowodowałyby to zwiększenie kosztów utrzymania. W najgorszym wypadku wykryta wada mogła spowodować awarię samolotu. Bardzo ważne jest zatem szybkie reagowanie na pojawiające się problemy, stosowanie różnych metod zapobiegania, jakie są dostępne w zarządzaniu produkcją. Jest to na przykład metoda 5xWhy?, która pozwala znaleźć przyczynę źródłową powstania problemu, aby następnie móc go wyeliminować oraz nie dopuścić, aby pojawił się kolejny raz.



## Bibliografia

- [1] Knych T., Mamala A., Uliasz P. (2010), Badania nad procesem usuwania wad odlewniczych w wyrobach ze stopów aluminium za pomocą metody PWPP. Kraków.

### **P15. Analiza problemów powstających podczas prezentacji możliwości obróbczych maszyn CNC** (Mateusz Żurawicz)

#### **Opis problemu**

Analizowane przedsiębiorstwo zajmuje się produkcją maszyn CNC, frezarek, wycinarek plazmowych oraz wycinarek światłowodowych. Branża maszyn sterowanych numerycznie szybko się rozwija, dlatego zauważalne jest coraz większe zainteresowanie urządzeniami ze strony klientów. Przedsiębiorstwo utworzyło specjalną ofertę prezentacyjną. W różnych materiałach (np. aluminium, płyta MDF, płyta wiórowa) obrabiane są elementy lub wzory wcześniej przygotowane przez programistę lub na życzenie klienta. Zazwyczaj zainteresowani preferują osobistą obecność w fabryce i bezpośredni kontakt z osobą z Działu Handlowego. Ponadto w czasie trwającej pandemii firma wprowadziła możliwość prezentacji online. W prezentacji obrabiarek bierze udział handlowiec oraz osoba odpowiedzialna za maszynę – operator. Niestety, podczas prezentacji zdarzają się problemy, które mają drastyczne skutki w postaci rezygnacji i braku dalszego zainteresowania maszyną ze strony klienta. W tabeli P15.1 przedstawiono problemy, jakie wystąpiły podczas prezentacji w ciągu ostatnich 3 miesięcy.

Tabela P15.1. Problemy, które odnotowano podczas prezentacji w okresie 3 miesięcy

Numer	Opis problemu
1	Złe ułożenie uszczelki na stole frezarki
2	Kolizja narzędzia z mocowaniem
3	Ułamanie frezu
4	Zalepienie aluminium frezu
5	Zła jakość powierzchni po obróbce
6	Szybkie zużycie frezu
7	Upalenie frezu
8	Ukruszenie się noża oscylacyjnego
9	Wyrzucenie z wrzeciona stożka
10	Alarm ciśnienia powietrza
11	Nieprawidłowe bazowanie maszyny
12	Wyrwanie materiału
13	Kolizja frezu z imadłem
14	Nieprawidłowy numer narzędzia we wrzecionie
15	Zbyt wolne przejazdy maszyny nad materiałem
16	Niewłączenie obrotów odpowiednio wcześniej przed wejściem frezu w materiał
17	Zbyt gwałtowny zjazd w dół osi Z podczas bazowania
18	Nagłe wyłączenie pompy powietrza



Tabela P15.1 (cd.). Problemy, które odnotowano podczas prezentacji w okresie 3 miesięcy

Numer	Opis problemu
19	Brak bezpiecznego odjazdu osi Z
20	Słaba jakość odlanej płyty aluminium
21	Poszarpana krawędź płyty pleksi po obróbce
22	Zbyt małe ciśnienie chłodziwa podczas obróbki
23	Przekroczona granica tolerancji wymiaru

Źródło: Opracowanie własne na podstawie badań w analizowanym przedsiębiorstwie.

## Analiza

Powołany zespół badawczo-rozwojowy przydzielił problemy do odpowiednich grup, które przedstawiono w tab. P15.2.

Tabela P15.2. Problemy przydzielone do odpowiednich grup

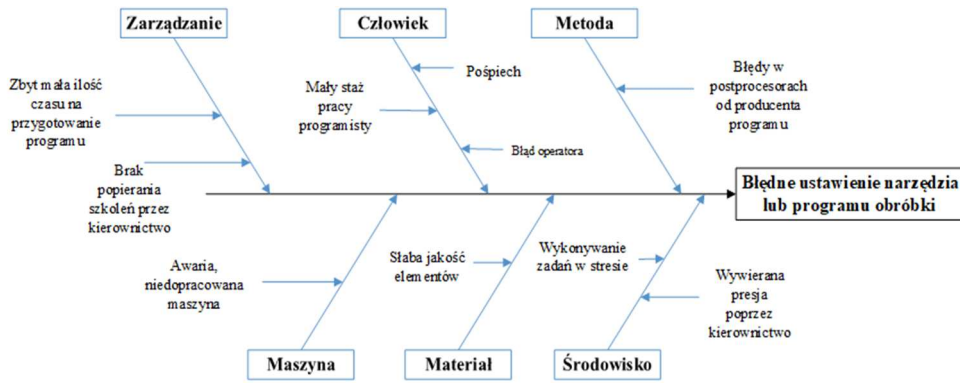
Numer grupy	Grupa problemów	Numer problemu	Liczba
I	Uszkodzenie narzędzia	3, 4, 6, 7, 8	5
II	Błędne ustawienie narzędzia lub programu obróbki	1, 2, 10, 11, 12, 14, 15, 17, 19	9
III	Brak reakcji podczas obróbki	9, 13, 18, 22	4
IV	Zła jakość przedmiotu po wykonaniu obróbki	5, 16, 20, 21, 23	5

Źródło: Opracowanie własne na podstawie badań w analizowanym przedsiębiorstwie.

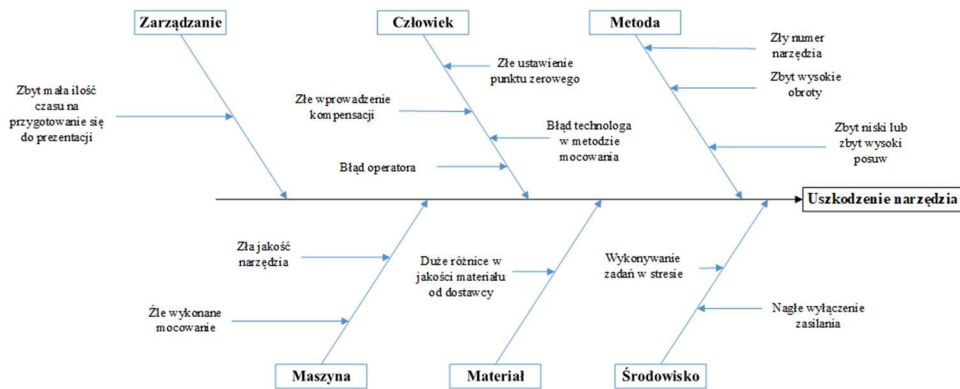
Analiza danych zawartych w tab. P15.2 ukazuje, że najwięcej problemów występuje w grupie II, czyli błędne ustawienie narzędzia lub programu obróbki. Duże znaczenie odgrywa również grupa I. Klienci zwracają szczególną uwagę na jakość wykonanych przedmiotów, ponieważ najczęściej są to klienci z przemysłu meblarskiego. Zatem grupa IV ma także duże znaczenie. Do identyfikacji przyczyn powstających problemów zastosowano diagram Ishikawy. Wyniki przeprowadzonych analiz przedstawiono na rys. P15.1-P15.3. Rysunek P15.1 prezentuje diagram Ishikawy dla problemu błędnego ustawienia narzędzia lub programu obróbki. Rysunek P15.2 prezentuje diagram Ishikawy dla problemu uszkodzenia narzędzia, a rys. P15.3 – diagram Ishikawy dla problemu złej jakości przedmiotu po wykonaniu obróbki.

Podsumowując, zespół ekspertów przeanalizował diagramy i przedstawił następujące wnioski. Problemy, jakie występują podczas prezentacji wynikają głównie z nieodpowiedniego przygotowania programisty i operatora. Ponadto występują niezgodności w aspektach technologicznych, takie jak błędy w postprocesorach. Z diagramów można również odczytać, że w firmie wywierana jest presja czasu i pracy. Jednocześnie nie są realizowane w wystarczającym zakresie szkolenia ani procesy ciągłego doskonalenia.

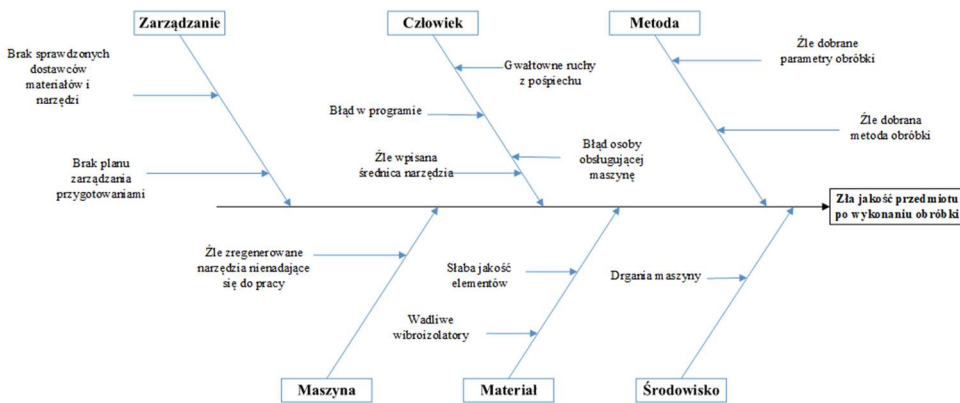




Rys. P15.1. Diagram Ishikawy dla problemu: błędne ustawienie narzędzia lub programu obróbki  
Źródło: Opracowanie własne.



Rys. P15.2. Diagram Ishikawy dla problemu: uszkodzenie narzędzia  
Źródło: Opracowanie własne.



Rys. P15.3. Diagram Ishikawy dla problemu: zła jakość przedmiotu po wykonaniu obróbki  
Źródło: Opracowanie własne.

Diagram przedstawiony na rys. P15.2 odnosi się do problemu uszkodzeń narzędzi. Na podstawie dokonanej analizy diagramu można stwierdzić, że problem uszkodzonych narzędzi powstaje głównie przez błąd osób odpowiedzialnych za proces. Istotne znaczenie ma również jakość dostarczanych narzędzi do obróbki. Presja pracy ze strony kierownictwa również może skutkować uszkodzeniem przedmiotów. Dobieranie odpowiednich narzędzi i parametrów maszyn wymaga czasu i przeprowadzenia odpowiedniej liczby testów.

Z ostatniego diagramu (rys. P15.3) dotyczącego problemu złej jakości przedmiotu po obróbce można odczytać, że występują problemy technologiczne z maszynami. Wadliwe wibroizolatory powodują drgania. Wpływa to bezpośrednio na jakość przedmiotów obrabianych. Występują także problemy z dostawcami materiałów i narzędzi. Narzędzia nie są trwałe i szybko się zużywają, natomiast z materiału ciężko uzyskać oczekiwaną jakość, ponieważ może być źle odlany lub wystąpią mikropęknięcia przy transporcie.

### Opis rozwiązania

Najwięcej zamówień i sprzedaży w firmie odnotowano po prezentacjach. Należy zatem wyeliminować powstałe problemy, aby dążyć do jak najlepszej metodyki i realizacji przedstawiania produktu. W tym celu zaproponowano wdrożenie następujących działań doskonalących (Stadnicka, 2019):

- 1) profesjonalne szkolenia dla pracowników, operatorów maszyn, programistów oraz osób odpowiadających za technologie, zapoznanie ich z możliwymi problemami oraz z tym, na co muszą szczególnie zwrócić uwagę podczas przygotowań do prezentacji,
- 2) nawiązanie dobrych relacji ze sprawdzonym dostawcą narzędzi i materiałów,
- 3) wprowadzenie kontroli stanu narzędzi i stanów magazynowych,
- 4) wprowadzenie zasad *Lean* i przekonanie kierownictwa do sposobu zarządzania, które pozwoli na ciągłe doskonalenie.

### Bibliografia

- [1] Stadnicka D. (2019), Wybrane metody i narzędzia doskonalenia procesów w praktyce. Oficyna Wydawnicza Politechniki Rzeszowskiej, Rzeszów.

## P16. Doskonalenie produkcji wyrobów na podstawie analizy reklamacji (Amadeusz Mazan)

### Opis sytuacji

Kontrola jakości obejmuje nadzór nad procesami oraz eliminowanie niezgodności na każdym etapie produkcyjnym. Stanowi część zarządzania jakością w firmie produkcyjnej. Nakierowana jest na spełnienie oczekiwań klienta. Głównym celem sterowania jakością procesów jest zagwarantowanie, że oczekiwania jakościowe klientów zostaną spełnione. W celu aktywnego oddziaływania na jakość

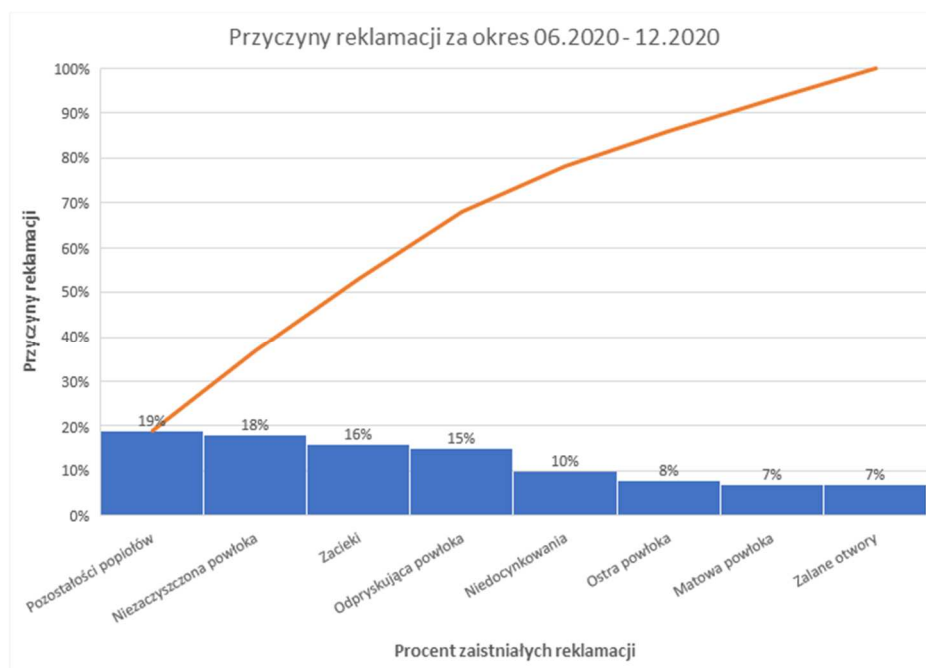


produkowanych wyrobów wymagane jest sprawne sterowanie jakością w przedsiębiorstwie. Wprowadzenie takiego systemu prowadzi do osiągnięcia odpowiedniej jakości pracy, która skutkuje prawidłową jakością produkcji. Wymagane jest odpowiednie wykrywanie przyczyn niezgodności (Leśniewska i in., 2013).

Analizowana firma specjalizuje się głównie w cynkowaniu ogniowym. Klient przesyła materiał, który następnie jest przygotowywany oraz cynkowany. Proces obróbki wszystkich wyrobów jest podobny. Ocynkowana partia jest odsyłana klientowi. Wszystkie wyroby otrzymane przez klienta podlegają kontroli jakościowej. W przypadku wykrycia niezgodności klient wypełnia protokół, w którym wpisuje przyczynę reklamacji, liczbę zareklamowanych wyrobów oraz wymagany czas na naprawę. Tak wypełniony protokół dociera do przedsiębiorstwa, następnie jest rozpatrywana zasadność reklamacji. Pracownicy kontroli jakości przeprowadzają przegląd wyrobów o zbliżonych parametrach w celu zapewnienia klienta, że niezgodność się nie powtarza. Wnioski z analizy i zaistniałej niezgodności są umieszczane przy stanowiskach pracy w celu wyczulenia pracowników.

