

# OPEN ACCESS LIBRARY



Scientific International Journal of the World Academy  
of Materials and Manufacturing Engineering  
publishing scientific monographs in Polish or in English only

Published since 1998 as Studies of the Institute of Engineering Materials and Biomaterials

**Volume 9 (27) 2013**

**Marek Roszak**

**Zarządzanie technologią**





# OPEN ACCESS LIBRARY

Scientific International Journal of the World Academy  
of Materials and Manufacturing Engineering  
publishing scientific monographs in Polish or in English only

Published since 1998 as Studies of the Institute of Engineering Materials and Biomaterials

Volume 9 (27) 2013

## Editor-in-Chief

Prof. Leszek A. Dobrzański – Poland

## Editorial Board

Prof. Gilmar Batalha – Brazil  
Prof. Emin Bayraktar – France  
Prof. Rudolf Kawalla – Germany  
Prof. Klaudiusz Lenik – Poland  
Prof. Petr Louda – Czech Republic  
Prof. Cemal Meran – Turkey  
Prof. Stanisław Mitura – Poland  
Prof. Piotr Niedzielski – Poland  
Prof. Jerzy Nowacki – Poland  
Prof. Ryszard Nowosielski – Poland  
Prof. Jerzy Pacyna – Poland

Prof. Peter Palček – Slovak Republic  
Prof. Zbigniew Rdzawski – Poland  
Prof. Maria Richert – Poland  
Prof. Maria Helena Robert – Brazil  
Prof. Mario Rosso – Italy  
Prof. Stanislav Rusz – Czech Republic  
Prof. Yuriy I. Shalapko – Ukraine  
Prof. Božo Smoljan – Croatia  
Prof. Mirko Soković – Slovenia  
Prof. Zinoviy Stotsko – Ukraine  
Prof. Leszek Wojnar – Poland

## Patronage



World Academy of Materials and Manufacturing Engineering



Association of Computational Materials Science and Surface Engineering



Institute of Engineering Materials and Biomaterials of the Silesian University  
of Technology, Gliwice, Poland

## Abstracting services

Journal is cited by Abstracting Services such as:



The Directory of Open Access Journals

## Reading Direct

This journal is a part of Reading Direct, the free of charge alerting service which sends tables of contents by e-mail for this journal and in the promotion period also the full texts of monographs. You can register to Reading Direct at

[www.openaccesslibrary.com](http://www.openaccesslibrary.com)

## Journal Registration

The Journal is registered by the Civil Department of the District Court in Gliwice, Poland

## Publisher



International OCSCO World Press  
Gliwice 44-100, Poland, ul. S. Konarskiego 18a/366  
e-mail: [info@openaccesslibrary.com](mailto:info@openaccesslibrary.com)

Bank account: Stowarzyszenie Komputerowej Nauki o Materiałach i Inżynierii Powierzchni  
Bank name: ING Bank Śląski  
Bank address: ul. Zwycięstwa 28, 44-100 Gliwice Poland  
Account number/ IBAN CODE: PL 76105012981000002300809767  
Swift code: INGBPLPW  
Gliwice

© 2013 International OCSCO World Press. All rights reserved

♻️ The paper used for this Journal meets the requirements of acid-free paper Printed in Poland





**Marek Roszak**

**Zarządzanie technologią**  
**Metodologia zarządzania**  
**technologią procesów materiałowych**





**Zarządzanie technologią**  
Metodologia zarządzania  
technologią procesów materiałowych

**OPINIODAWCY:**

**Prof. dr hab. inż. Leszek A. Dobrzański**  
(Instytut Materiałów Inżynierskich i Biomedycznych  
Politechniki Śląskiej – Gliwice)

**Prof. dr hab. inż. Adam Hernas**  
(Instytut Nauki o Materiałach Politechniki Śląskiej – Gliwice)

**Prof. dr hab. inż. Stanisław Tkaczyk**  
(Wydział Zarządzania Politechniki Warszawskiej – Warszawa)

**REDAKCJA TECHNICZNA:**

**Dr Paweł Jarka**  
(Politechnika Śląska – Gliwice)

ISSN 2083-5191

ISBN 978-83-63553-24-1

EAN 9788363553241





## Spis treści

<b>Streszczenie</b> .....	5
<b>Abstract</b> .....	7
<b>1. Wprowadzenie</b> .....	9
<b>2. Stan wiedzy z zakresu zarządzania technologią</b> .....	12
2.1. Pojęcie technologii .....	12
2.2. Technologia obróbki cieplnej .....	17
2.3. Projektowanie procesu technologicznego .....	20
2.4. Wpływ obróbki cieplnej i cieplno-chemicznej na strukturę procesu technologicznego .....	25
2.5. Jakość technologii .....	27
2.6. Dokumentacja technologiczna .....	33
<b>3. Praktyczne aspekty zarządzania technologią</b> .....	35
3.1. Zarządzanie procesem .....	39
3.2. Dokumentacja w zakresie systemu zarządzania .....	44
3.3. Plan kontroli procesu technologicznego .....	47
3.4. Audyt procesu technologicznego .....	51
3.5. Walidacja procesu technologicznego .....	52
<b>4. Ocena stanu zagadnienia</b> .....	55
<b>5. Koncepcja pracy</b> .....	59
5.1. Cel i teza pracy .....	66
<b>6. Metodologia zarządzania technologią</b> .....	70
6.1. Analiza wymagań standardów zarządzania .....	70
6.2. Zapewnienie jakości procesów obróbki cieplnej .....	77
6.3. Kontrola jakości w procesach obróbki cieplnej .....	83
6.4. Analiza przyczyn powstawania wad w procesach obróbki cieplnej .....	86
6.5. Koncepcja organizacji procesu zarządzania technologią na podstawie analizy ryzyka .....	92
6.6. Metodologia oceny obszarów krytycznych technologii .....	98
6.7. Metodologia zarządzania dokumentacją procesu technologicznego .....	102
<b>7. Weryfikacja opracowanej metodologii</b> .....	107
<b>8. Podsumowanie i wnioski końcowe</b> .....	112
<b>9. Prognozowany rozwój zagadnienia     zarządzania technologią</b> .....	121
<b>Literatura</b> .....	124





# Zarządzanie technologią

Metodologia zarządzania  
technologią procesów materiałowych



## Zarządzanie technologią

Marek Tadeusz Roszak

Instytut Materiałów Inżynierskich i Biomedycznych,

Politechnika Śląska, ul. Konarskiego 18a, 44-100 Gliwice, Polska

Adres korespondencyjny: Adres e-mail: marek.roszak@polsl.pl

### *Streszczenie*

**Cel:** *Celem niniejszej monografii naukowej jest próba opracowania metodologii w zakresie zarządzania technologią w oparciu o dokonane studium literaturowe i doświadczenie własne, w tym w zakresie wymagań sformalizowanych w funkcjonujących standardach zarządzania, ze szczególnym uwzględnieniem specyfiki procesów obróbki cieplnej.*

**Projekt/metodologia/podejście:** *Badania dotyczące rozwiązania postawionego problemu wymagały określenia znaczeniowego rozumianego współcześnie zakresu technologii w sferze realizacji materiałowych procesów produkcyjnych, tak od strony klasycznego podejścia do zagadnienia projektowania technologii jak i w zestawieniu tej problematyki w kontekście aspektów zarządczych. Diagnoza stanu problemu i wymagań stawianych procesom technologicznym z uwzględnieniem problematyki procesów obróbki cieplnej stanowią podstawę opracowanej metodologii zarządzania technologią, mającej na uwadze wybrane aspekty strategicznego, jak i operacyjnego zakresu zarządzania technologią. Rozwiązanie postawionego zadania oparto na sformalizowanym dylemacie „klepsydry” w zakresie zarządzania mającego na celu określenie optymalnego zakresu dokumentacji procesu technologicznego w zależności od przyjętych kryteriów ich analizowania. Praca dotyczy w swym zakresie analiz i badań w interdyscyplinarnym zakresie nauki o materiałach oraz nauk o zarządzaniu.*

**Osiągnięcia:** *Zasadnicze osiągnięcie dotyczy zaprojektowania metodologii zarządzania technologią, które zostało tak zaproponowane, iż może zostać zastosowane do różnych*

*procesów nie tylko tak, jak zostało to przedstawione w pracy do procesów technologicznych w zakresie obróbki cieplnej. Zyskano wartościowe i oryginalne wyniki zarówno pod względem poznawczym, jak i aplikacyjnym dotyczące określenia zakresu zarządzania technologią.*

**Ograniczenia badań/zastosowań:** *Badania i analizy mimo interdyscyplinarnego zakresu zostały ograniczone do procesu zarządzania technologią w obszarze procesów obróbki cieplnej, pomimo faktu zaliczania ich do procesów specjalnych. Stanowi to pewne ograniczenie badań, w tym również powstałego rozwiązania. Ze względu na specyfikę zagadnienia trudne jest oszacowanie ekonomicznych skutków wdrożenia zaproponowanych rozwiązań.*

**Praktyczne zastosowania:** *Praktyczne zastosowanie zaproponowanego rozwiązania związane jest z rosnącym zapotrzebowaniem w zakresie rozwiązań dotyczących aplikacyjnego zastosowania zarządzania technologią przez podmioty gospodarcze do praktyki produkcyjnej, ale także niniejsze opracowanie stanowi wyjście do dalszych rozważań i rozbudowy naukowej koncepcji zarządzania technologią.*

**Oryginalność/wartość:** *Zaprezentowany w niniejszym opracowaniu autorski pogląd w zakresie zarządzania technologią, w tym opracowaną metodologię zarządzania technologią stanowi oryginalne ujęcie tej tematyki. Wskazano na czynniki priorytetowe w zakresie zarządzania technologią, zaproponowano koncepcje oceny technologii oraz model zarządzania technologią. Wykazano zasadność podejmowania działań mających na celu określenie naukowego zagadnienia zarządzania technologią, w tym jego zasadność praktycznego zastosowania w procesach wytwarzania.*

**Słowa kluczowe:** *technologia, zarządzanie, zarządzanie technologią, zarządzanie procesem, zarządzanie wiedzą, system, proces, proces specjalny, obróbka cieplna*

**Cytowania tej monografii powinny być podane w następujący sposób:**

*M.T. Roszak, Zarządzanie technologią, Open Access Library, Volume 9 (27)(2013)1-140.*



## Technology management

Marek Tadeusz Roszak

Institute of Engineering Materials and Biomaterials,

Silesian University of Technology,

ul. Konarskiego 18a, 44-100 Gliwice, Poland

Corresponding author: E-mail address: marek.roszak@polsl.pl

### *Abstract*

**Purpose:** *The purpose of the work was to attempt to develop a methodology for the technology management based on the literature study and experience of its own, including the formal requirements in existing standards of management, with particular attention to the specifics of heat treatment processes.*

**Design/methodology/approach:** *In the research concerning the solution of the posed problem required the semantic definition of the contemporary understood range of technology in the sphere of material implementation of the productive processes, so from the classical approach to the technology design as well as the statement of the problem in the context of the management aspects. The diagnosis of the problem and requirements for technological processes including the problems of heat treatment processes constitute the basis of the developed methodology in the technology management, regarding selected strategic and operational aspects. The solution of the task was based on formal dilemma of "hourglass" in the field of management whose purpose was to determine the optimal scope of the documentation for the technological process depending on the adopted criteria. The work concerns the analysis and research in the interdisciplinary field of materials science and management science.*

**Findings:** *The original author's achievement concerns the design of the methodology for the technology management that could be applied to various processes, not only - as it was*

*presented in the work - for technological processes of heat treatment. There were gained valuable and original results concerning both cognitive and applicative sphere of the technology management.*

**Research limitations/implications:** *Despite the interdisciplinary scope, research and analyses have been limited to the process of the technology management in the field of heat treatment processes, although they were regarded as special processes. It constitutes a limitation of research, including the resulting solution. Due to the specific of the problem it is difficult to estimate the economic impact of the implementation of the proposed solutions.*

**Practical implications:** *The practical application of the proposed solution is related to the increasing demand for the application of the technology management by economic operators in the production practice, but also the output of this study is further consideration and scientific development of the technology management concept.*

**Originality/value:** *Presented in this paper an original idea in the field of the technology management, including the methodology of the technology management developed an original approach the subject. There were indicated the priority factors in the technology management, concepts of the evaluation of the technology and the technology management model. It has been shown the validity of actions taken to determine the scientific technology management issues, including the merits of practical use in manufacturing processes.*

**Keywords:** *technology, management, technology management, process management, knowledge management, system, process, special process, heat treatment*

**Reference to this paper should be given in the following way:**

*M. T. Roszak, Technology management, Open Access Library, Volume 9 (27)(2013)1-140 (in Polish).*



## 1. Wprowadzenie

Rolą każdego przedsiębiorstwa jest dostarczanie na rynek produktu spełniającego wymagania, co umożliwia osiągnięcie zysku. Brak spełnienia wymagań stanowi podstawowy czynnik uniemożliwiający funkcjonowanie przedsiębiorstwa na rynku. Według przeprowadzonych przez Instytut Badań Rynku - BIK Aschpurwis und Behrens w Hamburgu z roku 2003 badań dotyczących określenia, co jest najważniejsze w kreowaniu wizerunku organizacji, uzyskano odpowiedzi dla przedsiębiorstw dużych: a) zadowolenie klienta 93%, b) jakość produktów 85%, c) stosunek ceny do wydajności 67%, w grupie przedsiębiorstw średnich: a) jakość produktów 92%, b) zadowolenie klienta 89%, c) stosunek ceny do wydajności 78% [1].

Z przytoczonych wyników badań jednoznacznie wynika, że jakość produktów wytwarzanych przez przedsiębiorstwa oraz zadowolenie klienta stanowi najważniejszy czynnik kształtowania wizerunku organizacji. Zadowolenie klienta stanowi konsekwencję jakości produktu. Miarą zadowolenia klienta jest stopień spełnienia wymagań i oczekiwań, co równoznaczne jest z oceną jakości produktu. Kreowanie jakości produktu ściśle związane jest z jakością realizacji procesów wytwórczych, zarówno tych dotyczących operacji technologicznych, jak i tych dotyczących magazynowania oraz transportu wewnętrznego. Poprzez odpowiednie zarządzanie procesami wytwórczymi, a w tym technologią, przedsiębiorstwa są w stanie produkować produkty spełniające stawiane im oczekiwania i wymagania. Stopień trudności w zakresie zarządzania procesami wytwórczymi uzależniony jest od specyfiki procesów: ich wielkości, złożoności czy specjalizacji [2-4].

W ramach VII Ramowego Programu Unii Europejskiej określono po raz pierwszy jako jeden z preferowanych kierunków działań tzw. „inicjatywy technologiczne” [5]. Współcześnie coraz bardziej dobitnie podkreśla się, iż należy patrzeć na wyniki badań jak na produkt, który posiada pewną wartość rynkową, w tym przede wszystkim postrzeganą jako innowacyjną i podlegającą ekonomicznym regułom gry. Wiedza staje się towarem uczestniczącym w kreowaniu wartości dodanej realizowanych procesów. W pełni akceptowana jest zasada „wiedza jest towarem” [195]. W zakresie technologii procesów materiałowych łańcuch tworzenia wartości analizowany może być w sekwencji materiałowych procesów wytwarzania, ale także w sekwencji instytucjonalnej tworzenia, udostępniania i transferu wiedzy technologicznej. Priorytetowe kierunki działań realizowanych w państwach dynamicznie się rozwijających ukierunkowane są na poszukiwanie nowych technologii produkcyjnych

i odpowiedniego zarządzania tą sferą [5,6,13].

Zarządzanie organizacją to cały szereg spójnie podejmowanych działań mających na celu zapewnić jej istnienie i przyszłość. Działania związane z kreowaniem nowych produktów związane są z modernizacją lub wdrażaniem nowych procesów produkcyjnych - nowych technologii [7].

Rozwój procesów wytwórczych współcześnie opiera się na kompleksowym zarządzaniu procesami wchodzącymi w ich zakres, w szczególności procesów technologicznych [7,8].

Zarządzanie procesami technologicznymi najogólniej polega na przejściu od sporadycznego stosowania w wybranych operacjach i zabiegach zarządzania opartego o kryterium jakości do kompleksowego jego zastosowania w całym łańcuchu technologicznym. Łańcuchy technologiczne stanowią zasadniczy zakres procesów głównych organizacji wytwórczych i podlegają ustalonym celom określonym przez kryteria: wydajności, jakości czy kosztów [9].

Organizacja Narodów Zjednoczonych ds. Rozwoju Przemysłowego - UNIDO od ponad 10 lat promuje i podejmuje działania mające za zadanie upowszechnienie naukowych zasad zarządzania technologią postrzegając tę problematykę jako istotną w dobie rozwoju przedsiębiorczości i innowacyjności a mającą na celu minimalizację trudności w wykorzystywaniu technologii do pomnażania kapitału przedsiębiorstw. Globalizująca się gospodarka opiera się na wiedzy, a zakres zarządzania technologią postrzegany jest jako jeden z najważniejszych czynników wzrostu gospodarczego [10].

Technologia stanowi rodzaj wiedzy, który - jak piszą Wiesław M. Grudzewski i Irena Hejduk - „*nie podlega zużyciu, choć się starzeje*” [2]. Technologia stanowi własność intelektualną i w wielu przypadkach chroni się ją prawem. Sprzedaż wiedzy technologicznej stanowi jedno z podstawowych gałęzi współczesnego rynku gospodarczego. Jednakże samo posiadanie prawa do wykorzystania wiedzy technologicznej nie jest równoznaczne z jej odpowiednim wykorzystaniem, lecz w tym zakresie dotyczy odpowiedniego zarządzania nią. Zmiana technologii - jest podstawowym wymogiem dla współczesnego biznesu [7,11,14,43], co stanowi prawdę znaną tak długo, jak długo ludzkość kreuje aspekty techniczne związane z jej egzystencją. Dylemat pierwszeństwa nauki przed technologią stanowi jeden z nierozstrzygniętych w pełni do dziś zagadnień. Z punktu widzenia niniejszej pracy istotą rozwiązania owego dylematu jest poszukiwanie odpowiedzi dotyczącej synergii skojarzeń nauki i technologii.

Inżynier funkcjonujący w obszarze procesów wytwarzania bardzo często zajmuje się projektowaniem technologii. Inżynier technolog w zakresie realizowanego projektowania



oprócz wymaganej wiedzy z obszaru nazywanego inżynierią procesów musi posiadać wiedzę z zakresu szeroko rozumianego zarządzania jakością, w tym metod kontroli jakości i sterowania jakością, narzędzi i metod zarządzania jakością, zapewnienia jakości w zakresie opracowywania niezbędnych mechanizmów mających na celu zagwarantowanie oczekiwanej jakości procesu i produktu, metod diagnozowania przyczyn występowania niezgodności [70]. Pozwala to na pełniejsze spojrzenie na zagadnienie technologii [12]. Na rynku pojawia się nowy zawód tzw. technolog wiedzy [6,167].

Dziedzina technologii plasująca się wśród nauk technicznych, jak i nauk ekonomicznych, współcześnie musi być postrzegana jako ważna ze względu na niepodważalny wpływ na życie społeczeństw i kreowanie rezultatów działalności podmiotów gospodarczych. Dynamika zmian w zakresie rozwoju procesów industrialnych przewartościowała zasób kapitału na traktowany dziś jako najważniejszy zasób wiedzy, stanowi to podstawę do nazywania współczesnego okresu erą zarządzania wiedzą, w której technologia stanowi determinantę szybkości zmian gospodarczych [13-15,43,70,185].

Niniejsze opracowanie ma na celu zaprezentowanie koncepcji oryginalnej metodologii zarządzania technologią. Koncepcja założeń dotyczących niniejszego opracowania została podporządkowana technologii obróbki cieplnej i cieplno-chemicznej, dokonując weryfikacji mającej na celu wskazanie praktycznej możliwości implementacji opracowanej metodologii w warunkach przemysłowych. Wyznaczenie optymalnego rozwiązania w zakresie zarządzania procesami technologicznymi stanowi wartość użyteczną niniejszej pracy bazującej na opracowaniu oryginalnego aparatu metodologicznego w zakresie nauk o zarządzaniu i nauk technicznych, w tym w dyscyplinie inżynieria materiałowa. Wybór obszaru zagadnień poruszanych w opracowaniu dotyczy kryterium:

- poznawczego - określenie uogólnionych zasad w zakresie zarządzania technologią,
- użytecznego - mającego za zadanie wdrożenie zaproponowanego rozwiązania.

Celem niniejszej pracy nie jest wykazanie doraźnych skutków ekonomicznych związanych z implikacją zaproponowanych rozwiązań metodologicznych w zakresie zarządzania technologią, gdyż efektywność implikacji prezentowanych rozwiązań ściśle związana jest z rzeczywistymi uwarunkowaniami realizacji procesów, rodzajem stosowanych technologii i technik wytwarzania.

Podjęto zadanie przedstawienia pojęć, zasad, wykazanie powiązań w zakresie szeroko rozumianego zarządzania procesami technologicznymi, stanowi to płaszczyznę dla szerszego i pełniejszego spojrzenia na problematykę zarządzania jakością w obszarze technologii, w tym w szczególnym zakresie realizacji procesów obróbki cieplnej i cieplno-chemicznej.

## 2. Stan wiedzy z zakresu zarządzania technologią

### 2.1. Pojęcie technologii

Słowo technologia ma grecką etymologię: „*Techne*” oznacza rzemiosło, „*Logos*” - naukę. Stosowane powszechnie konwencjonalne znaczenie słowa technologia jest zdecydowanie szersze, oznacza ono ogół wiedzy odnoszącej się do kreacji przez człowieka różnorodnych rzeczy lub zjawisk. Dzieje technologii można uznać, iż są tak stare jak dzieje ludzkości.

Z reguły angielskie „*technology*” oznacza technikę, natomiast „*technique*” - technologię wykonania, co w ogólnie przyjętym w Polsce zakresie znaczeniowym przyjmuje się wyrażać przez - technologię.

Technologia to zastosowanie nauki w różnych przejawach inżynierskiego działania. Technologia stanowi dziedzinę nauki łączącą nauki podstawowe, mająca na celu analizę, syntezę i opis w zakresie procesów i środków wytwarzania w poszukiwaniu ich optymalnych rozwiązań [16,17].

Uważa się, że technologia stanowi współcześnie jedną z najpotężniejszych sił kreujących współczesność i przyszłość, stanowiąc jeden z najważniejszych czynników powodujących zwiększoną niepewność sytuacji dla wielu gałęzi gospodarki. Obserwowany intensywny rozwój w zakresie technologii jest jednym z głównych cech współczesnego społeczeństwa [2,6,15].

Pojęcie technologii nierozzerwalnie związane jest z pojęciem systemu produkcyjnego i procesu wytwarzania. System produkcyjny dotyczy zagadnienia na wskroś współczesnego analizowania szeroko pojmowanej produkcji jako systemu realizowanego w danej organizacji opartego o proces transformacji wektora wejścia w wektor wyjścia, często nazywanego procesem produkcyjnym, odpowiada to anglojęzycznemu pojęciu *production* [3,16,18].

Wytwarzanie (ang. *manufacturing*) to proces mający na celu uzyskanie wyrobu przez przetwarzanie lub łączenie (montaż) różnych materiałów. Proces wytwórczy dotyczy wytwarzania produktu czyli przetwarzania czynników produkcji w produkty [18-20,22].

Podstawowy proces produkcyjny składa się z następujących rodzajów operacji: technologicznych, kontrolnych, transportowych oraz magazynowych [18-20,22].

W literaturze przedmiotu, jak również praktyce przemysłowej pojęcie „proces technologiczny” występuje wraz z pojęciem „proces produkcyjny” oraz „proces wytwórczy”. Dla potrzeb niniejszej pracy przyjęto definicję procesu technologicznego, jako głównej części procesu produkcyjnego podstawowego, w ramach którego następuje zmiana kształtów, własności fizykochemicznych, wyglądu zewnętrznego przetwarzanego materiału lub trwała



zmiana wzajemnego położenia poszczególnych części wchodzących w skład produkowanego produktu, podczas montażu [3,14,16,18,19,22].

Najważniejszą część procesu technologicznego tworzy operacja, gdyż to ona stanowi miejsce kreowania wartości dodanej w całym łańcuch dostaw. Rysunek 1 przedstawia hierarchiczność struktury łańcucha dostaw.

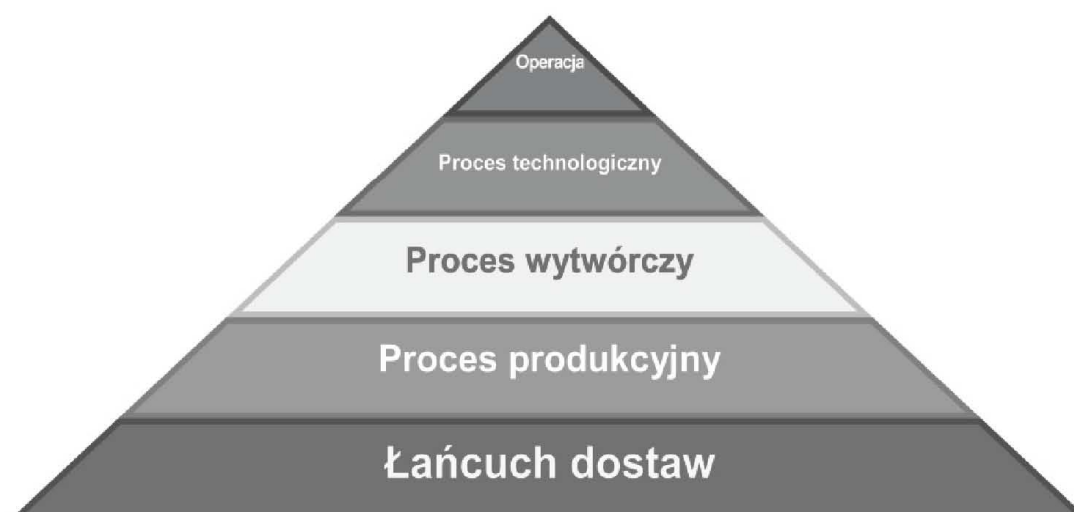
Technika wytwarzania to obszar dotyczący doboru metod i środków wytwarzania zgodnie z przyjętymi kryteriami optymalizacji, w tym z uwzględnieniem kryteriów technologicznych [19-21,194].

Technologia maszyn to obszar technologii w zakresie wytwarzania narzędzi, urządzeń i maszyn. Jeden z podstawowych działów technologii maszyn stanowią procesy obróbki cieplnej [16].

Podstawowym celem procesów technologicznych jest nadanie oczekiwanych właściwości produktowi mając na uwadze charakter [3,4,16]:

- geometryczny - dokładność kształtów i wymiarów założonych w procesie projektowania i konstruowania,
- fizyko-chemiczny - właściwości użytkowe i eksploatacyjne zdefiniowane przez użytkownika, projektanta, konstruktora.

Technologia jest jedną z najbardziej dynamicznie rozwijających się dziedzin w pełni stosujących zasadę *continuous improvement* - ciągłego doskonalenia. Ciągłe doskonalenie technologii opiera się na rozwoju metod i środków technicznych wytwarzania oraz zmiennych potrzebach i celach / funkcjach wytwarzanych produktów, to proces poszukiwania innowacji technologicznych [7,11,153,197].



**Rysunek 1. Struktura łańcucha dostaw**

Rozwój technologii według Josepha Schumper'a, Roberta Slow'a, Petera Druckera oraz Romualda Kolmana stanowi podstawę rozwoju technicznego i zarazem istotną dźwignię konkurencyjności przedsiębiorstw i gospodarek [2,7,15,83].

Rozwój technologii dotyczy współcześnie obszarów interdyscyplinarnych zależnych lub tworzących ściśle zależności, szczególnie w obszarze metrologii i zarządzania, w tym w szczególności zarządzania jakością [23].

Każda technologia określana jest przez poziom doskonałości, definiowany dokładnością cech geometrycznych oraz uzyskanymi właściwościami produktu. Doskonałość technologii jest jednym z generalnych kryteriów przyjmowanych w poszukiwaniu nowych rozwiązań technologicznych [14,23,43].

Zależność doskonalenia technologii od stosowanych metod pomiarów i osiągnięć metrologii nie budzi żadnych zastrzeżeń, choć w zakresie metrologii w wielu procesach wytwórczych popełnia się zasadnicze błędy w jej wykorzystaniu, co w sposób generalny wpływa na efektywność ich stosowania [153].

W zakresie metrologii w procesach wytwórczych nie tylko liczy się dokładność pomiarowa, ale miejsce, czas oraz sposób realizacji pomiaru. Powyższe stanowi aspekt zarządczy w zakresie projektowania procesów technologicznych mających wpływ na kreowanie jakości zarówno procesu, jak i wyrobu, problematyka ta nazywana jest technologią kontroli jakości [24,25].

Poszukuje się zasad i reguł w obszarze zarządzania technologią w zakresie jakości, ale również w aspektach dotyczących problematyki środowiska i bezpieczeństwa [26-28]. Znaczenie kreowania i wdrażania w obszarze zarządzania procesami technologicznymi koncepcji zarządzania jakością jest w pełni uzasadnione. Zastosowanie nie tylko statystycznej kontroli procesów, ale zarządzania jakością totalną, kierunkuje i warunkuje rozwój technologii, o ile pytanie o granice rozwoju metod metrologicznych jako ekonomicznie i technicznie uzasadnionych jest słuszne i możliwe do określenia, tak pytanie o granice rozwoju metod, zasad i technik zarządzania jakością w odniesieniu do procesów, w tym technologii nie posiada uzasadnienia, gdyż nie istnieje technologia doskonała, jak również nie istnieje doskonała formuła zarządzania. Granice rozwoju w tym zakresie stanowi postrzegany przez naukowców, inżynierów i wizjonerów horyzont rozwoju techniki [167].

W zakresie rozwoju nowych technologii porzucono jedynie określanie jej poprzez wskaźniki ekonomiczne jak wydajność, ale podnosi się analizowanie rozwoju nowych

technologii przez pryzmat kryteriów socjo-społecznych, które dziś stanowią o sobie coraz dobitniej, w tym również w zakresie kryteriów środowiskowych, jako określenie stopnia oddziaływania danej technologii na środowisko [27-29, 31-32,34].

Technologia ze względu na swoją istotę staje się łącznikiem między obszarami nauki z wielu dziedzin, technicznych środków produkcji oraz zarządzania operacyjnego, ale także odnosi się do aspektów prawa, tak lokalnego jak i globalnego [21,35].

Technologia oddziałuje na wiele sposobów na produkty [12,36,37]:

- poprzez możliwość dostarczenia nowego produktu o nowych właściwościach,
- poprzez modyfikację dotychczasowego produktu,
- poprzez zwiększanie niezawodności produktów,
- poprzez obniżkę kosztów jego wytwarzania.

Technologia stanowi spójny mianownik dla efektów działań każdego przedsiębiorstwa, gdyż [2]:

- ma zasadniczy wpływ na charakter materialny, właściwości wytwarzanego wyrobu,
- posiada charakter intelektualny, w tym zakresie stanowi obszar zagadnień związany z zarządzaniem wiedzą (*know - how*),
- kształtuje wynik ekonomiczny organizacji - poprzez uzyskanie przewagi ekonomicznej, konkurencyjności na rynku,
- w zakresie przedsiębiorstw realizujących procesy specjalne, takie jak np. procesy obróbki cieplnej - mające charakter usługi, stanowi o istocie realizacji usługi.

Technologię ze względu na etap jej powstawania dzieli się na [3,16,22]:

- technologię projektową - związana z opracowaniem sposobu realizacji procesu wytwarzania wraz ustaleniem parametrów jego realizacji, zagadnienie to posiada szczególne znaczenie i w największym stopniu pozwala osiągać sukces rynkowy, gdyż dla wielu procesów ustalenie optymalnych parametrów procesu pozwala na osiągnięcie oczekiwanych wyników, przykładem takiego rodzaju procesów są procesy obróbki cieplnej,
- technologię procesów wytwórczych - związana jest z wykorzystaniem odpowiednich maszyn i urządzeń pozwalających uzyskać oczekiwane właściwości produktu, w tym zakresie decydującymi są zasoby będące w dyspozycji przedsiębiorstwa.

Oczekiwane rezultaty realizacji procesów, tak techniczne i ekonomiczne, wynikają z zarządzania technologią, w tym z wykorzystania współczesnych środków, zasad, metod oraz uregulowań, także prawnych, w zakresie szeroko rozumianego zarządzania.



**Tablica 1. Kategorie technologii [11]**

Kategoria	Opis
Bazowa	Technologiczny fundament przedsiębiorstwa, szeroko dostępna konkurencji
Kluczowa	Technologia mająca największy wpływ na efekty zmagania się z konkurencją
Dyktująca tempo	Technologia we wczesnym stadium rozwoju, która charakteryzuje się możliwością do przeformułowania podstaw konkurencji
Wschodząca	Technologia niosąca obietnicę przeformułowania podstaw konkurencyjnych w długim okresie czasu

Znaczenie technologii jest tak duże, iż stanowi ona podstawę do opracowywania strategii przedsiębiorstw w tym zakresie. Opracowywanie strategii rozpoczyna się od kompleksowego audytu technologicznego, którego celem jest określenie konkretnych technologicznych cech konkurencyjności przedsiębiorstwa. Przykładowy podział technologii pod kątem ich konkurencyjności prezentuje tablica 1 [11].

Poszukiwanie odpowiedzi na pytanie o zakres znaczenia technologii i zarządzania technologią we współczesnej i przyszłej koniunkturze gospodarczej, posiada wiele znamion pytań o charakter wytwórczości, od problemów najbardziej ogólnych do problemów skojarzeniowych w obszarze wielu dziedzin nauki [17-19,38-40].

Dla potrzeb niniejszego opracowania zarządzanie technologią zostało zdefiniowane jako *zespół podejmowanych analiz w zakresie doboru technik, metod i narzędzi zarządzania mających na celu najbardziej efektywne zarządzanie pozwalające uzyskać wysoką skuteczność i efektywność realizacji określonej technologii.*

Zarządzanie technologią współcześnie najbardziej widoczne jest w takich gałęziach przemysłu jak: przemysł samochodowy, zbrojeniowy, elektryczny, informatyczny. Dynamicznie rozwijający się przemysł samochodowy wymusza dynamikę rozwoju przemysłu maszynowego i stosowanych przez nie technologii wytwarzania. Obróbka części maszyn stanowi jeden z najważniejszych obszarów działalności gospodarczej państw wysoko uprzemysłowionych [41-43].