## Analiza

Pracownicy działu kontroli dokonali analizy najczęściej występujących niezgodności, które były przedmiotem reklamacji. Przyczyny reklamacji za okres od 06.2020 do 12.2020 w postaci wykresu Pareto-Lorenza przedstawiono na rys. P16.1.



Rys. P16.1. Przyczyny reklamacji za okres od 06.2020 do 12.2020

Źródło: Opracowanie własne.



Po wykonanej analizie stwierdzono, że pierwsze trzy typy reklamacji stanowią 53% wszystkich zaistniałych niezgodności. Głównymi zgłaszanymi niezgodnościami są: pozostałości popiołów, nieoczyszczona powierzchnia oraz zacieki. W celu zidentyfikowania przyczyn występujących niezgodności dział jakości sporządził diagram Ishikawy, na którym przedstawiono potencjalne przyczyny problemów jakościowych powstających w procesie cynkowania (rys. P16.2).



Rys. P16.2. Diagram Ishikawy

Źródło: Opracowanie własne.

Dział jakości wraz z działem utrzymania ruchu po wykonaniu kontroli urządzeń wykrył niewłaściwe działanie miernika temperatury. Wykonana analiza składu kąpielii cynku wykazała przekroczoną ilość żelaza w kąpielii. Kolejną przyczyną powstających niezgodności mogło być wykorzystanie zużytego oprzyrządowania.

### Opis rozwiązania

W celu poprawienia składu kąpielii piec został gruntownie oczyszczony z zalegającego na jego dnie żelaza, a kąpiel została uszlachetniona brakującymi składnikami. Zlecone zostało wykonanie nowego oprzyrządowania oraz wydzielono nowe miejsce na składowanie zużytego, wymagającego naprawy. Dział kontroli jakości przygotował harmonogram czyszczenia pieca, który zminimalizuje powstawanie wad związanych z pojawianiem się popiołów na wyrobach oraz zapewni lepszy skład kąpielii. Dodatkowo wprowadzono harmonogram samokontroli, który obliuguje pracowników do samokontroli oraz notowania jej wyników. Zwiększy to skuteczność samokontroli i zminimalizuje możliwość przeoczenia wad przez kontrolera jakości. Dodatkowo dział utrzymania ruchu sporządził harmonogram kontroli urządzeń monitorujących parametry pracy pieca. Opracowany został również plan szkoleń dla pracowników oraz wydłużono czas szkolenia nowych pracowników. Zwiększono liczbę narzędzi do czyszczenia wyrobów. Na podstawie analizy czasów kąpielii i jakości otrzymanych powłok wprowadzono standardowy czas dla procesu. Dodatkowo stanowisko zostało wyposażone

w alarmy informujące o nagłym spadku temperatury kąpeli. W celu weryfikacji skuteczności wprowadzonych działań zostały przewidziane comiesięczne analizy.

## Bibliografia

- [1] Leśniewska M., Kozyra M., Misztal A. (2013), Doskonalenie produkcji półwyrobów urządzeń AGD na podstawie analizy reklamacji – studium przypadku. Zeszyty Naukowe Politechniki Poznańskiej, Organizacja i Zarządzanie, 59, 35-44.

## P17. Zastosowanie FMEA jako metody prewencyjnej wystąpienia reklamacji (Karol Nuckowski)

### Opis sytuacji

Współczesne firmy, które chcą odnotować wysoki poziom sprzedaży na rynku pełnym konkurencji, muszą mieć dobrze opracowaną strategię działania. Wywodząca się z Japonii koncepcja *Lean Management* jest wdrażana w coraz większej liczbie firm w Polsce, a jej głównym założeniem jest określenie dla klienta takiej wartości produktów i usług, która będzie zawierać w sobie najwyższą jakość wykonania, najmniejsze koszty wytworzenia, najniższy poziom zapasów, najkrótszą dostawę, przy najmniejszym poziomie marnotrawstwa i jednoczesnym skróceniu czasu trwania procesu produkcyjnego. Najwyższa jakość produktu jest niezmiernie ważnym czynnikiem dla klienta i to od niej często zależy proces reklamacji. W przypadku niezadowolenia klienta z wykonanej jakości produktu lub w przypadku stwierdzenia jego niezgodności podczas kontroli dostawy, złych wymiarów, również w przypadku stwierdzenia wad (np. powierzchni, mechanizmów działania), zgłaszana jest reklamacja.

Analizowana firma oferuje swoim klientom wyroby z obszaru trzech branż – branży automatyki przemysłowej, taboru szynowego oraz branży sieci energetycznych. Firma odnotowała w 2020 r. znaczny wzrost liczby reklamowanych wyrobów w dwóch wymienionych obszarach branżowych, tj. w automatyce przemysłowej, gdzie oferowanymi wyrobami są elektromagnesy, cewki elektromagnetyczne oraz zamki elektromagnetyczne, a także w obszarze branży taboru szynowego, gdzie reklamowanymi wyrobami były zbiorniki specjalnego przeznaczenia (jedna z rodzin wyrobów dla branży taboru szynowego).

W pierwszym przypadku (branża automatyki przemysłowej) dotychczasowy klient skarżył się od dłuższego czasu na wymiar oraz wykończenia gwintów zewnętrznych w elektromagnesach iskrobezpiecznych (z przeznaczeniem do stref zagrożonych wybuchem). Informacja o tym fakcie została przekazana z działu sprzedaży do kierownika kontroli jakości. Zorganizowano spotkanie wewnątrz organizacji producenta i stwierdzono, po wcześniejszym przejrzaniu dokumentacji przez pracownika kontroli jakości, że produkowane partie są zgodne z wytycznymi klienta. Zdecydowano, że przy następnych partiach zostanie zwrócona uwaga na proces kontroli gwintów wewnętrznych gotowych po obróbce. Przy produkcji kolejnej partii 400 sztuk okazało się, że przy procesie kontroli wszystkie parametry elektromagnesu iskrobezpiecznego są zgodne. Partia została więc wysłana do

klienta, zakładając że wyprodukowany wyrób jest dobrej jakości. Po upływie niespełna tygodnia klient wstrzymał płatności do firmy, a wysłana partia została ponownie odrzucona.

Kolejna reklamacja pojawiła się w dziale związanym z wyrobami dla przemysłu kolejowego. Po dostarczeniu dwóch zbiorników paliwa do kluczowego klienta okazało się, że zbiorniki nie zostały wyczyszczone w środku po operacji spawania (można było zauważyć osad oraz zanieczyszczenia). Do tej pory producent czyścił zbiorniki, wyznaczając do tego specjalne stanowisko robocze z dwoma pracownikami fizycznymi odpowiedzialnymi za czyszczenie ręczne powierzchni zewnętrznych. Byli oni również odpowiedzialni za wykonanie operacji płukania wodą w celu wyczyszczenia zbiorników wewnątrz z wszelkiego rodzaju zanieczyszczeń będących pozostałościami procesu spawania. Do działu sprzedaży została dostarczona reklamacja, w której klient twierdził, że dwa dostarczone przez producenta zbiorniki nie są wyczyszczone, ponieważ można było określić w sposób organoleptyczny, że występują zanieczyszczenia w postaci niezidentyfikowanych opiłków wydostających się ze zbiornika podczas testowego napełnienia paliwem. Zorganizowano wspólne spotkanie, w trakcie którego klient udowodnił swoją rację, co oznaczało zasadność reklamacji.

Firma musiała więc podjąć działania w celu rozwiązania problemu. Po pierwsze przesłano na koszt producenta zbiorniki do zakładu produkcyjnego (kosztowny transport specjalistyczny dla wielkogabarytowych zbiorników), gdzie przeszły one ponownie proces płukania wodą. Okazało się, że samo płukanie wodą wielkogabarytowego zbiornika o pojemności około 800 litrów nie wystarczyło. Problem zanieczyszczeń pozostał nawet po płukaniu zbiorników przez dwa dni robocze (łącznie około 16 h płukania, płukanie wielokrotne – około 32 razy przepłukano każdy zbiornik paliwa). Osiągnięto bardzo niski poziom zanieczyszczeń, jednak klient nie zgodził się zaakceptować wyrobu gotowego. Nie wycofał również reklamacji.

Firma producenta poniosła następujące dodatkowe koszty na poprawę niezgodności:

- dodatkowy transport specjalny,
- wysłanie w delegację zespołu rozpoznawczego na miejsce odbioru w celu zidentyfikowania problemów,
- dodatkowa praca większej liczby operatorów odpowiedzialnych za płukanie przez dwa dni robocze (w tym czasie mieli oni również inne obowiązki, zostali jednak wyznaczeni tylko do tej operacji jako priorytetowej w przypadku reklamacji),
- koszty związane z opracowaniem nowego stanowiska płukania,
- koszty nowej instalacji do płukania paliwem i wodą,
- koszty instalacji obracającej zbiornik podczas płukania.

Okazało się, że przez dodatkowe wydatki związane z reklamacją cena wyrobu nie pokrywała wszystkich poniesionych kosztów. Oprócz tego producent źle określił cenę gotowego produktu w postaci zbiornika paliwa, nie uwzględniając zarówno dodatkowych roboczogodzin, jak i dodatkowej pracy związanej z wdrożeniem technologii płukania wraz z potrzebnym oprzyrządowaniem.



## Analiza

W pierwszym przypadku (elektromagnesów) okazało się, że pracownik działu jakości przeoczył uwagę napisaną małym drukiem, gdzie jasno określono, że gwint zewnętrzny ma mieć niezaostrzone krawędzie (odpowiednio zaokrąglone). Przy następnym procesie produkcyjnym zwrócono więc uwagę na ten szczegół i starano się osiągnąć to zaokrąglenie przez odpowiednie szlifowanie po obróbce. Kolejna partia została wysłana. Niestety, klient ponownie nie zaakceptował wysłanej partii, ponieważ okazało się, że przez operację szlifowania gwint stracił wymagane przez dokumentację wymiary. W niektórych miejscach wartości wychodziły poza granice tolerancji. Firma wyprodukowała więc dwie partie elektromagnesów po 200 sztuk (łącznie 400 szt.), z czego około 300 sztuk okazało się niezgodnych. Posiadały one gwinty wewnętrzne o niewłaściwym wymiarze i geometrii (niedokładny proces szlifowania krawędzi). Straty można było oszacować na poziomie około 30 tys. zł.

W drugiej reklamacji w dokumentacji klienta wyraźnie wyszczególniono w uwagach, że dostarczony zbiornik ma być wolny od wszelkiego rodzaju zanieczyszczeń. Należało więc prowadzić płukanie wodą, a następnie wielokrotnie paliwem w postaci ropy naftowej, aż do momentu stwierdzenia braku zanieczyszczeń na filtrze. Okazało się, że uwagi te zostały nieuwzględnione przez dział jakości. Zostały potraktowane pobieżnie, a proces produkcyjny obejmował jedynie płukanie zbiornika wodą. Jak się okazało, firma nie była w ogóle przystosowana do dostarczenia tak precyzyjnie wypłukanego zbiornika, wolnego od zanieczyszczeń wewnętrznych. Było to spowodowane niezauważeniem ważnego szczegółu na rysunku konstrukcyjnym poniżej tabelki spisu materiałowego, a także nieprzygotowaniem odpowiedniego stanowiska do czyszczenia oraz płukania wymaganymi cieczami. Firma nie dysponowała wyspecjalizowanym zautomatyzowanym stanowiskiem do czyszczenia i obracania zbiornika, a jedynie stanowiskiem do płukania wodą oraz czyszczenia w sposób ręczny.

## Opis rozwiązania

Aby zapobiec występowaniu takich sytuacji w przyszłości, firma zdecydowała się na przeprowadzenie analizy FMEA (ang. *Failure Mode and Effect Analysis*). Celem było określenie wszystkich możliwych wad oraz przyczyn ich powstania, skutków jakie one powodowały, a także ocena stopnia wykrywalności wad. Założono, że dzięki wdrożeniu metody FMEA firma zapewni odpowiednie narzędzia zapobiegające wystąpieniu niezgodności oraz błędów już w chwili przygotowania do produkcji, a liczba składanych reklamacji zmniejszy się w znacznym stopniu.

Przygotowano formularze FMEA zarówno dla analizy elektromagnesów, jak i zbiorników paliwa, a następnie obliczono poziom prawdopodobieństwa ryzyka (WPR) (Skotnicka-Zasadzień, 2012):

$$WPR = W \times P \times R \quad (P17.1)$$

gdzie: WPR – poziom prawdopodobieństwa ryzyka,  
W – znaczenie dla klienta,  
P – prawdopodobieństwo wystąpienia,  
R – wykrywalność wady.

W tabelach prezentujących wyniki analizy FMEA (tab. P17.1 i P17.2) zaznaczono w kolumnach poszczególne składowe wzoru (P, D, S) oraz kolumnę wynikową dla współczynnika C. Parametry P, D oraz S oceniono szacunkowo w skali od 0 do 10, po wcześniejszych rozmowach z operatorami procesów, konstruktorami, kontrolerami jakości oraz pracownikami kierownictwa jakości i produkcji.

Tabela P17.1 prezentuje wyniki analizy FMEA dla elektromagnesów iskrobezpiecznych.

Tabela P17.1. Wyniki analizy FMEA dla elektromagnesów iskrobezpiecznych

Element	Wada	Skutek	Przyczyna	W	P	R	WPR	Działania naprawcze/korygujące/prewencyjne
Sprężynka	Nadmierne rozciągnięcie	Niezgodność parametrów prądowych, słabsza moc wyjściowa elektromagnesu (mniejszy skok)	Podczas montażu sprężynki elektromagnesu dochodzi do ich nadmiernego rozciągnięcia (uszkodzenia)	2	7	5	70	Zaproponować klientowi zmianę konstrukcyjną zwory (niewielki element pozwalający na łączenie ze sobą styków elektrycznych w celu konfiguracji trybu pracy elektromagnesu, np. pracy ciągłej) oraz korpusu z węższymi zaczepami na sprężynę. Wprowadzić zmianę tylko po otrzymaniu akceptacji od klienta
Korpus	Rysy	Reklamacja, wada łatwa do wykrycia podczas kontroli u klienta	Otarcie korpusu o ostrą krawędź blatu stanowiska roboczego	3	5	4	60	Zabezpieczenie ostrych krawędzi stanowiska roboczego zmniejszające prawdopodobieństwo zarysowania obrabianych przedmiotów, w tym przypadku korpusu
Korpus	Złe gwinty (zbyt ostre, o niewłaściwej geometrii)	Utrudnienia w montażu u klienta	Utrata wymiaru mieszczącego się w tolerancji z powodu niewłaściwego szlifowania krawędzi	9	9	6	486	Precyzyjne toczenie gwintów zapewniające właściwą geometrię. Precyzyjny proces szlifowania ostrych krawędzi. Dokładne sprawdzanie wymiarów każdej sztuki z populacji. Zastosowanie karty kontrolnej. Określenie, czy wymiary znajdują się w wymaganym zakresie tolerancji



Tabela P17.1 (cd.). Wyniki analizy FMEA dla elektromagnesów iskrobezpiecznych

Element	Wada	Skutek	Przyczyna	W	P	R	WPR	Działania naprawcze/korygujące/prewencyjne
Izolacja przewodów	Uszkodzenie izolacji	Wyrób wadliwy, odrzucony podczas kontroli (strata)	Uszkodzenie izolacji w trakcie frezowania – powtarzający się problem, błąd konstrukcyjny cewki	8	3	5	120	Ustalenie spotkania z konstruktorem (z firmy klienta) w celu omówienia zmian konstrukcyjnych oraz technologicznych
Gwint	Uszkodzony gwint	Wyrób niezgodny (strata)	Nieprecyzyjne umieszczenie wałka w uchwycie tokarki	5	9	6	270	Wprowadzenie kontroli wizualnej 100% oraz statystycznej kontroli gwintów z wykorzystaniem sprawdzianu
Gwint	Zbyt luźny gwint	Wyrób niezgodny (strata)	Źle nacięty gwint podczas toczenia, negatywny wynik sprawdzianu gwintu stroną nieprzechodnią	6	8	10	480	Szczegółowa kontrola 100% partii korpusów (sprawdzian gwintów stroną przechodnią oraz nieprzechodnią zarówno przed, jak i po procesie anodowania)
Cewka elektromagnesu	Przerwa w obwodzie elektrycznym cewki	Cewka nie działa	Uszkodzony bezpiecznik	2	10	9	180	Dodatkowa kontrola podzespołu cewki – płytki elektronicznej, polegająca na sprawdzeniu przepływu prądu elektrycznego przed montażem
Piny elektromagnesu	Piny zaciśnięte na izolacji – brak przepływu prądu	Wadliwy półwyrób (strata)	Nieodpowiedni przyrząd do zaciśnięcia pinów utrudniający pracownikowi precyzyjne zaciśnięcie pinu na odizolowanym przewodzie	2	9	9	162	Zlecenie usługi zaciskania pinów firmie zewnętrznej

Źródło: Opracowanie własne na podstawie (Skotnicka-Zasadzień, 2012).