W obszarze obróbki powierzchni części maszyn stosuje się systematykę metod i sposobów obróbki z podziałem na dwie grupy [3,4,16,43]:

- geometryczną (mającą za zadanie nadania żądanej dokładności kształtów, wymiarów i wzajemnego położenia odpowiednich powierzchni),

- własnościową (mająca za zadanie nadanie własności użytkowych, eksploatacyjnych, dotyczącą własności fizyko-chemicznych).

Stosowanie różnych metod i sposobów obróbki można scharakteryzować w następujący sposób [3,4,16,21,43,46]:

- obróbka skrawaniem i erozyjna, polegająca na usunięciu pewnej warstwy powierzchni i uzyskaniu określonej chropowatości,
- obróbka plastyczna (na zimno lub gorąco), polegająca na kształtowaniu własności powierzchni poprzez zgniot, także mającej wpływ na kształtowanie własności materiału objętościowo,
- obróbka cieplna i cieplno-chemiczna, polegająca na utworzeniu na powierzchni warstwy dyfuzyjnej lub obrobionej cieplnie, w tym również może dotyczyć obróbki objętościowej.

Właściwości wyrobu zależą w znacznej mierze od własności materiału, stanowiąc wynik zmian własności materiału spowodowanych realizacją kolejnych obróbek. Realizacja procesów obróbki cieplnej i cieplno-chemicznej w tworzeniu właściwości wyrobów odgrywa współcześnie znaczącą rolę w wielu procesach wytwórczych.

## 2.2. Technologia obróbki cieplnej

Obróbka cieplna często jest uważana za sztukę, a nie naukę. Procesy obróbki cieplnej towarzyszą ludzkości od ponad 4 tysięcy lat, można uznać, że stanowią jedną z najstarszych stosowanych technologii [45].

Pierwsza technologia obróbki cieplnej dotyczyła operacji wyżarzania, które stosowane było przed operacjami kucia. Pierwszy opis hartowania został podany przez Homera ok. 700 lat p.n.e.. Kolejno zastosowanie wyżarzania powiązano z nawęglaniem w piecach opalanych węglem drzewnym, co wykorzystywano w produkcji w Chinach, Indiach i Egipcie, kolejno opracowano procesy długotrwałego wyżarzania stali damasceńskiej, wyżarzania żeliwnych odlewów w celu uzyskania lepszej ciągliwości żeliwa, kolejno realizowano próby oziębiania stali w oliwie przeprowadzane za czasów Cesarstwa Rzymskiego, pierwsze zdefiniowanie problemu obróbki cieplno-chemicznej nastąpiło w roku 1871 przez W. Kluka (Polaka) i dotyczyło procesu nawęglania stali w proszkach, w roku 1893 F. Osmond (Francuz) formułuje pierwsze podstawy naukowe procesów obróbki cieplnej [45].

Procesy obróbki cieplnej stosowane są dla metali i ich stopów, mają na celu kształtowanie określonych własności mechanicznych, co sygnalizowane jest zmianą ich twardości,

wytrzymałości na rozciąganie, granicy plastyczności, odporności na korozję, zużycie i innych oczekiwanych cech, w tym najważniejszej zmiany struktury [46-49,57,139].

Wiedza na temat struktury w stanie równowagi termodynamicznej, uwarunkowanej realizacją termicznych procesów i reakcji prowadzących do zmiany struktury, stanowi warunek do poprawnego zaprojektowania technologii i realizacji procesów obróbki cieplnej [48].

Powtarzalność procesu obróbki cieplnej stanowi warunek konieczny pozwalający uzyskać prognozowane własności materiału. W tym zakresie do najważniejszych parametrów realizacji obróbki cieplnej mających istotny wpływ na wynik procesu zalicza się temperaturę operacji, czas i atmosferę, które definiowane są w połączeniu ze składnikami stopu, powinowactwem z medium dyfuzyjnym oraz geometrią materiału [21,48-50].

Kompleksowe zarządzanie procesem technologicznym, w tym w zakresie projektowania opiera się na wieloletnim doświadczeniu i wykorzystaniu informacji z dotychczas realizowanych procesów, poprzez gromadzenie danych z ich realizacji. Działanie to ma generalny wpływ na jakość, koszty oraz czas wytwarzania produktu [51,52].

Procesy obróbki cieplnej zaliczane są do tzw. procesów specjalnych. Procesy specjalne pierwszy raz zostały zdefiniowane w normie PN - ISO 8402 *Zarządzanie jakością i zapewnienie jakości – Terminologia* [33]. Procesy specjalne to takie procesy, których rezultaty nie mogą zostać zweryfikowane przez późniejsze kontrole i badania lub takie, w których powstałe w procesie produkcji wady mogą pojawić się dopiero w trakcie użytkowania wyrobu przez klienta. Ze względu na ograniczone możliwości ich weryfikacji, nadzór nad takimi procesami podlega szczególnym obostrzeniom. Wymaga się, żeby procesy te były wykonywane przez odpowiednio wykwalifikowanych pracowników, a ich parametry były ciągle monitorowane, zaleca się również w tym względzie dokonywać kwalifikacji procesów, operacji i wyposażenia. Zaleca się, aby procesy specjalne zarządzane były przy użyciu stosowanych narzędzi i metod z zakresu zarządzania jakością [33,53].

Zakres rodzajów obróbki cieplnej i cieplno-chemicznej stosowanych w procesach technologicznych jest znaczący. Do najczęściej stosowanych w przemyśle operacji zalicza się: wyżarzanie, hartowanie, odpuszczanie, nawęglanie, azotowanie i węgloazotowanie [48].

Najogólniej operacje obróbki cieplnej realizowane są jako [21,47,48,56,139]:

- przygotowujące materiał do procesu wytwarzania, np. wyżarzanie normalizujące,
- kształtujące właściwości technologiczne w trakcie realizacji procesów wytwarzania, np. wyżarzanie rekrytalizujące,



- kształtujące właściwości materiału docelowo w całej objętości, np. hartowanie i odpuszczanie,
- kształtujące właściwości warstwy wierzchniej materiału, np. azotowanie.

Operacje obróbki cieplnej realizowane są z różnych przyczyn, w procesach wytwarzania przeplatają się z operacjami obróbki skrawaniem i plastycznej, i tak na przykład [16,47,48]:

- dla odlewów i konstrukcji spawanych, jako operacje mające na celu usunięcie naprężeń,
- dla wyrobów poddawanych obróbce plastycznej, jako operacje mające na celu usunięcie efektów zjawiska umocnienia.

Operacje obróbki cieplnej możemy podzielić na dwie zasadnicze grupy [54]:

**1) operacje uwarunkowane technologią, do których zalicza się:**

- wyżarzanie normalizujące,
- wyżarzanie izotermiczne,
- wyżarzanie rekrytalizujące,
- wyżarzanie odprężające,
- wyżarzanie zmiękczone,
- ulepszanie wstępne,
- odpuszczanie po szlifowaniu, oraz

**2) operacje warunkujące uzyskanie właściwości wyrobu, do których zalicza się:**

- operacje hartowania,
- operacje ulepszenia cieplnego,
- operacje nasycania dyfuzyjnego warstwy wierzchniej.

Częstotliwość występowania operacji obróbki cieplnej, ich rodzaj i miejsce w procesie zależy od efektu końcowego stawianego danemu wyrobowi i opracowanej technologii wytwarzania. Należy zwrócić uwagę na fakt, iż każda operacja oddziałuje na własności materiału już osiągnięte, jak i na te, które mają być osiągnięte w dalszych operacjach, szczególnie rodzaj operacji w tym zakresie stanowią operacje np. hartowania dwukrotnego realizowanego w procesach technologicznych np. wałków [48].

Nie sposób pominąć w tym obszarze zagadnienia dotyczącego zakresu stosowanych materiałów i wpływu rodzaju materiału na parametry procesu. Ze względu na pryzmat postrzegania zagadnienia projektowania technologii - etap doboru materiału jest zakończony na etapie projektowania konstrukcyjnego. Rodzaj wybranego materiału stanowi jedno

z najważniejszych kryteriów ograniczających w projektowaniu technologii, jednakże bezsprzecznie jest najważniejsze pod względem formułowania zakresu technologii [21,44,56,60,65].

Rodzaje operacji obróbki cieplnej uwarunkowane funkcją i konstrukcją wyrobu ustalane są z reguły przez konstruktora na etapie projektowania konstrukcyjnego i wynikają z własności dobranego materiału. Rodzaj materiału stanowi jedno z podstawowych kryteriów klasyfikacji, gdyż materiał definiuje rodzaj procesu obróbki cieplnej, zastosowanych operacji, jak i parametrów realizacji obróbki. Proces wytwarzania uwarunkowany przesłankami technologicznymi ustala technolog. Należy podkreślić, iż działanie to ma znaczący wpływ na prawidłowość ekonomiczną procesu oraz jakość procesu i wyrobu [48,50].

Rozwój w zakresie procesów obróbki cieplnej zmierza w kierunku zmiany procesu technologicznego poprzez [57,139]:

- ewolucję sposobów grzania,
- minimalizację energochłonności procesów,
- automatyzację i robotyzację realizacji procesu.

Znaczenie procesów obróbki cieplno-chemicznej zostało określone w ramach przeprowadzonego badania foresightowego dotyczącego kształtowania struktury i własności powierzchni materiałów inżynierskich, jako malejące wobec istniejącej konkurencji ze strony innych nowoczesnych i stale rozwijających się procesów, jednakże nadal jest interesujące ze względów praktycznej realizacji, czego potwierdzeniem jest duże zainteresowanie, w szczególności przemysłu motoryzacyjnego, wykorzystaniem potencjału tych technologii. Technologia podstawowa obróbki cieplnej ma swoją niezagrożoną pozycję w procesach wytwarzania części maszyn, dynamicznie rozwijającą się w szczególności w zakresie problematyki sposobów grzania i chłodzenia z zastosowaniem przystanków izotermicznych, co pozwala na uzyskiwanie lepszych własności obrabianych materiałów [58-60].

### 2.3. Projektowanie procesu technologicznego

Projektowanie technologii związane jest ściśle z planowaniem operacji stanowiących podstawowy element składowy procesu. Operacje te mogą dotyczyć geometrii, jak i kształtowania poszczególnych własności materiału poddawanego obróbce, a związanych ze strukturą materii. Każda operacja zaplanowana w procesie technologicznym oddziałuje zarówno na własności już

osiągnięte, jak i te, które mają być osiągnięte w kolejnych zaplanowanych operacjach. Wynika stąd fakt, iż nie można procesu technologicznego traktować tylko jako sumy poszczególnych operacji. Szczególnym zagadnieniem związanym z projektowaniem procesów technologicznych jest ich struktura stanowiąca ściśle określony porządek wewnętrzny mający na celu uzyskanie zaplanowanych właściwości wyrobu [3,12,16,50,61,181,182].

Opracowanie projektu procesu technologicznego ma zasadnicze powiązania z takimi działaniami inżynierskimi jak: dobór materiału, dobór operacji technologicznych, określenie ograniczeń wymiarów, masy czy objętości, zdefiniowanie trudności warunków pracy, przewidywanych możliwości uszkodzeń, dostępności, określenia skali produkcji, wyników analizy wartości, analizy technologiczności konstrukcji, analizy technologiczności materiału, oszacowania zapotrzebowania na energię, zaplanowania transportu technologicznego, wykorzystania posiadanej wiedzy oraz wielu innych. Proces projektowania inżynierskiego technologii wymaga znajomości wielu czynników, w tym zagadnień związanych z szeroko rozumianym obszarem inżynierii materiałowej [21,61-63].

Proces technologiczny obróbki zachodzący w systemie wytwarzania w odniesieniu do wyrobu opisuje zbiór działań realizowanych przez elementy systemu obróbki, w wyniku których następuje dyskretna zmiana charakterystyki przedmiotu obrabianego ze stanu wejściowego w stan wyjściowy [22,62].

Postać procesu technologicznego zależy od szeregu czynników, najważniejsze z nich to [3,16,21,22,48]:

- wiedza technologiczna, stanowiąca zbiór informacji umożliwiających prawidłowe zaprojektowanie procesu technologicznego.
- dane o systemie wytwarzania obejmujące charakterystyki technologiczne elementów systemu wytwarzania,
- założenia ekonomiczne obejmujące wielkość programu produkcyjnego, powtarzalność serii oraz przewidywany termin dostarczenia wyrobu na rynek.

W literaturze przedmiotu można wyróżnić następujące podejścia do projektowania procesów technologicznych [62,64,65]:

- metodę wariantową, o zdeterminowanym lub częściowo zdeterminowanym wzorcu struktury,
- metodę semigeneracyjną o ogólnym wzorcu w postaci modelu struktury,
- metodę generacyjną, w których rolę wzorca pełni zbiór zasad i reguł pozwalających na budowę procesu.

Metody wariantowe odnoszą się do zagadnienia podobieństwa procesów technologicznych, polega to na przyporządkowaniu dla danej części procesu spośród opracowanych wcześniej procesów, dla zbiorów części technologicznie podobnych. Zakres zastosowania metody wariantowej ogranicza się do określonych grup części i zdefiniowanych typowych procesów. Należy zaznaczyć, że w wielu przypadkach zakres przeprowadzonych modyfikacji może być znaczny, co wynika także z faktu, że adaptowany proces technologiczny mógł być opracowany wcześniej w innych warunkach zewnętrznych wpływających na przebieg projektowania. Według danych amerykańskich, 30-90% nowego wyrobu tworzą elementy wykonane wcześniej. Oznacza to, że dla pozostałych części, zwłaszcza nietypowych, należy wypracować rozwiązanie konstrukcyjne i wykonać kompleksową dokumentację technologiczną. Jest to istotna wada metody wariantowej, która zmusza do stosowania innych metod projektowania [65].

W grupie metod wariantowych wyróżnia się:

- projektowanie na podstawie procesów indywidualnych,
- projektowanie na podstawie procesu grupowego,
- projektowanie na podstawie procesu typowego.

Metody generacyjne, bazujące na syntezie procesu technologicznego, przyniosły kolejny znaczący postęp w ewolucji systemów Computer Aided Process Planning - CAPP. W metodzie generacyjnej brak jest występowania fazy tworzenia wzorca.

Metody semigeneracyjne łączą zalety metod wariantowych - możliwość pozyskiwania procesu typowego dla zadanej części i metod generacyjnych - możliwość generowania szczegółowego procesu obróbki dla zadanego systemu wytwarzania.

W każdej z powyżej wymienionych metod projektowania procesów technologicznych istotne jest określenie zasobów wiedzy i zarządzania nią w skuteczny i efektywny sposób mający na uwadze osiągnięcie zamierzonych celów.

W praktyce projektowania procesów technologicznych wyróżnia się dwa podejścia do ich opracowywania [3,16]:

- koncentracji,
- różnicowania.

Koncentracja organizacyjna polega na uproszczeniu prac związanych z organizacją i planowaniem produkcji niemającej wpływu na postać i wynik procesu.

Różnicowanie operacji polega na obróbce przedmiotu na dużej liczbie obrabiarek, przy czym na każdej z nich obrabiana jest jedna lub najwyżej dwie do trzech powierzchni,



wykorzystuje się rozbitcie operacji złożonych na proste jedno- lub kilkozabiegowe, prowadzi to do uzyskania prostego procesu technologicznego, łatwiejszego do zarządzania.

Proces projektowania procesu technologicznego składa się z następujących etapów [3,16]:

- analizy danych (konstrukcyjnych i technologicznych) wejściowych do projektowania,
- wyboru postaci materiału wejściowego,
- planu wstępnego procesu technologicznego,
- wyboru środków produkcji,
- weryfikacji planu procesu technologicznego,
- ustaleniu parametrów operacji obróbczych,
- ustaleniu programu produkcyjnego,
- ostatecznego ustalenia procesu technologicznego,
- wykonania dokumentacji technologicznej.

W zakresie pełnego procesu projektowania inżynierskiego rozróżnia się następujące etapy [16,21,48]:

**a) Projektowanie konstrukcyjne** - składającego się na zadania:

- określenia właściwości wyrobu,
- opracowania koncepcji wyrobu,
- opracowania konstrukcji wyrobu,
- wyboru materiału.

**b) Projektowanie technologiczne** - składającego się na zadania:

- opracowania technologii,
- określenia parametrów procesu,
- optymalizacji parametrów procesu,
- ustalenia zasad kontroli,
- ustalenia parametrów kontroli.

**c) Projektowanie procesu wytwarzania** - składającego się na zadania:

- ustalenia harmonogramu produkcji,
- ustalenia maszyn i urządzeń wytwórczych,
- ustalenia narzędzi i przyrządów kontrolno-pomiarowych,
- ustalenia zasad zarządzania procesem wytwarzania.

Projektowanie procesów technologicznych w szczególności dotyczy problematyki określenia czynników mających wpływ na proces, w tym w aspekcie analizy technicznej i ekonomicznej [25,26,67,68].

Projektowanie procesów technologicznych zależy od wielu aspektów, jednym z najważniejszych, w tym w kontekście procesów obróbki cieplnej jest materiał. Zagadnienie doboru materiału ma zasadnicze znaczenie techniczne i ekonomiczne, którego dokonuje konstruktor, ma on decydujący wpływ na projektowanie procesu technologicznego. Rodzaj i postać materiału wejściowego do procesu wytwarzania zawęża w pewien sposób wybór oraz stanowi podstawowe kryterium doboru operacji wytwarzania i parametrów obróbki. Z reguły materiał stanowi punkt wejścia w projektowaniu technologii. Jednym z kryteriów wyboru materiału w zakresie stali konstrukcyjnych, pozwalającym uzyskać wysokie własności wytrzymałościowe wyrobu przy zastosowaniu odpowiedniego rodzaju operacji obróbki cieplnej jest hartowność. W powyższym zakresie podejmuje się ocenę technologiczności materiału poprzez określenie zdolność do jego wytworzenia a kolejno przetworzenia w gotowy produkt, przy dysponowanej wiedzy, wyposażeniu i technologii [16,21,48,49,56,66,69,70,77].

Kolejnym zagadnieniem związanym z projektowaniem technologii jest dobór środków produkcji, technolog dokonuje wyboru środków produkcji przede wszystkim na podstawie analizy charakterystyki zasobów produkcyjnych danego przedsiębiorstwa. Z jednej strony wybór uwarunkowany jest osiągnięciem zgodności w zakresie założonych warunków realizacji danej operacji, a z drugiej ekonomiką realizacji procesu. Czynniki wpływające na wybór maszyn i urządzeń związane są z m. in. z ich wydajnością czy cechami konstrukcyjnymi [16,18,22,50,81].

Różnorodność zasobów produkcyjnych przedsiębiorstw, a także rodzajów i postaci materiałów leży u podstaw wariantowości procesów technologicznych. Zagadnienie to nie tylko związane jest z teoretycznym rozważaniem ilości możliwych do zrealizowania procesów wytwórczych danego wyrobu, ale ma zasadniczy wpływ na ocenę tak skutków technicznych, jak i ekonomicznych realizacji procesów. Wykonana przez autora niniejszej pracy analiza wariantów realizacji procesu technologicznego koła zębatego o określonych parametrach pozwoliła zdefiniować aż 221 rozwiązań różniących się rodzajem i postacią materiału, rodzajem stosowanych technik wytwarzania jak również użytych narzędzi. Ta znacząca ilość możliwych rozwiązań projektu procesów technologicznych jednego wyrobu powoduje, że jest

to zagadnienie złożone i wymagające szerokiej wiedzy. W zakresie wariantowości procesów podejmowane są zadania mające na celu poszukiwanie narzędzi komputerowego wspomaganie w zakresie projektowania procesów technologicznych [51,71,72,75,76].

Istotnym zagadnieniem w zakresie projektowania procesów technologicznych jest analiza technologiczności konstrukcji. Ma na celu ocenę dostosowania konstrukcji przedmiotu do specyficznych wymagań wybranej technologii jego produkcji. Analiza technologiczności obejmuje zagadnienia dotyczące postaci konstrukcyjnej w kontekście wymagań stosowanej technologii, np. wielkości komory pieca, specjalistycznego oprzyrządowania; analizy własności materiału poddawanego obróbce w odniesieniu do parametrów realizacji technologii; określenia najkorzystniejszego wariantu w układzie: konstrukcja - materiał - technologia w układzie kosztów. Na etapie projektowania procesu technologicznego bez możliwości ingerencji w postać konstrukcyjną wyrobu stanowi to jedno z podstawowych ograniczeń. Analiza technologiczności prowadzona na etapie projektowania technologii wymaga podejmowania działań mających na celu pogodzenie przeciwieństw zachodzących między wymaganiami materiałowymi i możliwościami danej technologii wytwarzania. W omawianym zakresie nie istnieją żadne ogólne reguły, na podstawie których można by zdecydować o wyborze danej metody wytwarzania, a każdy układ produkt - proces należy analizować indywidualnie [16,21,48,81,82].

Zagadnienie projektowania technologii jest zagadnieniem dynamicznym, zmieniają się techniki wytwarzania, projektowane i wdrażane do stosowania są nowe materiały, zmiany technologiczne wymagają pokierowania i zarządzania tą sferą działalności przedsiębiorstw wytwórczych [21,25,48,55,73].

Szczególnym rodzajem operacji mających znaczący wpływ na strukturę procesu technologicznego są operacje obróbki cieplnej i cieplno-chemicznej.

## 2.4. Wpływ obróbki cieplnej i cieplno-chemicznej na strukturę procesu technologicznego

Operacje obróbki cieplnej mają istotny wpływ na strukturę procesu technologicznego, operacje te przeplatają się z operacjami obróbki skrawaniem, jak i plastycznej, i ze względu na swój charakter i celowość stosowania występują na różnych etapach realizacji procesów technologicznych. Znajomość w zakresie celowości stosowania danej operacji obróbki cieplnej stanowi tu podstawę do zaplanowania poprawnego procesu technologicznego i w konsekwencji osiągnięcia oczekiwanych właściwości wyrobu [21,48,56]. W tablicy 2 przedstawiono wybrane podstawowe operacje obróbki cieplnej i cieplno-chemicznej i ich miejsce w procesach wytwarzania.

**Tablica 2. Miejsce w procesie wytwarzania wybranych rodzajów operacji obróbki cieplnej i cieplno-chemicznej**

Rodzaj operacji	Miejsce w procesie
Wyżarzanie odprężające	<i>Realizowane w początkowych etapach procesu technologicznego, po obróbce zgrubnej</i>
Nawęglanie	<i>Realizowane zasadniczo po obróbce kształtującej lub przed w zależności od stosowanej metody zabezpieczenia obszarów niepoddawanych obróbce</i>
Hartowanie	<i>Realizowane po obróbce kształtującej, jak również po operacji nawęglania</i>
Azotowanie	<i>Realizowane po obróbce kształtującej, jak również po operacji hartowania</i>
Cyjanowanie	<i>Realizowane jako ostatnia operacja procesu technologicznego, (jedyna możliwość wykonania docierania po jej realizacji)</i>

W procesach, w których realizowane jest ulepszenie cieplne, a wynikiem jej realizacji jest uzyskanie niskich twardości 32-34 HRC, obróbkę taką można zastosować przed rozpoczęciem obróbki skrawaniem, gdyż twardość ta nie stanowi przeszkody do jej przeprowadzenia [47].

W przypadku operacji hartowania i nawęglania, które przeprowadzane są w wysokich temperaturach mogących powodować odkształcenia, planuje się je po obróbce kształtującej, ale przed obróbką wykańczającą [21,47,48,77].

W procesach technologicznych, w których zaplanowano utwardzanie wybranych powierzchni obrabianego wyrobu, występują dodatkowe operacje związane z zabezpieczeniem przed nawęglaniem powierzchni lub produkt nawęgla się cały, a następnie obrabia mechanicznie tę część wyrobu z pozostawionym naddatkiem na obróbkę, które mają być nie utwardzone [3,4,16,56].

W procesach technologicznych kół zębatach najlepiej widoczny jest problem ustalenia kolejności operacji. W przypadku, gdy koło zębate ma być nawęglane, hartowane i odpuszczane, możliwe są dwa rozwiązania [3,4]:

- przed nacięciem zębów zabezpiecza się powierzchnie, które mają być nieutwardzone, po nacięciu zębów następuje ulepszenie cieplne,
- nawęglanie następuje po nacięciu zębów, lecz przed hartowaniem i odpuszczaniem należy usunąć warstwę nawęgloną z tych powierzchni, które powinny zostać miękkie.

Typowy proces projektowania technologii polega na opracowaniu koncepcji procesów technologicznych i pomocniczych, określeniu jakości półfabrykatów wejściowych, wyznaczeniu sieci operacji technologicznych, zaprojektowaniu konstrukcji i technologii



oprzyrządowania specjalnego, doskonaleniu technologii na podstawie prototypów, serii próbnej lub bieżącej produkcji. Każda operacja technologiczna identyfikowana jest przez dobór stanowiska produkcyjnego i jego wyposażenia, określenia struktury operacji (zabiegów, przejść, czynności), doboru oprzyrządowania i narzędzi znormalizowanych i specjalnych, wyznaczeniu parametrów technologicznych, określenie norm i normatywów (czasowych, materiałowych, narzędziowych). Działania powyższe dotyczą również projektowania technologicznego w obszarze obróbki cieplnej, w tym względnie istotne jest zachowanie pewnego modelowego podejścia do projektowania procesów technologicznych, tu przedstawionego w obszarze obróbki cieplnej - rysunek 2, prezentuje opracowany ogólny model projektowania technologicznego w obszarze procesów obróbki cieplnej w ujęciu procesowym [21,48,49,61,63,75,77].

Działania badawczo-projektowe w fazie przygotowania produkcji, a w tym również w aspekcie projektowania technologii, mają za zadanie przygotowanie przedsiębiorstwa do produkcji w aspektach organizacyjno-materiałowych. Faza ta kończy się opracowaniem modelu informacyjnego dotyczącego danego wyrobu i procesu jego wytwarzania w postaci dokumentacji projektowej i technologicznej [74].

Całość efektów prac fazy przygotowania produkcji zmierza do zapewnienia optymalnej jakości wyrobu i procesu w kolejnych fazach cyklu oraz warunkuje jego prawidłowy przebieg.



*Rysunek 2. Ogólny model projektowania procesów obróbki cieplnej w ujęciu procesowym*

## 2.5. Jakość technologii

Jakość technologii stanowi ważne zagadnienie w zakresie problematyki dotyczącej procesu wytwarzania, plasuje się w obszarze zarówno technicznego określenia jakości realizowanych

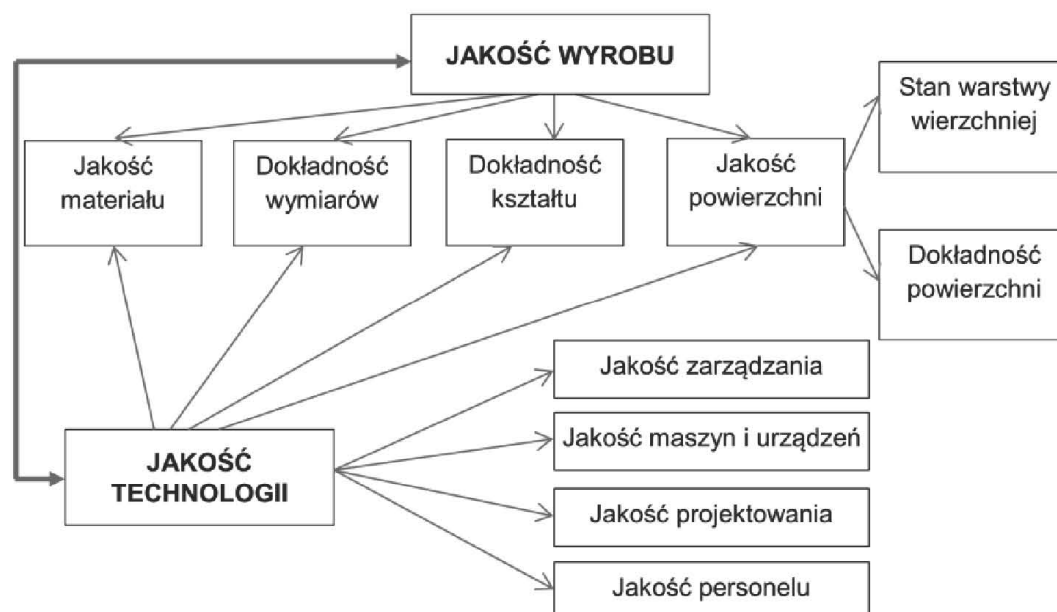
procesów i wytwarzanych wyrobów, jak i jakości zarządzania technologią [134-136].

Sformułowanie dotyczące jakości definiowane jest współcześnie w obszarze poruszanej w niniejszym opracowaniu tematyki, jako próbiez poziomu technologii, a tym samym stanowi bodziec do projektowania innowacyjnego i postępu technicznego w procesach wytwarzania [78-80].

Zagadnienie jakości technologii dotyczy w całym swoim zakresie problematyki unowocześnienia metod wytwarzania, ale także w znaczącej mierze usprawnienia organizacji produkcji [14,29,80].

Definiowanie jakości dla zakresu technologii jest w pełni uzasadnione przez pryzmat prowadzonych analiz kwalitonomicznych. Zarówno pojęcie technologii, jak i jakości, jest definiowalne [83]. Zagadnienie definiowania spójnego określenia dla jakości technologii stanowi transformatę określenia jakości wyrobu - rysunek 3.

Jakość technologii to zespół kryteriów określonych dla czynników i ich związków mających istotny wpływ na funkcję celu definiowaną przez jakość wyrobu. Jakość wyrobu jako spełnienie wymagań dlań określonych stanowi podstawę do definiowania jakości technologii. Definiując jakość poprzez charakterystykę optymalnych cech wartości użytkowych dla danej technologii uzyskujemy punkt wyjścia do definiowania jakości technologii. Z punktu widzenia klienta w zakresie potrzeby komfortu i doznań estetycznych definiowanych przez kryteria estetyki i ergonomii stanowi dla producenta obszar poszukiwania technologii nowoczesnych i doskonalenia zarówno procesów, a przez co i produktów [82-85,91].



**Rysunek 3.** Wybrane składowe jakości wyrobu i jakości technologii

Czynniki decydujące o jakości technologii mogą podlegać pewnym warunkom ograniczającym, oraz tworzyć mocne i słabe związki przyczynowo - skutkowe. Ograniczenia oraz związki przyczynowo - skutkowe uzależnione są od stosowanych rodzajów technologii, co jest związane z jej różnorodnością opartą o aspekty technicznego zaplecza procesów technologicznych - stosowane maszyny, urządzenia, linie produkcyjne, narzędzia czy systemy pomiarowe [8,67,75,85].

Całościowe i skończone poszukiwanie liczby permutacji dla rozwiązań technologicznych określonych projektów wyrobów, jak już wspomniano, wydaje się być ze względu na dynamikę rozwoju technik wytwarzania działaniem ograniczonym tempem doskonalenia w tym zakresie. Rozwój technologii wymuszany jest przez rozwój nowych technik wytwarzania. Powyższe jednak nie wyklucza i nie obniża wartości prac podejmowanych w zakresie wartościowania technologii na podstawie analizy w kryterium: technologicznym, ekonomicznym czy jakościowym [25,79,80,86,87].

Każdy produkt definiowalny jest poprzez jakość użytkową stanowiącą o jego cechach w tym: technicznych, użytkowych, estetycznych, ekonomicznych oraz wielu innych, w tym także dotyczących spełnienia wymagań prawnych w zakresie obszarów dotyczących przepisów handlu, odpowiedzialności producenta za produkt oraz przepisów środowiskowych [30,88-90].

Jakość technologii związana jest z zagadnieniem jakości wyrobu, jak zdefiniował Janusz Dietrych [92,93] w twierdzeniach dotyczących racji wytworu i kryteriów konstrukcyjnych zasadniczo stosowanych w procesie projektowania konstrukcyjnego:

- wytwór (produkt) posiada określony cel techniczny (określone właściwości),
- użycie wytworu (produktu) ma wartość w sensie opłacalności ekonomicznej,
- wytwór (produkt) ma cechy, które umożliwiają wykonanie go przy użyciu dostępnych środków technicznych,

powyższe pozwala zdefiniować relatywne tezy dla technologii:

- technologia określana jest przez pryzmat celu, jaki ma pozwalać osiągnąć,
- technologia określana jest przez pryzmat ekonomiki produkcji, posiada wartość w sensie opłacalności ekonomicznej,
- technologia określana jest przez pryzmat zastosowanej techniki, infrastruktury przemysłowej.

Powyższe twierdzenia zarówno w zakresie projektowania konstrukcyjnego, jak i technologicznego, stanowią rację celowości technicznej, ekonomicznej i technologicznej

tworząc podstawę w kontekście poszukiwania rozwiązań nowych technologii. Racje te można uznać za kryteria generalne w analizie i syntezie procesów technologicznych, nie tylko w obszarze technologii maszyn.

Zagadnieniem istotnym jest definiowanie i opis zjawisk związanych z funkcją wpływu technologii na własności materiału. Wpływ ten jest uzasadniony z racji stosowanej technologii, stanowi czynnik mający w decydujący sposób wpływ na kształtowanie funkcji celu wyrobu, ale również jako czynnik mogący wpłynąć w nieuzasadniony sposób powodując zmianę własności materiału pogarszającą lub uniemożliwiającą uzyskanie funkcji celu dla danego wyrobu [21,91,94,95].

Dokładność procesów wiąże się z definiowaniem wielu czynników ją kształtujących, stanowi ona jeden z podstawowych elementów oceny jakości wyrobu. Jakość wyrobu stanowi wynik jakości procesu wytwarzania, w tym przede wszystkim jakości procesu technologicznego. Dokładność realizacji poszczególnych operacji procesu technologicznego określa jakość wyrobu [36,82,83].

Jakość realizowanych działań w ramach zdefiniowanych poziomów struktury procesu technologicznego ma istotny wpływ na jakość technologii. Dla powyższego zakresu zagadnienia można założyć uogólniony wzór jakości technologii w ujęciu strukturalnym procesu (1) [83]:

$$J_t = \sum_{k=0}^n \binom{n}{k} J_o \quad (1)$$

gdzie:

$J_t$  - jakość technologii,

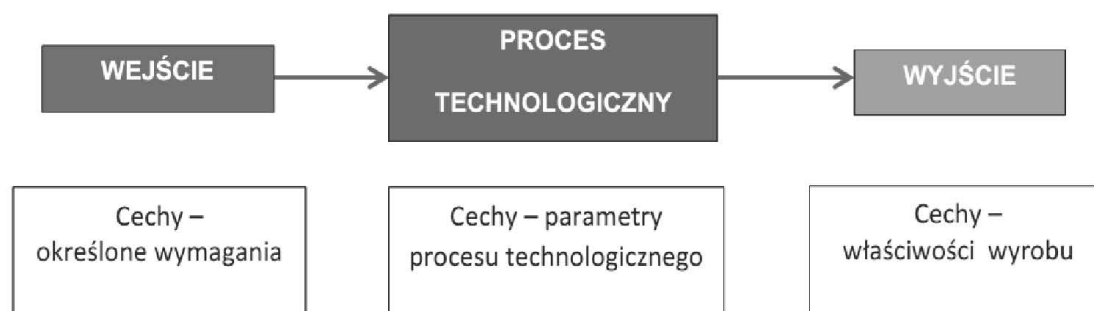
$J_o$  - jakość poszczególnych operacji technologicznych.

Jakość technologii jest sumą jakości poszczególnych operacji oraz jakości działań cząstkowych operacji - zabiegów realizowanych w procesie.

Poprawne zaprojektowanie procesu technologicznego na podstawie odpowiednio zdefiniowanych wymagań, a kolejno - zapewnienie realizacji ustalonych kryteriów procesu technologicznego pozwala na uzyskanie oczekiwanych właściwości wyrobu - rysunek 4.

Jakość technologii dotyczy najczęściej określenia stanu wyrobu definiowanego poprzez cechy wyrobu po wykonaniu ostatniej operacji technologicznej zdefiniowanej w łańcuchu technologicznym odniesionej do przyjętych kryteriów opisu technologii [74,82,94,95].





*Rysunek 4. Technologia w ujęciu procesowym*

Jakość technologii dotyczy najczęściej określenia stanu wyrobu definiowanego poprzez cechy wyrobu po wykonaniu ostatniej operacji technologicznej zdefiniowanej w łańcuchu technologicznym odniesionej do przyjętych kryteriów opisu technologii [74,82,94,95].

Do podstawowych kryteriów oceny jakości technologii procesów obróbki cieplnej zaliczyć można ocenę własności [9,25,46,48]:

- materiału poddanego procesowi technologicznemu,
- warstwy wierzchniej, jako wyniku realizacji technologii,
- w zakresie uzyskanej dokładności wymiarów dla stosowanej technologii.

Własności materiału dotyczą oceny cech fizycznych, chemicznych i mechanicznych materiału obrabianego.

Własności warstwy wierzchniej uzyskiwanej w trakcie realizacji procesu technologicznego dotyczą fizycznych, chemicznych, mechanicznych i geometrycznych zmian kształtujących jej właściwości wyrobu [47,48,140,141,161].

Zbiory kryteriów oceny jakości, tak wyrobu jak i technologii, posiadają ze sobą wspólne obszary, podejmowane analizy i oceny zarówno wyrobów, jak i technologii dotyczą w szczególności [9,25,32,86,95,201]:

- funkcjonalności - osiągnięcie celu określonego tak dla wyrobu, jak i technologii; źródło podejmowanych analiz w tym względzie związane jest z etapem projektowania i konstruowania, technologicznością konstrukcji, również w kontekście ergonomii wyrobu i bezpieczeństwa realizacji procesu, ekologii w zakresie oddziaływania procesu i wyrobu na środowisko, itd.,
- trwałości - osiągnięcia określonych właściwości wyrobu i niezmienności uzyskanych cech w czasie użytkowania, ale również trwałość technologii jako właściwości określającej jej wartość i siłę oddziaływania na kształtowanie właściwości wyrobów,

- niezawodności - związanej z miarami skuteczności i efektywności uzyskiwanych właściwości wyrobu, w tym także niezawodności stosowanej technologii,
- ekonomiki - dotyczącej kosztów wytworzenia wyrobu, w tym kosztów technologii, również w zakresie oceny wartości wyrobu i technologii.

Nie bez znaczenie jest dla powyższych założeń sformułowanie kryteriów wyboru metod technologicznych, tak w zakresie jej skuteczności, jak i efektywności.

Miarę skuteczności technologii określić można jako osiągnięcie funkcji celu opisanej właściwościami wyrobu.

Miarę efektywności technologii określić można jako osiągnięcie kryteriów jakościowych i biznesowych stawianych dla analizowanego wyrobu, pozwalającej uzyskać przewagę nad innymi przedsiębiorstwami wytwarzającymi produkt o tożsamy lub zbliżonych właściwościach, a dostępnych globalnie na rynku [7,66-68].

Badanie jakości dotyczące zagadnienia projektowania technologii powinno uwzględniać kryteria jej poprawności i ekonomiczności, zasięg kontroli w tym względzie powinien być kompleksowy, poprzez zastosowanie odpowiednich metod kontroli jak metryzacja, porównanie z innymi dostępnymi technologiami - benchmarking technologiczny [191].

Najkrócej jakość technologii można zdefiniować jako *stopień spełnienia wymagań dotyczących realizacji procesu technologicznego* [95-98].

Badania w zakresie oceny jakościowej procesów technologicznych powinny mieć na celu optymalizację poziomu jakości rozpatrywanych procesów, w celu wybrania konkretnych wariantów technologii, z punktu widzenia możliwej do uzyskania jakości - najkorzystniejszej w zakresie ekonomii.

Jakość technologii zależy od następujących kryteriów, które muszą zostać podjęte w procesie projektowania technologii [95-98]:

- materiału - własności materiału definiują jego obrabialność, w kontekście technologii obróbki cieplnej podatność na zmianę własności materiału powierzchniowo lub objętościowo; w obszarze nauki w zakresie procesów obróbki cieplnej prowadzi się badania mające na celu określenie optymalnych warunków obróbki cieplnej (chemicznej) dla danego materiału, w tym określenie warunków optymalnych dla osiągnięcia określonych własności materiału,
- maszyny i urządzenia - decydują o wyborze technologii w danym przedsiębiorstwie, stanowiąc ograniczenia w tym zakresie, jak również dotyczące organizacji procesu

produkcyjnego, tak w jednym i drugim obszarze dokonuje się optymalizacji ze względu na kryterium jakości, kosztu i czasu,

- kosztów - cel biznesowy przedsiębiorstw jest nadrzędny, poszukuje się technologii nisko kosztowych, zgodnie z teorią Nedlera, koszty stanowią także koszty dotyczące jakości jak koszty braków.

Jakość technologii jest miarą spełnienia przez nią wymagań, powyższe charakteryzują cztery kategorie:

- wzrost oczekiwań klientów: dynamika zmian wymusza poszukiwanie technologii, które pozwolą uzyskać produkt spełniający oczekiwania klientów [149],
- zaostrenie konkurencji: technologia stanowi najważniejszy aspekt kreowania konkurencyjności przedsiębiorstwa [6],
- regulacje prawne: produkt jest wynikiem procesu wytwarzania, ale to jego rdzeń - technologia odpowiedzialna jest za kreowanie właściwości wyrobu, za który odpowiedzialność ponosi producent, rosnąca ilość przepisów w zakresie oddziaływania technologii na środowisko naturalne oraz bezpieczeństwo użytkowników zmusza do dogłębnego analizowania spełnienia wymagań przez przedsiębiorstwa w zakresie stosowanych technologii [30,180],
- strategia przedsiębiorstwa: nie jest możliwe produkowanie nowoczesnych wyrobów bez stosowania nowoczesnych technologii, technologie stanowią zasadniczą pozycję w budowie strategii przedsiębiorstw [201,202].

## 2.6. Dokumentacja technologiczna

Problem zarządzania współcześnie bardzo często odnoszony jest do dokumentacji powstającej w danym zakresie, ilość wymagań w tym obszarze zdecydowanie rośnie. W zakresie realizacji procesów produkcyjnych jednym z najistotniejszych zasobów informacyjnych stanowi dokumentacja technologiczna, stanowiąca zbiór dokumentów i zapisów zawierających niezbędne informacje i dane do zapewnienia prawidłowego przebiegu poszczególnych operacji w przyjętym procesie technologicznym. Celem stosowania odpowiedniego zakresu dokumentacji technologicznej jest standaryzacja realizacji procesu technologicznego [30,48,50,100,101,126].

Do czynników decydujących o zakresie i szczegółowości dokumentacji technologicznej zalicza się: wielkość produkcji, rodzaj wyrobu, kwalifikacje pracowników, ale także coraz

częściej wymagania stawiane przez klientów oraz systemy zarządzania funkcjonujące w przedsiębiorstwach czy łańcuchach wytwórczych.

Dokumentacja konstrukcyjna stanowiąca element wejścia do procesu projektowania technologii dla wyrobu powinna obejmować między innymi [16,18,48]:

- rysunek wykonawczy, konstrukcyjny,
- opis techniczny - schemat działania,
- warunki techniczne.

Podstawowy zakres dokumentacji technologicznej obejmuje:

- kartę technologiczną,
- instrukcję obróbki,
- instrukcje szczegółowe, w tym procesów obróbki cieplnej, kontroli, kart kalkulacyjnych.

Zarządzanie dokumentacją technologiczną w przedsiębiorstwach produkcyjnych dotyczy przede wszystkim problematyki:

- aktualności dokumentacji w czasie i miejscu,
- zarządzania zmianami dotyczącymi procesów i odzwierciedlenia tych zmian w dokumentacji,
- wycofywania oraz archiwizacji dokumentacji i jej powtórnego wykorzystania.

Zarządzanie dokumentacją technologiczną musi przyjmować w przedsiębiorstwie ustalony system dysponowania zawartą w dokumentach informacją, zagadnienie te szczególnie ważne jest ze względu na zarządzanie technologią.

Opracowanie dokumentacji technologicznej najczęściej odbywa się w dwóch etapach:

- wstępnym - dotyczy dokumentacji uproszczonej,
- docelowym - dotyczy dokumentacji szczegółowej.

Problem zarządczy istniejący współcześnie dotyczy struktury i zakresu dokumentacji technologicznej, którą można uznać za poziom wystarczający dla uzyskania postawionych celów, w tym w zakresie jakości realizacji procesu, ale również sprawności zarządzania. Dublowanie się dokumentów lub brak dokumentów na poszczególnych etapach zarządzania technologią stanowi ważny problem do rozwiązania. Rosnące wymagania w zakresie dokumentacji procesu, w tym również zapisów, stanowią ważne ogniwo nie tylko w zakresie sprawności systemu zarządzania, ale także w sferze biznesowej przedsiębiorstw [99].

Zakres i szczegółowość dokumentacji technologicznej w kontekście koncepcji niniejszej pracy stanowi postawiony problem związany ze skutecznością i efektywnością zarządzania technologią.



### 3. Praktyczne aspekty zarządzania technologią

Zagadnienie dotyczące zarządzania ewoluuje od ponad stu lat, kiedy zostały określone naukowe podstawy w tym obszarze przez F. W. Taylora, K. Adamieckiego, a kolejno uzupełniane i rozwijane przez W. A. Shewarta, W. E. Deminga, J. Jurana, P. Crosby'go, L. Wasilewskiego, E. Kindlarskiego, R. Kolmana i wielu innych [35,86].

Intensywny rozwój nauk technicznych, w tym również w zakresie technologii, wymusza postęp w zakresie metod badań i oceny jakości realizowanych procesów. W procesach technologicznych, a w szczególności dotyczących procesu montażu zagadnienia naukowego zarządzania zostały wykorzystane bardzo szybko przez Henry Forda w zakresie organizacji i zarządzania procesami produkcyjnymi w fabryce samochodów.

Ponad stuletnie doświadczenie oraz zgromadzony znaczący dorobek naukowy w dziedzinie nauk o zarządzaniu, a także dynamika towarzysząca rozwojowi szczególnie w ostatnich dziesięcioleciach tej dziedziny nauki, powoduje, że naukowe zarządzanie ma silne powiązania z wieloma obszarami nauki w bardzo szerokim zakresie od ekonomii, socjologii po nauki techniczne [79,80,84,94,95,104-109].

Fundamenty naukowego zarządzania stanowią zagadnienia dotyczące działań ustalonych w ciągu zdarzeń: planowanie, organizowanie, sprawdzanie, doskonalenie, kwartet ten jest wyznacznikiem każdego podejmowanego działania [73].

Współcześnie najważniejszym kryterium oceny realizowanych procesów jest ocena ich efektywności i poszukiwanie odpowiedzi w zakresie metod diagnozowania oraz zastosowania odpowiednich narzędzi do zwiększania poziomu ich efektywności [25,31,103,104].

Technologia należy do głównych zasobów (*tu traktowana jako wiedza / informacja*) każdej organizacji, w zakresie zarządzania technologią podkreśla się znaczenie jej doskonalenia jako strategicznego działania zapewniającego *status quo* przedsiębiorstwa. Adam Smith w swoim dziele naukowym „*Bogactwo Narodów*” postawił osąd dotyczący wzrostu wydajności pracy, gdzie twierdził, że nie tylko ilość osób zatrudnionych w produkcji czy podział pracy ma na nią najistotniejszy wpływ, ale postęp techniczny - nowoczesność rozwiązań technicznych, w tym także technologii jako „*rodzaj prac pomnażających wartość*” [107]. Powyższe skłania do postawienia tezy, że technologia, jak i sposób jej użycia stanowią istotny element kreowania „*źródeł bogactwa*”. Powyższa teza została udowodniona w pracy zatytułowanej „*Ocena wybranych procesów wytwórczych w oparciu o analizę wartości*”, w której przedstawiono

wyniki analizy porównania procesów o identycznych skutkach końcowych, a innej drodze ich osiągnięcia - zastosowanej technologii. Badania wykazały znaczne różnice w efektywności kosztowej i czasowej realizacji badanych procesów, również dowiodły prawdziwości postawionej tezy, iż to właśnie technologia wraz z zapleczem technicznym przedsiębiorstw stanowi decydujący wpływ w zakresie uzyskiwania przewagi biznesowej na rynku [87].

W zakresie zarządzania wyróżnić można wiele dylematów związanych z kreacją idei, metod czy narzędzi zarządzania, dotyczą one oceny siły ich wpływów na zmianę postaw oraz ich postrzeganie i powszechną akceptację. W zakresie upowszechniania zagadnień dotyczących zarządzania największy wpływ w minionych dwóch dekadach wywarło opracowanie oraz wdrażanie do praktyki organizacyjnej systemów zarządzania opartych na sformalizowanym podejściu [88,99,108,109,186].

W zakresie działalności normalizacyjnej w zakresie zarządzania jakością nieprzerwanie od ponad 30 lat prowadzone są prace ukierunkowane na standaryzację w zakresie: terminologii, wymagań, procesu audytowania, procesu certyfikacji, akredytacji czy procedur statystycznych [89].

Pierwsza standaryzacja w zakresie systemów jakości miała miejsce w Wielkiej Brytanii w latach 70-tych XX stulecia, w roku 1971 ustanowiona została norma BS 4778 „*Quality vocabulary*” będąca słownikiem terminów związanych z zapewnieniem jakości, w roku 1972 ustanowiono normę BS 4891 „*A guide to quality assurance*” dotyczącą problematyki w zakresie konstruowania i funkcjonowania systemów i procedur zapewnienia jakości, kolejno w roku 1974 ukazała się trzyczęściowa norma BS 5179 „*Guidelines for Quality Assurance*” dotycząca funkcjonowania i oceny systemu zapewnienia jakości, a w roku 1979 wydana została pierwsza edycja normy BS 5750 „*Quality systems*” będącej pierwowzorem norm ISO serii 9000 opracowanych przez Komitet Techniczny ISO/TC-176, co uznawane jest za początek międzynarodowej standaryzacji związanej z systemami jakości.

Ilość wdrożeń systemów zarządzania i różnorodność powstających rozwiązań systemowych w różnych obszarach działalności gospodarczej stanowi wartość nie do przecenienia w zakresie nauk o zarządzaniu, w szczególności z podnoszoną w tym zakresie ideą ciągłego doskonalenia [131,138,197].

Dynamiczny rozwój w zakresie sformalizowanych systemów zarządzania od opublikowania w roku 1987 pierwszej serii norm ISO 9000 dotyczących zarządzania jakością wyzwala rozwój uszczegółowionych systemów zarządzania w wąskich zakresach specjalizacji dotyczących

różnych obszarów zastosowań, czego przykładem jest specyfikacja techniczna ISO/TS 16949 „Systemy zarządzania jakością, szczegółowe wymagania dotyczące stosowania ISO 9001 w przemyśle motoryzacyjnym oraz w organizacji produkujących części zamienne” dla branży motoryzacyjnej, poprzez uszczegółowienie wymagań [41,42,110,178,179].

Realizowane podejście w zakresie międzynarodowej standaryzacji systemów jakości daleko wykracza poza postrzeganie opracowanych norm jako narzędzi zarządzania skutecznych w zastosowaniu tylko w obszarze przedsiębiorstwa, cel przyświecający standaryzacji od samego początku ma za zadanie uzyskanie racjonalnego poziomu stosowanych procedur w obrocie towarem w całym łańcuchu dostaw. W powyższym zakresie bardzo istotną rolę pełni wiarygodność informacji w systemie zarządzania jakością, w tym rodzaj i zakres stosowanych dokumentów [30].

Norma ISO 9001 dotycząca wymagań systemu zarządzania jakością określa je na poziomie podstawowym przy zachowaniu wysokiego poziomu ich ogólności. Dla przedsiębiorstw produkcyjnych, w tym w szczególności realizujących procesy specjalne, do których zalicza się procesy obróbki cieplnej, może stanowić to obszar wymagający uszczegółowienia [111].

Wymagania normy ISO 9001 postrzegane są współcześnie jako fundament wymagań w zakresie systemów jakości, jeżeli przedsiębiorstwo współtworzy łańcuch dostaw z innymi organizacjami coraz częściej musi spełniać wymagania sprecyzowane w normach branżowych, sytuację tę można zaobserwować w zakresie wspomnianego już przemysłu motoryzacyjnego i stosowanej, w tym zakresie specyfikacji technicznej ISO/TS 16949 [110].

Przedsiębiorstwa produkcyjne realizujące procesy obróbki cieplnej nie projektują wyrobów, zakres projektowania w ich przypadku dotyczy procesu projektowania technologii. Ten szczególny rodzaj procesów odnosi się do zagadnienia walidacji procesów, gdyż wyniki realizacji procesów obróbki cieplnej nie w całym zakresie mogą być sprawdzone w późniejszych operacjach kontroli wyrobu. W obszarze procesów specjalnych powstają również uszczegółowione sformalizowane standardy międzynarodowe czy branżowe [109,110,112,205].

Dynamiczne zmiany w zakresie koncepcji systemów zarządzania jakością wynikają z innowacji produktowych i procesowych, umiędzynarodowienia procesów wytwarzania, zwiększających się oczekiwań klientów, globalizacji rynku [22,102,103].

Powyższe zagadnienie związane jest z dynamicznie kształtowanym przez różne organizacje opracowywaniem standardów mających na celu sformalizowanie wymagań, w tym ich uszczegółowienie, co najczęściej dotyczy sektorów branżowych realizujących procesy specjalne [53].

Zagadnienie powyższe można zawrzeć w dwóch obszarach:

- zakresie zarządzania oraz
- szczegółowości zarządzania.

Problematyka zarządzania w zakresie działań operacyjnych, w tym w zakresie zarządzania technologią zawiera się w zakresie problemu nazwanego przez autora pracy dylematem „klepsydry” w zarządzaniu - rysunek 5 [52].

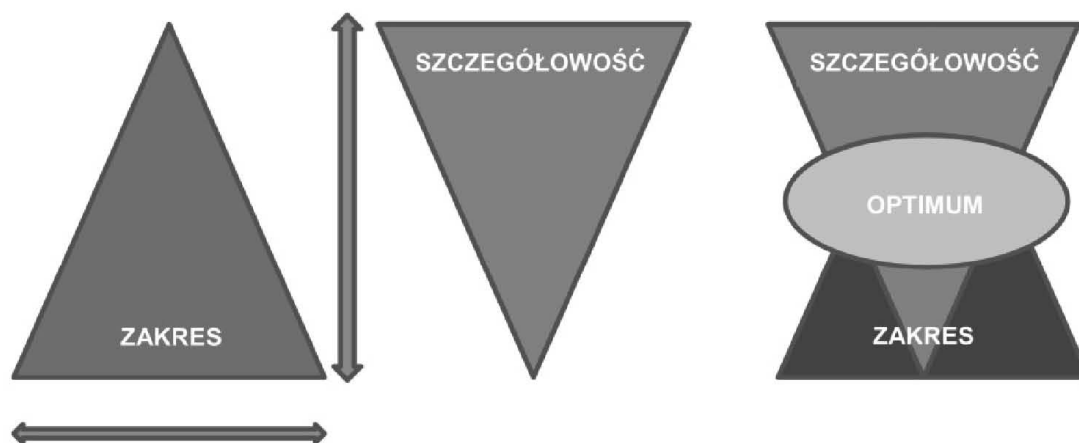
Próba opisu każdego działania zarządczego przez pryzmat dwóch określeń: zakresu i szczegółowości jest zasadna i zmierza do uzyskania wymaganej efektywności podejmowanych działań, tak w obszarze technicznym, jak i ekonomicznym.

Zakres zarządzania opisany jest przez określenie granic dla realizowanego działania zarządczego.

Szczegółowość zarządzania związana jest z określeniem poziomu szczegółowości zagadnień realizacji danego działania zarządczego.

Zdefiniowanie w przedstawiony powyżej sposób określeń zakresu i szczegółowości stanowi zadanie optymalizacji ukierunkowane na poszukiwanie rozwiązania optymalnego, jakie ma przynieść podejmowanie działań zarządczych.

Rosnące wymagania dotyczące opracowywanej dokumentacji zarządczej na poziomie operacyjnym w zakresie procesu produkcyjnego, w tym technologii, stanowią ważne zagadnienie odnoszące się do sfery zarządzania jakością, także systemowego opartego na sformalizowanych standardach zarządzania. Zagadnienie to dotyczy poszukiwania odpowiedzi w zakresie ustalenia optymalnego zakresu dokumentacji zarządczej [127,171,176].



*Rysunek 5. Dylemat „klepsydry” w zarządzaniu*



Podstawowym celem niniejszej pracy jest dokonanie systematyzacji zagadnienia oraz opracowania podstaw metodologicznych zarządzania technologią na podstawie analizy zagadnienia zarządzania operacyjnego prezentowanego w aktualnych standardowych wymaganiach systemów zarządzania i praktyce przemysłowej.

### 3.1. Zarządzanie procesem

Zarządzanie procesem od połowy lat 90 XX wieku stanowi ważne zagadnienie w naukach o zarządzaniu. Powstała w tym zakresie znacząca ilość teoretycznych, jak i praktycznych rozwiązań dla celów skutecznego i efektywnego zarządzania procesami: business proces reengineering, analiza łańcucha wartości i wiele innych [14,113,127,178].

Zarządzanie procesami stanowi współcześnie podstawowy czynnik kreowania przewagi konkurencyjnej organizacji. U podstaw zarządzania procesami leżą zagadnienia ich identyfikacji, korelacji ze strategią przedsiębiorstwa, ustaleniu zasad ich sterowania i nadzorowania w oparciu o określone kryteria, opracowywania dokumentacji. Podstawą prawidłowej realizacji procesu jest zrozumienie jego istoty oraz określenie kryteriów warunkujących osiągnięcie zaplanowanego celu, zarówno w fazie projektowania jak i sterowania procesem [113-116].

W zakresie realizowanych w przedsiębiorstwie procesów najważniejsze są procesy tzw. kluczowe, rdzenne lub główne, strategicznie ważne, kreujące przewagę biznesową. Procesom głównym poświęca się zdecydowanie większą uwagę. Cechami procesów głównych jest:

- tworzenie wartości w łańcuchach wytwórczych - klienta interesują własności wyrobu, z tego względu przedsiębiorstwo winno skoncentrować się na czynnościach, które w procesach tworzą wartość, do takich procesów zaliczamy procesy technologiczne [113,114,116,127,172],
- wartość *know-how* dla organizacji - technologia stanowi najważniejsze kryterium zwiększenia przewagi konkurencyjnej [117,118],
- kreowanie oczekiwanych korzyści dla klientów - technologia kreuje wartości dla klienta, ale stanowi także fundament kreowania przyszłych korzyści w zakresie poszerzonych właściwości wyrobu oferowanych w przyszłości klientom [119-121].

Współczesne postrzeganie organizacji przez pryzmat procesów stanowi podstawę strategii wdrażania systemów zarządzania. Identyfikacja i zarządzanie procesami stanowi realizację

strategii nazwanej zarządzaniem procesowym. W tym zakresie przedsiębiorstwa powinny zdefiniować metody zarządzania procesami, w tym zarządzania dokumentacją procesów. Celem procesu zarządzania dokumentacją jest stwierdzenie, czy procedury są adekwatne do realnych potrzeb, efektywnie wdrożone i przestrzegane w toku realizacji, co ma decydujący wpływ na osiągnięcie celu stawianego danemu procesowi. Zarządzanie dokumentacją, w tym również zapisami, stanowi ważny aspekt zarządzania technologią, gdyż jest materialnym obrazem tego, co nazywamy technologią [111,123,126,193].

Zarządzanie procesowe wdrażane od lat w przedsiębiorstwach wymaga przeprowadzenia szczegółowej analizy procesów, mającej na uwadze skuteczne i efektywne nimi zarządzanie, w zakresie tym niewiele przedsiębiorstw wyróżnia jako proces główny technologię i nią zarządza.

Norma PN-EN ISO 9004:2010 „*Zarządzanie ukierunkowane na trwałą sukces organizacji - Podejście wykorzystujące zarządzanie jakością*” zwraca szczególną uwagę na procesy specjalne w zakresie produkcji, których sterowanie w istotny sposób wpływa na jakość wytwarzanego wyrobu, podkreślając ich istotny wkład w tworzenie wartości [123].

Sterowanie procesami specjalnymi dotyczy tych procesów, dla których parametry wyrobów są kosztowne w ocenie lub trudne do wykonania oraz gdy parametry wyrobów nie mogą być w satysfakcjonującym stopniu sprawdzane przez późniejsze kontrole czy badania [111-114].

Procesy technologiczne obróbki cieplnej stanowią jeden z istotnych procesów w produkcji wielu wyrobów przemysłowych, a niekiedy stanowią wiodącą technologię stosowaną w wielu przedsiębiorstwach pozwalającą kształtować oczekiwane ważne właściwości wyrobów, mające priorytetowe znaczenie dla pełnionych przez nie funkcji.

Zarządzanie procesami wytwarzania dotyczy zagadnień wydajności i pracochłonności produkcji danego wyrobu w aspekcie wielkości produkcji i różnorodności asortymentu, z punktu widzenia technologii kryteriami najważniejszymi dla procesów wytwarzania jest cel uzyskiwania odpowiednich właściwości wyrobu w warunkach ograniczeń narzuconych przez [124-127]:

- własności materiału,
- maszyny i urządzenia będące w dyspozycji przedsiębiorstwa,
- stosowane narzędzia,
- **technologię,**
- zaplecze do monitorowania i pomiarów.

Realizacja szczególnego rodzaju i zakresu nadzoru nad procesami obróbki cieplnej z tego

względu wydaje się uzasadniona.

Z wielu procesów, które można zdefiniować w zakresie funkcjonowania przedsiębiorstw produkcyjnych, można wyróżnić dwa w szczególny sposób istotne ze względu na zagadnienia poruszane w niniejszym opracowaniu: proces zarządzania technologią stanowiący część procesu produkcyjnego oraz proces zarządzania dokumentacją. Procesy te będąc w stałej interakcji wspólnie stanowią o możliwości osiągnięcia stawianych celów [126,127].

Zarządzanie procesowe wymusza na organizacji analizowanie poziomu efektywności realizacji procesów. W tym względzie mając na uwadze doskonalenie procesów produkcyjnych podejmowane powinny być działania w celu poszukiwania i określania wymagań dla nowych klientów, nowych wyrobów i nowych rozwiązań technologicznych. Przedsiębiorstwa powinny podejmować ciągłe działania mające za zadanie ocenę stosowanych technologii i określenie ich konkurencyjności, tak by nie utracić ze względu na stosowaną technologię swojego *status quo*. W tym również dokonywać analizy i oceny ryzyka dotyczącego zmian w technologii i technikach wytwarzania [73,129,130,138,198].

Sterowanie procesem technologicznym jest częścią sterowania procesem produkcyjnym, ustanowione zadania w tym zakresie powinny obejmować [128,149]:

- **nadzorowanie** wszelkich czynników wejściowych do procesu,
- **realizację i utrzymywanie** procesu technologicznego zgodnie z procedurami technologicznymi oraz innymi w tym względzie przygotowywanymi dokumentami jak: karty technologiczne, instrukcje technologiczne, i inne niezbędne,
- realizację zagadnień związanych z **zarządzaniem jakością**, mając na uwadze technologię dotyczącą kontroli jakości i opracowywane w tym zakresie dokumenty, takie jak: plany kontroli i badań,
- **doskonalenie** procesu technologicznego w wyniku wieloaspektowych analiz czynników egzo- i endo- technologicznych.

Realizacja technologii jest ściśle związana z systemem zarządzania jakością, mającym na celu doskonalenie organizacji, a w tym doskonalenie procesu wytwarzania, a więc technologii, jednakże w tym względzie wiele przedsiębiorstw ogranicza się do doskonalenia samego procesu wytwarzania poprzez wykorzystanie np. standardowych narzędzi zarządzania jakością, w tym badanie zdolności jakościowej procesów [129,130,133].

Stopniowanie zarządzania technologią w zakresie etapów jej realizacji można określić w następującej sekwencji [129,130]:

- opracowywanie nowych technologii,
- pozyskiwanie nowych technologii,
- operacyjne stosowanie technologii,
- rozwijanie stosowanych technologii.

Zarządzanie technologią można rozpatrywać w kontekście [190,191]:

- zagadnienia wewnątrz organizacji (korporacji), mającego na celu diagnozowanie, utrzymanie i doskonalenie posiadanej technologii,
- zagadnienia zewnętrznego organizacji (realizując benchmarking technologiczny), mającego na celu poszukiwanie odpowiedzi o pozycję technologiczną przedsiębiorstwa w warunkach wolnego rynku.

Zarządzanie technologią w kontekście znaczenia technologii można rozpatrywać w układzie [2]:

- technologii kluczowych (mających wpływ na pozycję konkurencyjną przedsiębiorstwa),
- technologii podstawowych (pozwalających na określonym poziomie realizować proces wytwarzania).

Współczesne organizacje zmuszone są do kreowania nowoczesnych systemów zarządzania odpowiadających ich zapotrzebowaniu na zwiększenie efektywności biznesowej realizowanych procesów, w tym wydaje się być słuszne poszukiwanie takich rozwiązań w zakresie oceny technologii i kierowanie się oceną technologii w ww. kryteriach.

Zarządzanie jakością procesów dotyczy także aspektu zasobów, w tym w szczególności zasobów ludzkich. W zakresie realizowanych procesów obróbki cieplnej należy szczególną uwagę zwrócić na określenie zakresu wymagań dotyczących personelu, jako jednego z kluczowych czynników mogących wpływać na dezorganizację procesu [132,202,204].

Zgodnie z wymaganiami normy ISO 9001, producent powinien zapewnić odpowiedni nadzór nad realizowanymi procesami, w tym poprzez zapewnienie odpowiedniego personelu [111].

W świetle wymagań normy ISO 9001 personelowi uczestniczącemu w procesie produkcji oraz personelowi dotyczącemu nadzoru nad nim producent powinien określić stosowane wymagania. Najczęściej w praktyce produkcyjnej w zakresie nadzoru nad realizacją procesów produkcyjnych odpowiada technolog [111].

Pracownicy nadzoru nad realizacją procesów obróbki cieplnej odpowiedzialni są za jakość wykonywanych prac, tak więc odpowiadają za podejmowane decyzje w sprawach niezbędnych w zakresie realizacji tych procesów.



Zakres obowiązków, a także odpowiedzialności, powinien być jednoznacznie określony. Personel nadzoru powinien być wyposażony w niezbędne instrukcje technologiczne obróbki cieplnej oraz instrukcje robocze, umożliwiające właściwe wykonanie, skontrolowanie realizowanych procesów i odpowiednie podejmowanie decyzji.

Problematyka jakości procesów wytwórczych nierozdzielnie związana jest z kategorią dyscypliny technologicznej. Przestrzeganie obowiązujących reżimów technologicznych jest jednym z najistotniejszych elementów zapewnienia jakości wyrobu. Optymalny dobór zarówno procesu technologicznego, jak i parametrów poszczególnych operacji technologicznych w kolejności, ich dokumentowanie w zakresie przyjętym przez przedsiębiorstwo musi mieć także pełne odzwierciedlenie w rzeczywistych warunkach realizacji procesu. W zakresie poprawnego wykorzystania dokumentacji technologicznej najsłabszym ogniwem jest pracownik oraz panująca w tym zakresie w przedsiębiorstwie kultura pracy [94,127-136,].

Skuteczne zarządzanie procesem ma na celu redukcję odchyleń, zagadnienie to związane jest ściśle z analizą czynników oddziałujących na charakterystykę procesu i określenie czynników zakłócających, wielkość, znaczenie i częstość występowania tych czynników różna jest dla różnych technologii. Wyróżnia się następujące czynniki oddziałujące na charakterystykę procesu [12,134-136]:

- czynniki sterowalne - czynniki regulowalne w sposób celowy,
- czynniki niesterowalne lub sterowalne w ograniczonym zakresie,
- czynniki zakłócające zewnętrzne, związane z otoczeniem lub warunkami realizacji procesu,
- czynniki zakłócające wewnętrzne, związane z określonym charakterem realizacji procesu,
- czynniki zakłócające pomiędzy produktami, czynniki powodujące odchylenia pomiędzy kolejnymi wyrobami.

Tablica 3 przedstawia przykłady czynników wpływających na przebieg procesu technologicznego. Zaprezentowane podejście (tablica 3) związane jest z metodą Taguchiego. W zakresie zarządzania technologią należy postępować w ten sposób, aby projektować technologie wytwarzania, w których oddziaływanie czynników sterowalnych było jak najmniej czułe na zakłócenia, ideą jest zaprojektowanie technologii w zupełności odpornej na zakłócenia. W celu uzyskania technologii sterowalnej należy na wstępie określić czynniki kontrolowane i zakłócające. Zaprojektowanie i wdrożenie systemu budowy technologii sterowalnych stanowi jeden z podstawowych zagadnień opracowania systemu zarządzania technologią [12].