Ważne było oszacowanie wartości z założonej skali możliwie najbardziej zbliżonej do wszystkich opinii pracowników (jednomyślne). Uniknięto w ten sposób rozrzutu danych i zwiększono wiarygodność uzyskanych wyników miernika ryzyka. W miejscach, gdzie współczynnik ryzyka okazał się największy, zdecydowano o wdrożeniu 100% kontroli jakości dla wybranych procesów, podczas

których są obrabiane elementy obciążone najwyższym ryzykiem powstania niezgodności. Wdrożono również kartę kontroli dostawców. Odtąd wszystkie materiały są szczegółowo sprawdzane przed przyjęciem i w przypadku pojawienia się niezgodności już na tym etapie są odrzucane, np. kontrola jakości dostarczanych arkuszy blach i ocena niezawodności dostawcy.

W przypadku elektromagnesów karta FMEA pozwoliła całkowicie zredukować możliwość wysłania niezgodnego wyrobu, ponieważ uwzględniono na formularzu wszystkie możliwe przypadki pojawienia się niezgodności, tworząc w ten sposób odpowiedni mechanizm prewencyjny. Udało się całkowicie zredukować koszty ponoszone na pojawiające się zasadne reklamacje klientów. Dodatkowo wdrożono karty kontrolne oraz zdefiniowano dokładnie interpretację pomiarów, a także zaktualizowano program maszyny nacinającej gwinty. Dzięki temu możliwe było zmieszczenie się w wymaganym zakresie tolerancji.

Tabela P17.2 prezentuje wyniki analizy FMEA dla zbiorników paliwa.

Tabela P17.2. Wyniki analizy FMEA dla zbiorników paliwa

Element	Wada	Skutek	Przyczyna	W	P	R	WPR	Działania naprawcze/korygujące/prewencyjne
Tuleja pod termostat	Przebiekające zbiorniki, podczas płukania woda wycieka, wydostaje się przez kieszeń termostatu	Wyciekanie paliwa na zamontowanej lokomotywie lub podczas próby wstępnej u klienta	Zły wymiar konstrukcyjny tulejki	5	9	3	135	Zaproponowanie zmian konstrukcyjnych tulejki pod kieszeń termostatu, zmiana wymiarów tulejki
Zbiornik paliwa	Brak otworów uziemiających	Ponowny transport do producenta, dodatkowe wiercenie otworów w gotowej konstrukcji	Nieuwaga pracownika kontroli jakości, przeoczenie	3	10	7	210	Zlecenie dostarczenia blach z gotowymi otworami u kooperanta, zapewniające wyeliminowanie błędów pominięcia operacji wycinania otworu. Zobowiązanie pracowników do dokładniejszej kontroli. Odpowiednie motywowanie pracowników kontroli w przypadku zmniejszenia liczby reklamowanych wyrobów
Zbiornik paliwa	Uszkodzenie podczas transportu	Odształcenie ścian zbiornika	Niewłaściwe zabezpieczenie i przygotowanie zbiornika przed transportem	4	10	7	280	Odpowiednie zabezpieczenie zbiorników. Mocowanie specjalistycznymi pasami do palety. Dodatkowe zabezpieczenie i unieruchomienie ścian zbiornika w samochodzie ciężarowym. Szkolenia pracowników w zakresie transportu towarów. Zatrudnienie wykwalifikowanego pracownika odpowiedzialnego za procesy logistyczne i magazyn



Tabela P17.2 (cd.). Wyniki analizy FMEA dla zbiorników paliwa

Element	Wada	Skutek	Przyczyna	W	P	R	WPR	Działania naprawcze/korygujące/prewencyjne
Zbiornik paliwa	Wyrób niezgodny, błędne wykonanie	Reklamacja klienta	Zwolnienie wyrobu gotowego błędnie wykonanego przez pomyłkę pracownika kontroli jakości	1	10	9	90	Szkolenie pracowników działu jakości. Zwiększenie kwalifikacji pracowników. Zatrudnienie większej liczby wykwalifikowanych kontrolerów jakości
Zbiornik paliwa	Opiłki żelaza podczas procesu płukania	Reklamacja w przypadku nieodpowiedniego poziomu dopuszczalnych zanieczyszczeń	Brak odpowiedniego stanowiska do procesu czyszczenia i płukania. Brak odpowiedniej technologii	10	9	10	900	Stworzenie odpowiedniego stanowiska płukania zbiornika. Zakup instalacji płuczącej zbiornik. Zakup instalacji do obracania zbiornika. Zakup suwnicy automatycznej. Przeprowadzanie płukania do momentu uzyskania dopuszczalnego poziomu zanieczyszczeń lub ich niewystępowania
Arkusze blachy	Uszkodzenie surowca wskutek złego przechowywania	Zły jakości spoiny	Nadmierny poziom zapasów. Żle oszacowane potrzeby materiałowe na dany okres. Zbyt długie magazynowanie arkuszy	4	5	6	120	Redukcja zapasów. Wprowadzenie systemu ssącego. Mapowanie strumienia wartości w celu określenia częstotliwości dostaw. Ustalenie stanowiska stymulującego proces
Arkusze blachy	Nieodpowiednia jakość blachy	Zła jakość bazy do malowania proszkowego	Brak dokładnych kontroli dostaw materiałów od dostawcy	8	8	7	448	Wdrożenie karty oceny dostawców. Ustalenie rankingu dostawców dla arkuszy blachy. Wybranie najlepszej jakości dostawcy zapewniającego najniższe koszty
Zawór spustowy	Zły zawór przyspawany do niewłaściwego zbiornika	Niezgodny wyrób	Przeróbki konstrukcyjne, o których wie tylko główny konstruktor	10	10	5	500	Poinformowanie klienta o zmianach konstrukcyjnych, a także pozostałych pracowników kontroli jakości w celu uniknięcia niejasności
Uszczelki	Zastosowanie niewłaściwych uszczeltek	Niewłaściwe uszczelnienie, zbiornik przecieka przy zaworze spustowym	Nieprzydzielenie pracownikom na montaż właściwych uszczeltek. Pobranie przez operatora z magazynu uszczeltek do innego zbiornika	8	9	1	72	Wprowadzenie narzędzia Poka-Yoke w postaci przydzielenia określonej liczby uszczeltek do konkretnego zbiornika, co uniemożliwi popełnienie błędu podczas montażu

Źródło: Opracowanie własne na podstawie (Skotnicka-Zasadzień, 2012).



Dla produkcji zbiorników paliwa wdrożono nowe stanowisko przeznaczone do płukania zbiorników dwoma cieczami – ropą oraz wodą, wyposażone w odpowiednie instalacje hydrauliczne. Wprowadzono instalację pneumatyczną sterowaną komputerowo, dzięki czemu możliwe jest obracanie zbiornika w wielu płaszczyznach oraz ruch podczas płukania symulujący zamontowany zbiornik na pojeździe podczas jazdy. Poza tym wdrożono organizacyjne rozwiązanie Poka-Yoke, polegające na przydzielaniu określonej liczby uszczelek zaworów do określonej jednej sztuki zbiornika. Zapobiega to pobieraniu nadmiernej liczby uszczelek przy montowaniu zaworu oraz pobraniu niewłaściwych uszczelek przeznaczonych do innego zbiornika. Wprowadzono również kontrolę dostawców blachy, a także wdrożono lepsze planowanie dostaw metodą symulacji DRP (symulacja popytu na dostawy). DRP (ang. *Distribution Requirement Planning*), czyli metoda symulacji generująca informacje, które powinny zostać przesłane tam, gdzie układany jest główny harmonogram produkcji. W ten sposób można zapewnić firmie obniżenie poziomu zapasów zaopatrzeniowych, korzystając z systemu MRP (ang. *Material Resource Planning*) oraz zapasów dystrybucyjnych przez DRP (Cyplik, 2003). Symulację zastosowano w celu określenia wielkości zapotrzebowania na dostawy w poszczególnych okresach, w celu zminimalizowania zbędnego zapasu i magazynowania blach, które wraz z czasem przechowywania tracą jakość (procesy odkształcania, utleniania itp.).

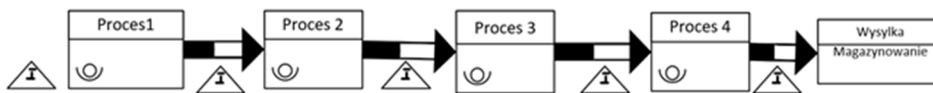
## Bibliografia

- [1] Cyplik P. (2003), Przegląd metod sterowania zapasami. *Logistyka*, 1.
- [2] Skotnicka-Zasadzień B. (2012), Analiza efektywności zastosowania metody FMEA w małym przedsiębiorstwie przemysłowym. *Systems Supporting Production Engineering*, 2.

## P18. Wprowadzenie systemu Kanban jako narzędzia pozwalającego działać przedsiębiorstwu w czasie rzeczywistym, a nie na zapas (Nikodem Wierdak)

### Opis sytuacji

Analizowane przedsiębiorstwo zajmuje się projektowaniem i produkcją oryginalnych części zawieszonych, głównie amortyzatorów, dla największych producentów samochodów na całym świecie. Produkcja wyrobów stanowiących asortyment przedsiębiorstwa jest często skomplikowana i złożona. Przy produkcji tego typu wyrobów wykorzystuje się sporą liczbę elementów złącznych i montażowych (np. sprężyny, podkładki, siłowniki, śrubki). Rysunek P18.1 prezentuje schemat przepływu wartości pomiędzy kolejnymi procesami.



Rys. P18.1. Ogólny schemat przedstawiający obecną sytuację

Źródło: Opracowanie własne.



Zidentyfikowano następujące problemy i straty wynikające z braku systemu sterowania przepływem strumieni materiałów:

- proces produkcyjny nie jest realizowany w sposób ciągły,
- występują pomyłki w liczbie półfabrykatów i komponentów,
- gromadzą się zapasy pomiędzy stanowiskami produkcyjnymi,
- istnieje konieczność harmonogramowania każdego stanowiska roboczego.

## Analiza

Zauważono możliwość wprowadzenia systemu Kanban. Jednak przed jego wprowadzeniem należy poddać obecną sytuację analizie, która będzie obejmować takie elementy, jak:

- przeanalizowanie obecnej sytuacji przepływu strumienia wartości,
- zaprojektowanie nowego rozwiązania, rozmieszczenia stanowisk i magazynów,
- przeszkolenie pracowników z zakresu funkcjonowania systemu Kanban,
- analiza popytu oraz zapotrzebowania na komponenty.

W miarę możliwości należy podzielić produkcję na gniazda produkcyjne lub przepływy jednej sztuki. Pracownik logistyki nie powinien mieć problemu z dotarciem w miejsce, które będzie określone na karcie Kanban z materiałem.

Należy stworzyć listę potrzebnych materiałów w danym obszarze, jak również usprawnić logistykę wewnętrzną i organizację na stanowiskach pracy.

Jednym z najważniejszych kroków przy wdrażaniu systemu Kanban jest oszacowanie dziennego zużycia materiałów produkcyjnych. Stanowi to bazę do wybudowania supermarketów.

W zależności od gabarytu i wagi elementów należy dobrać odpowiedni rodzaj pojemnika, który pomieści określoną liczbę elementów. Jeśli elementu nie da się umieścić w pojemniku, pojemnik można zastąpić np. paletą lub kontenerem. Przy doborze należy zwracać uwagę, aby ten aspekt nie rzutował na bezpieczeństwo i nie stwarzał trudności w transportowaniu z miejsca na miejsce.

Należy obliczyć potrzebną liczbę kart Kanban. System powinien działać przynajmniej na dwóch pojemnikach (jeden do bieżącej produkcji, drugi do uzupełniania zapasu w pierwszym). Aby obliczyć liczbę kart Kanban, można skorzystać ze wzoru (P18.1) (Braglia i in., 2020):

$$Lk = \frac{D \cdot T \cdot (1+X)}{C} \quad (\text{P18.1})$$

gdzie: D – popyt określony przez odbiorcę/dzienna produkcja,  
T – czas potrzebny do napełnienia pojemnika,  
X – współczynnik bezpieczeństwa wahań D i T,  
C – pojemność pojemnika.

Karta Kanban powinna zawierać następujące informacje:

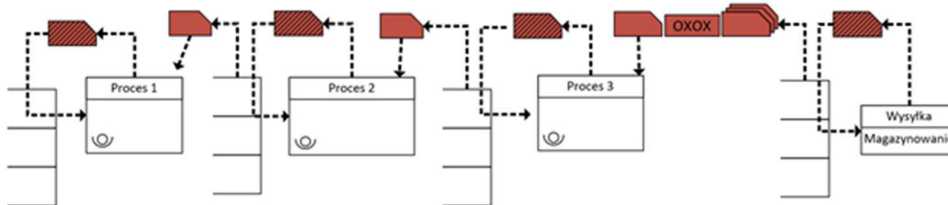
- liczba elementów,
- nazwa i numer elementu,

- miejsce poboru i składowania elementów,
- wizualne przedstawienie elementu (dodatkowo).

Karty Kanban krążą w obiegu zamkniętym i są odkładane na specjalnych tablicach.

### Opis rozwiązania

Wprowadzenie w analizowanym przedsiębiorstwie systemu opartego na kartach Kanban pozwala sterować przepływem strumieni materiałów między procesami produkcyjnymi. Rysunek P18.2 prezentuje schemat przepływu wartości pomiędzy procesami z uwzględnieniem kart Kanban i supermarketów.



Rys P18.2. Ogólny schemat zastosowania kart Kanban

Źródło: Opracowanie własne.

Zasada działania obiegu kart Kanban, w skład których wchodzi karty produkcyjne i transportowe, prezentuje się w sposób następujący:

- Operator następnego procesu P3 pobiera z supermarketu pojemnik z materiałami, „odczepia” przymocowaną do niego kartę produkcyjną i kładzie ją w oznakowanym miejscu.
- Odczepiona karta z supermarketu trafia do procesu P2, ponieważ wolna karta produkcyjna oznacza, że operatorzy procesu P2 muszą przystąpić do produkcji następnej partii wyrobów.
- Operatorzy procesu P2 pobierają pojemnik z supermarketu, w którym znajdują się komponenty ze stanowiska P1 i usuwają z niego kartę transportową, a następnie wymieniają ją na kartę produkcyjną.

W celu zręcznego i efektywnego transportowania surowców i komponentów na stanowiska robocze obszar produkcyjny podzielono na 4 części, których granice są oznakowane przez różne kolory (czerwony, zielony, niebieski i żółty). Linie z odpowiednimi kolorami zostały naniesione na posadzce. Miało to usprawnić transport przez przypisanie kolorowych kart Kanban do odpowiadających im obszarów.

Komponenty potrzebne do procesów są pobierane z magazynów przez włożenie odpowiedniej karty Kanban do pojemnika, który znajduje się przy drodze transportowej. Cyklicznie, co 1 godzinę pracownik przydzielony do tego zadania (tzw. „listonosz”) zbiera te karty. Następnie karty są skanowane i wprowadzane do systemu, który generuje zlecenie. Na podstawie tego zlecenia są wydawane

komponenty, które trafiają na produkcję posegregowane według odpowiednich kolorów.

Wprowadzenie systemu Kanban wpłynęło korzystnie na działanie przedsiębiorstwa i przyniosło wiele wymiernych korzyści, m.in.:

- skrócenie czasu poszukiwania komponentów i zwiększenie ich dostępności w procesach,
- usunięcie zbytecznych ruchów transportowych.

## Bibliografia

- [1] Braglia M., Gabrielli R., Marrazzini L. (2020), Rolling Kanban: a new visual tool to schedule family batch manufacturing processes with kanban. *International Journal of Production Research*, 58(13), 3998-4014.

## **P19. Wdrożenie kart Kanban oraz supermarketów w celu wyeliminowania przestoju produkcyjnych z powodu braku materiału** (Dominik Tobiasz)

### Opis sytuacji

Każdy właściciel firmy dąży do maksymalizacji zysków, stara się wyeliminować dodatkowe koszty związane z przestojami, awariami i innymi stratami czasu. Każdorazowe zatrzymanie produkcji jest nieodwracalną stratą dla przedsiębiorstwa. Oczywiście niemożliwe jest wyeliminowanie wszystkich strat, jednak konieczne jest ciągłe dążenie do ich zmniejszania.

Analizowana firma jest częścią większego koncernu i produkuje urządzenia przeciwpożarowe. Firma jest podzielona na dwie gałęzie, jedna z nich zajmuje się produkcją gaśnic proszkowych, druga zaś produkuje centralki przeciwpożarowe, czujniki dymu i detektory.

W analizowanej firmie 50% przypadków zatrzymania produkcji wynikało z braku materiału na linii produkcyjnej. Planowane przestoje związane z naprawami prewencyjnymi i konserwacją urządzeń stanowią 30%, natomiast 20% są to przestoje nieplanowane. Wszystkie te przestoje powstają na 5 występujących w procesie produkcyjnym procesach. Przestoje produkcyjne spowodowane brakiem materiału zostały podzielone na kilka charakterystycznych grup będących ich główną przyczyną.

Pierwszą grupą są przestoje związane z rozbieżnościami pomiędzy ilością materiału znajdującą się w systemie ERP a stanem fizycznym. Różnice te powstają na skutek wadliwych lub niekompletnych części, które nie zostały prawidłowo usunięte, zagubienia drobnych części w procesie produkcyjnym lub podczas dostarczania materiału od dostawcy. Grupa ta generuje bardzo długie przestoje produkcyjne, ponieważ dodatkowe zamówienia oraz dostawa trwają nawet kilka dni.

Drugą grupą są przestoje spowodowane niedostarczeniem materiału z magazynu zewnętrznego. Jest on oddalony od przedsiębiorstwa o ok. 150 km. Znajdują się w nim materiały wielkogabarytowe. Codziennie konieczne jest dostarczanie wybranych elementów, które niejednokrotnie są opóźnione nawet do kilku godzin.

Kolejną grupą są przestoje generowane przez brak dostaw elementów składowych z magazynu na linię produkcyjną. Powstają one na skutek zbyt późnej informacji (lub jej braku) z działu produkcji o konieczności dostawy danego rodzaju materiału. Częstym powodem jest też brak odpowiedniej ilości miejsca na produkcji dla danego rodzaju materiału, co generuje bardzo częste dostawy z magazynu.

Ostatnim powodem tych przestojów jest niedostępność pracownika magazynu uzupełniającego materiał. Zdarza się to w przypadkach absencji chorobowej.

## Analiza

System Kanban jest to system komunikacyjny, którego zadanie polega na przekazywaniu informacji, co i kiedy produkować. Najczęściej przekazuje się tę informację w formie kartki lub pojemnika. Głównym zadaniem systemu Kanban jest zminimalizowanie zapasów magazynowych, międzyoperacyjnych, produkcyjnych i wyrobów gotowych oraz kosztów związanych z magazynowaniem. Pozwala on też na zmniejszenie ilości przepływających informacji i dokumentów. Jednocześnie znacząco poprawia system kontroli zapasów, poprawność i terminowość dostaw materiałów.

Supermarketami nazywa się wyznaczone miejsca niedaleko linii produkcyjnej, w których znajduje się wyznaczona ilość materiału, półproduktów lub wyrobów gotowych koniecznych do zasilania procesu produkcyjnego. Supermarkety są zaopatrywane przez pracowników magazynowych, a każdy rodzaj komponentu ma swoje ściśle określone miejsce.

Aby wprowadzić system Kanban procesu, konieczny jest przegląd linii produkcyjnej wraz z ewentualnymi zmianami jej wyglądu w celu wygoszparowania miejsca na półki supermarketu. Zastosowanie supermarketów pozwoli na minimalizację przestojów produkcyjnych, a co za tym idzie – maksymalizację zysków.

W celu poprawnego wprowadzenia systemu Kanban i supermarketów konieczne jest przeanalizowanie poszczególnych przypadków braku materiału. Pierwszym rodzajem były przestoje związane z rozbieżnościami w ilości materiału w systemie a ilością fizyczną. Zastosowanie systemu kart Kanban pozwala na wyeliminowanie tego problemu dzięki odpowiedniemu rozmiarowi pojemników. Powinny one mieścić dokładnie tyle elementów, ile znajduje się na karcie Kanban. Dzięki krążeniu tej karty pomiędzy liderem obszaru, magazynierem i koordynatorem materiału każde wydanie jest nadzorowane przez każdą z tych osób – zabezpiecza to proces przed powstawaniem rozbieżności.

Drugą grupą przyczynową są przestoje związane z niedostarczeniem materiału z magazynu zewnętrznego. W tym przypadku konieczna jest analiza dziennego zużycia materiału, a następnie określenia takiej liczby komponentów, które mają się znajdować na półkach supermarketu, aby zabezpieczyć całodniową produkcję. Kartę Kanban należy zastosować w dwóch procesach: w transporcie pomiędzy produkcją a magazynem wewnętrznym, a także pomiędzy magazynami zewnętrznym i wewnętrznym. Eliminuje to ewentualne przestoje nawet w przypadku, gdy nastąpi opóźnienie w dostawie materiału.



Ostatnią grupą są przestoje generowane przez brak dostawy materiału z magazynu na linię produkcyjną. W tym przypadku zastosowanie supermarketu oraz kart Kanban powinno w 100% wyeliminować tego rodzaju przestoje. Supermarket pozwoli na szybkie i bieżące kontrolowanie stanu materiału na linii produkcyjnej. Należy zastosować przynajmniej po dwa pojemniki na każdy rodzaj komponentu. Po opróżnieniu jednego z pojemników należy go odłożyć na wyznaczone miejsce razem z kartą Kanban, skąd odbierze je organizator materiału. W czasie gdy pierwszy pojemnik będzie uzupełniany przez magazynierów i ponownie dostarczony na swoje miejsce w supermarkecie, pracownik produkcyjny będzie wykorzystywał materiał znajdujący się w pojemniku drugim.

### Opis rozwiązania

System Kanban oraz supermarket wprowadzono w kilku krokach.

Pierwszym etapem wdrażania systemu Kanban było podzielenie produkcji na gniazda produkcyjne. Było to niezbędne, ponieważ pracownik logistyki powinien bez problemu dostarczyć materiał tam, gdzie wskazuje karta Kanban.

Kolejnym krokiem było określenie materiałów, które będą się znajdować na poszczególnych supermarketach. W konkretnych miejscach znalazły się komponenty stosowane wyłącznie na danym stanowisku. Uchroni to przedsiębiorstwo przed transportem materiałów w nieodpowiednie miejsce.

Następnym krokiem była analiza dotycząca poziomu zapasu materiałów utrzymywanych w supermarkecie oraz partii dostarczanych za pomocą kart Kanban. Uchroni to przedsiębiorstwo przed zbyt dużym zapasem na jednych komponentach i za małym na innych. Dodatkowo punkt ten jest niezbędny do kolejnego etapu.

Czwartym krokiem jest ustalenie zapasu bezpieczeństwa. Zazwyczaj jest to jakiś procent dziennego zużycia danego materiału. Należy ustalić taki zapas, aby czas montażu dla tych części był dłuższy niż czas wydawania materiału z magazynu.

Piątym etapem było określenie ilości materiału w pojemnikach. W celu wyznaczenia tej ilości wzięto pod uwagę zapas bezpieczeństwa oraz zużycie dzienne. Przykładowo, jeśli zużycie dzienne wynosi 100 szt., zapas bezpieczeństwa 20 szt., to pojemniki powinny zawierać po 10 lub 20 szt. materiału.

W kolejnym kroku należało dobrać odpowiedni rodzaj pojemnika do każdej części. Powinien on mieścić ilość materiału określoną w punkcie wcześniejszym (należało wziąć pod uwagę rozmiar, wagę i ilość). Jeśli dany materiał nie mieści się w pojemniku, konieczne jest określenie innego rodzaju sygnału Kanban, którym może być paleta, kontener itp. Należy pamiętać, że forma pakowania musi być możliwa do przewożenia. Każdy z pojemników został opisany odpowiednimi numerami części.

Siódmym etapem było określenie liczby kart Kanban. Punkt ten należało rozpocząć od obliczenia, ilu pojemników potrzeba w supermarkecie. Zastosowano po dwa pojemniki do każdego z komponentów.

Wyznaczenie miejsca dla supermarketów było łatwiejsze dzięki wdrożeniu 5S dla każdego z gniazd produkcyjnych.

Ostatnim punktem organizacyjnym było zaprojektowanie supermarketu. Wykorzystując ilość materiałów, wielość pojemników i ich liczbę, można było zaprojektować regały w taki sposób, aby części były łatwo dostępne dla pracownika. Regały zostały ustawione w bliskiej odległości od linii produkcyjnej, żeby minimalizować czas na ich pobranie.

Po zaprojektowaniu i ustawieniu regałów należało je wypełnić zgodnie z obliczoną ilością oraz według opisów na pojemnikach. Po uzupełnieniu zostało przeprowadzone szkolenie pracowników obsługujących system Kanban. Był to najważniejszy punkt, ponieważ nawet najlepszy system nie będzie działał, jeśli pracownicy nie będą przestrzegać jego reguł.

Ostatnim etapem było zliczenie wielkości partii kart Kanban, które będą krążyć pomiędzy magazynem i gniazdami produkcyjnymi. Dzięki temu otrzymano listę materiałów, które powinny zostać na magazynie.

## **P20. Zastosowanie kolejki FIFO jako rozwiązanie problemu powstających niezgodności na stacji montażu w przedsiębiorstwie produkcyjnym (Aneta Żurek)**

### **Opis sytuacji**

Analizowane przedsiębiorstwo produkcyjne wytwarza zaawansowane moduły sterowania skrzyniami automatycznymi zmiany biegów. Moduły są produkowane na zautomatyzowanej linii CAM. Wyrób gotowy składa się z dwóch pokryw wykonanych z ciśnieniowych odlewów aluminiowych, wewnętrznego wałka sterującego przepływem oleju, elektrozaworów sterujących zmianami biegów, czujników magnetycznych, czujników temperatury, czujników prędkości obrotowej kół zębatych znajdujących się w dwusprzęgłowych automatycznych skrzyniach biegów, które znajdują zastosowanie w europejskich i amerykańskich samochodach osobowych produkowanych przez zagraniczne koncerny.

Wyrób jest produkowany w produkcji wielkoseryjnej. Po analizie danych za wcześniejsze lata zdiagnozowano problem pojawiający się w sezonie zimowym. Na stacji montażu wałka sterującego przepływem oleju diagnozowano znaczny wzrost wyrobów niezgodnych. W związku z tym wybrano zespół inżynierów: procesu, produktu, jakości i specjalistę ds. zarządzania gospodarką magazynową. Zespół inżynierów organizował co 2 dni spotkania mające na celu odnalezienie źródłowych przyczyn powstawania problemu. Po wykonaniu analizy FMEA dla procesu produkcyjnego na danym stanowisku stwierdzono, że problem nie leży po stronie maszyny ani procesu produkcyjnego. Następnie wykonano analizę FMEA dla produktu i stwierdzono występowanie charakterystyk krytycznych na danych wymiarach, mających związek z powstawaniem problemu. Do analizy pobrano komponenty niezgodne, które zostały odrzucone przez maszynę podczas sezonu zimowego. Po demontażu i sprawdzeniu charakterystyk krytycznych okazało się, że wyroby: otwór w ciśnieniowym odlewie aluminiowym oraz wałek, posiadają



wymiary charakterystyk krytycznych w środkach tolerancji (wałek zakres tolerancji 9,992-9,998 – wymiar komponentu 9,995; zakres tolerancji wymiaru otworu 10,000-10,006 – wymiar zmierzony 10,003). Zmontowano więc ponownie komponenty o temperaturze 20°C na maszynie i przepuszczono je w trybie manualnym. Maszyna zakwalifikowała niezgodne wyroby jako zgodne. Wnioskiem było to, że komponenty, które zostały przekazane do procesu montażu na automatycznej linii produkcyjnej, miały zbyt niską temperaturę. Temperatura otoczenia na linii produkcyjnej to 20°C – przy takiej temperaturze komponenty miały wymiar nominalny. Na maszynie zostały odrzucone ze względu na błąd pasowania wałka w otworze spowodowany temperaturą komponentu – ciśnieniowego odlewu aluminiowego korpusu modułu zmiany biegów. Miały one zbyt niską temperaturę, przez co średnica otworu była błędna – poza normami tolerancji, a maszyna wytwarzała produkty niezgodne. Półwyrob prawdopodobnie został bezpośrednio z dostawy przetransportowany do supermarketów na hali produkcyjnej i został pobrany do produkcji bez odpowiednio długiego czasu sezonowania na magazynie.

Komponenty aluminiowe były przewożone transportem drogowym – samochodami ciężarowymi. Bywało, że musiały one czekać na rozładunek do 12 godzin, aby dopełnić wszystkich wymogów dokumentacji. Następnie wjeżdżały na magazyn do kontroli wejściowej. Sprawdzeniu podlegało kilka (od 5 do 10 losowo pobranych) części z partii. Przez godzinę trwało badanie średnicy otworu wewnętrznego na wałek. Po otrzymaniu pozytywnych wyników komponenty były zwolnione do produkcji. Zauważono, że komponenty były przekazywane bezpośrednio na produkcję po rozładowaniu. W przypadku pobierania takich komponentów w produkcji powstawało 30% niezgodnych wyrobów gotowych – standardowy odrzut to 0,5%. Zbyt zimne komponenty miały zbyt mały luz między wałkiem a tuleją, co powodowało powstawanie produktów niezgodnych, których nie można było skierować na demontaż, a następnie ponowny montaż. Proces zatwierdzony przez klienta nie dopuszcza demontażu komponentów zmontowanych na linii i ich ponownego montażu. Ze względu na bardzo ciasne pasowanie proces montażu musi być wykonywany w trybie automatycznym, niedopuszczającym potencjalnych zabrudzeń (np. ze strony operatora).

Akcją zapobiegawczą było wprowadzenie FIFO w celu wprowadzenia m.in. sezonowania komponentów w magazynie i uzyskania ich odpowiedniej temperatury.

## Analiza

Z powodu zbyt dużej liczby generowanych produktów niezgodnych przeprowadzono analizę przyczyn źródłowych powstawania błędów przez grupę inżynierów i specjalistów. Analizę przeprowadzono na podstawie wyników:

- analizy FMEA dla procesu,
- analizy FMEA dla produktu,
- analizy produktów niezgodnych i ich demontażu,



- przeprowadzonych pomiarów dla charakterystyk krytycznych,
- sprawdzenia wszystkich przyrządów pomiarowych oraz uchwytów montażowych zgodnie z procedurami.

Grupa inżynierów i specjalistów stwierdziła, że na powstawanie wyrobów niezgodnych w okresie zimowym ma wpływ zbyt szybkie pobieranie komponentów na linię produkcyjną po ich rozładunku z transportu. Komponenty miały zbyt niską temperaturę podczas montażu, co skutkowało generowaniem wyrobów niezgodnych na danej stacji.