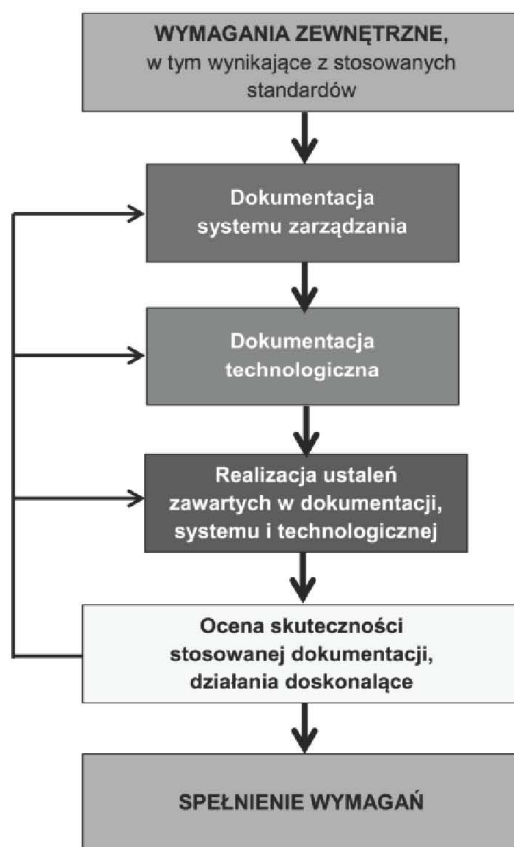
**Tablica 3. Przykłady czynników mających wpływ na proces technologiczny**

<b>Czynniki sterowalne</b>	<b>Czynniki niesterowalne</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>- struktura procesu</li> <li>- rodzaje narzędzi</li> <li>- rodzaje urządzeń</li> <li>- parametry procesu</li> <li>- kwalifikacje załogi</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- zmęczenie pracownika</li> <li>- awarie</li> <li>- niejednorodność materiału</li> </ul>
<b>Czynniki zakłócające wewnętrzne</b>	<b>Czynniki zakłócające zewnętrzne</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>- zużywanie się narzędzia</li> <li>- zużywanie się części maszyn</li> <li>- brak serwisowania</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- zmienność własności materiałów wejściowych</li> <li>- warunki środowiskowe</li> <li>- zmienność parametrów procesów w wyniku zmienności cech parametrów dostarczanych mediów</li> </ul>

### 3.2. Dokumentacja w zakresie systemu zarządzania

Dokumentacja stosowana w zakresie systemu zarządzania jakością stanowi fundamentalne źródło umożliwiające komunikowanie się w zakresie realizowanych działań, jest niezbędnym elementem systemu zarządzania. Skuteczne wykorzystanie dokumentacji powinno przyczyniać się do: osiągnięcia zaplanowanych cech wyrobu i doskonalenia jakości, zapewnienia powtarzalności realizowanych procesów, zapewnienia identyfikowalności, dostarczenia obiektywnych dowodów, oceny skuteczności i efektywności systemu i realizowanych procesów [78,126].

W zakresie opracowywania dokumentacji należy przyjąć założenie, by nie opracowywać dokumentacji dla potrzeb samej dokumentacji, ale działania te postrzegać w kategorii wartości dodanej. Zakres dokumentacji nie powinien być szerszy niż wynika to z rzeczywistych potrzeb przedsiębiorstwa, realizowanych w nim procesów, należy zdecydowanie unikać biurokracji, w tym powtórzeń mających wpływ na podejmowanie decyzji skutkujących możliwością powstania niezgodności tak informatycznych, jak i produkcyjnych czy w konsekwencji finansowych [126]. Rysunek 6 prezentuje algorytm zarządzania dokumentacją w systemie zarządzania z szczególnym uwzględnieniem aspektów technologii.



*Rysunek 6. Zarządzanie dokumentacją jako element spełnienia wymagań z uwzględnieniem aspektów technologii*

Dokumenty stosowane w systemach zarządzania jakością mają zadanie [94,99,103]:

- dostarczenia spójności informacji,
- dostarczenia informacji operacyjnej,
- dostarczenia obiektywnych dowodów na zrealizowane działania i osiągnięte wyniki.

Wymagania dotyczące dokumentacji mogą wynikać z:

- ustaleń zawartych w umowach,
- stosowanych norm,
- nakazów prawa,
- wewnętrznych decyzji organizacji.

Zagadnienie dokumentacji w systemach zarządzania jakością związane jest z dwoma aspektami. Jeden dotyczy dokumentów - rozumianych jako procedury, instrukcje, a drugi dotyczy zapisów - rozumianych jako dowody z prowadzonych działań.

Dokumentacja projektowa - technologiczna ma za zadanie przeniesienie jakości projektu na jakość wykonania, co wiąże się z zastosowaniem i przestrzeganiem opracowanej dokumentacji technologicznej [48,137].

W tablicy 4 dokonano zestawienia wymagań w zakresie realizacji wyrobu zapisanych w normie ISO 9001 oraz specyfikacji ISO/TS 16949 w zakresie rozdziału 7 „Realizacja procesu”. Określone działania i przypisana im dokumentacja stanowi przykład spełnienia wymagań, w tym zakresie nie stanowi zbioru zamkniętego [110,111].

**Tablica 4. Wymagania systemu zarządzania w zakresie realizacji wyrobu / procesu**

Wymaganie ISO 9001 oraz ISO/TS 9001	Działanie	Dokumentacja
<p><b>7.1</b> <b>Planowanie</b> <b>procesu</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- określenie celów dotyczących jakości oraz wymagań wyrobu</li> <li>- ustanowienie procesów</li> <li>- określenie koncepcji monitorowania i pomiarów</li> <li>- realizacji, weryfikacji i walidacji w odniesieniu do kryteriów przyjęć</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- specyfikacja parametrów</li> <li>- plany jakości</li> <li>- plany zarządzania jakością</li> <li>- dowody przygotowania technicznego</li> <li>- koncepcje pomiarów</li> <li>- zarządzania łańcuchem dostaw</li> <li>- protokoły oceny ryzyka realizacji procesów w aspektach technicznych i ekonomicznych</li> <li>- kryteria przyjęcia wyrobu</li> <li>- zakres działań związanych ze zmianami</li> </ul>
<p><b>7.2</b> <b>Procesy</b> <b>związane z</b> <b>klientem</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- sprawdzenie kompletności wymagań zarówno w odniesieniu do wyrobu jak i procesu</li> <li>- analiza wymagań nadrzędnych, w tym przepisów prawa</li> <li>- przegląd wymagań dla wyrobu i procesu w zakresie zdolności wykonania, terminów, celów jakości</li> <li>- informowanie klienta o zmianach</li> <li>- analiza właściwości specjalnych</li> <li>- przegląd wymagań</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- zlecenia</li> <li>- ankiety od klientów</li> <li>- zapisy dot. ustaleń z klientami</li> <li>- analiza benchmarkingowa</li> <li>- analiza w zakresie wymagań, w tym prawnych i normalizacyjnych</li> <li>- studium wykonalności</li> <li>- umowy</li> <li>- potwierdzenia zleceń,</li> <li>- materiały reklamowe,</li> <li>- reklamacje</li> <li>- korespondencja</li> <li>- analiza ryzyka</li> </ul>
<p><b>7.3</b> <b>Projektowanie</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- ustalenie harmonogramu projektowania</li> <li>- opracowanie planów procesów</li> <li>- weryfikacja i walidacja w miarę potrzeby</li> <li>- analiza wynikającą z procedur w zakresie działań zapobiegawczych i jej wykorzystanie</li> <li>- analiza sprawozdań z wynikami z poprzednich projektów tego samego rodzaju lub podobnych</li> <li>- zatwierdzenie dokumentów</li> <li>- szacowanie możliwości technicznych i ekonomicznych</li> <li>- przegląd planów kontroli</li> <li>- określenie właściwości specjalnych</li> <li>- działania związane z prototypowaniem</li> <li>- weryfikacja procesu produkcji</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- harmonogram realizacji projektu</li> <li>- zakresy odpowiedzialności</li> <li>- ryzyko</li> <li>- protokoły walidacji</li> <li>- protokoły zatwierdzania kolejnych etapów</li> <li>- dokumenty zatwierdzające</li> <li>- plany konstrukcyjne</li> <li>- rysunki</li> <li>- analiza FMEA</li> <li>- plany kontroli</li> </ul>



<p><b>7.4</b> <b>Zakupy</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- ocena dostaw</li> <li>- ocena dostawców</li> <li>- audyty u dostawcy</li> <li>- badania laboratoryjne (strona trzecia)</li> <li>- weryfikacja i zatwierdzanie dostaw</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- specyfikacja wyrobu</li> <li>- lista kontrolna</li> <li>- dowody przeprowadzenia oceny dostawców</li> <li>- formularz zamówień</li> <li>- umowy o świadczenie dostaw</li> <li>- uzgodnienia dot. zapewnienia dostaw</li> <li>- kryteria przyjęcia</li> <li>- regulacje dotyczące specjalnych zatwierdzeń</li> <li>- protokoły badań</li> <li>- certyfikaty wyrobów</li> </ul>
<p><b>7.5</b> <b>Produkcja i usługi</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- monitorowanie dyspozycyjności</li> <li>- monitorowanie w zakresie przeglądów i napraw</li> <li>- przestrzeganie ustaleń dotyczących własności klienta</li> <li>- analiza i archiwizacja dowodów dotyczących spełnienia wymagań przez urządzenia, personel</li> <li>- walidacja procesu</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- instrukcje operacyjne</li> <li>- plany badań</li> <li>- plan konserwacji</li> <li>- umowy serwisowe</li> <li>- instrukcje eksploatacyjne / obsługi</li> <li>- znakowanie wyrobów</li> <li>- dowody badań</li> <li>- listy ewidencyjne</li> <li>- korespondencja z klientem</li> <li>- uzgodnienia dot. opakowań</li> <li>- listy magazynowe</li> <li>- przepisy dot. terminów składowania</li> <li>- instrukcje montażu</li> <li>- dowody zdolności maszyn i procesów</li> <li>- dowody szkoleń</li> <li>- projekt FMEA dla procesu</li> <li>- instrukcje robocze</li> </ul>
<p><b>7.6</b> <b>Nadzór nad sprzętem kontrolno-pomiarowym</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- analizy statystyczne dla wyposażenia, realizowanych pomiarów</li> <li>- ocena wpływu warunków wykraczających poza specyfikację</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- dowody zdolności sprzętu pomiarowego</li> <li>- listy sprzętu kontrolno-pomiarowego</li> <li>- instrukcje wzorcowania</li> <li>- protokoły wzorcowania</li> <li>- protokoły legalizacji</li> <li>- certyfikaty wzorcowania</li> <li>- protokoły badań porównawczych</li> </ul>

### 3.3. Plan kontroli procesu technologicznego

Plan jakości jest dokumentem specyfikującym, które procedury i związane z nimi zasoby należy zastosować, kto i kiedy ma je realizować w odniesieniu do określonego przedsięwzięcia, wyrobu, procesu lub umowy [136,137,144].

Procedury te zazwyczaj związane są z procesami zarządzania jakością i procesami realizacji wyrobu. Norma ISO 9000 podkreśla, że ustanowienie planu jakości może być częścią planowania jakości, a plan jakości zazwyczaj jest jednym z wyników tego procesu [144].

Dla przedsięwzięć podejmowanych w odniesieniu do nowych wyrobów, usług lub procesów wskazane jest przygotowanie planów jakości w formie pisemnej, zgodnie z wymaganiami systemu zarządzania jakością w przedsiębiorstwie [102,145].

Przewodnikiem do opracowywania Planów jakości jest norma ISO 10005 „*Quality management systems - Guidelines for quality plans - Systemy zarządzania jakością - Wytyczne dotyczące planów jakości*”, zawierająca wytyczne dotyczące ich opracowywania [144].

Plan jakości powinien określać [102,144]:

- cele jakości, które mają być osiągnięte,
- szczegółowy podział odpowiedzialności i uprawnień w różnych fazach realizacji przedsięwzięcia,
- szczegółowe procedury, metody i instrukcje robocze, które mają być zastosowane,
- właściwe programy badań, kontroli i auditów stosowanych na poszczególnych etapach,
- metodę dokonywania zmian i modyfikacji planu jakości w trakcie jego realizacji,
- inne niezbędne przedsięwzięcia.

Plan jakości jest zwykle ograniczony do określonego obszaru związanego z kontraktem, wyrobem lub projektem. Plany kontroli badań oraz nadzoru są również planami jakości.

W praktyce elementy planu jakości wybiera się w zależności od tego, czego ma on dotyczyć. Mając na uwadze, w zależności od etapu, w którym znajduje się produkt mogą one zawierać [86,89,102]:

**Etap przedprodukcyjny:**

- ustalenie wymagań dla wyrobu,
- wybór podwykonawcy,
- realizację zakupu,
- kontrolę dostaw.

**Etap produkcyjny:**

- planowanie procesów produkcyjnych,
- wykonanie czynności produkcyjnej,
- kontrola procesu,
- wykonanie kolejnej czynności produkcyjnej,
- kontrola i badania wyrobów gotowych.

**Etap poprodukcyjny:**

- przechowanie wyrobów gotowych,
- dostarczenie wyrobów gotowych do klienta,
- gromadzenie danych o wyrobach.

Pełny plan jakości powinien także określać osoby odpowiedzialne za kolejne fazy procesu oraz odwołania do odpowiednich procedur, instrukcji, planów kontroli i innych dokumentów [102].

Pojawienie się Planu Jakości jest wynikiem niedosytu, jaki można odczuć w sferze powiązań systemu zarządzania jakością z konkretnym wyrobem, usługą, procesem, przedsięwzięciem lub kontraktem. W warunkach kontraktowych Klient pragnie prześledzić bieg działań związanych z realizacją umowy, jak również chce mieć możliwość oceny szans otrzymania produktu na ustalonym przez niego poziomie jakości. Plan Jakości okazuje się być bardzo pomocnym w rozwiązaniu tych wątpliwości. Jednocześnie dokument ten można przygotować nie tylko wtedy, gdy klient stawia taki wymóg, ale również każdorazowo dla danego produktu, usługi lub przedsięwzięcia. Plany Jakości mogą być szczególnie przydatne dla nowego wyrobu lub procesu lub gdy powstaje znacząca zmiana w stosunku do istniejącego wyrobu lub procesu [146-148,196,206].

Szczególne znaczenia nabierają plany jakości w odniesieniu do procesów technologicznych stanowiąc skuteczne narzędzie konsolidacji informacji.

Plan jakości dla obróbki cieplnej powinien zawierać:

- nazwę danego wyrobu oraz jego numer,
- opis procesu produkcyjnego: etapy procesu (nazwy operacji), urządzenia,
- charakterystykę kontroli: wyrobu, procesu,
- dokumenty odniesienia,
- opis kontroli i badań,
- osoby odpowiedzialne za poszczególne czynności,
- metody kontroli,
- częstość kontroli,
- przyrządy pomiarowe,
- sposób rejestracji danych,
- reakcję na niezgodności.

Tablica 5 prezentuje przykładowy plan jakości dla procesu obróbki cieplno-chemicznej: nawęglania gazowego.

Tablica 5. Przykładowy plan jakości w procesach obróbki cieplnej

Lp.	Opis procesu produkcyjnego				Opis przeprowadzanych kontroli i badań								
	Nazwa operacji / przedmiot kontroli	Maszyna / urządzenie / materiał	Charakterystyka do kontroli		Dokument odniesienia	Osoba odpowiedzialna		Metoda kontroli / badań	Częstość	Ilości	Przyrząd pomiarowy / urządzenie badawcze	Rejestracja danych / zapis	Typowa reakcja na niezgodności
			Wyrobu	Procesu		Za czynność	Za nadzór						
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
1	Dostawa	Stal C22E	Skład chemiczny		PN – EN 10083 – 1 / Świadcstwo jakości, /Atest	Mistrz	Technolog	Wzrokowo	Każda dostawa	1 szt.		Rejestr kart dostaw,	Interwencja u dostawcy / reklamacja
2		Stal C22E	Średnica fi 250		Specyfikacja dostawy	Mistrz	Technolog	Ręcznie	Każda dostawa	3 szt.	Mikrometr	Rejestr kart dostaw	Interwencja u dostawcy / reklamacja
3	Nawęglanie	Piec		Temp. atmosfery nawęglającej pieca	Instrukcja obróbki cieplnej	Operator pieca	Mistrz	Automatycznie	Co 5 min		Termometr termoelektryczny	Książka analiz	Spr. stanu technicznego pieca / kalibracja termometru / podjęcie o decyzji kwalifikacji
4				Czas nawęglania	Instrukcja obróbki cieplnej	Operator pieca	Mistrz	Automatycznie	W sposób ciągły		Sterowanie pieca	Książka analiz	Analiza wpływu na wyniki procesu / podjęcie o decyzji kwalifikacji
5				Potencjał węglowy atmosfery	Instrukcja obróbki cieplnej	Operator pieca	Mistrz	Pomiar temperatury punktu rosy	2 razy w cyklu		Indykator punktu rosy	Książka analiz	Wyregulowanie procesu
6				Natężenie przepływu atmosfery	Instrukcja obróbki cieplnej	Operator pieca	Mistrz	Prędkość przepływu	W sposób ciągły, elektroniczny przesył danych		Anemometr	Plik excel	Wyregulowanie procesu
7	Warstwa nawęglona	Stal C22E	Głębokość nawęglania		Instrukcja kontroli	Laborant	Mistrz	Pomiar grubości na szlifie ukośnym	Każda partia	3 elementy	Mikroskop metalograficzny	Raport	Podjęcie decyzji o kwalifikacji
8	Ośrodek chłodzący	Wanna hartownicza		Temperatura	Instrukcja obróbki cieplnej	Operator pieca	Mistrz	Automatycznie	W sposób ciągły, elektroniczny przesył danych		Termometr termoelektryczny	Książka analiz	Kalibracja termometru / zatrzymanie realizacji operacji hartowania / podjęcie decyzji o kwalifikacji
9	Produkt	Stal C22E	Struktura \Twardość		Instrukcja obróbki cieplnej	Laborant	Mistrz	Wzrokowa / Pomiar twardości Rockwell „C”	Każda partia	3 elementy	Mikroskop metalograficzny/ twardościomierz	Raport	Kalibracja, wzorowanie twardościomierza / podjęcie decyzji o kwalifikacji



### 3.4. Audyt procesu technologicznego

Jednym z podstawowych narzędzi oceny funkcjonowania systemu zarządzania stanowią audyty. W organizacjach z wdrożonym i funkcjonującym systemem zarządzania realizowane są audyty wewnętrzne. W zakresie oceny technologii stosuje się audyty procesu [10,83,94,151].

Przedsiębiorstwa stawiające na innowacyjność opracowują strategię w zakresie stosowanych technologii. Działanie to ma na uwadze podkreślenie znaczenia technologii w kreowaniu przewagi konkurencyjnej. Etap związany z analizą strategiczną technologii skupia się na badaniu potencjału technologicznego przedsiębiorstwa przeprowadzanego z wykorzystaniem audytu technologicznego [65,145-147,151].

Audyt technologiczny to metoda identyfikacji słabych i mocnych stron przedsiębiorstwa w wyniku oceny posiadanego *know-how*, wykorzystywanego w budowie taktycznych i operacyjnych kierunków rozwoju przedsiębiorstwa, zagadnienie to przedstawiane jest także jako kompleksowy przegląd innowacyjności [151].

Audyt technologiczny ma za zadanie dokonanie analizy w aspektach dotyczących [151]:

- potencjału technologicznego,
- stosowanych procedur,
- potrzeb rynku.

Audyt technologiczny znacznie wykracza poza kwestie technologiczne. Wymaga także zbadania funkcjonowania całej organizacji, w tym obejmuje takie zagadnienia jak [151,190]:

- **zarządzanie przedsiębiorstwem**, w tym: organizację i strukturę organizacyjną, strategię, sposoby zarządzania projektami inwestycyjnymi oraz projektami z zakresu innowacji i technologii,
- **zasoby ludzkie**, w tym: określenie potencjału, potrzeb szkoleniowych, sposobów pracy, stosowane instrumenty rozwoju (szkolenia, praktyki),
- **działalność operacyjną**, w tym: strukturę procesów produkcyjnych, przepływy materiałowe, automatyzację produkcji, utrzymania, zagadnienia bezpieczeństwa, identyfikację „wąskich gardeł”,
- **działalność badawczo - rozwojową**, w tym: strategię działalności B+R, stosowane procedury, analizę cyklu życia produktów, realizowane projekty innowacyjne, zakres i formy prowadzonej działalności B+R,

- **jakość**, w tym: organizację funkcji zapewnienia jakości w organizacji, standardy, stosowane procesy kontroli,
- **marketing i sprzedaż**, w tym: strategię marketingową, realizowane przez firmę funkcje marketingowe, udziały w rynku, analizę pozycji konkurencyjnej, kanałów dystrybucji, wykorzystanie technologii informacyjnych.

Celem audytu technologicznego jest dostarczenie przedsiębiorcy wiedzy dotyczącej sytuacji firmy w aspekcie technologicznym i rynkowym. Audyt ma pomóc zidentyfikować potrzeby przedsiębiorstwa w zakresie pozyskiwania jak i odsprzedawania innowacyjnych technologii czy rozwiązań organizacyjnych.

Audyt technologiczny wykonywany jest przez konsultanta zewnętrznego, który na podstawie informacji uzyskanych podczas spotkań z kierownictwem firmy, obserwacji zachodzących w przedsiębiorstwie procesów oraz własnego doświadczenia i wiedzy (wynikającej między innymi z dostępu do szeregu baz danych) dokonuje oceny możliwości, potencjału przedsiębiorstwa w zakresie transferu nowoczesnych technologii.

Audyt technologiczny realizowany jest w szczególności, gdy w wybranych procesach produkcyjnych wykorzystujących daną technologię odnotowywane są niezgodności.

Do najczęstszych przyczyn powodujących wystąpienie niezgodności w zakresie projektowania wyrobów i procesów technologicznych należą [94,102,148]:

- niewłaściwa lub niepełna specyfikacja wyrobów i procesów,
- brak korzystania ze sprawdzonych rozwiązań: konstrukcyjnych, technologicznych,
- słaba analiza i opis parametrów wpływających na niezawodność wyrobu,
- projektowanie procesu technologicznego tylko z technicznego punktu widzenia.

### 3.5. Walidacja procesu technologicznego

Zagadnienie walidacji procesów w praktyce przynosi wiele trudności w jej realizacji, jednak ze względu na stawiane w tym zakresie wymagania w systemach zarządzania stanowi działanie nieodzowne, gdyż jej efekt przynosi nieprzecenioną wartość w ocenie faktycznego stanu zaplanowanych czy realizowanych działań. Często sam termin walidacji jak również jej przeprowadzanie mylnie jest utożsamiany z weryfikacją, co stanowi podstawowy błąd w jej realizacji.

Procesy obróbki cieplnej należą do grupy procesów specjalnych, stąd zagadnienie walidacji

jest bardzo istotne. Proces specjalny to jak już zaznaczono taki proces, którego wynik można stwierdzić dopiero po jego zakończeniu. Prawdopodobność przebiegu procesu nie polega na dokonywaniu pomiaru wyrobu, będącego przedmiotem analiz, na wybranych etapach procesu, a monitorowaniu parametrów prowadzenia procesu. Ma to zagwarantować, że monitorowanie parametrów prowadzenia procesu pozwoli osiągnąć założone cele. Obok spawania do procesów specjalnych można zaliczyć zarówno procesy odlewnicze, jak i proces dydaktyczny.

Walidacji nie należy ograniczać jedynie do procesów specjalnych, co jest powszechnym błędem popełnianym przy ustanawianiu Systemu Zarządzania Jakością w organizacjach. Walidacja powinna wykazać zdolność każdego procesu technologicznego mającego wpływ na jakość wyrobu finalnego, do osiągnięcia zaplanowanych wyników. Działania zmierzające do walidowania procesu technologicznego, jeśli ma to zastosowanie, powinny obejmować [36,37,112]:

- określenie kryteriów dotyczących przeglądu i zatwierdzania procesów,
- zatwierdzania wyposażenia i kwalifikowania personelu,
- stosowania określonych metod i procedur,
- wymagania dotyczące wymaganych zapisów oraz
- określenie warunków ponownej walidacji.

Procedura ta w okresie przed ustanowieniem norm ISO serii 9000 w 1987 roku nosiła nazwę „*badanie metody*” i jest stosowana do dnia dzisiejszego we wszystkich przypadkach, gdy uzyskanych w wyniku realizacji procesu wyników nie można zweryfikować przez bezpośredni pomiar w trakcie realizacji procesu.

Przeprowadzenie walidacji dla procesu, w którym występuje brak możliwości zweryfikowania wyników w następstwie monitorowania lub pomiarów, prowadzi bardzo często do określenia i podjęcia działań korygujących polegających na zmianie technologii realizacji procesu.

Dla organizacji z wdrożonym systemem zarządzania jakością i spełniającej wymagania normy ISO 9001, zakres realizacji procesu walidacji został zawarty w punkcie 7.3.6 oraz 7.5.2 tejże normy, wskazując również na realizację walidacji procesu projektowania (w tym technologii), a nie tylko procesu produkcji [111,123].

Dla procesów obróbki cieplnej proces walidacji najczęściej dotyczy oceny uzyskanej struktury wewnętrznej materiału wynikającej z realizacji zaplanowanej technologii.

W praktyce inżynierskiej sposobem realizacji tego typu działania jest wykonanie tzw. prób pilotażowych (prototypowych), które pozwalają na ocenę uzyskanej struktury, w szczególności dla produktów, na których niedopuszczalne jest wykonanie badań zaliczanych do grupy badań niszczących. Wyniki z procesu walidacji w tym zakresie pozwalają na ustalenie poprawnych parametrów realizacji procesu, co wiąże się z odpowiednim podjęciem działań zmierzających do określenia wymaganych procedur zarządczych pozwalających na uzyskanie pełnej sterowalności procesem technologicznym i produkcyjnym.

Etapy procesu walidacji z zakresu procesów obróbki cieplnej obejmują:

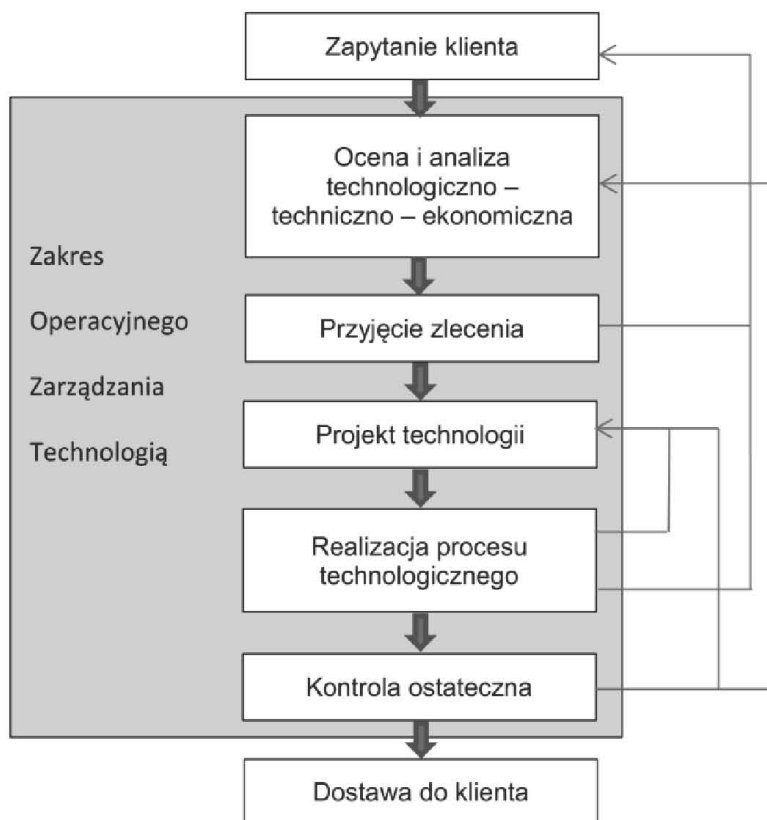
- sprawdzenie zgodności danych wejściowych określonych przez wymagania stawiane wyrobowi z danymi wyjściowymi określonymi przez wykonanie badań na próbie produktów pilotażowych,
- określenie stopnia spełnienia wymagań,
- analizę dostępnych zapisów związanych z realizacją procesu.

Problematyka walidacji nabiera szczególnego znaczenia dla przedsiębiorstw korzystających z podwykonawstwa, co nie zwalnia ich z realizacji powyższego działania.

## 4. Ocena stanu zagadnienia

Zakres problematyki dotyczącej zarządzania technologią stanowi złożone zagadnienie, co zostało przedstawione we wcześniejszych rozdziałach niniejszej pracy. W obszarze analizowanego zagadnienia obserwowany jest rozwój w zakresie tak teoretycznych, jak i praktycznych rozwiązań wdrożeniowych. Uprawniony jest pogląd, iż zmieniające się otoczenie techniczno-społeczno-ekonomiczne wywiera wpływ na kreowanie systemów zarządzania, w tym również w zakresie technologii [129].

W zakresie strategicznego zarządzania technologią należy podkreślić znaczenie w tym zakresie rozwiązań dotyczących innowacyjności technologii, sposobów i technik kreowania strategii technologicznej przedsiębiorstwa. Niniejsza praca w swym zamyśle dotyczy zarządzania technologią w kontekście istniejących wymagań systemów zarządzania, tematyka ta nie znajduje próby komplementarnego odzwierciedlenia w dostępnej literaturze. Uściślając, zakres zarządzania operacyjnego technologią w zamyśle niniejszej pracy dotyczy aspektów związanych z oceną zaprojektowanej technologii i zarządzania technologią w procesie produkcyjnym - rysunek 7.



**Rysunek 7.** Zakres operacyjnego zarządzania technologią

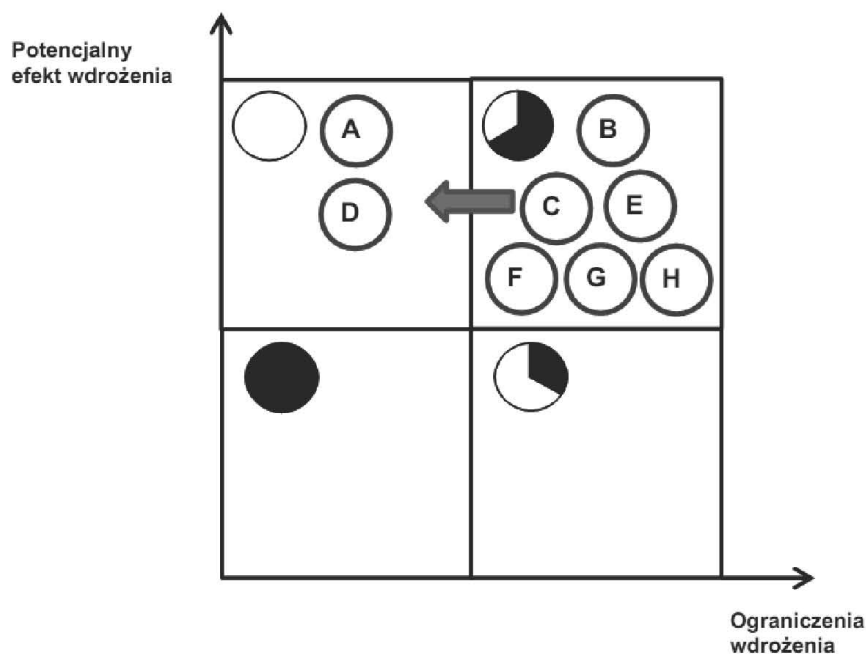


Przeprowadzone studia literaturowe oraz własne doświadczenie praktyczne pozwalają na ocenę stanu zagadnienia. Tablica 6 przedstawia wyniki przeprowadzonej analizy SWOT w zakresie mocnych i słabych stron oraz szans i zagrożeń w zakresie scharakteryzowanych w niniejszej pracy metod i narzędzi dedykowanych i wykorzystywanych w zarządzaniu technologią.

Wyniki analizy SWOT pozwoliły na dokonanie oceny metod i narzędzi w zakresie ich potencjalnego efektu wynikającego z wdrożenia oraz istniejących ograniczeń z tym związanych - rysunek 8.

**Tablica 6. Wyniki analizy SWOT**

Oznaczenie	Podstawa analizy	Elementy analizy SWOT						Obniżenie / podwyższenie	Występuje /nie występuje	Brak oddziaływania
		Szanse	Zagrożenia	Mocna strona	Słaba strona	Trend	Ocena końcowa			
A	Metody i narzędzia zarządzania jakością	+	~	+	~	↑	○	↓/↑	+/-	~
B	Systemy zarządzania	+	~	+	+	↑	◐			
C	Dokumentacja, wymogi prawa	~	+	+	+	↑	◐			
D	Audyt technologiczny	+	~	+	+	↑	○			
E	Walidacja procesu technologicznego	+	+	+	+	↑	◐			
F	Metody komputerowego wspomaganie zarządzaniem	+	+	+	+	↑	◐			
G	Metody komputerowego wspomaganie projektowaniem technologii	+	+	+	+	↑	◐			
H	Technologia grup	+	+	+	+	↑	◐			
Objaśnienie:		○ Duży potencjał/niski stopień trudności wdrożenia		◐ Duży potencjał/duży stopień trudności wdrożenia		◑ Niski potencjał/duży stopień trudności wdrożenia		● Niski potencjał/niski stopień trudności wdrożenia		



**Rysunek 8.** Pozycjonowanie metod i narzędzi stosowanych w zarządzaniu technologią

Wnioski z analizy SWOT i pozycjonowania metod i narzędzi stosowanych w zarządzaniu technologią:

1. Metody i narzędzia zarządzania jakością jak również audyt technologiczny lokują się w obszarze o dużym potencjale i niskim stopniu trudności związanych z aplikacją w zakresie zarządzania technologią. Szerokie stosowanie i uznanie dla metod i narzędzi zarządzania pozwala uznać, iż stanowią one potencjalny zasób charakteryzujący się możliwością aplikowania w obszarze zarządzania technologią. Audyt technologiczny jako narzędzie zdecydowanie młodsze od tradycyjnych metod i narzędzi zarządzania jakością posiada potencjał, który warto wykorzystać, może on stanowić o przewadze w zakresie efektywnego zarządzania technologią.

2. Poddane analizie obszary dotyczące: systemów zarządzania, zarządzania dokumentacją w tym w zakresie spełnienia wymagań prawnych, walidacji procesów technologicznych, metod komputerowego wspomaganie zarządzania, metod komputerowego wspomaganie projektowania technologii, technologii grup charakteryzują się dużym potencjałem przy znacznych trudnościach związanych z ich wdrażaniem i utrzymaniem.

3. Wszystkie z poddanych analizie obszarów zagadnień związanych z zarządzaniem technologią charakteryzuje wzrastający trend, różniący się jednak dynamiką między poszczególnymi wymienionymi obszarami. Zdecydowanie szybko rozwija się obszar

dotyczący opracowywania nowych standardów, w tym standardów branżowych, wzrasta liczba wymagań prawnych, w tym w szczególności w zakresie odpowiedzialności producenta za produkt, dynamicznie rozwija się obszar komputerowego wspomagania tak w zakresie systemów zarządzania (najczęściej dedykowane rozwiązania) oraz metod komputerowego wspomagania projektowania inżynierskiego.

4. Analizowane obszary charakteryzują również zagrożenia związane z ich zastosowaniem, dotyczą one takich zagadnień jak: kosztów wdrożenia i utrzymania poszczególnych narzędzi i metod, celowości i skuteczności ich wdrożenia, efektywności utrzymania w szczególności w kontekście wpływu na stawiane im cele, poprawności wdrożenia i wykorzystywania, operacyjnego zastosowania oraz powiązania z innymi procesami zarządczymi realizowanymi w przedsiębiorstwie.

Poszukiwanie wspólnego mianownika oraz odniesienie się do analizowanych zagadnień w sposób krytyczny mający na celu zaproponowanie rozwiązania synergicznego pozwalającego na osiągnięcie wysokiego poziomu skuteczności zarządzania technologią zarówno w zakresie jej projektowania, jak i wykorzystania stanowi podstawę przedstawionej w dalszej części pracy opracowanej metodologii.

Kierunek rozwoju w zarządzaniu technologią dotyczy kształtowania zakresu i struktury rozwiązania systemowego opartego o efekt synergii stosowanych metod i narzędzi zarządzania, w tym poszukiwania i opracowywania nowych, bardziej skutecznych i efektywnych.

Wyniki przeprowadzonej oceny wskazują na potrzebę opracowania modelu zarządzania technologią łączącego różne stosowane metody i narzędzia na bazie istniejących wymagań systemów zarządzania.

Technologia ze względu na generalne oddziaływanie na efektywność biznesową powinna zgodnie z współczesnym trendem w systemach zarządzania podlegać kwestii zarządzania ryzykiem. Zarządzanie technologią w oparciu o ocenę ryzyka dotyczącą zmian technologii (technik wytwarzania) stanowi cel użyteczny realizacji niniejszej pracy.

## 5. Koncepcja pracy

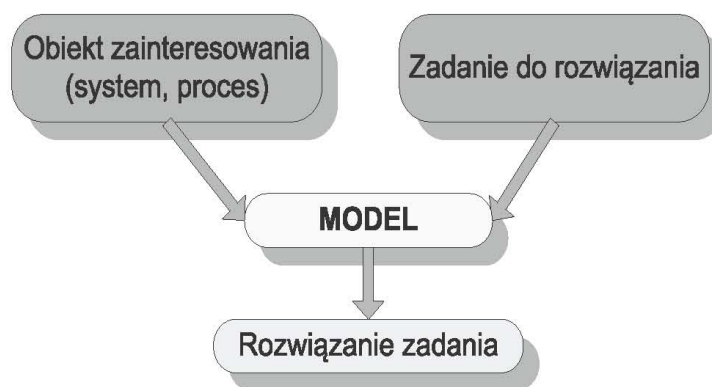
Badania heurystyczne ukierunkowane są na określenie zależności występujących w badanych zjawiskach w celu ich lepszego zrozumienia. W celu zrozumienia zachodzących zmian, zarządzania oraz kontroli modelowanej rzeczywistości, w praktyce badań heurystycznych stosuje się modele, które stanowią przedstawienie pewnego fragmentu rzeczywistości, pozwalają uzyskać rozwiązanie zdefiniowanego zadania - rysunek 9. Model stanowi podstawę kreowania koncepcji metodologicznej, będąc na wstępie założeniem hipotetycznym, tworząc wzorzec mający stanowić podstawę realizacji określonych zadań.

Zarządzanie technologią stanowi jeden z najistotniejszych procesów w zakresie procesów produkcyjnych, stąd wynika również sposób rozpatrywania tego zagadnienia w oparciu o model podejścia procesowego - rysunek 10.

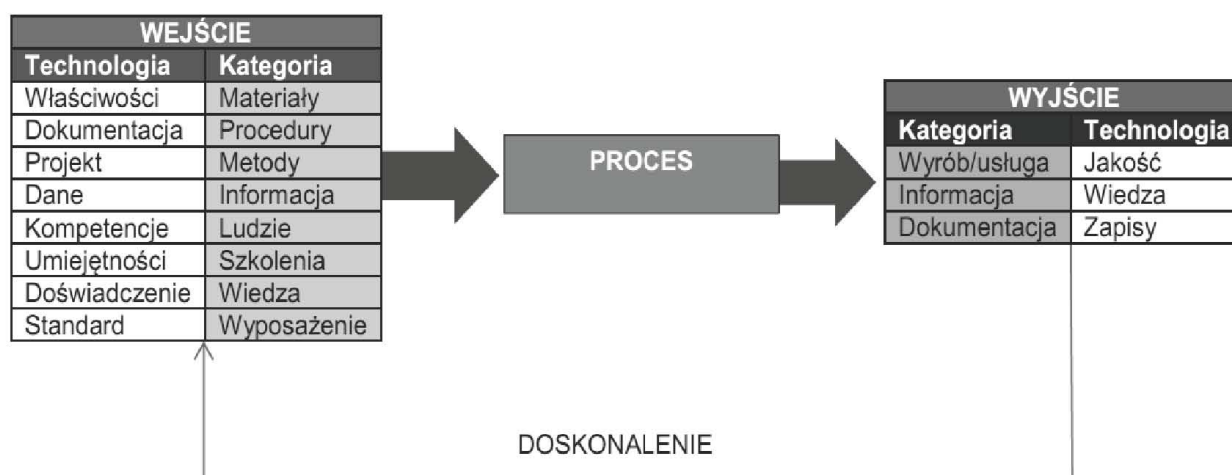
Zarządzanie procesem obejmuje kolejne etapy:

- planowanie,
- realizację,
- nadzorowanie,
- doskonalenie.

Etap planowania jest ściśle powiązany z etapem realizacji, gdyż na tym etapie określamy zakres i sposób nadzorowania stosowany w procesie. Zagadnienie to w pełni odnosi się do projektowania technologii - to na tym etapie podejmuje się określenie punktów kontrolnych mających zasadniczy wpływ na proces sterowania procesem produkcyjnym, zagadnienie to związane jest z zakresem inżynierii jakości. W kolejności bez odpowiedniego zaplanowania kontroli we wszelkich jej aspektach (dobór miejsca, metod, narzędzi i przyrządów kontrolno-pomiarowych itd.) nie jest możliwa realizacja na odpowiednim poziomie procesu nadzorowania i doskonalenia procesu produkcyjnego. Powyższe potwierdza tezę, iż zagadnienie związane z zarządzaniem technologią stanowi działanie strategiczne przedsiębiorstwa, decydujące o skutkach finansowych realizacji procesu produkcyjnego. W pełni uzasadnione jest stosowanie wypracowanych metod zarządzania projektem jako klucz do rozwiązywania problemów zarządzania technologią. Szczególne znaczenie problematyka ta znajduje w przedsiębiorstwach realizujących różne procesy technologiczne, gdzie jak wskazuje nauka i praktyka z dużym powodzeniem warto stosować podejście oparte na zarządzaniu projektem [168,169,177,188,189,205].



*Rysunek 9. Model jako narzędzie rozwiązywania zadania*



*Rysunek 10. Zarządzanie technologią w ujęciu procesowym*

Wejście do każdego procesu stanowią: energia, materiał oraz informacja. Informacja stanowi nieodzowny atrybut racjonalnego podjęcia i rozpoczęcia działania, realizacji i sfinalizowania procesu, poparta odpowiednio szczegółowym opisem jego efektu. Utylitarnymi elementami informacji, wykorzystywanymi do racjonalnej realizacji procesu i jego regulowania, powinny być szczegółowe fakty dotyczące stanu różnych istotnych właściwości tak wyrobu, jak i procesu często definiowane jako kryteria umowne [192,199,200].

Zarządzanie technologią plasuje się w obszarze zagadnień dotyczących zarządzania wiedzą, zarządzania projektem, zarządzania jakością i inżynierii procesów osadzonych na fundamentach zarządzania procesami produkcyjnymi [183-187], w niniejszym opracowaniu prezentowane w obszarze inżynierii materiałowej.



Działania związane z realizacją zarządzania technologią w praktyce przemysłowej mają różny zakres, o ile są wyodrębniane jako oddzielne działania, w literaturze brak jest jednoznacznych określeń dotyczących określenia standardu w zakresie zarządzania technologią, w szczególności odnoszącego się do poziomu operacyjnego realizacji technologii, o ile w zakresie zarządzania strategicznego czy marketingowego pojawia się to zagadnienie, to w zakresie operacyjnym procesów wytwórczych zagadnienie to jest nieuregulowane. W literaturze tematu poruszana problematyka strategii technologii często pojawia się w zakresie zarządzania innowacjami, trudno się z tym ułożeniem tematyki nie zgodzić, gdyż technologia ma wymiar innowacyjności. Istota zarządzania innowacjami związana jest z możliwościami dokonywania wyboru w obszarze zasobów, dysponowania nimi i koordynowania procesu jego wdrażania, prowadzenia analiz finansowych, w tym szacowanie ryzyka wdrożenia nowych rozwiązań. Technologia stanowi część struktury zarządzania działalnością innowacyjną. Budowanie strategii wytwórczej przedsiębiorstw opiera się na wynikach prowadzonych analiz zarządzania innowacjami, głównie dotyczących technologii [7,75,122,125,133,175,176].

Budowanie i wdrażanie kompetencji technologicznej będącej *kluczową kompetencją* - *ang. core competencies*, dla osiągnięcia przewagi konkurencyjnej w tym zakresie jest długofalowym zadaniem strategicznym każdego przedsiębiorstwa, które powinno być w sposób skuteczny realizowane przez odpowiedni zakres zarządzania [6,11,15,38-40,150].

Technologię można traktować jako określony system. Posiada ona wszystkie cechy charakterystyczne dla systemu, do których zaliczamy: strukturę wewnętrzną składającą się z elementów - maszyny i urządzeń technologicznych, powiązanych w określony sposób - układami transportowymi, informacyjnymi, poszczególne elementy i całość realizują ściśle określoną funkcję - wytwarzania planowanych produktów lub usług, posiadają określone powiązania z otoczeniem - zaopatrzenie, zbycie, odpady i inne, możliwość dokładnego zidentyfikowania elementów - dane techniczno-ekonomiczne i poszczególne stanowiska, oraz posiada określoną historię rozwoju do stanu aktualnego. Powyższe definiuje możliwość kreowania metodologii w zakresie zarządzania technologią [7,8,11,23,120,122,129,133,149].

Zarządzanie jakością posiada status ważnego czynnika determinującego kształt współczesnych działań gospodarczych. Zarządzanie jakością zdefiniowane jest w zakresie podejścia opartego na normatywach na formie dokumentacyjnej, dziś w szczególności dotyczy ono zakresu realizowanych procesów. Dokumentacja dotycząca zarządzania jakością tak

na poziomie strategicznym, jak i operacyjnym ma swoje podłoże w budowaniu pewnej szczególnej zasady archiwizacji faktów w postaci zapisów i wiedzy (danych) dotyczących reguł realizacji procesów produkcyjnych, w tym także technologii.

Zarządzanie jakością współcześnie głęboko osadzone jest w naukach o organizacji i zarządzaniu, należy jednak mieć na uwadze, że jej koncepcje osadzone są w naukach technicznych, w szczególności tych, które dotyczą obszarów technologii lub metrologii, czego dobitnym przykładem jest uznawana za początek teoretycznych podstaw naukowych jakości praca W. Shewarta „*Economic Control of Manufactured Products*”.

Teoria w zakresie nauki o zarządzaniu jakością opiera się na genezie empirycznej lub indukcji myślowej. Z punktu widzenia poszukiwania niezmienności praw w zakresie nauk o zarządzaniu, a w szczególności kwalitologii, na podstawie prowadzonych badań nie można oczekiwać uzyskania wyniku uniwersalnego w długofalowym okresie czasu dotyczącego zarządzania technologią. Sedno zagadnienia związanego z kwalitologią umocowane jest współcześnie na fundamencie procesu doskonalenia, działanie to jest nieskończonym cyklem powtórzeń cyklu Shewharta (*Koła Deminga*), co wymusza dostosowywanie teoretycznej podbudowy nauki o zarządzaniu do rzeczywistych potrzeb i warunków otaczających nas w danym interwale czasu. Zgodnie z powyższą intencją można uznać, iż przedstawiony w niniejszej pracy wynik analiz i prognozowania jest propozycją rozwiązania aktualnego problemu w zgodzie z oczekiwaniami rządzącymi obszarem sformalizowanych systemów zarządzania w obecnym czasie. Zaproponowane w pracy podejście do analizy problematyki zagadnienia zarządzania technologią opiera się na wypracowanych przez teoretyków i praktyków a będących od blisko 30 lat w użyciu standardów zarządzania. Postać będących w użyciu standardów zarządzania została uznana zarówno przez praktyków - niesłabnące zainteresowanie wdrożeniami, rosnąca ilość standardów, jak również teoretyków problematyki, czego dobitnym przykładem jest usankcjonowanie problematyki jakości w zakresie nauk ekonomicznych, nauk o zarządzaniu i powołanie w tym zakresie dziedziny nauki zwanej kwalitologią.

Niniejsza praca opiera się na wykorzystaniu indukcji myślowej wykorzystującej syntezę doświadczeń w obszarze zarządzania jakością opartej na standardach stosowanych w obszarze procesów produkcyjnych, a w szczególności technologii obróbki cieplnej.

Organizacja w ujęciu prakseologicznym złożona jest z procesów i łączących je relacji,

zarówno procesy, jak i relacje powinny w skuteczny i efektywny sposób przyczyniać się do osiągnięcia postawionych przez organizację celów spełniając określone wymagania, w tym zakresie wiele przedsiębiorstw postrzega potrzebę wyodrębnienia w strukturze wewnętrznej procesu zarządzania technologią.

System zarządzania organizacją, szczególnie w zakresie jakości, ma za zadanie eliminować wszelkie sytuacje niespełnienia wymagań i inicjować działania korygujące, tożsame zadanie dotyczy ustalenia działań w zakresie zarządzania technologią.

Organizację można opisać przez pryzmat systemu zarządzania o określonych rozkładach prawdopodobieństwa realizowanych procesów. Zdefiniowanie rodzajów stanów, które mogą wystąpić lub nie z określeniem ich prawdopodobieństwa nie zawsze jest łatwe, ale coraz częściej stosowane wspólnie i definiowane jako działanie związane z określeniem ryzyka realizacji procesów. Powyższe w kontekście analizy wpływu technologii na realizację procesów produkcyjnych podkreśla znaczenie zagadnienia zarządzania technologią.

Zarządzanie technologią, uściślając w tym także zarządzanie jakością technologii dotyczy zarządzania procesem jako częścią systemu zarządzania.

Zarządzanie technologią w znaczącej mierze dotyczy zarządzania dokumentacją, co plasuje te zagadnienie w zakresie zarządzania wiedzą i informacją. Wspólnie ilość dokumentacji technologicznej jest znacząca, a wynika to z rosnących wymagań w wybranym zakresie zaprezentowanych w rozdziale 2.6 oraz 3.2 niniejszej pracy (tablica 4). Poszukuje się potwierdzenia tezy: *Zarządzanie technologią w znaczący sposób związane jest z zarządzaniem dokumentacją, co w tym zakresie ma wpływ na skuteczność procesu wytwarzania.* Kontynuując, ze względu na uzyskanie wysokiego poziomu skuteczności i efektywności realizacji procesu produkcyjnego zasadnym wydaje się pytanie: kiedy ilość opracowanej dokumentacji technologicznej w zależności od rodzaju stosowanej przez organizację technologii jest wystarczająca dla utrzymania skuteczności realizacji procesu wytwarzania. Jeżeli ilość dokumentacji różnicowanej jej rodzajem zaczyna wzrastać w organizacji, tym samym zaczyna wzrastać entropia systemu zarządzania. Wraz ze wzrostem ilości dokumentacji wzrasta entropia układu, jakim jest system zarządzania, wzrasta możliwość zaistnienia sytuacji niepożądanych wpływających chaotycznie na realizację procesów. Można przyjąć, iż wzrost ten jest wprost proporcjonalny do logarytmu prawdopodobieństwa znalezienia się tego układu w tym stanie. Im większe jest sformalizowanie w zakresie dokumentacji,

tym większe jest prawdopodobieństwo wystąpienia zakłóceń i wyższa entropia układu.

W zakresie zarządzania technologią w obszarze opracowywania dokumentacji istnieje domniemanie, iż trudno jest spełnić bez uchybień wymagania bardzo rozproszone, co może wpływać na powstanie chaosu w zakresie przepływu informacji, ale także w zakresie procesów nadzorowania, jak i doskonalenia procesów produkcyjnych. Powyższe skłania również do podjęcia dyskursu w zakresie poruszanej problematyki i próby pewnego usankcjonowania podejścia w tym zakresie [204].

Każda technologia osadzona jest w wymiarze czasu, rys. 9 przedstawia umiejscowienie technologii w skali czasu.

Technologie dobrze znane nie tworzą możliwości uzyskania przewagi rynkowej, jedynie w kontekście poszukiwania nowych zastosowań, spełnienia wymagań klientów w zakresie określonych nowych potrzeb mogą stanowić podstawę do poszukiwania przewagi konkurencyjnej. Działania te związane są z planowaniem i realizacją badań, co związane jest z odpowiednimi nakładami finansowymi i poszukiwaniem technologii prototypowych, w tym również w zakresie transferu nauki do przemysłu. Powyższe w sposób dobitny pokazuje występującą interakcję między technologią, rynkiem i organizacją. Technologie prototypowe mogą posiadać duże znaczenie w perspektywie czasu, wymagają one realizacji badań, ale dają nadzieję na tworzenie rzeczywistej przewagi konkurencyjnej.

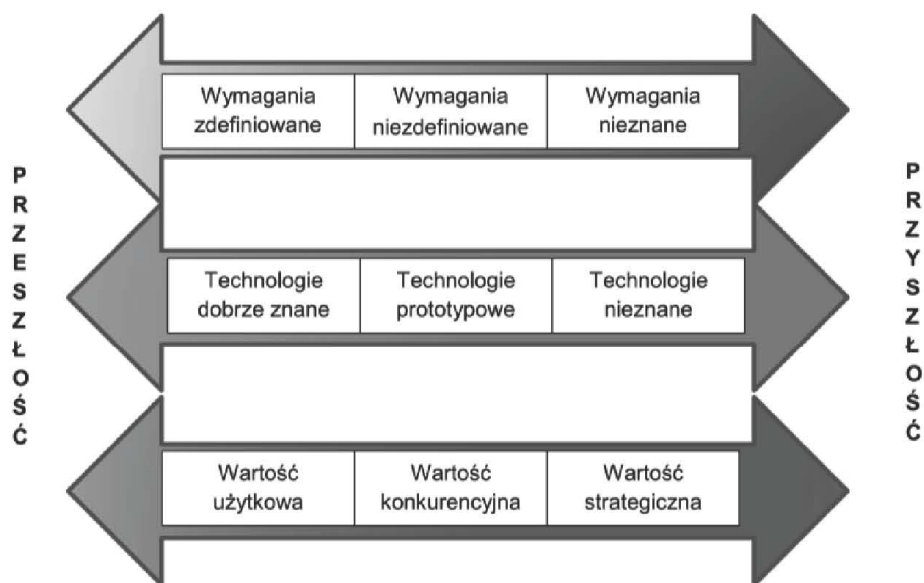
Słabo zdefiniowane i słabo zrozumiane wymagania w największym stopniu definiują przewagę przedsiębiorstwa, stanowiąc obszar wartości strategicznych, dla których muszą zostać opracowane technologie jeszcze nieznanne lub rozwijane technologie będące w fazie embrionalnej. Technologia w znaczący sposób ma możliwość oddziaływania na postawy konsumenckie, a w tym na kreowanie oczekiwań.

Zgodnie z powyższym przedsiębiorstwa muszą analizować umiejscowienie stosowanych technologii zgodnie z powyższą koncepcją - rysunek 11, w tym wdrażając strategię w zakresie zarządzania technologią.

Podstawowe kryteria zarządzania technologią w przedsiębiorstwie dotyczą:

- stabilizacji polegającej na osiągnięciu pełnej sterowalności w zakresie stosowanych technologii,
- dynamiki zmian i realizacji procesów projektowych w zakresie unowocześniania technologii,
- trafności podejmowanych decyzji w zakresie projektowanych i wdrażanych technologii, w szczególności na podstawie analizy uwzględniającej kryterium efektywności biznesowej.





**Rysunek 11.** Zakres stosowanych technologii w odniesieniu do skali czasu

Rysunek 12 przedstawia umiejscowienie problematyki dotyczącej technologii w systemie zarządzania jakością i wynikający z tego obszar podejmowanych analiz w niniejszej pracy. Technologia stanowi składową każdego procesu, trudne jest wykoncypowanie postaci przedsiębiorstwa produkcyjnego realizującego proces wytwarzania bez projektu technologii. Projektowanie konstrukcyjne zostało przesunięte na granice określonego na rysunku 12 systemu zarządzania jakością, podkreślając fakt, iż może one być realizowane u dostawcy wyrobu lub innym przedsiębiorstwie.

Dla tak określonego obszaru opracowywana została koncepcja zarządzania technologią traktując dane z projektowania konstrukcyjnego jako jedno z wejść w systemie zarządzania technologią.

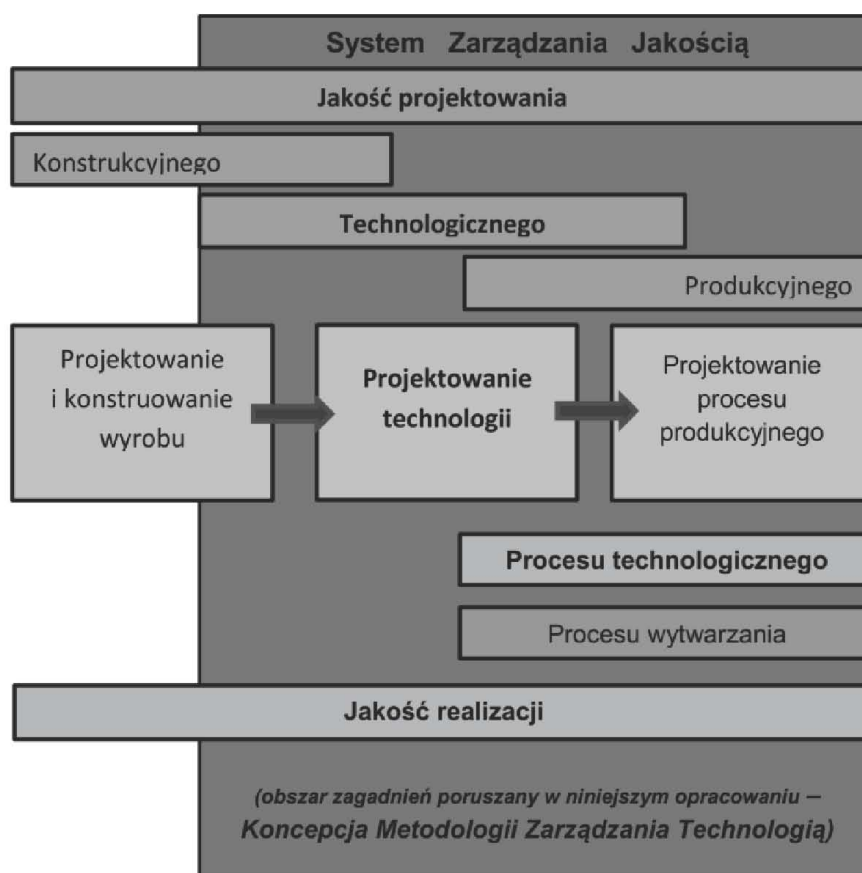
Obszar systemu zarządzania jakością dla potrzeb niniejszej pracy utożsamiany jest z funkcjonującymi w praktyce zarządczej wymaganiami:

- standardu ISO 9001, „Systemy zarządzania jakością, Wymagania”,
- specyfikacji technicznej ISO / TS 16949, „Systemy zarządzania jakością, szczegółowe wymagania dotyczące stosowania ISO 9001 w przemyśle motoryzacyjnym oraz w organizacji produkujących części zamienne”,
- specyfikacji CQI - 9, „Special Process, Heat Treat System Assessment”,

co wynika z poruszanej tematyki szczegółowej pracy a odnoszącej się do zagadnień inżynierii materiałowej w zakresie procesów obróbki cieplnej i cieplno-chemicznej.

Zawarte w powyższych dokumentach wymagania stanowią podstawę do analizy i określenia wymagań w zakresie zarządzania technologią.





*Rysunek 12. Miejsce technologii w systemie zarządzania jakością*

## 5.1. Cel i teza pracy

### **Cel pracy**

Złożoność zagadnień związanych z zarządzaniem technologią i ich interdyscyplinarność, w tym w szczególności w zakresie określenia czynników mających wpływ na zwiększenie efektywności realizacji procesów technologicznych oraz zdefiniowanie metod, narzędzi i kryteriów jej oceny pozwala na określenie celu pracy w postaci zagadnień problemowych do rozwiązania, dotyczą one:

- 1) identyfikacji zagadnienia zarządzania technologią,
- 2) opracowania metodologii w zakresie zarządzania technologią,
- 3) weryfikacji opracowanej metodologii w zakresie wybranej technologii.

### **Teza pracy**

Na podstawie studiów literaturowych jak również doświadczeń własnych autora w zakresie zagadnienia dotyczącego zarządzania technologią założono, iż istnieje potrzeba opracowania

modelowej spójnej metodologii zarządzania technologią, co pozwala na postawienie niniejszej tezy pracy:

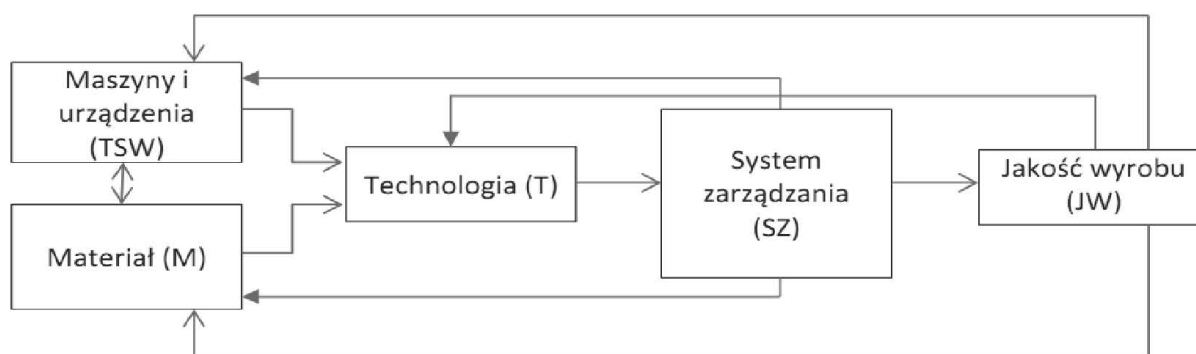
**Opracowanie metodologii zarządzania technologią w oparciu o istniejące standardy zarządzania stanowiące komplementarne wymagania poprzez wyróżnienie czynników mających wpływ na efektywność zarządzania usprawnia działanie przedsiębiorstwa w jednym z najważniejszych procesów mających wpływ na jego efektywność biznesową.**

Dla postawionej powyżej tezy opracowano koncepcję sterowania technologią w systemie zarządzania jakością - rysunek 13. Technologia (T) stosowana w przedsiębiorstwie stanowi wynik projektowania opartego o charakterystykę własności stosowanego materiału (M) oraz będących w dyspozycji przedsiębiorstwa zasobach technicznych środków wytwarzania (TSW): maszyn i urządzeń. Zastosowanie materiału (M) i określonych maszyn i urządzeń wytwórczych (TSW) wpływa na uzyskanie określonej charakterystyki wyrobu.

Zaprojektowana technologia (T) realizowana jest w procesie wytwarzania stanowiącego jeden z elementów systemu zarządzania (SZ), w tym zakresie przyjęto, że przedsiębiorstwo spełnia określone wymagania normy PN-EN ISO 9001: w zakresie technologii (T) jako części procesu produkcyjnego dotyczy to wymagań rozdziału 7 normy, w zakresie materiału (M) dotyczy to wymagań pkt. 7.4 normy oraz w zakresie technicznych środków wytwarzania (TSW) dotyczy to wymagań pkt. 7.5 oraz 7.6 normy.

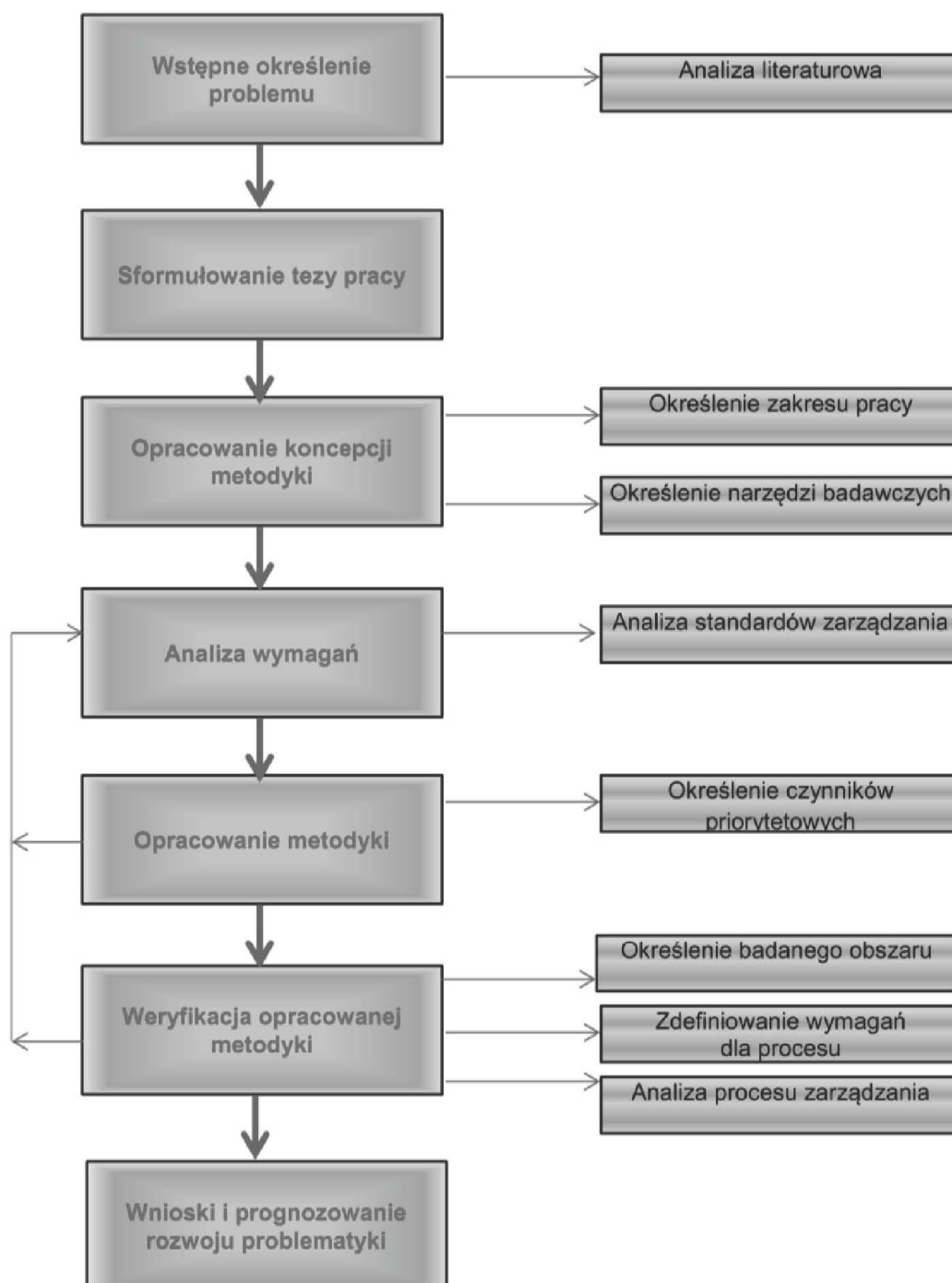
Funkcje sterujące systemu zarządzania (SZ) w zakresie realizowanych procesów mają na celu uzyskanie odpowiedniej, zaplanowanej jakości wyrobu (JW).

Między jakością wyrobu (JW) a technologią (T) istnieją określone związki przyczynowo - skutkowe  $\alpha_{j-t}$ . Związki te dotyczą jakości technologii, stymulowane są poprzez podejmowane działania w zakresie funkcjonującego systemu zarządzania (SZ).



**Rysunek 13. Koncepcja sterowania technologią**

Związki przyczynowo - skutkowe dotyczą także funkcji sterującej (SZ) i jego oddziaływania poprzez podejmowane w ramach jego funkcjonowania działań stymulujących oddziaływanie na jakość procesów w zakresie nadzorowania technicznych środków wytwarzania (TSW) i materiałów (M), w tym również obejmując zagadnienia zapewnienia jakości w zakresie materiałów powierzonych przez klienta.



**Rysunek 14.** Algorytm realizacji pracy

Zakres poszukiwania odpowiedzi na pytanie o jakość technologii stanowi jeden z obszarów niniejszego opracowania, dotyczy on sformułowania zależności semantycznych w zakresie związków występujących między systemem zarządzania (SZ) a technologią (T). Określenie zależności zachodzących między technologią a jakością wyrobu w funkcji systemu zarządzania jakością (SZ) pozwala na sformułowanie rekomendacji w zakresie projektowania, realizacji i sterowania technologią w przedsiębiorstwach.

Weryfikacja przyjętej tezy wymagała zrealizowania odpowiednich zadań badawczych, w tym również zostały zaprezentowane przykładowe badania z zakresu inżynierii materiałowej. Algorytm postępowania w zakresie realizacji niniejszej pracy został przedstawiony na rysunku 14.