### Opis rozwiązania

Grupa robocza zaproponowała wprowadzenie kolejek FIFO dla wszystkich komponentów wchodzących w skład modułu. Opracowano instrukcję przechowywania oraz minimalnego czasu sezonowania komponentów na magazynie. Oznaczone zostały pola odkładcze dla komponentów sezonowanych oraz komponentów, które ten proces już odbyły. Do kontroli planu został dodany pomiar temperatury komponentów na markecie produkcyjnym przed pobraniem nowej serii. Dzięki zastosowaniu kolejki FIFO oraz sezonowania odrzut na linii produkcyjnej ze względu na błąd pasowania został zmniejszony do 0,2%.

## P21. Kolejka FIFO jako metoda wspomagająca eliminację marnotrawstwa (Iwona Marczevska)

### Opis sytuacji

Analizowane przedsiębiorstwo jest producentem drzwi i ościeżnic z płyt MDF. Oferuje klientom szeroki asortyment drzwi wewnętrznych i zewnętrznych jednoskrzydłowych, dwuskrzydłowych oraz przesuwanych. Prowadzi także usługi montażowe oraz projektowe. Mnogość wzorów skrzydeł drzwiowych oraz kolorów oklein sprawia, że przedsiębiorstwo musi utrzymywać pewną ilość zapasów, aby sprostać zamówieniom. Zakład posiada jedną linię produkcyjną, na której wytwarzane są wszystkie typy drzwi.

Klientami firmy są:

- Markety budowlane, zamawiające towar z wyprzedzeniem, w większej liczbie (partiami). Są to zamówienia z dłuższym czasem realizacji, zawierające różne typy i modele. Nierzadko zdarza się, że na podstawie sprzyjającego popytu sklep chce uzupełnić zapasy i wysła dodatkowe zamówienie na mniejszą liczbę i z krótszym czasem realizacji.
- Firmy remontowo-wykończeniowe, zamawiające produkty zgodnie z realizowanymi przez siebie zleceniami bieżącymi, co wymaga szybkiej realizacji zamówienia. Niektóre spośród nich są stałymi odbiorcami, jednak zamówienia są bardzo zróżnicowane zarówno pod względem liczby, jak i rodzaju produktów.
- Klienci indywidualni, korzystający z katalogu, kupujący od jednej do kilku sztuk, oczekujący szybkiej dostawy zamówionych produktów.



## Analiza

Przedsiębiorstwo nie posiada sklepu firmowego, lecz umożliwia klientom indywidualnym zakup każdego z katalogowych modeli bezpośrednio z magazynu produkcyjnego. Dodatkowo realizuje projekty specjalne, pod zamówienie. Na podstawie projektu tworzonego podczas konsultacji pomiędzy klientem a projektantem powstają modele spoza katalogu.

Różnorodność oferowanych modeli oraz zróżnicowane potrzeby odbiorców w zakresie liczby, rodzaju i wymagań dotyczących czasu realizacji wymuszają na przedsiębiorstwie wysoki poziom elastyczności linii produkcyjnej. Problemem staje się utrzymanie zapasów wystarczających do zapewnienia realizacji wszystkich zleceń w szybkim tempie. Przedsiębiorstwo gromadzi znaczną ilość zapasów, trudną do zagospodarowania i wymagającą dużej przestrzeni magazynowej.

Podjęto się reorganizacji magazynu półproduktów i materiałów, w którym są składowane m.in. płyty MDF, klejony, kleje, szyby wykorzystywane do przeszkleń, elementy do mocowania skrzydeł (zawiasy), okucia, klamki, zamki. Zwiększenie asortymentu doprowadziło do sytuacji, w której w magazynie zaczęły się pojawiać nowe materiały, na które nie było miejsca w pobliżu już składowanych materiałów tego samego typu. W efekcie ten sam rodzaj materiału można było znaleźć w różnych częściach magazynu. Prowadziło to do marnotrawstwa czasu i przestrzeni magazynowej. Po reorganizacji wszystkie materiały danego typu znajdują się w jednym miejscu. Wyznaczono regały wyłącznie do oklein, regały wyłącznie do szyb, kontenery na akcesoria i elementy metalowe itd. Przy uzupełnianiu zapasów oraz pobieraniu materiałów z magazynu zaczęto stosować zasadę FIFO.

Problemem, który występuje w dalszym ciągu, są duże zapasy międzyoperacyjne składowane wzdłuż linii produkcyjnej. W wyniku analizy stwierdzono, że przepływ materiałów przez linię produkcyjną jest zaburzony. Zlecenia produkcyjne są wydawane każdego dnia, w związku z czym każdego dnia istnieje możliwość realizacji innego typu drzwi, a nawet kilku różnych w ciągu jednej zmiany. Pomiedzy stanowiskami są składowane zapasy, które nie zawsze wykorzystuje się w bieżącej produkcji. Często zalegają materiały, które zostały pobrane z magazynu i przetransportowane na linię produkcyjną w dniu poprzednim, dwa dni wcześniej itd., podczas realizacji innego zamówienia, w nieodpowiedniej ilości, w nieodpowiednim momencie, a ich nadmiar pozostały na koniec dnia nie został zwrócony na magazyn materiałów. Zapasy takie występują przy niemal każdym stanowisku. Ograniczają przestrzeń, utrudniając przemieszczanie się i transport, a nawet zmniejszają drożność przejść ewakuacyjnych.

Nagromadzenie zapasów często prowadzi do ich uszkodzenia. Podstawowym materiałem w produkcji są płyty pilśniowe średniej gęstości z włókien drzewnych – MDF (ang. *Medium-Density Fibreboard*). Jest to materiał podatny na uszkodzenia. Stwierdzono, że aż 65% wszystkich reklamacji dotyczy uszkodzonej okleiny. Do uszkodzeń takich dochodzi podczas niewłaściwego składowania płyt oraz podczas transportu. Gromadzenie zbędnych zapasów jest jedną z przyczyn powsta-

wania zadrapań, rys oraz zabrudzeń. Jest to poważne marnotrawstwo. Część płyt wymaga ponownego okleinowania, część – drobnych korekt (retuszu), lecz zdarzają się również pęknięcia i załamania eliminujące materiał z produkcji.

Wysoki poziom marnotrawstwa jest problemem wymagającym natychmiastowego rozwiązania.

### Proponowane rozwiązanie

Propozycją rozwiązania problemu jest przeprowadzenie gruntownej analizy na podstawie stworzonej mapy przepływu strumienia wartości. Należy wprowadzić skrzynkę planistyczną Heijunkę, która pomoże pracownikom każdego dnia określić ilość zapasów potrzebnych do realizacji zlecenia, aby nie pobierali z magazynu ich nadmiaru. Zaleca się, aby zastosować przepływ według zasady FIFO wszędzie tam, gdzie to możliwe. Zapobiegnie to składowaniu na stanowiskach materiałów, które były potrzebne w poprzednich operacjach, a nie są potrzebne w bieżącej. Jeśli wdroży się kolejkę FIFO, pracownik najpierw dokończy to, co było zaczęte i przekaże produkt na kolejne stanowisko, nie zatrzymując go. Dzięki kolejce FIFO nie będzie dochodziło do sytuacji, w których przepływ produktu zostaje zablokowany. Przykładowo: pracownik dostaje do okucia skrzydło drzwicowe typu A, następnie trzy skrzydła typu B i rozpoczyna pracę na skrzydle B, opóźniając w ten sposób produkcję typu A i każąc klientowi czekać, aż skończy trzy inne skrzydła. Jest to niedopuszczalne.

Na rysunku P21.1 przedstawiono linię produkcyjną z zastosowanym przepływem FIFO.



Rys. P21.1. Linia produkcyjna z przepływem według zasady FIFO

Źródło: Opracowanie własne.

Największą korzyścią osiągniętą dzięki wdrożeniu tego rozwiązania będzie zapobieganie składowaniu zapasów przy linii produkcyjnej, która nie jest miejscem odpowiednim do ich bezpiecznego przechowywania w takiej ilości, w jakiej do tej pory zalegały. Dzięki temu ograniczona zostanie liczba uszkodzonych płyt, a co za tym idzie – zmniejszy się liczba reklamacji, zmniejszą się koszty związane z naprawą uszkodzeń i straty materiałowe oraz zostanie wyeliminowane marnotrawstwo czasu przeznaczanego na proces reklamacji i przeprowadzanie napraw. Zapasy międzyoperacyjne zostaną zredukowane, przepływ odblokowany, a elastyczność linii zwiększona.

## P22. Przykład balansowania linii produkcyjnej (Magdalena Ćwikła)

### Opis sytuacji

Równe rozłożenie pracy między operatorami często jest kluczem do sukcesu w kwestii minimalizacji lub eliminacji marnotrawstwa oraz poprawy efektywności pracy. Należy skupić uwagę na nieprzekroczeniu czasu taktu (TT) przez poszczególne operacje. Do analizy przykładowego przypadku zostały przedstawione dane na wykresie kolumnowym. Wykres (rys. P22.1) pokazuje obciążenia pracowników, którzy wykonują poszczególne przypisane do nich operacje. W danym przypadku czas taktu wynosi 67,5 s.

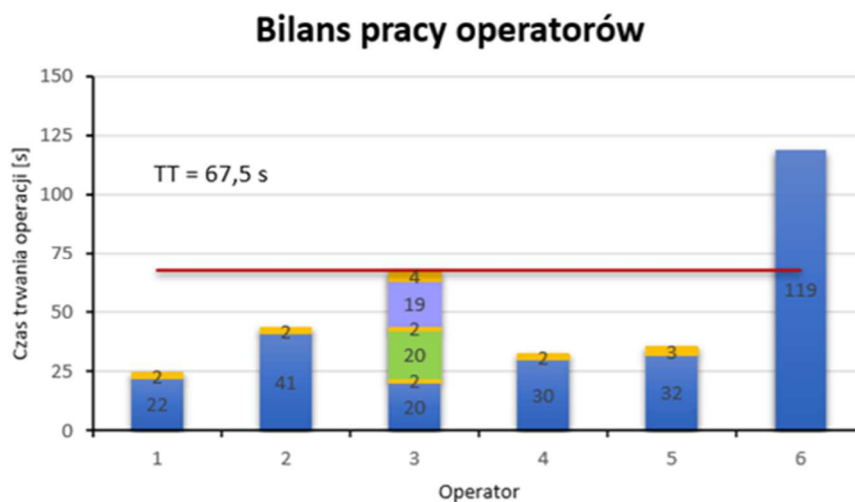


Rys. P22.1. Wykaz czasów operacji przypisanych do poszczególnych operatorów

Źródło: Opracowanie własne.

### Analiza

Rysunek P22.2 prezentuje obciążenie pracą poszczególnych operatorów.



Rys. P22.2. Bilans pracy operatorów

Źródło: Opracowanie własne.

Analizując obciążenie operatorów pracą, od razu można zauważyć zbyt dużą liczbę pracowników w stosunku do ilości wykonywanej pracy.

Optymalna liczba operatorów, biorąc pod uwagę czas taktu 67,5 s, wynosi:

$$(22\text{ s} + 41\text{ s} + 20\text{ s} + 39\text{ s} + 30\text{ s} + 32\text{ s} + 119\text{ s}) / 67,5\text{ s} = 303\text{ s} / 67,5\text{ s} = \\ = 4,49 \approx \mathbf{5\text{ operatorów}}$$

Następnie można zauważyć, że czas pracy operatora 6. znacząco przekracza czas taktu. Proponowanym rozwiązaniem jest rozłożenie operacji operatora 6. na dwóch operatorów. Istnieje możliwość przeszkolenia jednego z pracowników i ustawienia go przy sąsiednim stanowisku.

Kolejnym marnotrawstwem jest zbyt małe obciążenie poszczególnych operatorów oraz brak równomiernego rozłożenia pracy operatorów 1, 2, 4, 5. Na rysunku P22.3 zaprezentowano połączenie stanowisk pracy.



Rys. P22.3. Połączenie pracy operatorów 1. i 2. oraz 4. i 5.

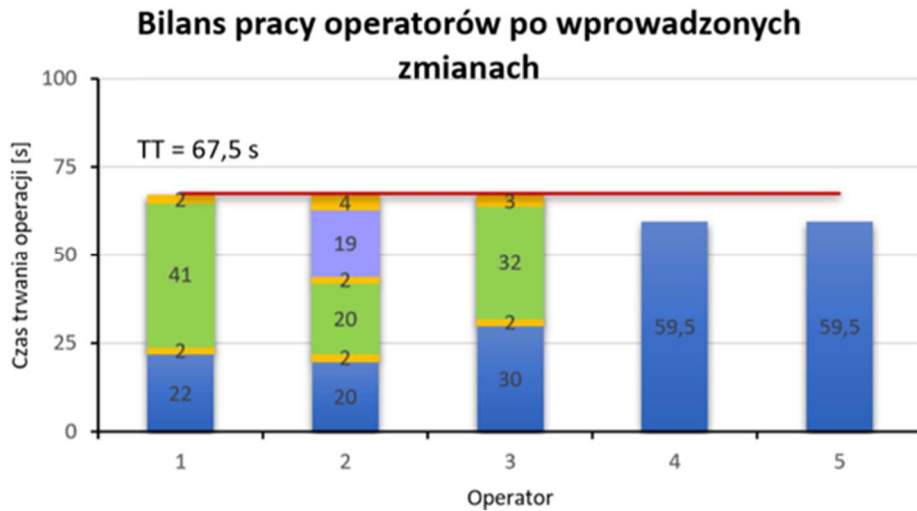
Źródło: Opracowanie własne.

W takim przypadku w celu wyeliminowania problemu można zaproponować połączenie stanowisk pracy: operator 1. – stanowisko 1. i 2., operator 3. – stanowisko 4. i 5.

### Opis rozwiązania

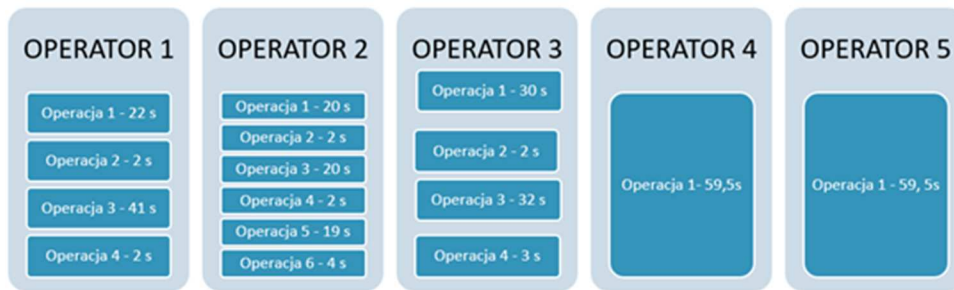
Rysunek P22.4 przedstawia obciążenie pracą operatorów po wprowadzeniu działań usprawniających. Z kolei na rys. P22.5 pokazano czasy operacji po zmianach.

Podsumowując, można stwierdzić, że przedstawione działania usprawniające pomogą wyeliminować marnotrawstwo oraz równomiernie obciążyć operatorów pracą. Wpłynie to na efektywniejszą pracę oraz pełne wykorzystanie zasobów ludzkich. Pozwoli to również na zredukowanie liczby pracowników do rzeczywistych potrzeb.



Rys. P22.4. Bilans pracy operatorów po wprowadzonych zmianach

Źródło: Opracowanie własne.



Rys. P22.5. Wykaz czasów operacji po wprowadzeniu zmian

Źródło: Opracowanie własne.

## P23. Wykorzystanie koncepcji *Lean* w doskonaleniu transportu wewnętrznego (*Przemysław Śnios*)

### Opis sytuacji

Koncepcja *Lean* wykorzystuje połączenie różnych instrumentów, co umożliwia stworzenie elastycznego systemu, który będzie dynamicznie reagował na zmiany. Warunkiem właściwego przebiegu transformacji jest odpowiednie ustalenie wzajemnych relacji, pogrupowanie oraz wykorzystanie wyników analiz. Do podstawowych instrumentów, które można zastosować, zalicza się:

- cykl Deminga (PDCA) – celem jest ustawienie następujących po sobie działań w logicznym porządku,

- mapowanie strumienia wartości (VSM) – celem jest zgromadzenie danych o rzeczywistym przepływie materiałów i informacji,
- 5S – celem jest utrzymanie porządku na stanowisku pracy oraz zapewnienie dostępu do niezbędnego i sprawnego sprzętu,
- TPM – celem jest zapewnienie maksymalnej dostępności krytycznych urządzeń produkcyjnych przy jednoczesnej minimalizacji wystąpienia awarii,
- SMED – celem jest redukcja czasu przebrojenia maszyny.

Wszystkie wymienione narzędzia są współzależne. Podjęte działania mają umożliwić realizację wcześniej ustalonej wizji przedsiębiorstwa. Na podstawie planu dostosowuje się wizję rozwoju przedsiębiorstwa i przekształca w plany dla poszczególnych poziomów organizacji. Należy pamiętać, że celem nie może być redukcja kosztów, ale może być ona drogą do osiągnięcia dodatkowego zysku. Głównym celem firmy jest wypracowanie zysków.

Analizowane przedsiębiorstwo zajmuje się działalnością produkcyjno-usługową oraz jest zaliczane do sektora małych i średnich przedsiębiorstw. Maszyny na linii produkcyjnej są pogrupowane według rodzaju. Początkową fazą działania jest wstępne przeszkolenie pracowników oraz ustalenie zakresu działań i priorytetów. Ustalono, że działania mają mieć charakter niskobudżetowy.

## Analiza

Analiza polegała na dokonaniu identyfikacji stanu obecnego przez mapowanie strumienia wartości, co miało na celu analizę przepływu materiału. Identyfikuje się strumień wartości obejmujący wszystkie działania, przez które przechodzą surowce, aż dotrą do klientów. W wyniku analizy zidentyfikowano główne rodzaje marnotrawstwa:

- nadmierny transport,
- zbędne zapasy,
- zbędne ruchy,
- przestoje i niewłaściwe metody wytwarzania,
- nadprodukcję prowadzącą do nierówności obciążenia.

Na podstawie posiadanych informacji zostały określone następujące cele do osiągnięcia:

- ograniczenie liczby pracowników odpowiedzialnych za przemieszczanie materiału na hali produkcyjnej,
- ograniczenie powierzchni do składowania zapasów części wewnątrz hali,
- wyeliminowanie konieczności przenoszenia części wewnątrz hali przez operatorów,
- zwiększenie współczynnika rotacji zapasów,
- zwiększenie taktu dostarczania zapasów części do gniazd produkcyjnych,
- osiągnięcie wykonywania planowanej produkcji zmianowej,
- zlikwidowanie wózków widłowych na hali produkcyjnej.



## Opis rozwiązania

Aby osiągnąć określone cele, zaproponowano wdrożenie przepływu jednej sztuki, co spowodowało:

- zwiększenie elastyczności (bardzo krótki czas wytworzenia jednej sztuki, system bardziej elastycznie reaguje na wymagania klienta, wytwarzając dokładnie to, czego klient oczekuje),
- podniesienie produktywności (istnieje bardzo mało czynności nieprzynoszących wartości dodanej),
- podniesienie jakości,
- zwolnienie powierzchni fabrycznej,
- poprawę bezpieczeństwa dzięki eliminacji wózków widłowych na hali produkcyjnej,
- zmniejszenie kosztów zapasów.

W wyniku działań doskonalących dokonano reorganizacji ustawienia maszyn i urządzeń w komórkę szczupłej produkcji. Utworzona komórka ma kształt litery „U”, który jest bardzo korzystny dla wydajnego ruchu materiałów i ludzi.

Podstawą do rezygnacji z wózków widłowych był koszt samego wózka, jego eksploatacji, jak i konieczność posiadania szerokich ścieżek przejazdu. Dodatkowym argumentem był fakt przewożenia przez wózek całych palet części, co generowało niepotrzebne zapasy w toku produkcji. Zastąpiono to wydajniejszymi, mniejszymi partiami dostarczonymi do gniazd produkcyjnych. Na hali zostały wyznaczone nowe ścieżki transportowe, na których do transportu są wykorzystywane wózki z dwiema osiami skrętnymi. Najważniejszym elementem było ustawienie taktu produkcyjnego zapewniającego swobodny przepływ materiałów przez wszystkie procesy bez tworzenia wąskich gardeł przepływu.

W analizowanym przedsiębiorstwie początkowo były zauważalne obawy pracowników przed zmianami, co rozwiązał cykl szkoleń na hali przy stanowiskach. Osiągnięto oczekiwaną współpracę pracowników i kierownictwa w dążeniu do spełnienia założonych celów. Wspólnie określono cele, które w istotny sposób przyczyniły się do poprawy efektywności transportu wewnętrznego. Dodatkowym efektem było zwiększenie bezpieczeństwa, dzięki wyeliminowaniu wózków widłowych z hali produkcyjnej.

Dzięki zastosowaniu metody mapowania strumienia wartości ujawniono obszary zwiększonych zapasów. W wyniku tego została przeprowadzona reorganizacja przez przejście na system ssący, a wdrożony przepływ jednej sztuki zmniejszył ilość materiału w toku produkcji. W ten sposób zlikwidowano również zbędne operacje transportowe.

Ustawienie w kształt litery „U” jest rozwiązaniem bardzo ergonomicznym, ułatwiającym komunikację między pracownikami. Dzięki temu nastąpił wzrost wydajności i wzrost wykorzystania posiadanych środków trwałych oraz zmniejszyły się zapasy w toku produkcji.



## P24. Gospodarka odpadami w przedsiębiorstwie (Adam Szczęch)

### Opis sytuacji

Zarówno każde przedsiębiorstwo, jak i gospodarstwo domowe generuje odpady, które stwarzają dodatkowe koszty lub problemy. Przedsiębiorcy muszą spełniać wiele wymogów prawnych odnośnie do gospodarowania, magazynowania oraz przetwarzania odpadów. Można do nich zaliczyć m.in.: ustawę o odpadach (Dz.U. z 2020 r., poz. 1742) oraz ustawę Prawo ochrony środowiska (Dz.U. Nr 62, poz. 627 ze zm.). Ciągłe zmieniające się przepisy prawa tworzą potrzebę nieustannego nadzoru nad zgodnością dokumentacji z obowiązującymi normami oraz ich przestrzeganiem.

Analizowane przedsiębiorstwo zajmuje się produkcją, a dokładnie przetwórstwem spożywczym. W trakcie procesu produkcyjnego są generowane odpady poprodukcyjne pochodzące z surowca niespełniającego wymagań, a także odpady przemysłowe w postaci papieru, tworzyw sztucznych oraz odpadu drewnianego. Przedsiębiorstwo wytwarza także odpad stalowy, gumowy, tworzywa sztuczne, a także zużyty olej. W przedsiębiorstwie funkcjonują system zarządzania powstającymi odpadami oraz stosowne procedury. Z kolei infrastruktura nie jest dostosowywana do aktualnych wymogów. Między innymi zaobserwowano, że odpad, który można przetworzyć wtórnie, nie jest segregowany w miejscu wytworzenia, lecz dopiero w magazynie odpadu (np. folia kolorowa zmieszana z folią stretch). W wyniku kontroli zlecono dokonanie modernizacji w celu dostosowania do aktualnych wymagań bhp, ochrony środowiska oraz przepisów przeciwpożarowych.

### Analiza

Analizie zostały poddane następujące problemy:

- brak segregacji odpadów już na etapie wrzucania do kosza na śmieci,
- potrzeba zmodernizowania budynku magazynu odpadów pomimo jego dobrego stanu technicznego,
- w magazynie zużytego oleju stwierdzono brak wanień ociekowych pod zbiornikami oleju.

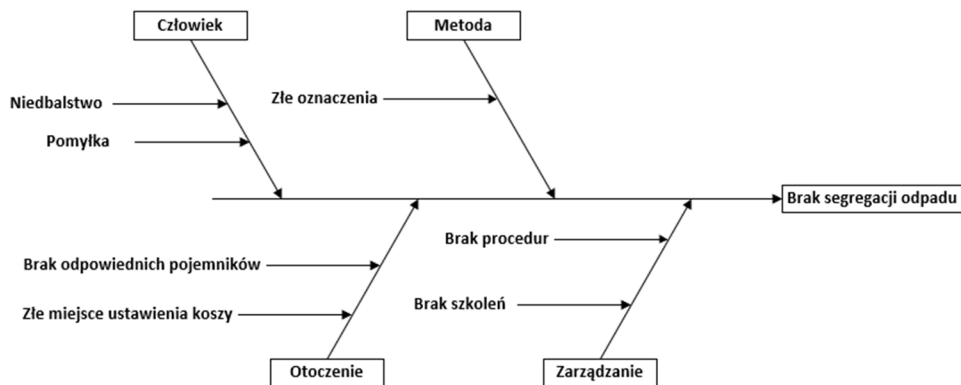
Analizę problemów wykonano z wykorzystaniem metody diagramu Ishikawy. Wyniki analizy zaprezentowano na rys. P24.1-P24.3.

Na podstawie przeprowadzonej analizy można wyciągnąć następujące wnioski:

- kadra pracownicza powinna zostać przeszkolona odnośnie do segregacji odpadów,
- budynek, w którym znajduje się magazyn odpadów powinien zostać zmodernizowany do aktualnych wymagań przepisów prawa,
- brakujące wyposażenie musi zostać uzupełnione.

Po zidentyfikowaniu oraz analizie występujących problemów opracowano, a następnie wdrożono plan działań korekcyjnych i korygujących.





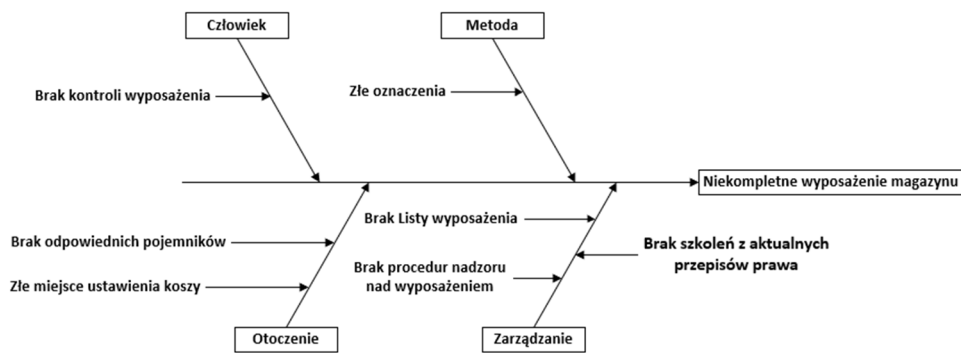
Rys. P24.1. Diagram Ishikawy. Problem: Brak segregacji odpadów

Źródło: Opracowanie własne.



Rys. P24.2 Diagram Ishikawy. Problem: Przeciętny stan budynku magazynowego

Źródło: Opracowanie własne.



Rys. P24.3 Diagram Ishikawy. Problem: Niekompletne wyposażenie magazynu

Źródło: Opracowanie własne.

Rozpoczęto od inspekcji stanu technicznego budynku magazynu, w którym stwierdzono:

- potrzebę unowocześnienia instalacji natrysków przeciwpożarowych oraz systemu detekcji pożaru,
- potrzebę wyznaczenia miejsca składowania poszczególnych odpadów przed oraz po przygotowaniu ich do recyklingu,
- potrzebę opracowania harmonogramu odbioru surowców wtórnych oraz wyznaczenia osób odpowiedzialnych za nadzór,
- potrzebę wymiany oświetlenia hali na oświetlenie energooszczędne.

W pomieszczeniu przechowywania zużytego oleju stwierdzono brak wanien ociekowych pod zbiornikami zużytego oleju. Rozważono także potrzebę ustawienia nowych pojemników na dodatkowe grupy odpadów. Stwierdzono również, że pracownicy nie posiadają wiedzy, jak segregować odpady. Osoby odpowiedzialne za zbieranie pojemników z odpadami nie przywiązują uwagi do właściwego odstawiania pojemników w magazynie, a pojemniki na odpad często bywają przepełnione.

Dokonano także kontroli procedur odnośnie do gospodarki odpadami i ich odzysku. Stwierdzono potrzebę aktualizacji dokumentu do nowych przepisów.

### **Opis rozwiązania**

W przedsiębiorstwie dokonano modernizacji budynku technicznego, w którym znajduje się magazyn odpadów. Firma zewnętrzna dokonała wymiany oświetlenia, a także instalacji elektrycznej. Jednocześnie zainstalowano nowoczesny system detekcji oraz przeciwdziałania skutkom pożaru. Na posadzkach hali magazynowej zostały obrysowane pola do odstawiania pojemników z odpadami, a na ścianach umieszczono tablice z oznaczeniami odpadów, które powinny się tam znajdować. Dokonano także przeglądu okresowego urządzeń przeznaczonych do prasowania odpadów wtórnych. Zakupiono wózek widłowy ze ścisaniem do transportu bel odpadu. Pracownicy obsługujący magazyn odpadów zostali przeszkoleni na temat sposobu segregacji odpadów i prawidłowej praktyki dbania o porządek w magazynie. W budynkach produkcyjnych ustawiono dodatkowe różnokolorowe pojemniki na odpady, a nad pojemnikami umieszczono tabliczki w kolorze odpowiadającym pojemnikom z oznaczeniami znajdujących się w nich odpadów. Kadra pracownicza została przeszkolona na temat konieczności dokładniejszej segregacji powstających odpadów, a także zaznajomiona z kosztami, jakie są związane z odstawianiem do lokalnego miejskiego zakładu komunalnego śmieci niesegregowanych.

W magazynie oleju dokonano wymiany systemu magazynowania oleju zużytego, zamontowano wanny ociekowe pod zbiornikami. Zmodernizowano także system przeciwpożarowy do gaszenia substancji ropopochodnych. Dokonano aktualizacji w procedurach dotyczących gospodarki odpadami, a także w schematach przeciwpożarowych. Dokonano także montażu kamery ochrony zakładu z widokiem na magazyn odpadów.



Zakład podpisał również umowę z lokalną biogazownią na odbiór odpadów biodegradowalnych.

W wyniku kontroli powykonawczej zaobserwowano znaczne obniżenie kosztów wywozu odpadów niesegregowanych, tj. o ok. 30%. Zaobserwowano zwiększenie zaangażowania pracowników w gospodarkę odpadami, a także wpływ ich działań na rzecz zakładu.

## Bibliografia

- [1] Ustawa z dnia 27 kwietnia 2001 r. Prawo ochrony środowiska (Dz.U. Nr 62, poz. 627 ze zm.) <https://isap.sejm.gov.pl/isap.nsf/DocDetails.xsp?id=WDU20010620627> (dostęp: 03.02.2021).
- [2] Ustawa z dnia 8 października 2020 r. o odpadach, Dz.U.2020.0.797, <https://isap.sejm.gov.pl/isap.nsf/DocDetails.xsp?id=WDU20200001742> (dostęp: 03.02.2021).

## P25. Zarządzanie projektami na przykładzie budowy linii produkcyjnej (Maciej Pociask)

### Opis problemu

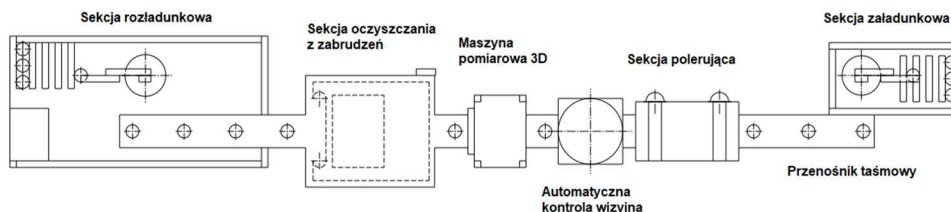
Nie od dziś wiadomo, że umiejętne zarządzanie niemal każdym przedsięwzięciem jest gwarantem osiągnięcia zakładanego celu. Odnosi się to zarówno do prozaicznych czynności, takich jak cotygodniowe zakupy, jak i dużych inicjatyw mających wpływ na życie nie tylko nasze, ale także najbliższych (np. budowa domu).