Problematyka zarządzania technologią poruszana w niniejszym opracowaniu dotyczy zagadnienia pomiaru skuteczności osiągania celów jakościowych stawianych dla procesu na etapie projektowania, realizacji, nadzorowania i doskonalenia. Zasadniczo dla procesów zarządczych poszukuje i określa się zależności przyczynowo-skutkowe. W warunkach określenia zdeterminowanych związków uzyskuje się skuteczność realizowanych działań, w praktyce ilość tych związków jest ograniczona, prowadzi to do poszukiwania i określania związków o dużym współczynniku korelacji a wyniki takich analiz posiadają znaczący wpływ na skuteczność podejmowanych działań.

## 6. Metodologia zarządzania technologią

Zgodnie z przyjętym algorytmem realizacji pracy (rysunek 14) przeprowadzono stosowne analizy pozwalające określić metodologię zarządzania technologią.

### 6.1. Analiza wymagań standardów zarządzania

Podstawę w zakresie zarządzania jakością stanowią wymagania zawarte w normie ISO 9001 *Systemy zarządzania jakością - Wymagania*. Procesy obróbki cieplnej zaliczane są do procesów specjalnych. Powyższe stawia wymaganie, aby procesy specjalne były w odpowiedni sposób zarządzane, w tym wykorzystując metody i narzędzia zarządzania jakością, a także stosując wymagania zawarte w opracowywanych w przedsiębiorstwach dokumentach systemowych [111].

Cel opracowania norm z zakresu zarządzania jakością wynikał z potrzeb międzynarodowej wymiany handlowej, przyczyniając się do opracowania przez organizacje normalizujące oznaczeń, unifikacji pojęć, klasyfikacji czy metod badania wyrobów. Wymagania normy ISO 9001 stały się podstawowymi wymaganiami stawianymi organizacjom i dostawcom chcącym utrzymać się na rynku poprzez wdrożenie strategii ciągłego doskonalenia.

Jednym z najprężniej rozwijających się rynków jest rynek motoryzacyjny, który stał się przemysłem wiodącym w zakresie rozwoju programów certyfikacji dostawców. Rosnąca konkurencja w tym obszarze spowodowała zaostrzenie wymagań wobec usług i produktów oraz wprowadzania bardziej restrykcyjnych wymagań w zakresie współpracy z dostawcami. Wymagania normy ISO 9001 stały się zatem niewystarczające do tego, by wykazać przewagę organizacji na odpowiednio wysokim poziomie zapewnienia jakości w obszarze rynku motoryzacyjnego, czego dowodem było opracowanie specyfikacji technicznej ISO/TS 16949 [39,110,173,179,198,203] a kolejno w obszarze procesów obróbki cieplnej standardu CQI-9 *Heat Treat System Assessment*, określanego jako *System Oceny Obróbki Ciepłej* opracowanego przez organizację AIAG - Automotive Industry Action Group. Standard CQI-9 stanowi uzupełnienie wymagań z myślą o umożliwieniu współpracy, rozwoju i promowaniu nowych rozwiązań w dziedzinie przemysłu motoryzacyjnego, organizacji realizujących procesy obróbki cieplnej [84,85,130,155-157].

W wyniku powstawania coraz to nowych standardów wymagań w zakresie szeroko rozumianego zarządzania tworzy się hierarchiczna struktura wymagań - rysunek 15, mimo że



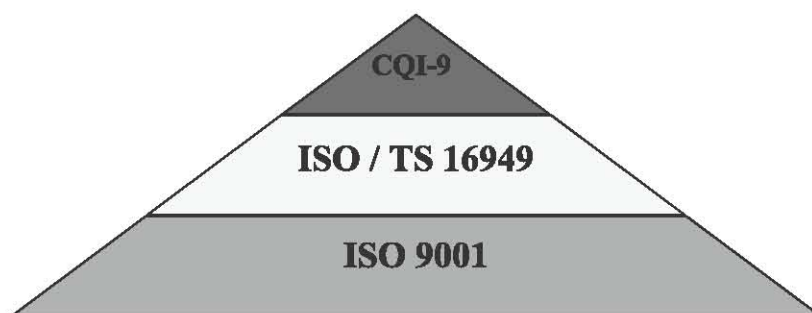
ww. systemy mogą również funkcjonować w praktyce jako systemy niezależne. Powyższe odnosi się do nakreślonego wcześniej dylematu „klepsydry” w zarządzaniu, gdzie pewne działanie związane jest z zawężaniem zakresu oddziaływania danego standardu (jego specjalizacją) a działaniem zmierzającym do uszczegółowienia wymagań - postawienia ich w sposób ostry. Ze względów poznawczych interesujące jest poszukiwanie wymagań optymalnych w tym zakresie, szczególnie w kontekście, iż wymagania wyspecjalizowane definiują znaczącą liczbę wymagań w zakresie dokumentacji [142].

Problematyka powyższa nabiera szczególnego znaczenia w kontekście integracji systemów zarządzania zarówno w przedstawionym układzie integracji pionowej systemów, jak i integracji poziomej. Zagadnienie to współcześnie stanowi obszar tak naukowego, jak i praktycznego poszukiwania jego rozwiązania [26-28,34,142,157,162,164,166].

Współcześnie inżynier technolog poza wymaganą wiedzą w zakresie projektowania technologii procesów musi posiadać wiedzę z zakresu szeroko rozumianego zarządzania jakością, w tym wymagań zapisanych w standardach systemów zarządzania, zarówno ogólnych jak i branżowych.

Powyższe kładzie nacisk na zrozumienie i interpretację wymagań systemów zarządzania w kontekście technologii. Problem ten wyraźnie został zaznaczony w normie ISO 9004.

Poziom ogólności wymagań zawartych w normie ISO 9001 stanowi możliwość realizacji przez przedsiębiorstwa różnych sposobów spełnienia wymagań. Przedsiębiorstwa realizujące procesy obróbki cieplnej najczęściej nie projektują wyrobów, lecz wykonują usługę mającą na celu uzyskanie odpowiednich właściwości wyrobu, istnieje jednak zakres szczególny, który w wielu przypadkach zostaje pomijany - przedsiębiorstwa te projektują technologię. W zakresie tych wymagań zdarzają się sytuacje w praktyce zarządczej przedsiębiorstw wyłączenia z wymagań spełnianych dla wdrożonego systemu zarządzania jakością zgodnego z standardem ISO 9001 - procesu projektowania, co jest wysoce niezrozumiałe i stanowi niezgodność w zakresie systemu.



**Rysunek 14. Hierarchiczność wymagań ISO 9001, ISO/TS 16949 oraz CQI-9**

Mając na uwadze współcześnie akceptowane i stosowane działania zarządcze dokonano analizy zakresu czynności nadzoru mających istotny wpływ na proces technologiczny, tu w obszarze realizacji procesów obróbki cieplnej:

1. **Przegląd umowy:** ocena zdolności przedsiębiorstwa do przeprowadzenia procesu i czynności stanowiących wymagania uzupełniające, wymagana jest znajomość szczegółowego zakresu zastosowania przyjętej technologii, zagadnienie to dotyczyć może tak subtelnych szczegółów jak dokładność temperaturowa stosowanych urządzeń technologicznych.

2. **Przegląd danych wejściowych do projektu:** ocena zastosowania wymagań zawartych w regulacjach normatywnych (odpowiednie zastosowanie norm materiałowych), ocena technologiczności wyrobu w kontekście realizacji procesu obróbki cieplnej w zakresie stosowanych technologii, ocena dostępności i adekwatności stosowanych metod kontroli i oceny jakości dla planowanych efektów realizacji procesów obróbki cieplnej, ocena parametrów procesów obróbki cieplnej i możliwości ich uzyskania w stosowanych technologiach, ocena wymagań jakościowych, w tym ustalenie kryteriów odbioru wyrobu po realizacji procesów obróbki cieplnej.

3. **Materiał obrabiany:** ocena własności obrabianego materiału w kontekście realizowanych procesów obróbki cieplnej, określenie i ocena wymagań dotyczących warunków technicznych zakupu materiału lub jego dostarczenia przez klienta, w tym określenie rodzaju dokumentów kontroli, określenie i oceny metod identyfikacji oraz identyfikowalności, a także przechowywania materiału.

4. **Materiały technologiczne:** określenie i ocena niezbędnych materiałów technologicznych potrzebnych do odpowiedniego realizowania zaplanowanych procesów obróbki cieplnej (gazy techniczne, ośrodki chłodzące i inne), określenie i ocena warunków dostawy materiałów technologicznych, w tym dokumentów kontroli, określenie i ocena metod identyfikacji oraz identyfikowalności, a także przechowywania tych materiałów i nadzorowania procesu zużycia.

5. **Podwykonawstwo:** określenie i ocena procesów / operacji / zadań zleczanych na zewnątrz przedsiębiorstwa, określenie warunków realizacji procesów poza przedsiębiorstwem, określenie metod kwalifikacji i odbioru prac wykonanych przez podwykonawców, w tym również metod ich walidacji.

6. **Planowanie procesu produkcyjnego:**

6.1 **w zakresie technologii:** określenie i ocena stosowanych instrukcji technologicznych (Warunki Realizacji Procesów Obróbki Cieplnej), określenie i ocena stosowanych instrukcji

roboczych, określenie i ocena kolejności stosowanych operacji obróbki cieplnej w zakresie technologiczności i możliwości uzyskania efektów realizacji zaplanowanych procesów,

**6.2 w zakresie personelu:** określenie odpowiedzialności i uprawnień personelu realizującego proces, określenie i ocena warunków bezpieczeństwa pracy, w tym w zakresie oceny ryzyka, przegląd stosowanych w tym zakresie procedur i instrukcji,

**6.3 w zakresie nadzoru:** określenie miejsc i ocena warunków kontroli poszczególnych operacji i zabiegów procesu obróbki cieplnej, przegląd stosowanych procedur, instrukcji i opracowanie potrzebnych wynikających z realizowanego procesu, w tym opracowanie planów jakości, jak również opracowanie stosowanych formularzy zapisów, mając również na uwadze wymagania stawiane przez odbiorców jako dostawców: materiałów i maszyn,

**6.4 w zakresie parku maszynowego:** określenie i ocena przydatności stosowanych urządzeń, określenie i ocena przydatności niezbędnych przyrządów i urządzeń pomocniczych, ocena zdolności jakościowej maszyn, ocena stosowanych procedur i instrukcji,

**6.5 w zakresie walidacji:** określenie sposobu walidacji zaprojektowanego procesu technologicznego i podjęcie działań korygujących,

**7. Realizacja procesu:** zagwarantowanie dostępności instrukcji roboczych (stanowiskowych) oraz kart technologicznych, zagwarantowanie materiałów w tym materiałów pomocniczych w odpowiedniej ilości, jakości i czasie, stosowanie określonych parametrów procesów / operacji / zabiegów, zagwarantowanie odpowiedniej kolejności realizacji procesu, realizacja niezbędnych operacji dodatkowych.

#### **8. Nadzór nad procesem:**

**8.1. w zakresie urządzeń:** realizacja kontroli i pomiarów parametrów pracy urządzeń stosowanych w realizowanym procesie, stosowanie odpowiednich metod zapisów, w tym ich archiwizacja umożliwiająca identyfikację,

**8.2. w zakresie materiału:** ocena wizualna, ocena parametrów materiału z zastosowaniem badań niszczących i nieniszczących,

**8.3. w zakresie dokumentacji:** opracowywanie i archiwizacja zapisów w zakresie realizowanych procesów, w tym wyniki badań i kontroli materiału oraz parametrów urządzeń, procesów,

**8.4. w zakresie realizacji badań i pomiarów:** zbieranie i archiwizacja wyników badań i pomiarów,

**8.5 w zakresie nadzoru nad procesem / wyrobem niezgodnym:** stosowanie odpowiednich

kryteriów zatrzymania realizacji procesów, weryfikacji uzyskanych własności materiałów oraz stosownego oznaczania wyrobów niezgodnych, podejmowanie działań korygujących oraz zapobiegawczych.

**9. Doskonalenie:** określenie sposobu zgłaszania wszelkich niezgodności i sposobu realizacji analizy w tym zakresie oraz wykorzystania uzyskanych wniosków.

Powyższe wytyczne mogą stanowić rekomendację w zakresie realizacji dobrej praktyki wytwórczej, biorąc pod uwagę, że w pełni wyczerpują wymagania standardu ISO 9001.

Zasadnicza różnica między specyfikacją ISO/TS 16949 a standardem ISO 9001 wynika z potrzeby, specyfiki i doświadczeń branży motoryzacyjnej dla której jest dedykowana. Wymagania zawarte w specyfikacji ISO/TS 16949 dotyczą również kwestii inżynierskich w tym skuteczności i efektywności wdrożonego systemu zarządzania jakością. Specyfikacja zawiera szczegółowe wymagania specyficzne dla sektora motoryzacyjnego, w szczególności dotyczące kompetencji, wiedzy i szkoleń pracowników, projektowania i rozwoju, produkcji, monitorowania i kontroli oraz analizy i doskonalenia. Wdrożenie wymagań ISO/TS 16949 ma na celu zapobieganie wadliwości w całym łańcuchu dostaw warunkowanego doskonaleniem systemu zarządzania. Wymagania specyfikacji technicznej ISO/TS 16949 uściślają zakres w stosunku do wymagań zawartych w standardzie ISO 9001 i tak np. wymaganie odnoszące się do pkt 7.3.3 *Dane wyjściowe z projektowania i rozwoju zostały uściślone w specyfikacji ISO/TS 16949 w pkt. 7.3.3.2 Dane wyjściowe z projektowania procesu* o wymóg opracowania, wdrożenia i stosowania dokumentów, które pozwalają na sprawdzenie i poddanie walidacji z punktu widzenia wymagań wejściowych do projektowania procesu, specyfikacja w tym zakresie wymaga stosowania [109,110,111,156,206]:

- specyfikacji i rysunków,
- schematów przebiegu / rozmieszczenia procesu produkcji,
- analizy FMEA procesu,
- planu kontroli,
- instrukcji roboczych,
- opracowanych kryteriów akceptacji procesu,
- archiwizacji danych dotyczących jakości, niezawodności, możliwości konserwacji
- ustalenia i wdrożenia metody szybkiego wykrywania oraz zapewniania informacji zwrotnej na temat niezgodności wyrobu / procesu.



Wdrożenie i utrzymanie systemu opartego na spełnieniu wymagań ISO/TS 16949 wymaga od przedsiębiorstwa ustalenia obszernego zakresu dokumentacji zarządczej dla realizowanych procesów w tym zasadniczy sposób odnoszących się aspektów technologicznych [109].

Poziom wyższego uszczegółowienia wymagań w obszarze procesów obróbki cieplnej aniżeli wymagania zawarte w standardzie ISO 9001 oraz specyfikacji ISO/TS 16949 stanowi standard CQI-9. Celem wdrożenia standardu CQI-9 jest wykazanie i ocena zdolności do spełnienia wymagań w wąskim obszarze realizacji procesów obróbki cieplnej, jak również rozwój systemu zarządzania w zakresie procesów obróbki cieplnej poprzez wprowadzanie ciągłego doskonalenia [85,110,111,155,156].

Ocena jakości procesów w zakresie wymagań zawartych w specyfikacji CQI-9 obejmuje procesy obróbki cieplnej, jak i powiązane z nią działania w łańcuchu dostaw. Wymagania określone w standardzie CQI-9 posiadają ogólny charakter zastosowań we wszystkich organizacjach wykonujących operacje obróbki cieplnej, niezależnie od rodzaju produktu i wielkości produkcji. Standard CQI-9 obejmuje pięć obszarów wytycznych i zaleceń, różnicowanych rodzajem obróbek cieplnych: obróbki stopów żelaza (nawęglanie, węgloazotowanie, korekta zawartości węgla, ulepszanie cieplne, hartowanie bainityczne, hartowanie martenzytyczne, odpuszczanie, utwardzanie wydzieleniowe - starzenie, azotowanie (gazowe), azotonawęglanie ferrytu (gazowe lub w solach), obróbka cieplna aluminium, indukcyjna obróbka cieplna metali żelaznych, wyżarzanie zupełne, normalizujące, odprężające.

Określone wymagania dla poszczególnych procesów dotyczą następujących zagadnień: wyposażenia procesu technologicznego i testującego, pirometrów, częstości monitorowania procesu, częstości kontroli wewnątrz procesowych i końcowych, częstości weryfikacji cieczy chłodzących i roztworów.

Sposób przeprowadzenia oceny procesów obróbki cieplnej określony został przez Automotive Industry Action Group AIAG w następujący sposób [155]:

- a) uzyskanie aktualnej wersji dokumentacji CQI-9,
- b) zidentyfikowanie procesów obróbki cieplnej, podlegających ocenie w zakresie wymagań zawartych w CQI-9,
- c) uzupełnienie dokumentacji oraz określenie poziomu zgodności z wymaganiami. Wymagane jest przeprowadzenie przynajmniej jednego audytu podczas przeprowadzania oceny,
- d) wskazanie pozycji oznaczonych, jako „niezgodne”, ustalenie niezbędnych działań, przeprowadzenie analizy najistotniejszych przyczyn wystąpienia nieprawidłowości oraz



wdrożenie niezbędnych działań korygujących. Działania te powinny zostać ukończone w ciągu 90 dni. Należy zachować wszystkie zapisy z przeprowadzonych działań korygujących,

e) pozycje oznaczone, jako „uwagi” wymagają przeprowadzenie działań związanych z wycofaniem wadliwego produktu. Należy wskazać pozycje tak określone oraz ustalić dla każdej z nich przebieg działań korygujących wraz z analizą najistotniejszych przyczyn wad. Działania te powinny zostać ukończone przed upływem 90 dni. Wszelkie zapisy z działań korygujących i weryfikujących powinny być przechowywane,

f) ocena powinna być przeprowadzana co roku lub zgodnie z wymaganiem klienta.

Tablica 6 prezentuje tłumaczenie wybranych wymagań specyfikacji CQI-9 Special Process: Heat Treat System Assessment AIAG [155].

**Tablica 6. Wybrane wymagania specyfikacji CQI-9 Special Process: Heat Treat System Assessment, AIAG [155]**

Nr pytania	Pytanie	Wymagania i wytyczne
1.9	Czy istnieje zarządzanie odnośnie systemu monitoringu procesów obróbki cieplnej przez 24h/dobę?	Zarząd organizacji powinien dokonywać przeglądów systemu monitoringu pieców w odstępach czasu nieprzekraczających 24h. System monitoringu obróbki cieplnej obejmuje, lecz nie ogranicza się do wykresu przebiegu temperatury, atmosfery, rejestratorów pieca i operatorów. Przegląd zarządzania obejmuje również wszelkie starania mające na celu wykrycie stanów pozaalarmowych nieobjętych systemem kontroli. Proces przeglądu danych pieca powinien być udokumentowany, zalecany w formie danych komputerowych.
2.7	Czy etap ładowania pieca jest określony, udokumentowany i kontrolowany?	Parametry ładowania pieców powinny być wyszczególnione, udokumentowane oraz kontrolowane. Przykładem jest posuw, prędkość taśmy, ciężar zasobników itd.
2.14	Czy parametry procesu są kontrolowane z częstością zawartą w tabeli opisowej procesu?	Parametry kontroli procesu powinny być monitorowane z częstością określoną w tabeli opisowej procesu. Komputerowe wyposażenie monitoringu wraz z alarmami i rejestrem alarmów zapewnia wymaganą weryfikację. Wyznaczone osoby powinny sprawdzić parametry procesu przez inicjowanie wykresów lub zapisów rejestru. Przegląd zarządu jest wymagany zgodnie z wymogiem 1.9.
3.2	Czy wyposażenie procesów jest skalibrowane i zweryfikowane certyfikatem, wystawionym i aktualnym?	Kalibracja i certyfikacja wyposażenia procesów powinna być sprawdzana w regularnych odstępach czasu.
3.14	Czy medium chłodzące jest cyklicznie analizowane?	Wykonawca powinien okresowo analizować medium chłodzące względem szczególnych właściwości hartujących np. krzywą chłodzenia, zawartości wody, stężenie soli, jako specyfikacje procesu. Tolerancje właściwości parametrów medium chłodzącego powinno być określone przez dostawcę medium lub wykonawcę obróbki cieplnej. Analiza powinna być przeglądana dla potwierdzenia przez wykonawcę obróbki. Przegląd powinien być udokumentowany.

Wdrożenie i utrzymanie systemu zarządzania opartego na wymaganiach specyfikacji CQI-9 wiąże się z realizacją w tym zakresie audytu, którego wyniki mają w zasadniczy sposób oddziaływać na kształt systemu zarządzania w szczególności w zakresie spełnienia wymagań klientów. Można uznać, iż opracowany standard CQI-9 stanowi w kontekście zagadnienia zarządzania technologią zbiór wymagań z powodzeniem stanowiący podstawę realizacji audytu procesu technologicznego (w kontekście zagadnienia przedstawionego w rozdział 3.4 niniejszej pracy).

Przedstawiona powyżej analiza wymagań standardów zarządzania (ISO 9001, ISO/TS 19494, CQI-9) jest przedstawieniem uszczegółowienia wymagań, prezentując sposób kreowania nowych rozwiązań zarządczych w zawężanym zakresie, tu dotyczącym zarządzania procesami specjalnymi w zakresie procesów obróbki cieplnej.

## 6.2. Zapewnienie jakości procesów obróbki cieplnej

Zapewnienie właściwej jakości wyrobu podczas realizacji operacji obróbki cieplnej wymaga wytwarzania za pomocą prawidłowo dobranych środków produkcji i materiałów, a w tym [85,111,143,156,]:

- prawidłowych komponentów (od dostawców lub wytwarzanych w organizacji) – wymaganie PN-EN ISO 9001:2009 p. 7.4,
- prawidłowego wyposażenia technologicznego (np. w zakresie stosowanie pieców z dużą dokładnością temperaturową) oraz oprzyrządowania technologicznego (stosowanie specjalistycznych uchwytów, kleszczy oraz środków ochrony osobistej) - wymaganie PN-EN ISO 9001:2009 p. 6.3, 6.4,
- prawidłowych narzędzi pomiarowych do kontroli, monitorowania, sprawdzania oraz systemów pomiarowych - wymaganie PN-EN ISO 9001:2009 p. 7.6,
- prawidłowych metod realizacji, procesów i technologii zastosowanych do przeprowadzenia operacji obróbki cieplnej danego wyrobu - wymaganie PN-EN ISO 9001:2009 p. 7.5.

Dowodem niespełnienia wymagań są niezgodności, przyczyny powstawania niezgodności w procesach obróbki cieplnej wynikają z niewłaściwie przeprowadzonych przez technologa następujących czynności [48,50,143]:

- oceny dotyczącej np. technologiczności wyrobu,
- doboru: planu operacji, temperatur poszczególnych operacji i zabiegów, atmosfery pieca, rodzaju materiału,

- obliczeń dotyczących np.; czasów zabiegów, szybkości nagrzewania oraz szybkości chłodzenia. Niezgodności w procesie obróbki cieplnej ze względu na specyfikę tego procesu mogą wynikać również z ukrytych wad materiałowych [50,158].

W zakresie zapewnienia jakości realizacji procesów produkcyjnych najistotniejszym działaniem jest określenie i wdrożenie do praktyki procedur postępowania z wyrobem niezgodnym. Wyroby niespełniające wymagań jakościowych a powstałe podczas procesu produkcji muszą zostać wyłączone z ciągu produkcji i zabezpieczone przed przedostaniem się do dalszych faz produkcji. W tym zakresie wymagane jest ustalenie odpowiedniej procedury postępowania. W zakresie realizacji procesów obróbki cieplnej zagadnienie to jest bardzo istotne, gdyż jak już podkreślono, operacje te mają szczególne znaczenie dla realizacji procesu produkcyjnego, jak również uzyskania odpowiednich właściwości wyrobu. Klasyfikacja wyrobów niezgodnych odbywać się może w obszarze procesów obróbki cieplnej w dwojaki sposób: na podstawie badania obrabianego wyrobu i / lub monitorowania parametrów procesu. Wyroby niezgodne klasyfikowane są w celu: dopuszczenia ich do dalszych faz produkcji pod warunkiem, że niezgodność będzie usunięta w następnych operacjach lub nie wpływa ona ujemnie na własności wyrobu, naprawy, o ile wynik naprawy nie wpłynie na osiągnięcie zdolności spełnienia wyrobu oczekiwanych właściwości, przeklasyfikowania lub złomowania obrabianego materiału.

Wpływ na powstawanie niezgodności może mieć wiele przyczyn. Tablica 7 przedstawia możliwe przyczyny powstania niezgodności podczas realizacji procesu obróbki cieplnej na etapie projektowania i wytwarzania.

**Tablica 7. Przykładowe przyczyny niezgodności, które mogą powstać na etapie projektowania i wytwarzania procesów obróbki cieplnej**

PROJEKTOWANIE	WYTWARZANIE
Niepoprawny dobór parametrów procesu	Brak nadzoru nad parametrami procesu
Niepoprawny dobór atmosfery ochronnej i natężenie przepływu	Użycie nieodpowiedniej atmosfery ochronnej, brak nadzoru nad parametrami - natężeniem przepływu
Niepoprawny dobór czasów oraz temperatury nagrzewania i wygrzewania	Brak nadzoru nad kontrolą czasu oraz temperaturą realizowanych operacji i zabiegów
Niewłaściwy dobór ośrodka chłodzącego	Zastosowanie niewłaściwego sposobu chłodzenia wyrobu lub niewłaściwego ośrodka chłodzącego
Złe przygotowanie materiału przed operacją obróbki cieplnej	Brak zastosowania właściwego oprzyrządowania

Niezgodności mogą powstać na różnych etapach realizacji procesów, zadaniem w zakresie zapewnienia jakości procesu wytwarzania jest nie tylko ich określenie, ale zdefiniowanie przyczyn powstania. Poniżej dokonano klasyfikacji przykładowych niezgodności powstających podczas zabiegu nagrzewania w procesach obróbki cieplnej [21,44,46-50,140,141,158-161,163]:

1. Złe ułożenie części w piecu powoduje odkształcenia pod wpływem własnego ciężaru obrabianego materiału.
2. Zbyt szybkie i nierównomierne grzanie wsadu z przyczyn niezależnych od ułożenia wsadu sprzyja odkształceniom i pęknięciom wsadu.
3. Niewłaściwe parametry austenitzowania (temperatura, czas) mogą spowodować odkształcenia i pęknięcia, a także utlenienie lub odwęglenie warstwy wierzchniej.
4. Za wysoka temperatura podczas austenitzowania może spowodować w zależności od stopnia przekroczenia, zwłaszcza podczas dłuższego grzania objawy przegrzania części lub całego przekroju, w tym uzyskanie struktury Widmanstättena, a także utlenienia czy odwęglenia powierzchni materiału obrabianego.
5. Zastosowanie zbyt wysokiej temperatury i zbyt długiego czasu austenitzowania w stalach o stężeniu węgla nadeutektoidalnym wiąże się z powstaniem gruboiglastej struktury martenzytu oraz nadmiernych ilości austenitu szczątkowego.
6. Za niska temperatura lub zbyt krótki czas grzania powoduje tylko częściowe przekryształizowanie obrabianego cieplnie materiału,
7. W przypadku wyrobów wykonanych ze stali stopowych eutektoidalnych przyczyną otrzymania obniżonej twardości jest przegrzanie, wiąże się to z powstawaniem nadmiernych ilości austenitu szczątkowego,
8. Wzrost szybkości nagrzewania jest niebezpieczny dla wsadu o znacznych średnicach, gdyż prowadzi do zwiększenia się różnicy temperatur między powierzchnią wsadu a wnętrzem (rdzeniem), co może doprowadzić do powstania pęknięć,
9. Powstający podczas nagrzewania gradient temperatury jest przyczyną powstawania naprężeń. Przekroczenie przez te naprężenia wytrzymałości metalu jest przyczyną powstawania pęknięć podczas nagrzewania,
10. Niewłaściwa struktura obrobionego cieplnie materiału jest na ogół wynikiem zastosowania nieodpowiedniej temperatury grzania i szybkości chłodzenia w prowadzonych operacjach obróbki cieplnej.

Zakres działań mających za zadanie przeciwdziałanie powstawaniu niezgodności podczas

zabiegu nagrzewania obejmuje między innymi [21,44,46-50,140,141,158-161,163]:

1. Dostosowanie konstrukcji osprzętu do kształtu części, stosowanie przekładek między obrabianym cieplnie elementami,
2. Zmniejszenie szybkość grzania oraz zróżnicowania temperatury w przestrzeni roboczej pieca,
3. Sprawdzenie zgodności z instrukcją technologiczną lub skorygowanie instrukcji, dokonanie weryfikacji dobranych parametrów procesu,
4. Dostosowanie temperatury oraz czasu grzania do instrukcji technologicznej lub skorygowanie instrukcji, dokonanie weryfikacji dobranych parametrów procesu,
5. Dostosowanie temperatury oraz czasu grzania do instrukcji technologicznej poprzez zastosowanie odpowiedniego sposobu monitorowania,
6. Zwiększenie temperatury lub wydłużenie czasu grzania,
7. Otrzymanie odpowiedniej twardości wyrobów związane jest z odpowiednim dostosowaniem czasu grzania, co wyeliminuje powstawanie nadmiernej ilości austenitu szczątkowego,
8. Obliczanie czasu nagrzewania przeprowadza się przy założeniu maksymalnej szybkości nagrzewania dobranej tak, aby nie narazić nagrzanego przedmiotu na odkształcenia lub pęknięcia, które mogą być spowodowane przekroczeniem dopuszczalnego gradientu temperatury między powierzchnią a rdzeniem przedmiotu.

Niezgodności powstające podczas operacji hartowania [21,44,46-50,140,141,159-161,163]:

1. Źle dobrana szybkość chłodzenia przy martenzytycznym hartowaniu objętościowym - mniejsza niż tzw. szybkość krytyczna  $V_k$ ,
2. Niewłaściwy dobór ośrodka chłodzącego oraz sposobu realizacji zabiegu chłodzenia powoduje wzrost naprężeń własnych na przekroju i wzrost odkształceń,
3. Brak atmosfery ochronnej dla powierzchni w procesie nagrzewania powoduje, że warstwa tlenków hamuje wymianę ciepła w kąpeli hartowniczej,
4. Niedokładności i nieprawidłowości w technologiach operacji hartowania mogą być przyczyną powstawania różnych wad w przedmiotach zahartowanych. Najczęściej spotyka się następujące wady:
  - niewystarczająca twardość,
  - „miękkie plamy”,
  - duże naprężenia własne, powodujące paczanie się, a nawet pęknięcie przedmiotów.
5. Przekroczenie optymalnych temperatur austenitowania powoduje nadmierny rozrost ziaren



austenitu, co w konsekwencji prowadzi do uzyskania po hartowaniu gruboiglastego martenzytu,

6. Zwiększenie nasycenia austenitu węglem powoduje wzrost ilości austenitu szczałkowego w strukturze zahartowanej stali, co powoduje obniżenie twardości.

Przeciwdziałanie powstawaniu niezgodności podczas operacji hartowania [21,44,46-50,140,141,159-161,163]:

1. Szybkość chłodzenia przy martenzytycznym hartowaniu objętościowym nie powinna być mniejsza od tzw. szybkości krytycznej -  $V_k$  nie tylko na powierzchni, ale również w rdzeniu,
2. Eliminacja naprężeń własnych na przekroju oraz wzrostu odkształceń odbywa się poprzez odpowiedni dobór ośrodka chłodzącego oraz sposobu realizacji zabiegu chłodzenia,
3. W celu wyeliminowania warstwy tlenków, aby nie hamowała wymiany ciepła w kąpielii hartowniczej, należy odpowiednio chronić powierzchnie podczas procesu nagrzewania poprzez zastosowanie odpowiednich atmosfer ochronnych,
4. Zmniejszenie naprężeń i odkształceń cieplnych i strukturalnych możliwe jest w wyniku zastosowania hartowania stopniowego. Przyczyną zmniejszenia naprężeń cieplnych jest zmniejszenie różnic temperatur na przekroju podczas pierwszego i drugiego etapu chłodzenia, natomiast przyczyną zmniejszenia naprężeń strukturalnych jest prawie równoczesny przebieg przemiany martenzytycznej w całej objętości wskutek powolnego chłodzenia w trzecim etapie,
5. W celu zminimalizowania naprężeń cieplnych należy zastosować hartowanie bainityczne, o ile dopuszcza to ustalona technologia. Minimalizacja naprężeń cieplnych jest stosowana w wyniku wyrównania temperatury na przekroju obrabianego przedmiotu i przemianie bainitycznej, która wywołuje mniejsze naprężenia strukturalne niż przemiana martenzytyczna. W wyniku hartowania bainitycznego zmiany objętości i wymiarów liniowych stali są mniejsze w porównaniu z hartowaniem martenzytycznym.

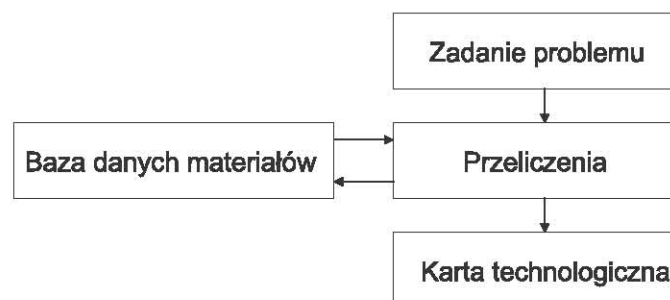
Przedstawiona powyżej analiza w zakresie wymagań w zakresie wykonania procesów obróbki cieplnej a wynikająca z wieloletnich badań naukowych i doświadczeń praktycznych stanowi o budowie obszaru wiedzy dotyczącej projektowania technologii, a w tym zapewnienia jej jakości.

W zakresie wykorzystania praktycznego tak obszernej wiedzy podejmuje się budowy programów eksperckich wspomagających podejmowanie decyzji, w tym również w zakresie projektowania technologii [51]. Celem podjętych w tym zakresie prac było opracowanie komputerowego narzędzia wspomagającego pracę technologa w projektowaniu procesów obróbki cieplnej. Program wspomagający projektowanie procesów obróbki cieplnej

wykorzystujący bazy danych umożliwiających określenie dla procesu jego parametrów pozwala na znaczne skrócenie czasu projektowania procesu obróbki cieplnej. Realizacja procesu technologicznego zależna jest od wiedzy i doświadczenia technologa, powyżej w ograniczonym zakresie dotyczącym zabiegu grzania, nagrzewania, operacji hartowania przedstawiono najważniejsze zagadnienia ograniczając się do procesów technologicznych obróbki materiałów konstrukcyjnych. Oczekiwane efekty procesu obróbki cieplnej są efektem spełnienia następujących warunków: zależnie od postawionego celu - zastosowanie właściwej operacji, zabiegu obróbki cieplnej - zależnie od rodzaju materiału - zastosowania prawidłowych parametrów operacji i zabiegów obróbki cieplnej, gwarantującej odpowiednią jakość projektowania. Wykorzystanie komputerowego wspomaganie umożliwia dla określonych kilku podstawowych parametrów takich jak: rodzaj materiału, wielkość, kształt oraz docelowe własności, jakie chcemy uzyskać wsparcie w projektowaniu technologii procesu obróbki cieplnej. Rysunek 15 przedstawia przyjęty algorytm programu wspomagającego proces projektowania technologii [51].

Oprogramowanie wykorzystuje bazę danych materiałowych, którą można uzupełniać o kolejne pozycje. W toku postępowania wykorzystywane są zależności własności materiałów:

- granicy plastyczności  $R_{0,2}$  i wytrzymałości  $R_m$  od twardości ulepszonych cieplnie stali konstrukcyjnych,
- zależność twardości w stanie ulepszonym cieplnie od twardości po hartowaniu przy różnych temperaturach odpuszczania stali konstrukcyjnej,
- wpływ zawartości węgla na twardość po hartowaniu, przy różnym udziale martenzytu w strukturze,
- szybkość chłodzenia powierzchni próbek hartowanych czołowo strumieniem wody oraz prętów okrągłych w różnych odległościach od powierzchni podczas ich chłodzenia w wodzie spokojnej i w oleju.



**Rysunek 15.** Algorytm rozwiązywania zadania w procesie doboru materiału i projektowania procesów obróbki cieplnej

**Rysunek 16.** Algorytm rozwiązywania zadania w procesie projektowania procesów obróbki cieplnej

Opracowane narzędzie komputerowego wspomaganie projektowania procesów technologicznych obróbki cieplnej jest w całości obsługiwane z ekranu głównego, przedstawionego na rysunku 16, na którym wyodrębniono trzy główne obszary: obszar A - dotyczy wyrobu, obszar B - charakterystyki materiału, a obszar C - karty technologicznej [51].

Narzędzie wspomagające komputerowo proces projektowania technologii obróbki cieplnej wykorzystuje bazę materiałów, którą można poszerzać o kolejne rekordy, stanowi ona zasób wiedzy większy niż wiedza specjalisty, co zapewnia optymalny dobór materiału dla danego procesu (stawianych wyrobowi właściwości). Zaprezentowane tu rozwiązanie stanowi oryginalne podejście w zakresie wspomaganie procesu projektowania technologii obróbki cieplnej, w tym doborze materiału.

### 6.3. Kontrola jakości w procesach obróbki cieplnej

Prawidłowe wykonanie operacji obróbki cieplnej gwarantuje uzyskanie określonych własności wyrobu. Jednoznaczne określenie korelacji pomiędzy jakością obrabianego wyrobu a parametrami technologicznymi stanowi jedno z najważniejszych działań w procesie projektowania technologii w zakresie określenia kryteriów kontroli jakości. Operacje kontroli jakości pozwalając na ilościowy sposób opisu jakości wyrobu, wynikający z ustalonych parametrów technologicznych i metod ich pomiaru. Miarami jakości wyrobów poddawanych

procesom obróbki cieplnej są np. twardość, wymiary, stan powierzchni, jednorodność struktury, rodzaj struktury [48,50,85].

Kontrola jakości wyrobów jak również kontrola jakości procesów produkcyjnych jest niezbędna dla uzyskania oczekiwanych właściwości wyrobów [64,74,83,134-136,146].

Kontrola jakości w procesach realizacji obróbki cieplnej jest konieczna w celu sprawdzenia, czy założenia dotyczące procesu zostały spełnione i czy nie wystąpiły problemy w trakcie realizacji procesu [50]. Odpowiednia realizacja procesów obróbki cieplnej stanowi gwarancję nie tylko w zakresie otrzymania jakości produktu finalnego, ale i również pozwala na zmniejszenie strat wynikających z powstawania wad podczas obróbki oraz obniżenie kosztów kontroli procesu. Jakość realizacji procesów obróbki cieplnej ma w wielu przypadkach decydujący wpływ na trwałość eksploatacyjną części maszyn i narzędzi.

Do podstawowych funkcji zarządzania jakością w zakresie procesu obróbki cieplnej można zaliczyć [52,85,156]:

- ocenę jakości materiałów wejściowych do procesu,
- kontrolę technicznych środków produkcji w trakcie realizacji procesu,
- monitorowania parametrów procesu,
- ocenę jakości wyrobów po zakończeniu realizacji poszczególnych operacji obróbki cieplnej.

Dla każdego rodzaju operacji obróbki cieplnej należy przyporządkować stosowany zakres kontroli jakości i tak przykładowo dla operacji hartowania należy kontrolować rozkład temperatury w piecu, skład chemiczny atmosfery ochronnej w piecu, czas poszczególnych zabiegów grzewczych, ilość cieczy chłodzącej, jej temperaturę i rodzaj, a także stan jej zużycia [48,50,56]. Powyższe zagadnienia muszą zostać wzięte pod uwagę na etapie projektowania technologii. Tablica 9 prezentuje zestawienie najistotniejszych wymagań w zakresie parametrów realizacji operacji nawęglania, które powinny być brane pod uwagę na etapie projektowania technologii.

Zmiany własności materiału w procesach obróbki cieplnej w zasadniczy sposób kształtują charakterystykę właściwości wyrobu, stąd tak ważne jest precyzyjne określenie właściwości wyrobu w procesie kontroli jakości realizowanych procesów [44,85,90].

Pewne właściwości wyrobu są łatwo mierzalne, tak jak twardość, inne wymagają wykonania badań dla których wymagane jest przygotowanie określonych postaci materiału badawczego (np. wytrzymałość na rozciąganie). Właściwości dotyczące określenia jakości struktury, wymagają jeszcze większych nakładów pracy jak np. w zakresie oceny wielkości ziarna [50].

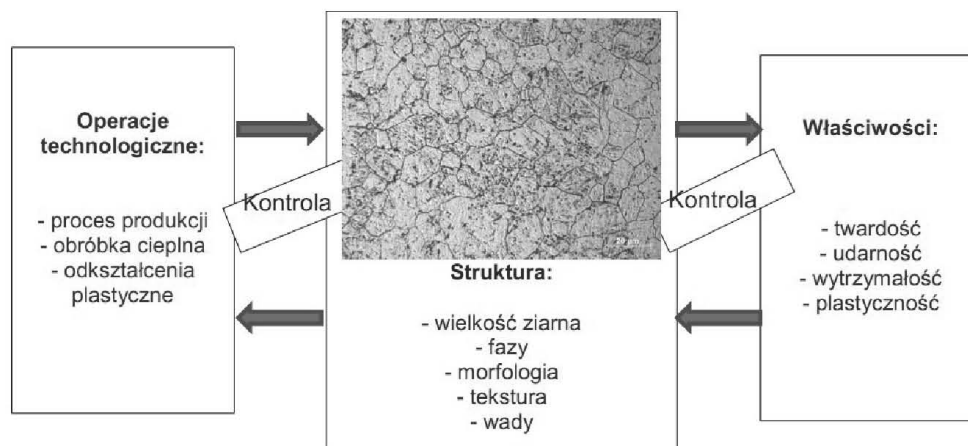


**Tablica 9. Parametry operacji nawęglania (w proszkach i gazowe) a właściwości materiału**

Parametr	Wartość	
	Odpowiednia	Nieodpowiednia
<b>Temperatura</b>	Temperatura zazwyczaj wyższa od $A_{c3}$ , w celu uzyskania twardej i odpornej na ścieranie warstwy powierzchniowej z zachowaniem ciągliwego rdzenia, Odpowiednio dobrana temperatura zapewnia równowagę pomiędzy szybkością absorpcji i dyfuzji węgla.	Nawęglanie w proszkach - temperatura nie utrzymywana z dokładnością $\pm 10^{\circ}C$ w całej przestrzeni grzejnej pieca, powoduje otrzymanie nierównomiernych wyników, Nawęglanie gazowe - wraz z obniżeniem temperatury zmniejsza się szybkość dyfuzji węgla, co powoduje uzyskanie cieńszych warstw, jak również nadmierną koncentrację węgla w pobliżu powierzchni.
<b>Czas</b>	Nawęglanie w proszkach - całkowity czas nawęglania, potrzeby do uzyskania warstwy o żądanej grubości określa się drogą doświadczalną dla każdego rodzaju przedmiotów nawęglanych. Nawęglanie gazowe- przy wysokich temperaturach i podwyższonym potencjale węglowym atmosfery pozwala uzyskać krótki czas nawęglania.	Nawęglanie w proszkach - zbyt długi czas nawęglania powoduje osłabienie zdolności nawęglających proszku, skutkiem czego jest nieuzyskiwanie powtarzalności wyników nawęglania. Zbyt krótki - brak odpowiedniej grubości warstwy nawęglanej.
<b>Ośrodek nawęglający</b>	W obu przypadkach ośrodkiem nawęglającym jest gaz z tym, że w jednym przypadku gaz nawęglający powstaje z proszku otaczającego przedmioty, a w drugim doprowadza się go do pieca z zewnątrz. Optymalne stężenie węgla $0,7\div 1,0\%$ C przy stałym potencjale węglowym $0,8\div 1,1\%$ C.	Nawęglanie w proszkach - proszek może powodować nadmierne stężenie węgla w warstwie wierzchniej, Nawęglanie gazowe - zbyt wysoki potencjał węglowy, może powodować wytwarzanie się większej ilości sadzy. W przypadku źle dobranego potencjału węglowego nie uzyskamy wymaganego stężenia węgla w warstwie wierzchniej.
<b>Ośrodek chłodzenia</b>	Nawęglanie w proszkach - powolne chłodzenie w skrzynkach, Nawęglanie gazowe - chłodzenie po nawęglaniu zazwyczaj jest połączone z hartowaniem w oleju lub w wodzie, rzadziej w powietrzu.	Nawęglanie w proszkach - zbyt krótkie powoduje uzyskanie nierównomiernych wyników nawęglania. Nawęglanie gazowe - może wystąpić odwęglanie części.

Struktura materiału zawiera dużą ilość informacji o obrabianym materiale, w tym historii jego przetwarzania. Analiza struktury stanowi jeden z zakresów kontroli jakości obróbki cieplnej materiału, jak również zapewnia możliwości ustalenia i podjęcia działań poszukiwania korelacji pomiędzy cechami struktury a właściwościami materiału i parametrami procesu obróbki cieplnej. W tym zakresie ocena jakości struktur wyrobów wytwarzanych w procesach materiałowych obróbki cieplnej stanowi jedno z podstawowych rodzajów badań stosowanych w kontroli jakości. Rysunek 17 przedstawia korelację pomiędzy strukturą, technologią a właściwościami wyrobu w procesach materiałowych obróbki cieplnej.





*Rysunek 17. Korelacje pomiędzy strukturą, technologią a właściwościami wyrobu w procesach obróbki cieplnej*

#### 6.4. Analiza przyczyn powstawania wad w procesach obróbki cieplnej

W praktyce gdy związki między zmiennymi są określone przez badania naukowe wówczas dostępny jest aparat w postaci wzorów, tablic, wykresów zależności, korelujących parametry skutków z parametrami przyczyn, w praktyce jednak związki te nie zawsze są określone. Graficzne przedstawienie przyczyn powstawania niezgodności w procesie obróbki cieplnej w postaci diagramów Ishikawy stanowi skuteczne narzędzie pomocne w analizowaniu i pozwalając zaplanować odpowiedni sposób zapewnienia jakości realizacji procesu. Analiza rozpoczyna się od zdefiniowania niezgodności i prowadzona jest w kierunku identyfikacji wszystkich możliwych przyczyn jej powstania [25,35,69,102].

Do najczęściej stosowanych kategorii przyczyn wyodrębnionych w diagramie Ishikawy należą: człowiek, materiał, maszyna, stosowana metoda, organizacja pracy i środowisko. Diagramy Ishikawy stosuje się m.in. w celu rozpoznania zależności pomiędzy wymaganiami klienta a jakością finalnego wyrobu i ułatwiającego ustalanie jego cech, jednakże w zakresie zarządzania technologią też może stanowić użyteczne narzędzie [25,35,69,94]. Diagram Ishikawy wykorzystuje się również w układzie technologicznym, dotyczy on określenia wpływu zmienności występującej w układzie operacji na skutek, poszczególne kategorie z układu podstawowego Ishikawy zastępuje się wybranymi operacjami ze struktury procesu technologicznego [89].

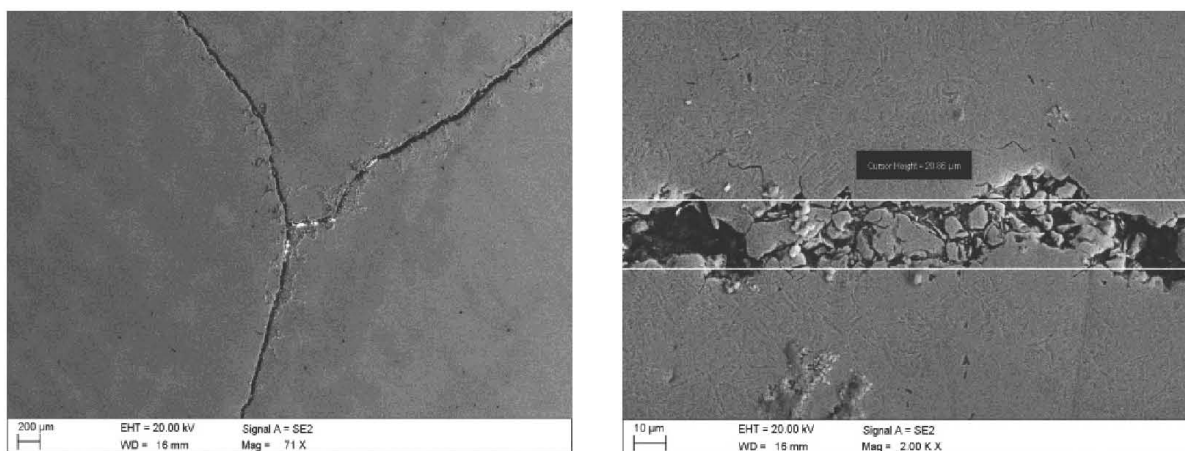
W zakresie realizacji procesów obróbki cieplnej można zastosować podział wad (niezgodności), poniżej zaprezentowano analizę dla operacji hartowania, kryterium podziału stanowiło możliwość ich usunięcia - tablica 10.

**Tablica 10. Podział wad hartowniczych ze względu na możliwość ich usunięcia**

WADY HARTOWNICZE	
Nieodwracalne (nie do usunięcia)	Odwracalne (możliwe do usunięcia)
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Pęknięcie hartownicze</li> <li>• Przepalanie</li> <li>• Utlenianie</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• „Miękkie plamy”</li> <li>• Nadtopienie *</li> <li>• Niska twardość</li> <li>• Odkształcenia i paczenie się *</li> <li>• Odwęglenie**</li> <li>• Przegrzanie</li> </ul>

\* - wada do usunięcia przy niedostatecznych naddatkach na obróbkę wykańczającą,

\*\* - wada nie do usunięcia dla stali narzędziowych wysokostopowych i szybkochnących.



**Rysunek 18. Pęknięcie hartownicze, stal 40HM, hartowanie w wodzie**

Często występującą wadą w procesach obróbki cieplnej jest możliwość wystąpienia pęknięć. Dzieje się tak wówczas, gdy zastosuje się zbyt duże szybkości chłodzenia np. podczas operacji hartowania. Rysunek 18 przedstawia pęknięcie hartownicze wynikiem operacji hartowania martenzytycznego w stali 42CrMo4 (40HM).

Rysunek 20 prezentuje przykładowy diagramy Ishikawy dotyczący przyczyn powstawania wad dla operacji hartowania a dotyczących pęknięcia hartowniczego - rys. 18.

Wady w postaci pęknięć hartowniczych powstają w przedmiotach poddawanych szybkiemu chłodzeniu lub nagrzewaniu. Pęknięcia te wywoływane są naprężeniami przy osiągnięciu przez nie wartości przekraczających wytrzymałość rozdzielczą stali.

W zakresie zarządzania technologią w celu wyeliminowania możliwości powstania pęknięć należy:

- na etapie projektowania operacji hartowania odpowiednio dobrać: rodzaj ośrodka chłodzącego, temperaturę ośrodka chłodzącego, określić szybkość chłodzenia, temperaturę austenityzacji,

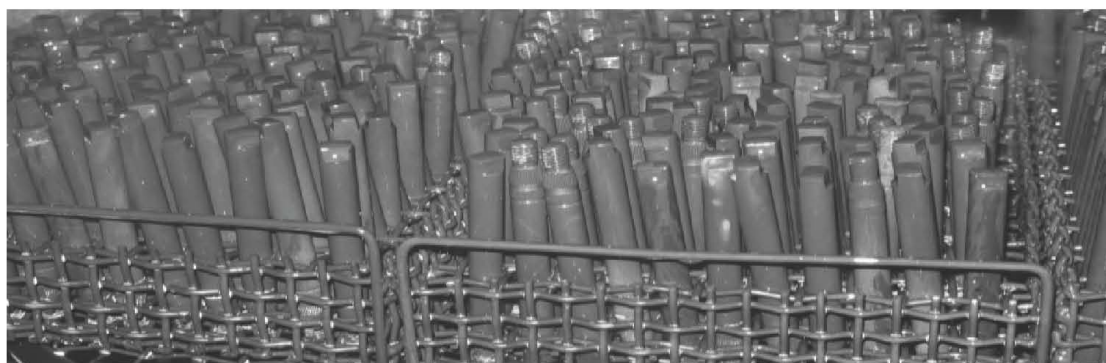
- na etapie weryfikacji projektu: uwzględnić charakterystykę materiału i postaci konstrukcyjnej w zakresie możliwości chłodzenia z dobranym ośrodkiem chłodzenia,
- na etapie opracowywania dokumentacji: przygotować wymagane instrukcje technologiczne, plany kontroli,
- na etapie realizacji procesów: stosować wymagane parametry procesów, w oparciu o opracowaną dokumentację i ustalone wyposażenie do monitorowania i pomiarów,
- w zakresie nadzoru nad procesem: dokonywać sprawdzenia skuteczności zastosowania wyposażenia do monitorowania i pomiarów, dokonywać analizy uzyskanych pomiarów.

Zdefiniowanie niezgodności w procesach stanowi rozpoczęcie procesu dedukcyjnego mającego na celu określenie przyczyn ich powstawania, ale także powinien stanowić proces określenia rekomendacji w zakresie zmiany w systemie zarządzania procesem, co powinno stanowić jedno ze zdefiniowanych działań korygujących stanowiących wynik powyższych analiz, jak również działań zapobiegawczych mających na celu wyeliminowanie możliwości powstania tożsamej wady (niezgodności) w przyszłości.

Poniżej przedstawiono wyniki przykładowej analizy dotyczącej niezgodności w procesie azotowania w kontekście zarządzania technologią. Nie jest celem poniższego przykładu zaprezentowanie metodyki rozwiązania problemu, ale przedstawienie uzyskanego wyniku w kontekście praktycznego działania w obszarze zarządzania technologią.

### **Określenie rodzaju niezgodności**

Zdefiniowana niezgodność w procesie obróbki cieplno-chemicznej dla stali niestopowej jakościowej do ulepszania cieplnego dotyczyła możliwości wystąpienia rdzawego nalotu na materiale po operacji azotowania - rys. 19 przedstawia produkt poddany procesowi azotowania wykonany ze stali C45 (45).



*Rysunek 19. Materiał z rdzawym nalotem po procesie azotowania kąpielowego*



### **Analiza przyczyn wystąpienia niezgodności**

W wyniku wykonanych analiz określono, iż główną przyczyną występowania niezgodności jest zbyt duże zaszlamienie kąpieli azotującej.

### **Określenie działań doskonalących**

W celu eliminacji występującej niezgodności sformułowano wnioski związane z podjęciem następujących działań:

- kontroli zaszlamienia kąpieli azotującej,
- badania składu chemicznego kąpieli azotującej.

Zdefiniowane działania muszą zostać implementowane do rzeczywistych warunków realizacji procesu azotowania, związane jest to z podjęciem działań mających na celu modyfikację istniejących w tym zakresie procedur / instrukcji lub opracowanie nowych oraz organizacją systemu nadzoru i określenie tych działań w systemie sterownia procesem.

W powyższym zakresie w warunkach produkcyjnych opracowano instrukcję dla procesu, w której określono sposób, ilość i rodzaj przeprowadzonych kontroli i badań mających na celu uzyskanie żądanej jakości kąpieli azotującej (codzienna kontrola zaszlamienia kąpieli oraz badanie ilości cyjanków i węglanów w soli azotującej).

Wykorzystanie metod zarządczych do analizy problemu oraz wykonanie stosowanych badań jakości kąpieli i uzyskane w ten sposób wnioski muszą zostać przetransponowane na działania operacyjne związane z technologią, powyższe stanowi przykład wpływu takich analiz w aspekcie zarządzania technologią.

Poprawa jakości procesów jak i wyrobów współcześnie jest wynikiem zastosowania różnego rodzaju narzędzi jakości. Jedną z metod zapewnienia jakości zalecaną również dla przedsiębiorstw z branży motoryzacyjnej jest analiza Failure Mode and Effect Analysis - (Analiza przyczyn i skutków wad) - FMEA. Metoda ta służy do systematycznego i kompleksowego wychwytywania i unikania potencjalnych błędów w konstrukcji, planowaniu i produkcji, a następnie ich eliminowanie lub minimalizowanie ryzyka z nimi związanego [29,165,170].

Metoda FMEA ukierunkowana jest na ciągłe doskonalenie wyrobów i procesów. Można ją z dużym powodzeniem wykorzystywać do procesów bardzo złożonych zarówno w produkcji masowej jak i jednostkowej [12].

Tablica 11 przedstawia przykładowy arkusz analizy FMEA dla trzech faz procesu nawęglania.

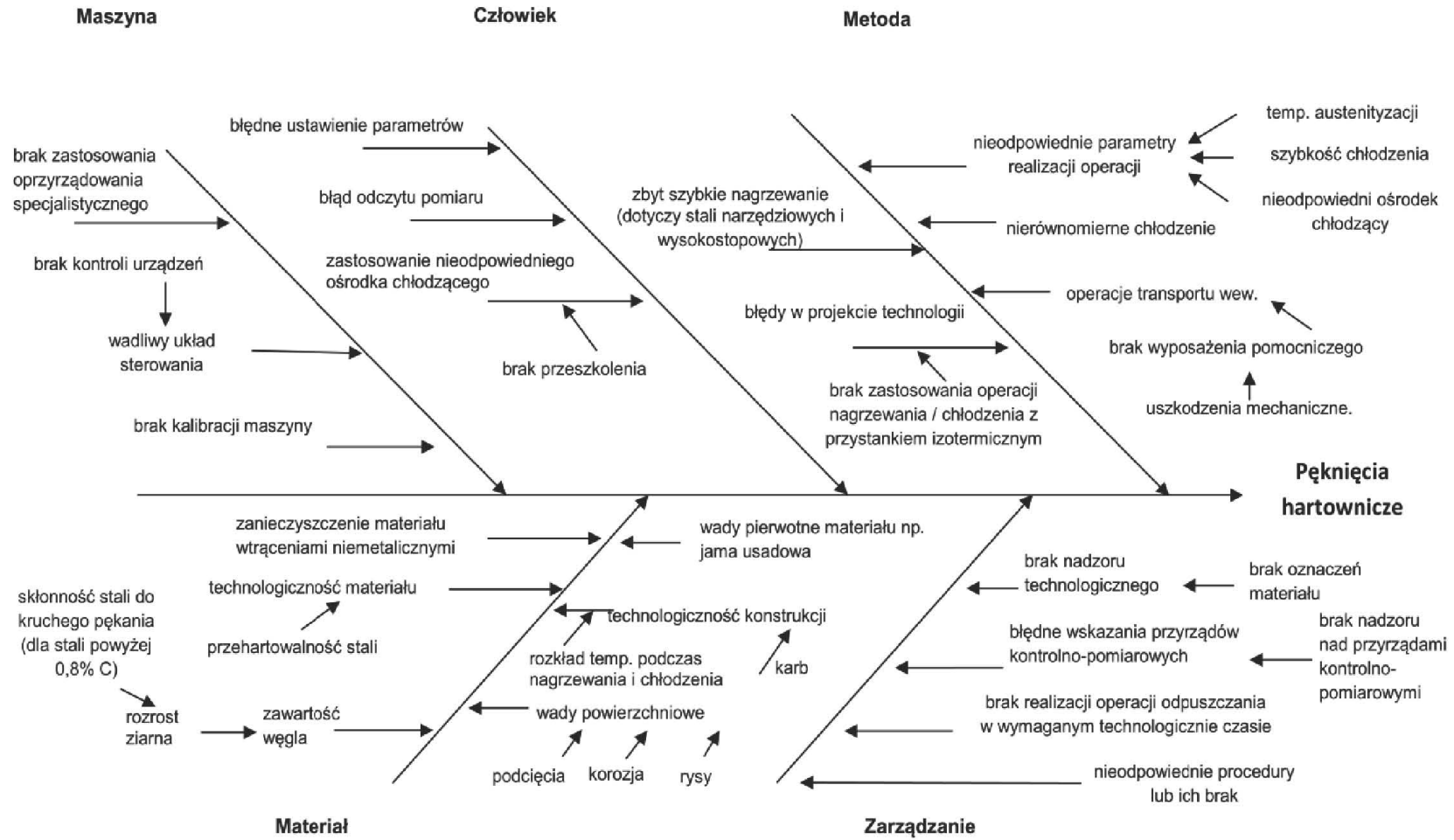
**Tablica 11. Arkusz analizy FMEA dla procesu nawęglania**

Fazy procesu	Potencjalny rodzaj niezgodności	Potencjalny skutek niezgodności	Z	Potencjalna przyczyna niezgodności	R	Wykrywalność niezgodności	W	WPR	Zalecane działania zapobiegawcze	Odpowiedzialność/termin	Wyniki podjętych działań				
											Podjęte działania	Z	R	W	WPR
Przyjęcie wyrobu do procesu nawęglania	Uszkodzenia powierzchni	Niezdorna geometria-po nawęglaniu	6	Brak stosowanych zabezpieczeń i / lub metod transportu	3	Każda dostawa, wizualnie	2	54							
	Korozja	Nierównomierność warstwy nawęglonej, łuszczenie się warstwy	6	Zawilgocenie, brak stosownych zabezpieczeń	2	Każda dostawa, wizualnie-	2	24							
	Brak w zakresie ilości asortymentu	Reklamacja, przestój w procesie produkcji	6	Niezgodność specyfikacji	5	Każda dostawa, wizualnie	2	60							
	Niewłaściwa / niekompletna dokumentacja	Niezgodności w dokumentacji, brak możliwości rozpoczęcia procesu	2	Nieuwaga, nieodpowiedzialność	5	Każda dostawa, wizualnie	2	20							
Operacja nawęglania	Niezgodność w zakresie wymagań dotyczących parametrów warstwy nawęglonej	Niezgodność ze specyfikacją zamówienia, proces reklamacyjny	8	Niewłaściwa temperatura operacji	3	Rejestrator, zapisy nadzoru pieca	3	72							
			7	Nieprawidłowy potencjał węglowy	4	Raport	2	64							
			6	Nieprawidłowe natężenie przepływu	3	Zapisy, plik excel	2	36							
			7	Niewłaściwy czas operacji	3	Raport	3	63							
			7	Zastosowanie niewłaściwej dokumentacji	2	Wizualna, nadzór	3	42							
			6	Niewłaściwa atmosfera egzotermiczna	2	Raport	3	36							
			7	Człowiek: Zmęczenie, Niekompetencja (braki w szkoleniu),	3	Wizualna obserwacja	3	42							
			8	Zanik zasilania / przerwa w procesie	1	Wizualna, Rejestrator	2	16							
Kontrola odbiorcza	Łuszczenie się powierzchni	Reklamacje	7	Niewłaściwy sposób przygotowania materiału do obróbki	2	Wizualna	2	28							
	Nieodpowiednia grubość warstwy	Reklamacje	4	Niedotrzymanie parametrów procesu	2	Wizualna	4	16							

Oznaczenia: Z – znaczenie, R – występowanie, W – wykrywalność, WPR – wskaźnik priorytetu ryzyka



Rysunek 20. Przykładowy diagram Ishikawy



## 6.5. Koncepcja organizacji procesu zarządzania technologią na podstawie analizy ryzyka

Zakres zarządzania w odniesieniu do technologii stanowi indywidualne wymaganie każdego przedsiębiorstwa. Mimo licznych, różnych zakresów zagospodarowania tematu zarządzania w technologii, w tym także w obszarze procesów obróbki cieplnej, brak jednej spójnej metodologii postępowania w tym zakresie.

Dla przedsiębiorstw realizujących procesy obróbki cieplnej znaczącym problemem staje się określenie zakresu zarządzania technologią w celu uzyskania odpowiedniego należytego standardu odzwierciedlającego złożoność procesu. Brak w tym zakresie jest opracowanych i funkcjonujących metodologii.

Podstawą w zakresie organizacji zarządzania technologią w przedsiębiorstwie jest określenie i opracowanie procedury zarządzania technologią wraz z przyjętym przez przedsiębiorstwo sposobem rozwiązania problemu.

Poniżej zaproponowano rozwiązanie w zakresie określenia podejścia do zarządzania technologią na podstawie analizy ryzyka technologii.

Oszacowana wartość ryzyka technologii ma pozwolić na zdefiniowanie poziomu zagrożenia związanego z przyjęciem do realizacji opracowanego projektu technologii.

Zaproponowane rozwiązanie opiera się na modyfikacji programu zapewnienia jakości Międzynarodowego Instytutu Spawalnictwa. Opracowane rozwiązanie odnosi się do procesów obróbki cieplnej, jednakże może zostać zastosowane w innych procesach technologicznych. Analiza ta dotyczy zarówno technologii wdrażanych, jak i już stosowanych w praktyce przemysłowej.

Poniżej zaproponowano siedem kryteriów oceny ryzyka procesu technologicznego, przyjęta koncepcja oceny w tym względzie nie stanowi zbioru zamkniętego i może zostać zmodyfikowana.

Ocena ryzyka technologii w procesach obróbki cieplnej obejmuje określenie przedstawionych w tabelach od 12 do 18 liczb kryterialnych. Liczby kryterialne dotyczą następujących funkcji:

- **Funkcja użytkowa wyrobu** - dla którego projektowana jest technologia obróbki cieplnej, mając na uwadze, iż procesy obróbki cieplnej mogą stanowić wartość krytyczną, dla uzyskania oczekiwanych właściwości wyrobu poddaje się ocenie prawdopodobieństwo

wystąpienia uszkodzenia lub zniszczenia wyrobu ze względu na znaczenie realizowanych operacji obróbki cieplnej, w tym nie uzyskanie oczekiwanych właściwości wyrobu (tablica 12),

- **Funkcja złożoności projektu technologii** - poddaje się ocenie trudność wykonania projektu technologii, jak skomplikowany jest proces projektowania technologii, w zakresie określenia parametrów operacji, doboru parametrów ze względu na rodzaj materiału, złożoność zmiennych charakteryzujących daną technologię (tablica 13),

*Tablica 12. Liczba kryterialna funkcji użytkowych wyrobu*

Opis stopnia zagrożenia w wyniku utraty właściwości cech wyrobu	Wartość liczbowa, $F_{uz}$
Brak ryzyka	1
	2
Ryzyko małe	3
	4
Ryzyko ograniczone	5
	6
Ryzyko znaczne (prawdopodobne)	7
	8
Ryzyko bardzo prawdopodobne	9
	10

*Tablica 13. Liczba kryterialna funkcji złożoności projektu technologii*

Opis złożoności projektu technologii	Liczba, $F_{zp}$
Projekt nie wymaga znacznych nakładów pracy, jest prosty w realizacji	1
	2
Projekt wymaga pewnego nakładu pracy, jest prosty w realizacji	3
	4
Projekt wymaga znacznego nakładu pracy, jest złożony	5
	6
Projekt wymaga znacznego nakładu pracy, jest bardzo złożony	7
	8
Projekt wymaga bardzo znacznego nakładu pracy, jest bardzo złożony	9
	10

- **Funkcja innowacyjności projektu technologii** - poddaje się ocenie stopień innowacyjności w zakresie projektowania technologii, na ile stosuje się nowe rozwiązania operacji, zabiegów w realizacji technologii, czy są to technologie standardowe czy innowacyjne realizowane przez przedsiębiorstwo (tablica 14),
- **Funkcja technologiczności wyrobu** - poddaje się ocenie stopień łatwości realizacji technologii ze względu na technologiczność konstrukcji wyrobu, w zakresie trudności zaprojektowania i realizacji technologii ze względu na postać konstrukcyjną wyrobu (tablica 15),
- **Funkcja złożoności procesu technologicznego** - poddaje się ocenie ilość stosowanych operacji i zabiegów z zakresu obróbki cieplnej stosowanych w zaprojektowanej technologii oraz stopień trudności i skomplikowania ich realizacji (tablica 16),

*Tablica 14. Liczba kryterialna funkcji innowacyjności projektu technologii*

Opis stopnia innowacyjności technologii	Liczba, $F_{it}$
Projekt standardowy, technologia ogólnie stosowana i dostępna	1 2
Projekt oparty o projekty standardowe z niewielkimi modyfikacjami	3 4
Projekt oparty o projekty standardowe ze znacznymi modyfikacjami, w tym w zakresie materiałowym	5 6
Projekt nowy jednak bazujący na ogólnie dostępnej wiedzy	7 8
Projekt całkowicie nowy oparty na innowacyjnych zasadach	9 10

*Tablica 15. Liczba kryterialna funkcji technologiczności wyrobu*

Opis stopnia technologiczności wyrobu	Liczba, $F_{tw}$
Projekt dotyczy wyrobu o prostej konstrukcji i nie powiązanych ze sobą właściwościach	1 2
Projekt dotyczy wyrobu o niezbyt skomplikowanej konstrukcji i nie powiązanych ze sobą właściwościach	3 4
Projekt dotyczy wyrobu o niezbyt skomplikowanej konstrukcji i występujących powiązaniach między właściwościami	5 6
Projekt dotyczy wyrobu o znaczącym skomplikowaniu konstrukcji i występujących powiązaniach między właściwościami	7 8
Projekt dotyczy wyrobu o znaczącym skomplikowaniu konstrukcji i znaczącej ilości występujących powiązań między właściwościami	9 10

- **Funkcja jakości technologii** - poddaje się ocenie prawdopodobieństwo uzyskania wyrobów niezgodnych w procesach wytwarzania stosujących zaprojektowany proces technologiczny (tablica 17),
- **Funkcja ekonomiczności technologii** – poddaje się ocenie poziom zaangażowania środków finansowych związanych z realizacją projektu technologii w celu osiągnięcia oczekiwanych właściwości wyrobu, w tym również poziom inwestycji związanych z modyfikacją technologii lub zakupu nowej, a także inwestycjami związanymi w organizację procesu technologicznego (tablica 18).