Wiele przedsiębiorstw, małych, dużych i globalnych gigantów, chcąc utrzymać się na rynku i umacniać swoją pozycję, musi optymalizować wszelkie aspekty związane ze swoim funkcjonowaniem. Jedną z największych strat w przedsiębiorstwach jest nieodpowiedzialne zarządzanie zarówno na poziomie najwyższego kierownictwa i aspektów związanych z zarządzaniem przedsiębiorstwem, jak i na poziomie samego funkcjonowania organizacji. Straty te mogą się objawiać w postaci niedokładnego określania ram czasowych do wykonania danego zadania lub przeszacowania liczby pracowników zaangażowanych w dane przedsięwzięcie. Umiejętność zarządzania projektami jest jednym z filarów skutecznego działania przedsiębiorstw i niezwykle cennym narzędziem radzenia sobie z dużymi inicjatywami. Wiele firm traktuje umiejętność prowadzenia projektów i radzenia sobie w sposób zorganizowany z dużymi przedsięwzięciami jako jedno z głównych kryteriów podczas wyboru kooperantów, dostawców czy producentów maszyn i linii produkcyjnych.

Duże projekty związane z rozbudową parku maszynowego w przedsiębiorstwach są idealnymi przykładami inicjatyw, wymagających skutecznego zarządzania zarówno ludźmi, czasem, jak i budżetem, gdzie nieprawidłowe podejście może przynieść zgoła inny efekt niż zakładany.

Przyjmijmy, że stawiamy linię produkcyjną, która ma polerować tarcze hamulcowe. Sam proces polerowania tarcz nie wpływa na późniejszą funkcjonalność wyrobu gotowego i jego właściwości, podnosi jednak atrakcyjność estetyczną tarczy. Linia będzie się składać z sekcji załadunkowej, np. robota przemysłowego,

który z palety będzie zdejmował sztukę po sztuce i odkładał na przenośnik taśmowy. Ten będzie prowadził do sekcji polerowania i tarcza wyjedzie już kolejnym podajnikiem oraz zostanie sprawdzona w sekcji automatycznej kontroli wizualnej. Dalej wjedzie do sekcji automatycznej kontroli wymiarowej 3D, skąd na koniec podajnik przewiezie tarczę hamulcową przez sekcję odkurzania z pyłu polerskiego, mycia oraz demagnetyzacji. Oczywiście po wszystkim kolejny robot zdemontuje tarczę i odłoży ponownie na specjalną paletę (rys. P25.1).



Rys. P25.1. Layout linii produkcyjnej do polerowania tarcz hamulcowych

Źródło: Opracowanie własne.

Linia ta wydaje się nieskomplikowana, jednak z organizacyjnego oraz technicznego punktu widzenia jest wyzwaniem dla każdego inżyniera, a w szczególności dla osoby zarządzającej projektem.

Jaki jest zakres obowiązków osoby odpowiedzialnej za taki projekt? Należy zacząć od określenia i odpowiedniego uwarunkowania zapotrzebowania na linię lub inaczej od oszacowania, czy inwestycja jest w stanie przynieść przedsiębiorstwu wymierne korzyści ekonomiczne, rozwojowe, wizerunkowe, czy nawet wpływające na bezpieczeństwo pracowników i środowiska. Żadna firma nie może sobie pozwolić na tak dużą inicjatywę bez określonej potrzeby. Może nią być konieczność zwiększenia możliwości produkcyjnych, spełnienia nowych oczekiwań klienta czy wymiana przestarzałego parku maszynowego. Następnie należy wyspecyfikować nową maszynę, linię, określić, co ma produkować, ustalić technologię, gabaryty, wymagania mechaniczne, wymagania BHP oraz preferowane podzespoły. Najważniejsze jest jednak precyzyjne określenie, w jaki sposób maszyna lub linia ma funkcjonować. Następnym etapem jest znalezienie wykonawcy lub kilku kooperantów, którzy są w stanie spełnić założenia specyfikacji. Później następuje okres pozornie spokojny, podczas którego wykonawca buduje oczekiwaną linię, zazwyczaj poza terenem zakładu. Na koniec odbywa się dostawa oczekiwanych maszyn, montaż i finalizacja projektu. Z opisu może wynikać, że jest to proste przedsięwzięcie. W rzeczywistości chodzi o niezwykle trudne zadanie, wymagające zaangażowania wielu osób, sporych nakładów finansowych oraz wręcz zegarmistrzowskiej precyzji pilnowania zakładanego harmonogramu – co w wielu przypadkach jest najtrudniejsze.

Aby poskromić chaos oraz usystematyzować działania, należy określić cele projektu w sposób SMART. Jest to akronim od słów w języku angielskim: *Specific* (specyficzny), *Measurable* (mierzalny), *Achievable* (osiągalny), *Relevant*



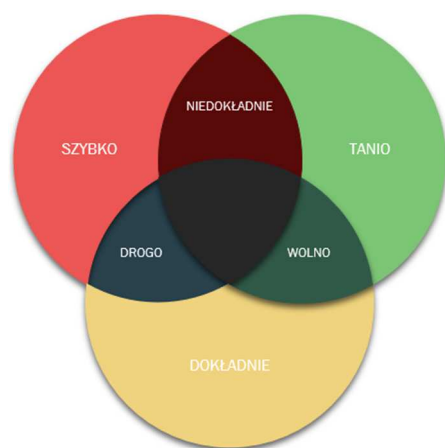
(istotny), *Time-bound* (określony w czasie). Słowa te mają nakierować na określenie prawidłowego celu projektu, a w niektórych przypadkach wyznaczyć granice.

## Analiza

Specyficzność celu w przypadku budowy wcześniej wspomnianej linii produkcyjnej dotyczy jasnego określenia przyszłego kształtu, funkcjonalności i aspektów mechanicznych omawianej linii. Wynikiem określenia tego celu jest specyfikacja techniczna. Pisanie specyfikacji jest bardzo pracochłonne i może zajmować nawet wiele miesięcy, ponieważ wymaga to wielu prób, eksperymentów, testów i analiz. Konieczne jest zaangażowanie pracowników z różnych działów, którzy wspólnie debatują nad przyszłym kształtem linii. W wielu przypadkach potrzebna jest także pomoc ekspertów z firm zewnętrznych bądź środowisk naukowych i akademickich.

Mierzalność oznacza, że cel można interpretować liczbowo. Budowa linii jako projekt ma określony budżet o ustalonej wielkości, a za mierzalny cel można przyjąć nieprzekraczanie zakładanej kwoty. Dodatkowo każda linia produkcyjna wprowadza mierzalną wartość do produktu. Wyrób opuszcza linię produkcyjną z określonym powtarzalnym czasem cyklu. Bardzo ważne jest, żeby tego typu wartości były wcześniej wyspecyfikowane, co daje punkt odniesienia, a zarazem cel.

Osiągalność jest celem pozornie prostym. Zdarza się jednak, że w realiach produkcyjnych to celu najczęściej nie udaje się w pełni osiągnąć. Projekt ma być w taki sposób określany, aby jego wykonanie było możliwe przy zakładanym budżecie, nakładzie pracy i za pomocą określonej liczby pracowników. Najwięcej problemów może się pojawić na etapie określania wspomnianych zasobów. Nie należy robić tego pochopnie. Ten etap trzeba wykonać z dużą dokładnością. Istnieje złota zasada trójkąta zależności (rys. P25.2), gdzie w każdym z rogów widnieje kolejno – Tanie, Szybko, Dokładnie. Nie da się połączyć tych trzech cech, możliwe jest połączenie tylko dwóch. Podobnie jest w przypadku projektu i należy o tym pamiętać.

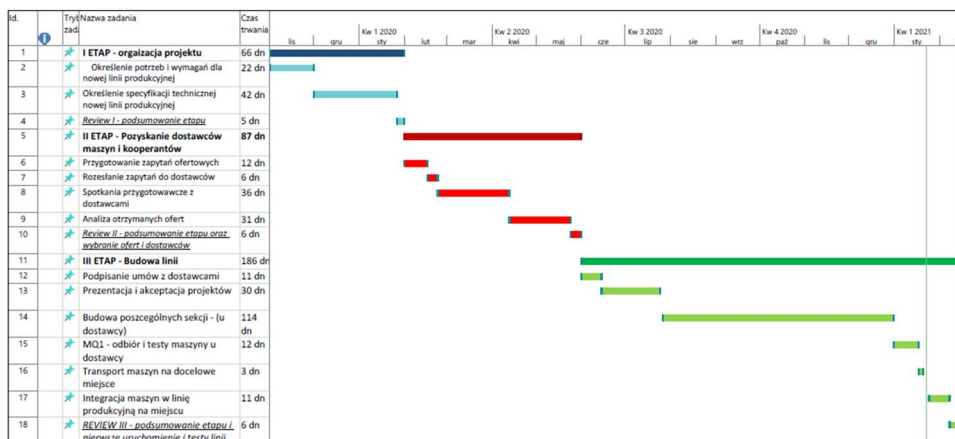


Rys. P25.2. Trójkąt zależności

Źródło: Opracowanie własne.

Cel wykonania projektu powinien być także istotny zarówno dla przedsiębiorstwa, jak i managera projektu. Podobnie jest w przypadku osób zaangażowanych w realizację zadań. Koniecznością jest, aby każda z takich osób była aktywnie zaangażowana. W przypadku budowy wspomnianej linii produkcyjnej zarówno klienci, jak i dostawcy oraz wykonawcy maszyn muszą być zaangażowani. Jak wspomniano na początku, umiejętność zarządzania projektami jest w dzisiejszych czasach niezwykle pożądana. Trend ten dotyczy także dostawców i producentów maszyn. Coraz częściej firmy zajmujące się automatyką i budową maszyn inwestują w managerów projektów, których głównym zadaniem jest zajmowanie się projektami i nadzorowanie ich. Ma to wiele zalet. Wspólnymi siłami łatwiej jest zabezpieczyć się przed popełnieniem błędów. Takie podejście pozwala także jasno określić odpowiedzialności. Przydatnym narzędziem do rozdzielenia i określenia obowiązków jest tzw. *Project Book*, czyli Księga Projektu – dokument zawierający specyfikację techniczną, wszystkie cele i założenia projektu, dane przedsiębiorstw, kopie umowy, osoby odpowiedzialne, główne kamienie milowe, ale również zagrożenia. Dodatkowo w takiej księdze są określone terminy spotkań podsumowujących dany etap lub nawet konferencji telefonicznych, jak to jest zazwyczaj w przypadku większych odległości od siedziby dostawcy lub firmy spoza granic kraju. Podczas tych spotkań omawia się postępy prac, aktualizuje dane i harmonogramy oraz przedstawia największe problemy. *Project Book* uzupełnia się o proste stenogramy ze spotkań i główne założenia oraz zmiany. Wersja finalna tej książki będzie zawierać także protokoły odbioru linii po montażu na miejscu, formularze pomiarowe z testów linii po pierwszym rozruchu linii lub maszyny.

Jednym z najważniejszych celów jest określenie precyzyjnych ram czasowych dla całego przedsięwzięcia. Czas przeznaczony na wykonanie projektu ma obejmować okres od początku określania założeń nowej linii, aż po oddanie linii do użytku produkcyjnego. Wprawdzie za rozpoczęcie projektu, czyli moment, od którego rozpoczyna się prowadzenie harmonogramu, można przyjąć etap pozyskiwania środków finansowych, jednak coraz częściej w firmach, a w szczególności dużych korporacjach przyjmuje się, że inżynierowie nie zajmują się finansami i uczestniczą jedynie w prezentacji pomysłu lub koncepcji. Właśnie dlatego harmonogramowanie projektu powinno się zaczynać od etapu specyfikowania linii lub maszyny. Niezwykle pomocnym narzędziem do wizualizacji, a przede wszystkim nadzorowania projektu jest harmonogram Gantta (rys. P25.3), czyli graficzne przedstawienie kolejnych etapów projektu za pomocą osi czasu ułożonych jedna nad drugą zgodnie z kolejnością zadań. Takie obrazowanie unaocznia, gdzie występują okresy bezczynności, a gdzie terminy nakładają się na siebie, powodując bezczynność niektórych pracowników. W innych przypadkach pozwala stwierdzić, gdzie można zastosować prace równoległe. Należy jednak pamiętać, że częste i regularne spotkania stron oraz analizowanie harmonogramu i w razie potrzeby aktualizowanie go stanowią gwarancję zmieszczenia się w zakładanych ramach czasowych.



Rys. P25.3. Fragment harmonogramu Gantta

Źródło: Opracowanie własne.

## Opis rozwiązania

Dla realizacji wszystkich wcześniej wspomnianych celów opracowano strukturę zadań, którą przedstawiono w tab. P25.1.

Tabela P25.1. Struktura zadań projektu

Etap (kamień milowy)	Zadanie	Szacowany czas trwania zadania	Podmiot odpowiedzialny za realizację
I ETAP – organizacja projektu	Określenie potrzeb i wymagań dla nowej linii produkcyjnej	22 dni	manager projektu, Zespół Interdyscyplinarny Ekspertów
	Określenie specyfikacji technicznej nowej linii produkcyjnej	42 dni	manager projektu, Zespół Interdyscyplinarny Ekspertów
II ETAP – pozyskanie dostawców maszyn i kooperantów	Przygotowanie zapytań ofertowych	12 dni	manager projektu
	Rzesłanie zapytań do dostawców	6 dni	manager projektu
	Spotkania przygotowawcze z dostawcami	36 dni	manager projektu
	Analiza pozyskanych ofert	31 dni	manager projektu
	Wybranie ofert i dostawców	6 dni	manager projektu, najwyższe kierownictwo
III ETAP – budowa linii	Podpisanie umów z dostawcami	11 dni	manager projektu dostawca
	Prezentacja i akceptacja projektów	30dni	manager projektu dostawca
	Budowa poszczególnych sekcji	114 dni	dostawca
	MQ1 – odbiór i testy maszyny u dostawcy	12 dni	manager projektu dostawca



Tabela P25.1 (cd.). Struktura zadań projektu

<b>Etap (kamień milowy)</b>	<b>Zadanie</b>	<b>Szacowany czas trwania zadania</b>	<b>Podmiot odpowiedzialny za realizację</b>
III ETAP – budowa linii	Transport maszyn na docelowe miejsce	3 dni	dostawca
	Integracja maszyn w linię produkcyjną na miejscu	11 dni	dostawca
	Pierwsze uruchomienie i testy linii	6 dni	manager projektu dostawca
IV ETAP – walidacja linii	Przeprowadzenie testów wydajnościowych linii	5 dni	manager projektu, inżynier jakości, inżynier procesu
	Przeprowadzenie testów jakościowych	5 dni	manager projektu, inżynier jakości, inżynier procesu
	Przeprowadzenie próbnej produkcji	2 dni	manager projektu, inżynier jakości, inżynier procesu
	Przeprowadzenie procedury odbioru linii produkcyjnej	3 dni	manager projektu

Źródło: Opracowanie własne.

Niestety, należy stwierdzić, że nawet najlepiej określone cele, jak i najdokładniejsze planowanie i organizacja prac nie zabezpieczą projektu przed komplikacjami podczas realizacji. Najtrudniejszym elementem w trakcie prowadzenia każdego dużego projektu jest właśnie szybkie radzenie sobie z problemami. Różne podejścia i techniki prowadzenia projektów mają za zadanie minimalizować skutki komplikacji możliwych do wystąpienia w obrębie samego zarządzania projektem, takich jak np. problem niewystarczającej liczby pracowników zaangażowanych w projekt, przekroczenie budżetu, przekroczenie czasu realizacji czy zakresu obowiązków.

Na przykładzie wspomnianej budowy linii produkcyjnej problemów na etapie planowania projektu może być bardzo wiele. Analiza ryzyka realizacji przedsięwzięcia, jakim jest budowa linii produkcyjnej, została przedstawiona w tab. P25.2. Jednym z największych problemów po stronie dostawców maszyn lub linii produkcyjnych jest niedotrzymywanie terminów z powodu wydłużenia oczekiwania na komponenty, części i podzespoły dostarczane z zewnątrz. Niestety, żadna firma zajmująca się budową maszyn nie jest w stanie wykonać projektu tylko i wyłącznie własnymi zasobami. Wydłużanie łańcucha podwykonawców, kooperantów i dostawców może spowodować, że któreś ogniwo zawiedzie, co wydłuży czas wykonania, dlatego warto korzystać ze sprawdzonych źródeł. Kolejnym czynnikiem, który może spowodować komplikacje w realizacji projektu, jest czynnik ludzki. Przypadki sytuacji całkowicie losowych, sprawiające, że kluczowe osoby zaangażowane w projekt nie mogą wykonać powierzonego im zadania, są niemożliwe do wykluczenia i się zdarzają.



Tabela P25.2. Analiza ryzyka realizacji przedsięwzięcia

Zagrożenie	Potencjalne skutki	Prawdopodobieństwo wystąpienia	Zabezpieczenia
Opóźnienia w dostawie komponentów	Zmiana terminu dostawy maszyny oraz opóźnienia w oddaniu linii do produkcji	Wysokie	Konieczność posiadania co najmniej jednego alternatywnego dostawcy kluczowych elementów maszyny
Problemy celne podczas transportu maszyn na miejsce	Zmiana terminu dostawy maszyny oraz opóźnienia w oddaniu linii do produkcji	Niskie	Kontrola dokumentacji maszyny podczas wstępnych testów u dostawców
Niska wydajność maszyny – brak spełnienia wymagań zamówienia i specyfikacji technicznej	Niespełnienie wymagań produkcyjnych. Straty finansowe dla przedsiębiorstwa	Niskie	Testy wydajności maszyny podczas wstępnych testów u dostawców
Niska jakość maszyny, komponentów i podzespołów – brak spełnienia wymagań zamówienia i specyfikacji technicznej	Niespełnienie wymagań produkcyjnych, wysoki poziom awarii. Straty finansowe dla przedsiębiorstwa	Średnie	Okresowe i regularne spotkania z dostawcą – przeglądy projektu

Źródło: Opracowanie własne.

Problemów, z którymi musi się zmierzyć manager projektu budowy maszyny bądź linii produkcyjnej, zarówno po stronie zamawiającego, jak i dostawcy jest naprawdę sporo. Może być to pęknięta opona w samochodzie dostawcy, awaria zasilania, zepsuta wiertarka, lekceważące podejście do obowiązków mechanika z utrzymania ruchu, który dwa dni szuka bezpiecznika czy nawet kapryśna księgowa – wszystkie te sytuacje potwierdzają jedną bardzo ważną tezę – najważniejsze w skutecznym zarządzaniu projektami jest, aby w każdej chwili potrafić racjonalnie ocenić sytuację, skrupulatnie przestrzegać zakładanych celów oraz nie ulegać emocjom, których podczas realizacji najróżniejszych projektów nigdy nie brakuje.

## Bibliografia

- [1] Bukłaha E., Juchniewicz M. (2019), Kluczowe wyzwania i bariery oraz trendy w zarządzaniu projektami z punktu widzenia projektów realizowanych w Polsce. *Przegląd Organizacji*, 3, 14-20.
- [2] Targiel K. (2017), *Zarządzanie projektami w projektach technicznych i informatycznych*.

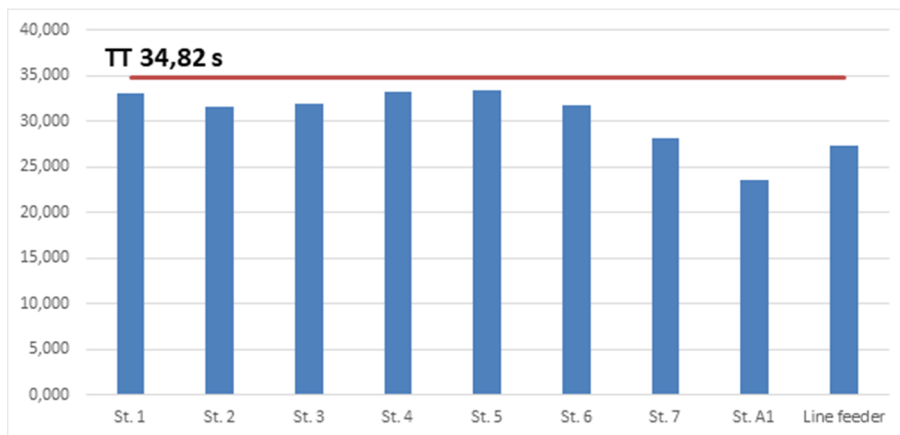
## **P26. Ocena obciążenia stanowiska roboczego za pomocą MTM – *Methods Time Measurement* (Adrian Zimny)**

### **Opis sytuacji**

Poprawna ocena pracochłonności poszczególnych czynności manualnych w obszarze roboczym bywa bardzo problematyczna. Mimo doświadczenia inżyniera procesu często wartość czasu przypisana na wykonanie zadanych czynności jest niedoszacowana lub przeszacowana. Oba przypadki są niedopuszczalne. Przeciążenie pracownika przez krótki czas taktu na stanowisku powoduje, że nie jest on w stanie utrzymać swojej wydajności przez cały okres pracy w dniu roboczym. Dodatkowo mogą się pojawiać wady wyrobu wynikające z pomyłek czy braku staranności podczas wykonywania czynności. Gdy czas jest przeszacowany, dany pracownik stanowiska nie jest w pełni wykorzystany, jeśli chodzi o jego możliwości, przez co koszt finalny wyrobu wzrasta. Sytuacja idealna zakłada rozłożenie czynności tak, aby czas na każdym stanowisku był dokładnie taki sam. Jest to jednak bardzo trudne do zastosowania dla każdego stanowiska. Określanie pracochłonności często wykonuje się na podstawie prób montażowych, gdzie po zaznajomieniu się przez pracownika z procesem montażu jest wykonywany pomiar czasu za pomocą chronometrażu. Ta metoda pomimo uwzględnienia narzutu czasu, który ma zakładać swego rodzaju bezpiecznik, posiada bardzo dużą wadę – nie uwzględnia zdolności manualnych każdego pracownika, lecz tylko konkretny badany przypadek. Nie każdy człowiek posiada porównywalne zdolności manualne, przez co trudno wymagać utrzymania podobnego tempa pracy od każdej osoby, która zostanie przeszkolona i zaznajomiona z procesem. Metody służące do określenia czasu potrzebnego dla danego zakresu czynności zawsze zawierają pewien błąd lub czynnik, który może mieć wpływ na finalny wynik.

W analizowanym przypadku oszacowanie czasu pracy na stanowisku zostało wykonane na podstawie bardzo „zwinnego” pracownika, przez co innym pracownikom trudno było wykonać czynności w wyznaczonym czasie. Na linii zaczęły się pojawiać opóźnienia względem taktu pracy, a w skrajnych przypadkach była przypisywana dodatkowa osoba na stanowisko wyposażenia, przez co koszt produkcji wzrastał. Dotychczasowa metoda analizy polegała na użyciu chronometrażu, co miało pomóc w rozwiązaniu problemu – jednak bezskutecznie. Problem był zauważalny na stanowisku nr 6 podczas zmiany pracowników. Zmiana poranna, na której pracowała bardzo wprawiona osoba, nie wykazywała problemów, natomiast na zmianie popołudniowej pracownik na stanowisku nr 6 nie mieścił się w czasie taktu linii. Na rysunku P26.1 zestawiono czas cyklu na poszczególnych stanowiskach i czas taktu linii. Na tej podstawie nie było możliwe zwrócenie uwagi na problem, który istniał na stanowisku nr 6. Ukazała go dopiero obserwacja stanowiska.





Rys. P26.1. Linia montażowa odkurzacza – czas na poszczególnych stanowiskach względem czasu taktu linii

Źródło: Opracowanie własne.

## Analiza

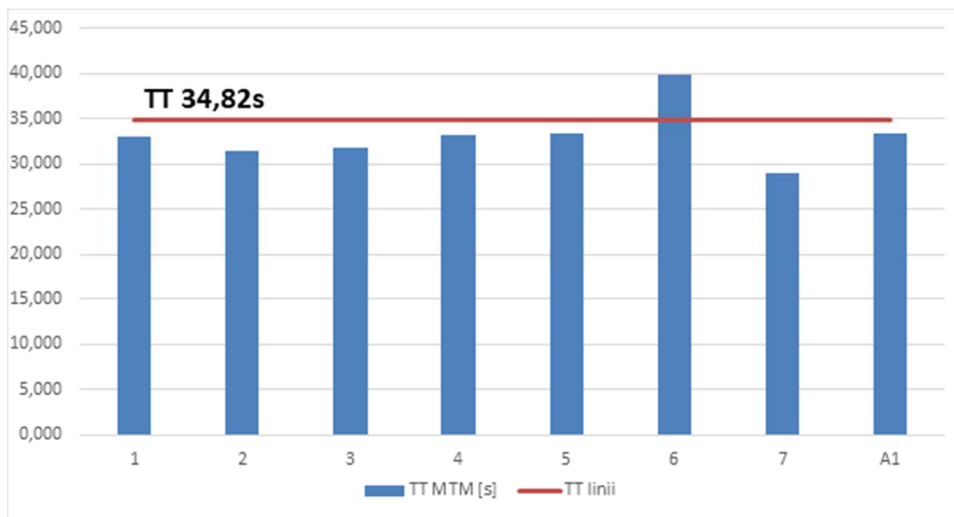
Należy użyć odpowiedniego narzędzia do analizy czasu pracy na stanowisku roboczym, pozwalającego na realne oszacowanie wartości czasu pracy dla średnio wprawionego pracownika, który może utrzymać wydajność 100% przez całą zmianę. Metoda MTM zakłada opis czynności w postaci specjalnych kodów czynności, takich jak pobranie, manipulowanie przedmiotem lub narzędziem czy też odkładanie. Każdy kod posiada przypisaną wartość czasu określoną dla średnio wprawionego pracownika, który będzie zdolny utrzymać 100% efektywność przez cały okres zmiany roboczej.

## Opis rozwiązania

Czas określony za pomocą metody MTM jest dostosowany do osoby średnio wprawionej, która będzie mogła utrzymać wydajność na jednym poziomie przez całą zmianę. Dodając do tego narzuty wewnętrzne, otrzymuje się optymalny czas przeznaczony na pewien zakres operacji.

Idealnym przykładem, w którym metoda MTM ukazała błędnie oszacowany czas na podstawie obserwacji, jest stanowisko pakowania wyposażenia do odkurzacza.

Po analizie MTM okazało się, że stanowisko zostało znacząco niedoszacowane, ponieważ jedynie bardzo sprawni pracownicy byli w stanie zmieścić się w takcie linii. Analizy dokonano dla całej linii, co ukazało, że inne stanowiska są również źle oszacowane. Należało więc wykonać balansowanie linii. Dzięki blokowej strukturze metoda w łatwy sposób pozwala przenosić poszczególne czynności na inne stanowiska, ponieważ natychmiastowo można poznać wartość czasu po przeniesieniu czynności. Łatwo to zaobserwować na wykresach wykonanych przed i po balansie linii, dzięki analizie MTM (rys. P26.2).



Rys. P26.2. Wyniki po analizie MTM; TT MTM – czas cyklu wynikający z analizy MTM, TT linii – czas taktu linii

Źródło: Opracowanie własne.

Zaprezentowany przykład wyraźnie ukazuje problem ze stanowiskiem nr 6, które jest niedoszacowane, przez co bardzo trudno jest wykonać czynności w wyznaczonym czasie. Po przebalansowaniu stanowiska udało się uzyskać czas pozwalający na utrzymanie wydajności przez wszystkie godziny pracy dla każdego pracownika.

## Bibliografia

- [1] Podręcznik MTM-UAS, (2020), Polskie Stowarzyszenie MTM, Wrocław.



# **Problemy w obszarach produkcyjnych.**

## **Część 1. Proste metody w trudnych zadaniach.**

### **Studia przypadków. Kompendium wiedzy**

#### **Streszczenie**

Niniejsze kompendium wiedzy jest źródłem informacji o tym, jak wykorzystując proste metody i narzędzia, można rozwiązać problemy, które na pierwszy rzut oka wydają się złożone. Część pierwsza pracy stanowi wstęp teoretyczny. Są to cztery rozdziały, w których omówiono wybrane zagadnienia dotyczące systemów produkcyjnych. W pierwszym rozdziale zaprezentowano ogólne informacje, które mają ułatwić zrozumienie problemów analizowanych w drugiej części pracy. Rozdział drugi przedstawia zagadnienia dotyczące przepływu materiałów. Ułatwia zrozumienie problemów dotyczących logistyki wewnętrznej oraz współpracy z dostawcami. Rozdział trzeci porusza zagadnienia związane z przepływem informacji. Ma ułatwić zrozumienie znaczenia dostępności odpowiednich informacji w odpowiednich miejscach i w odpowiednim czasie. W rozdziale czwartym opisano metody, które mogą być wykorzystywane w analizie problemów oraz poszukiwaniu rozwiązań tych problemów.

Część druga pracy prezentuje rzeczywiste problemy, które zostały zidentyfikowane w przedsiębiorstwach produkcyjnych funkcjonujących w różnych branżach. Problemy te zostały przeanalizowane z wykorzystaniem odpowiednio dobranych metod i narzędzi.

Niniejsze opracowanie nie tylko prezentuje różne metody i narzędzia oraz sposób ich zastosowania w rozwiązywaniu problemów przemysłowych, ale również pokazuje, jakie problemy występują w przedsiębiorstwach produkcyjnych. Część druga opracowania przedstawia 26 sytuacji, które wymagały analizy i odpowiedniej interwencji. Widać, że w analizach przeważały problemy dotyczące jakości produkcji (wyrobów i procesów), do których podchodzono na różne sposoby, aby uzyskać poprawę.

Niniejsze kompendium może być wykorzystywane przez praktyków jako pomoc w rozwiązywaniu problemów przemysłowych oraz przez przedstawicieli nauki do poszukiwania obszarów prowadzenia badań i rozwiązań trwale eliminujących wybrane problemy, które w podobnej postaci pojawiają się w wielu przedsiębiorstwach.

**Słowa kluczowe:** problemy produkcyjne, metody i narzędzia analizy problemów, problemy jakości, doskonalenie produkcji, przepływ materiału, przepływ informacji





## **Problems in production areas.**

### **Part 1. Simple methods in difficult tasks. Case studies.**

#### **Knowledge compendium**

##### **Summary**

This compendium of knowledge is a source of information on how, problems that seem complex at first sight can be solved using simple methods and tools. The first part of the work is a theoretical introduction. There are four chapters that discuss the selected issues related to production systems. The first chapter presents general information that is supposed to facilitate the understanding of the problems analysed in the second part of the work. The second chapter discusses material flow issues. It facilitates the understanding of the problems related to internal logistics and cooperation with suppliers. The third chapter deals with the issues related to the flow of information. It aims to help you understand the importance of having the right information in the right place at the right time. The fourth chapter discusses the methods that can be used in a problem analysis as well as to find solutions to these problems.

The second part of the work presents real problems that have been identified in manufacturing companies operating in various industries. These problems were analysed using appropriately selected methods and tools.

This study is not only a presentation of various methods and tools and how they are applied in solving industrial problems, but it also shows what problems occur in manufacturing companies. The second part of the study presents 26 situations that required an analysis and appropriate intervention. It can be seen that the analyses were dominated by the problems related to the quality of production (products and processes). They were approached in various ways to obtain improvement.

This compendium can be used by practitioners as an aid in solving industrial problems and by the representatives of science to search for the areas of research and for the solutions permanently eliminating the selected problems that appear in a similar form in many enterprises.

**Keywords:** production problems, problem analysis methods and tools, quality problems, production improvement, material flow, information flow