*Tablica 16. Liczba kryterialna funkcji złożoności procesu technologicznego*

Opis stopnia złożoności procesu technologii	Liczba, $F_{zp}$
Technologia o niewielkiej ilości operacji i zabiegów oraz niewielkim stopniu trudności realizacji	1 2
Technologia o znacznej ilości operacji i zabiegów oraz niewielkim stopniu trudności realizacji	3 4
Technologia o niewielkiej ilości operacji i zabiegów oraz znacznym stopniu trudności realizacji	5 6
Technologia o bardzo dużej ilości operacji i zabiegów oraz znacznym stopniu trudności realizacji	7 8
Technologia o bardzo dużej ilości operacji i zabiegów oraz wysokim stopniu trudności realizacji	9 10

*Tablica 17. Liczba kryterialna funkcji jakości technologii*

Opis stopnia wystąpienia wyrobów niezgodnych	Liczba, $F_{jt}$
Brak ryzyka wystąpienia wyrobów niezgodnych	1 2
Ryzyko małe związane z operacjami nie technologicznymi	3 4
Ryzyko ograniczone związane z wystąpieniem wyrobów niezgodnych poprzez zastosowanie ponadstandardowych działań minimalizujących ich wystąpienie	5 6
Ryzyko znaczne (prawdopodobne) wystąpienia wyrobów niezgodnych mimo ponoszonych kosztów prewencji	7 8
Ryzyko bardzo prawdopodobne w szczególności dotyczące operacji technologicznych	9 10



**Tablica 18. Liczba kryterialna funkcji ekonomiczności technologii**

Opis stopnia zaangażowania środków finansowych	Liczba, $F_{et}$
Niski poziom zaangażowania środków finansowych związanych z realizacją projektu technologicznego oraz brak planowanych inwestycji związanych z realizacją technologii	1 2
Niski poziom zaangażowania środków finansowych związanych z realizacją projektu technologicznego oraz niski poziom planowanych inwestycji związanych z realizacją technologii	3 4
Znaczący poziom zaangażowania środków finansowych związanych z realizacją projektu technologicznego oraz brak planowanych inwestycji związanych z realizacją technologii lub Niski poziom zaangażowania środków finansowych związanych z realizacją projektu technologicznego oraz znaczący poziom planowanych inwestycji związanych z realizacją technologii	5 6
Wysoki poziom zaangażowania środków finansowych związanych z realizacją projektu technologicznego oraz znaczący poziom planowanych inwestycji związanych z realizacją technologii	7 8
Wysoki poziom zaangażowania środków finansowych związanych z realizacją projektu technologicznego oraz wysoki poziom planowanych inwestycji związanych z realizacją technologii	9 10

Korzystając z opisu charakterystyk wartości kolejnych liczb kryterialnych poszczególnych funkcji przedstawionych w tablicach 12 - 18, zgodnie z wzorem (2) przeprowadza się ocenę **LPRT - Liczby Priorytetowej Ryzyka Technologii**:

$$LPRT = \frac{\sum_{k=0}^n \binom{n}{k} F_n}{n} \quad (2)$$

gdzie:

$F_n$  - poszczególne wartości funkcji,

$n$  - liczba funkcji.

Dla potrzeb opracowanej koncepcji oceny technologii proponuje się definiować trzy poziomy technologii:

- technologia bazowa (podstawowa),
- technologia główna (ramowa / szczegółowa / złożona / modyfikowana),

- technologia eksperymentalna (specjalna / prototypowa).

Na podstawie wzoru (2) obliczana jest **Liczba Priorytetowa Ryzyka Technologii LPRT** stanowi ona wartościową ocenę ryzyka w zakresie zarządzania technologią w procesach materiałowych.

Metoda ta nie wyklucza modyfikacji liczb kryterialnych w tym ich poszerzenia o kolejne, które przedsiębiorstwo uzna za ważne z punktu widzenia problematyki zarządzania technologią czy specyfiki danej technologii.

Liczba LPRT przyjmuje wartość w zakresie od 1 do 10, w zależności od uzyskanej wartości liczby LPRT określa się poziom ryzyka zarządzania technologią, proponowane rozwiązanie prezentuje tablica 19. Zaproponowane rozwiązanie przyjmuje dla poziomu C uzyskanie do 30% maksymalnej wartości liczby LPRT, poziom B określony jest przez zakres między 30 a 70% maksymalnej wartości liczby LPRT, poziom A - powyżej tej wartości.

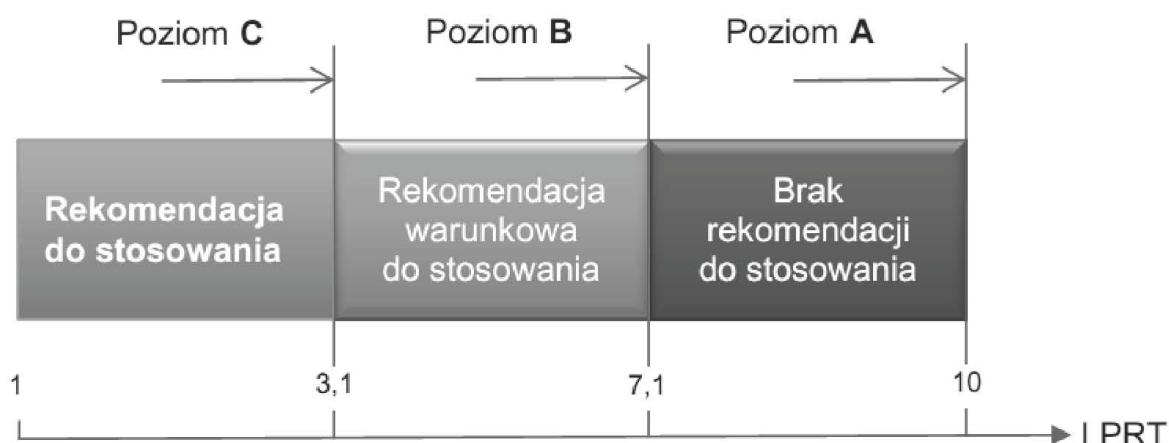
Technologia oceniona w zakresie dla poziomu A definiowana jest jako technologia eksperymentalna obciążona dużym ryzykiem stosowania, wymaga ona podjęcia działań mających na celu obniżenia ryzyka związanego z jej zastosowaniem do poziomu B, który charakteryzuje rodzaj technologii określonych jako główna, a więc takie dla których możemy stosować znane procedury, mimo iż wartość ryzyka jest nadal wysoka, to poprzez zastosowanie odpowiedniego rodzaju działań zarządczych przedsiębiorstwo jest w stanie zagwarantować wysoki poziom efektywności realizacji technologii.

Dla potrzeb wdrożeniowych skala zaprezentowana w tablicy 19 może być dostosowywana do indywidualnych wymagań analizowanej technologii i / czy specyfiki przedsiębiorstwa.

Jeżeli ocena technologii klasyfikuje się na poziomie „C” - technologia oceniana dostaje rekomendację do jej stosowania, jeżeli klasyfikacja dotyczy poziomu „B” - technologia dostaje rekomendację warunkową z zaznaczeniem podwyższonego ryzyka jej stosowania, jeżeli technologia została sklasyfikowana jako „A” - technologia nie otrzymuje rekomendacji, ze wskazaniem podjęcia działań mających za zadanie obniżenia jej oceny do poziomu „B” lub „C” - rysunek 21.

**Tablica 19. Ocena ryzyka zarządzania technologią na podstawie wartości liczby LPRT**

Wartość liczby LPRT	Poziom ryzyka technologii
7,1 - 10	A
3,1 - 7	B
1 - 3	C



**Rysunek 21.** Interpretacja wyników analizy ryzyka technologii

## 6.6. Metodologia oceny obszarów krytycznych technologii

Proces technologiczny ma za zadanie zmianę postaci materiału w zakresie kształtu, wymiarów, jakości powierzchni i właściwości fizyko-chemicznych. Funkcję procesu technologicznego można zapisać jako zmianę stanu początkowego  $S_0$  określanego jako stan wejściowy a otrzymaniem stanu końcowego  $S_k$  określanego jako stan wyjściowy. Funkcją procesu technologicznego jest przekształcenie zbioru właściwości początkowych materiału w zbiór cech właściwości końcowych zgodnie z regułą (3):

$$F: S_0 \xrightarrow{5M} S_k \quad (3)$$

gdzie:

F - funkcja procesu technologicznego,

$S_0$  - stan wejściowy,

$S_k$  - stan wyjściowy,

5M - maszyny, ludzie, materiał, proces, zarządzanie, środowisko.

Każdy proces technologiczny rozpatrywany jako łańcuch następujących po sobie operacji technologicznych zaplanowanych w logicznym ciągu umożliwiających osiągnięcie zaplanowanych właściwości wyrobu, można rozpatrywać pod względem określenia wagi wpływu danej operacji na właściwości finalnego wyrobu. Rysunek 22 przedstawia propozycję budowy mapy obszarów krytycznych technologii.

Mapa obszarów krytycznych procesów technologicznych pozwala w wyniku

przeprowadzonej analizy określenie operacji najważniejszych w kontekście osiągniętych właściwości wyrobu, biorąc pod uwagę, iż klienci oceniają jakość produktu finalnego, a jego właściwości mogą być tworzone na różnym etapie realizacji procesu wytwarzania, tym bardziej istotne jest określenie, dla których operacji należy przeprowadzić szczegółowe analizy wymagań realizacji procesu, w tym szczegółowego określenia technologii.

Zaproponowane podejście przedstawione na rysunku 22 pozwala na wizualizację obszarów krytycznych technologii i w kolejności podjęcie analiz mających na celu ich minimalizację poprzez podjęcie działań na etapie projektowania technologii.

W celu parametryzacji przedstawionego powyżej rozwiązania proponuje się zastąpienie oznaczeń siły wpływu za pomocą znaków a przypisania im następujących wartości: znak „+” wartość liczbowa 2, znak „-” wartość liczbowa 1, znak „x” wartość liczbowa 0. W ten sposób uzyskuje się postać macierzową zapisu obszarów krytycznych technologii, rysunek 23 przedstawia uzyskaną mapę obszarów krytycznych dla procesu technologicznego złożonego z trzech operacji. Kolorem zaznaczono siłę wpływu, kolor czerwony - obszar bardzo istotny, kolor żółty - obszar ważny, kolor zielony - obszar neutralny.

<b>Właściwości wyrobu, <math>W_w</math></b>	$W_n$						
	...						
	...						
	...						
	...						
	...						
	$W_3$						
	$W_2$						
	$W_1$						
		$O_1$	$O_2$	$O_3$	...	...	$O_n$
		<b>Operacje technologiczne, <math>O_t</math></b>					

(Oznaczenie wpływu: „+” - silny, „-” - słaby, „x” - neutralny)

**Rysunek 22.** Mapa obszarów krytycznych technologii



Uzyskane wyniki analizy jak na rysunku 23 mogą podlegać parametryzacji zgodnie z wzorem (4):

$$LKT = \frac{\sum_1^n x_1 \dots x_n}{2 \cdot n_W \cdot n_O} \quad (4)$$

gdzie:

LKT - liczba krytyczna technologii,

$n_W$  - ilość przyjętych do analizy kryteriów właściwości wyrobu,

$n_O$  - ilość przyjętych do analizy operacji technologicznych,

$x_n$  - wartość liczbowa w zakresie od 1 do n.

Wartość **Liczy Krytycznej Technologii LKT** może przyjmować wartości od 0 do 1. Proponuje się interpretację uzyskanych wyników w następujący sposób, zgodnie z tablicą 20.

Właściwości wyrobu, $W_w$	$W_3$	1	2	2
	$W_2$	0	1	2
	$W_1$	2	0	1
		$O_1$	$O_2$	$O_3$
Operacje technologiczne, $O_t$				

*Rysunek 23. Przykładowa mapa obszarów krytycznych technologii*

*Tablica 20. Interpretacja wyników analizy obszarów krytycznych LKT*

Wartość LKT	Poziom krytyczności technologii
od 0,61 do 1,00	A
od 0,31 do 0,60	B
od 0,00 do 0,30	C



**Tablica 20. Zastosowanie narzędzi, metod i zasad zarządzania w procesie technologicznym**

Struktura procesu technologicznego	Narzędzia	Metody	Zasady
	zarządzania		
<b>Fazy</b>	Schemat blokowy Diagram Ishikawy Arkusz Kontrolny Diagram Pareto Histogram Karta kontrolna Wykres korelacji	QFD Analiza wartości FMEA DOE SPC	PDCA Kaizen „zero defect” Pracy zespołowej
<b>Operacje</b>	Schemat blokowy Diagram Ishikawy Arkusz kontrolny Diagram Pareto Histogram Karta kontrolna Wykres korelacji	FMEA DOE SPC Analiza wartości	PDCA Kaizen „zero defect” Pracy zespołowej
<b>Zabiegi</b>	Arkusz kontrolny Diagram Ishikawy	SPC	PDCA Kaizen „zero defect”
<b>Czynności</b>	Arkusz kontrolny Diagram Ishikawy		PDCA Kaizen „zero defect”
<b>Ruchy robocze /elementarne</b>	Arkusz kontrolny Diagram Ishikawy		PDCA Kaizen „zero defect”

Ustalone wartości LKT mogą ulegać modyfikacji w zależności od ogólnej oceny realizowanego procesu lub przyjętych w tym zakresie założeń przez przedsiębiorstwo. Poziom „C” - oznacza technologię bezpieczną w realizacji dla przedsiębiorstwa, należy zastosować w jej realizacji standardowy zakres metody i narzędzia określonych przez przedsiębiorstwo w zakresie zarządzania technologiami, poziom „B” - oznacza technologię podwyższonego ryzyka - należy określony zakres metod i narzędzi zarządzania technologiami określonymi dla tego poziomu, poziom „A” - oznacza technologię krytyczną, dla której należy zastosować określone w procedurze zarządzania technologią metody i narzędzia zarządzania.

Ze względu na przyjęty powyżej sposób interpretacji, krytyczność technologii należy podejmować działania w przedsiębiorstwach mające na celu zastosowanie odpowiedniego rodzaju metod i narzędzi zarządzania jakością w celu zapewnienia jakości realizowanego procesu.

Ze względu na wynikającą ze sposobu prowadzenia analizy zaproponowaną metodykę, w której przedsiębiorstwa dokonują określenia stosowanych metod i narzędzi zarządzania jakością w funkcji wartości Liczby Krytycznej Technologii, zwraca się uwagę na istotę zapisu i realizacji podejścia, iż dla poziomu krytyczności technologii „B” i „A” w zakresie zastosowania przewidzianych w procedurze metod i narzędzi przedsiębiorstwo musi przed ich zastosowaniem dokonać weryfikacji mającej na celu ocenę skuteczności ich zastosowania. Działanie te pozwala zapewnić wysoką zgodność zastosowania określonych metod i narzędzi w analizowanym obszarze oraz ocenić racjonalność ich zastosowania.

Na każdym z poziomów struktury procesu technologicznego można i powinno się stosować adekwatne narzędzia, metody i zasady zarządzania. Tablica 20 prezentuje możliwość ich zastosowania w odniesieniu do każdego z poziomów struktury procesu technologicznego.

## 6.7. Metodologia zarządzania dokumentacją procesu technologicznego

Zagadnienie związane z zarządzaniem dokumentacją występuje w każdym przedsiębiorstwie bez względu na jego wielkość czy rodzaj prowadzonej działalności. Zagadnienie zarządzania dokumentacją w zakresie realizacji procesów technologicznych związane jest z uzyskaniem odpowiedniego poziomu sprawności przepływu informacji gwarantującego wysoką skuteczność realizacji procesu.

Dokumentacja procesu technologicznego współcześnie zawiera wiele różnych dokumentów, panuje pogląd, iż dla wielu rzeczywistych procesów produkcyjnych przygotowany jest biurokratyczny zakres dokumentacji, mniej lub bardziej adekwatny do rzeczywistych potrzeb jak również w większym lub mniejszym stopniu wykorzystywany w realnych warunkach produkcji. Współcześnie jednak w szczególności ze względu na wzrastające wymagania i stosowane systemy zarządzania, ilość dokumentacji operacyjnej rośnie, co wymusza na technologach znajomość również i tego obszaru wiedzy w celu jak najbardziej efektywnego zarządzania pod względem ilości przygotowanych dokumentów zarządczych w tym obszarze.

Zagadnienie zarządzania dokumentacją w kontekście przepisów dotyczących harmonizacji technicznej i normalizacyjnej na obszarze Unii Europejskiej wnosi w zakresie spełnienia wymagań Dyrektyw Nowego Podejścia pewne obostrzenia związane z określeniem w przedsiębiorstwie zakresu dokumentów stanowiącego podstawę weryfikacji projektu

i procesu produkcji w zakresie oceny zgodności spełnienia wymagań przez dany produkt. W tym obszarze przedsiębiorstwa powinny również analizować to zagadnienie specyfikując zakres dokumentacji dla produktu i procesu.

Dokumentacja współcześnie wraz z powstaniem systemów zarządzania posiada swój dualistyczny charakter kompensujący się w całość określaną jako dokumentacja systemu zarządzania. Jeden obszar dokumentacji to dokumenty porządkujące stanowiące zbiór informacji odpowiadających na pytania: kto, co, gdzie, kiedy, jak oraz drugi obszar dokumentów klasyfikowanych jako zapisy stanowiące zbiór informacji określających opisywane stany odpowiadając np. na pytanie: ile.

Hierarchiczność budowy struktury dokumentacji stosowanej w systemach zarządzania jakością dzieli ją na poziom strategiczny do którego zaliczamy politykę w zakresie zarządzania i przewodnik po systemie definiowany jako księgę jakości oraz poziom operacyjny związany z opracowywaniem i wykorzystaniem dokumentacji w postaci procedur, instrukcji, planów, raportów i innych, w tym zapisów. W zakresie zarządzania technologią istotnym jest określenie odpowiedniego zakresu dokumentacji operacyjnej stosowanej w praktyce przemysłowej.

Dokumenty dotyczące realizacji procesu są zarówno ważne dla personelu zaangażowanego w realizację procesu jak również dla klientów. Służą one między innymi, jako dowód w ewentualnych sporach dotyczących regresów wynikających z umów z klientem, są one również ważne na etapie odrzucenia partii w fazie jej odbioru, ponadto, mogą być stosowane w celu kontroli jakości i zapobiegania powstawaniu niezgodności, jako narzędzie pozwalające definiować wnioski w zakresie modyfikacji ustawień parametrów, programów i procesów.

W szczególności należy mieć na uwadze sytuację dotyczącą modyfikacji procesu technologicznego, którego efekt ma stanowić poprawę jakości procesu w określonych kryteriach, jednak ze względu na brak skuteczności zarządzania dokumentacją uzyskuje się działanie przeciwne powodujące powstanie niezgodności w realizacji procesu, co wynika najczęściej z braku konsekwencji wprowadzania zmian w dokumentacji.

Określono cel związany z zarządzaniem dokumentacją, dotyczy on ustalenia zakresu dokumentacji technologicznej (produkcyjnej), która zapewni uzyskanie najlepszej jakości realizacji procesu (produktu) i zminimalizuje ilość stosowanej dokumentacji (uzyskanie redukcji liczby dokumentów).

### Opis problematyki:

W procesach produkcyjnych stosowanych jest wiele rodzajów dokumentów (ich ilość rośnie w bardzo dużym tempie), część dokumentów wynika ze stosowanych przez przedsiębiorstwa systemów zarządzania. Ilość dokumentów z jednej strony jest przydatna jako nośnik informacji, z drugiej może powodować liczne błędy, powtórzenia lub rozbieżności.

Szczególne znaczenie poruszanego tu problemu dotyczy spełnienia przez przedsiębiorstwo wymagań wielu utrzymywanych procesów, tak zgodnie z przedstawioną w pkt. 6.1 niniejszej pracy hierarchizacją wymagań w obszarze procesów realizujących operacje obróbki cieplnej, ale także w przypadku przedsiębiorstw posiadających zintegrowane lub niezintegrowane mult-systemy zarządzania.

Postawiony problem dotyczy określenia niezbędnych dokumentów do realizacji procesów technologicznych do niezbędnego minimum na podstawie analizy ich ważności określonej przez skalę: 1 - mało ważny, 3 - istotny, 5 - bardzo ważny, z uwzględnieniem etapów wykorzystania dokumentacji na etapie: projektowania, realizacji i doskonalenia.

Tablica 21 przedstawia zaproponowany arkusz wspomagający analizę ważności stosowanej w procesach technologicznych dokumentacji. Dla tak przygotowanego sposobu prowadzenia analizy ważności dokumentacji (tab. 21) przedsiębiorstwo powinno wykorzystać zbiór stosowanych dokumentów, analizę taką proponuje się wykonywać na etapie projektowania procesu technologicznego, co pozwoli w racjonalny sposób określić niezbędne minimum dokumentacji jak również zagwarantuje uzyskanie zbioru dokumentów pozwalających w skuteczny sposób wykonać proces.

Stosowany do powyższej analizy zbiór dokumentów powinien wynikać z przeprowadzonej krytycznej weryfikacji wymagań nałożonych na przedsiębiorstwo przez przepisy prawa, wdrożone systemy zarządzania, stosowane specyfikacje, regulacje wewnętrzne, umowy z klientami i inne.

**Tablica 21. Przykładowy arkusz analizy ważności dokumentacji**

Nazwa dokumentu	Etap		
	Projektowania	realizacji	doskonalenia
<b>A</b>	5	5	1
<b>B</b>	3	3	1
<b>C</b>	1	3	3
.....			
<b>Z</b>	1	5	5



**Tablica 22. Przykładowy arkusz analizy ważności dokumentacji na etapie realizacji procesu**

Nazwa dokumentu	Nr operacji technologicznej						
	1	2	3	4	...	...	n
A							
B							
C							
.....							
Z							

Stosowany do powyższej analizy zbiór dokumentów powinien wynikać z przeprowadzonej krytycznej weryfikacji wymagań nałożonych na przedsiębiorstwo przez przepisy prawa, wdrożone systemy zarządzania, stosowane specyfikacje, regulacje wewnętrzne, umowy z klientami i inne.

Zaprezentowany arkusz (tab.21) może zostać poszerzony o kolejną analizę bardziej szczegółową ze względu na stosowanie dokumentów na etapie realizacji procesu z rozbiciem tego etapu na poszczególne operacje procesu technologicznego - przykład prezentuje tablica 22.

Interpretacja wyników przeprowadzonej analizy dotyczy również sposobu modyfikacji i odpowiedniego zarządzania dokumentacją, i tak dokumenty o statusie określonym jako **bardzo ważne (5)** muszą podlegać stosownej procedurze weryfikacji i zatwierdzania, ze względu na ich znaczenie, dokumenty o statusie określonym jako **istotne (3)** podlegają weryfikacji pod względem ich przydatności i możliwości redukcji poprzez wykorzystanie innego dokumentu lub kompensację treści w innym dokumencie, zasadnym na tym poziomie staje się poszukiwanie odpowiedzi na pytanie: czy istnieje możliwość redukcji tego dokumentu poprzez dokument o wyższej randze obejmujący swym zakresem większy obszar aniżeli wybrany jeden proces, dokument o statusie określonym jako **mało ważny (1)** powinien zostać poprzez podjęcie odpowiednich działań zarządczych anulowany, jednakże treści i zakres w nim zawarty przeniesiony do innego dokumentu w postaci treści podstawowych lub jako załącznik, lub stanowi to wytyczną do opracowania uogólnionej formuły zakresu dokumentu w skali całego przedsiębiorstwa.

Stosowane w praktyce przemysłowej dokumenty dotyczą i obejmują:

- analizy wymagań klienta,
- schematy, szkice, rysunki, specyfikacje materiałowe,
- analizy zmienności, zagrożeń, ryzyka,
- oceny dostawców,



- plany realizacji, strategie, wizje,
- polityki, zalecenia, nakazy, rekomendacje oraz regulacje wewnętrzne i korporacyjne,
- normy techniczne, normy branżowe, specyfikacje,
- plany badań i kontroli,
- certyfikaty, atesty, świadectwa z badań,
- dane techniczne, instrukcje obsługi,
- procedury, instrukcje zarządcze, przewodniki (księgi) w zakresie wdrożonych systemów,
- patenty, dokumenty objęte klauzulą poufności,
- analizy przyczyn, rejestry zmian, działań doskonalących,
- zapisy wyników, raporty, karty pomiarowe, karty kontroli i autokontroli,
- instrukcje operacyjne, stanowiskowe,
- karty stanowisk pracy,
- karty technologiczne, plany procesów, diagramy przepływów,
- wymagania ustawowe i przepisy prawa,
- i wiele innych, dostosowywanych do indywidualnych potrzeb oraz wymagań znajdujących zastosowanie w przedsiębiorstwie, powyższy zbiór w żaden sposób nie może zostać uznany za uniwersalny.

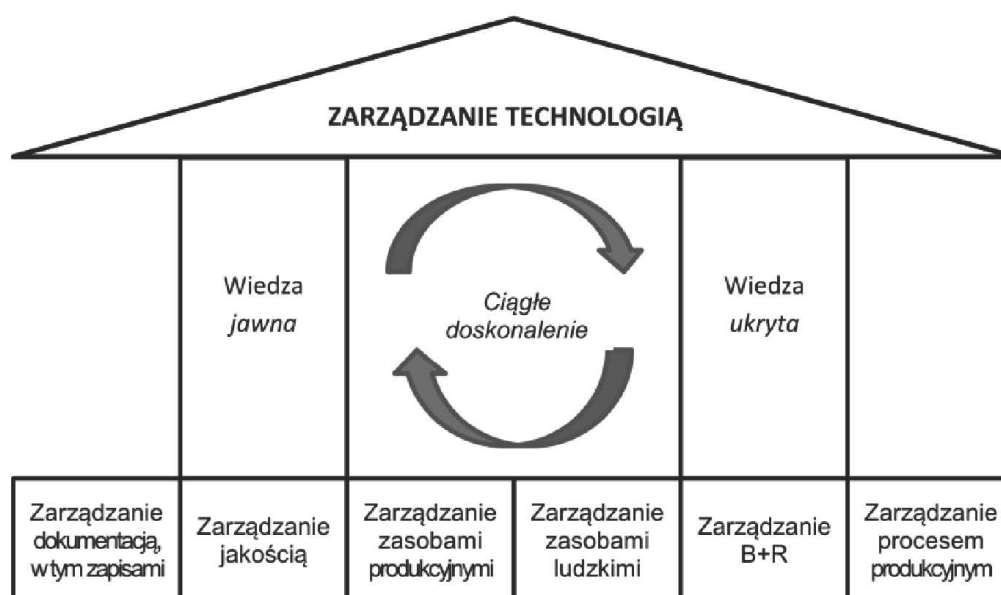
Zarządzanie dokumentacją technologiczną w odniesieniu do wybranych dokumentów z powyżej zaprezentowanego zestawu może w pewnym zakresie zostać z powodzeniem zrealizowane przez zaprezentowaną w rozdziale 6.2 aplikację komputerową. Stanowiącą jej część składową blok „Baza danych materiałów” zawiera dane materiałów, w tym dane dotyczące temperatur realizacji obróbki cieplnej, rodzaju zastosowania, warunków pracy, postaci materiału, wytrzymałości, a także dane dotyczące pasm hartowności, dane stanowią bazę wiedzy materiałowej. Blok „Przeliczenia” służy do uzyskania wyników w zakresie określenia czasów zabiegów operacji obróbki cieplnej. Zaprojektowane narzędzie wspomagające dobór materiału oraz parametrów procesów obróbki cieplnej spełnia podstawowe wymagania dotyczące technologii obróbki cieplnej.

Wynikiem zastosowania opracowanej aplikacji jest możliwość archiwizacji i wydruku kart technologicznych poszczególnych operacji obróbki cieplnej i w tym zakresie stanowi ono narzędzie wspomagania w zakresie zarządzania dokumentacją technologiczną.

Opracowana aplikacja dedykowana jest w bieżącej wersji tylko dla stali konstrukcyjnych w podstawowym zakresie obróbki cieplnej zwykłej.

## 7. Weryfikacja opracowanej metodologii

Opracowanie oryginalnej metodologii zarządzania technologią wymagało przeprowadzenia wielu analiz źródłowych dotyczących zagadnienia materiałowych procesów wytwarzania, procesów produkcyjnych, projektowania technologii, zarządzania i organizacji, zarządzania jakością, komputerowego wspomaganie w zarządzaniu i technologii procesów materiałowych. Zaproponowaną koncepcję metodologii zarządzania technologią przedstawia rysunek 24. Zagadnienie zarządzania technologią obejmuje szeroki obszar działań wewnątrz organizacji. Pierwotnym zagadnieniem dotyczącym definiowania zagadnienia zarządzania technologią (lub jak również występujące w literaturze przedmiotu na równi definiowane jako zarządzanie technologiami) było wskazanie na funkcję informacyjną technologii, określanej jako pewien zakres wiedzy, która różnicowana jest na dwa podstawowe „filary” w tym względzie: wiedzę jawną i ukrytą. W opracowanej metodologii zarządzania technologią zakłada się, iż dla zachowania skuteczności systemu zarządzania technologią obydwie filary wiedzy jawnej i ukrytej stanowić muszą komplementarne wartości jej kreowania. Analiza zagadnienia związanego z zarządzaniem technologią pozwoliła określić fundamenty budowy metodologii zarządzania technologią, i tak na rysunku 24 wyodrębniono sześć obszarów zarządczych, które stanowią podstawę budowy zarządzania technologią w przedsiębiorstwie.



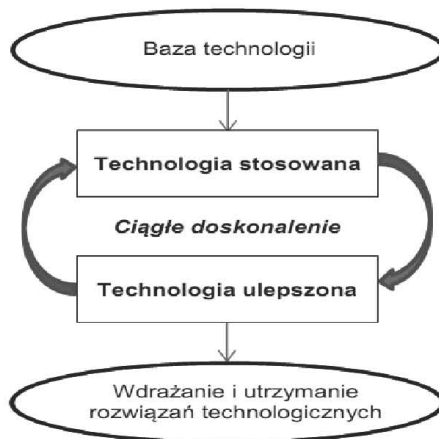
**Rysunek 24.** Metodologia zarządzania technologią - kompleksowe zarządzanie technologią

Ze względu na znaczny obszar zagadnienia zarządzania technologią zdefiniowany w opracowanej metodologii w niniejszej pracy podjęto próbę określenia pewnych reguł i metod jej realizacji w zakresie wybranych aspektów kompleksowego zarządzania technologią, ograniczając obszar zainteresowania do aspektów strategicznego zarządzania technologią oraz operacyjnego zarządzania technologią na przykładzie materiałowych procesów technologicznych obróbki cieplnej. Umieszczenie zarządzania technologią w aspekcie kreowania wartości zostało przedstawione na rysunku 25. Problematyka zarządzania technologią plasuje się pomiędzy zarządzaniem procesem produkcyjnym a ciągłym doskonaleniem w ujęciu globalnym obejmującym całość organizacji. Takie umiejscowienie tej tematyki ma za zadanie podkreślenie jej znaczenia, z jednej strony stanowi ono uszczegółowienie zakresu zarządzania produkcją w obszarze ściśle wyodrębnionym dotyczącym operacji procesów wytwórczych, a z drugiej podkreślić jej znaczenie dla doskonalenia, w tym szczególnym aspekcie kreowania nowej jakości procesu i produktu.

Zarządzanie technologią obejmuje pewien istotny zakres działań, w którym ze względu na dynamikę, zagadnieniem centralnym jest ciągłe doskonalenie - rysunek 26. Praktyka w zakresie zarządzania technologią wskazuje na rozwiązania stosowane w tym zakresie a dotyczące tworzenia baz danych technologii (np. w centrach innowacji), które stanowiąc mają zasób wiedzy używanej w zakresie podejmowanych działań doskonalących stosowane technologie, działanie te jest działaniem permanentnym w poszukiwaniu doskonałości w wielu aspektach definiowanych dla technologii, jak również ma wspomagać proces projektowania nowych technologii.



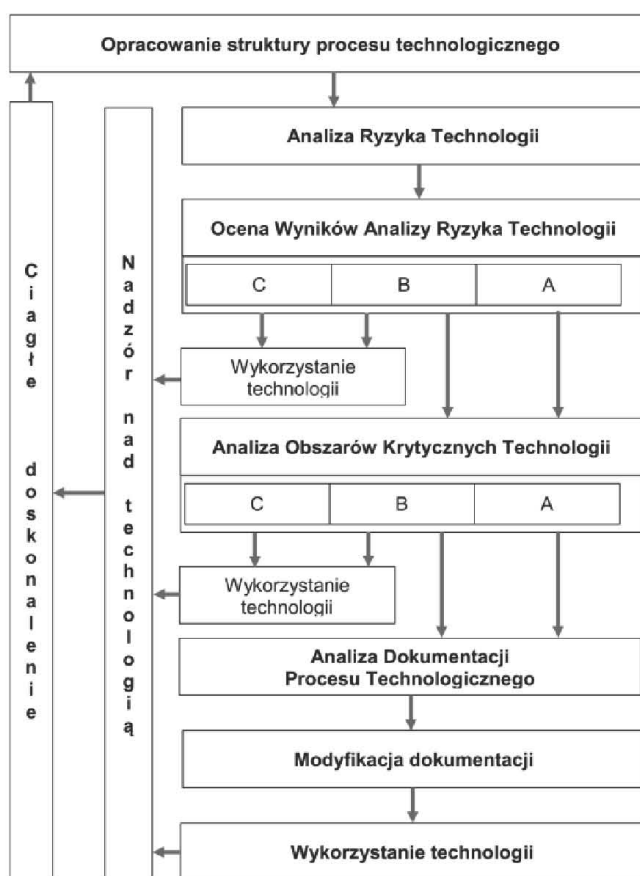
*Rysunek 25. Piramida kreowania wartości*



**Rysunek 26. Ciągłe doskonalenie technologii**

Podjęcie problematyki zarządzania technologią i opracowanie w tym zakresie metodologii związane jest z osiągnięciem nadrzędnego stawianego jej celu - wzrostu efektywności organizacji procesów produkcyjnych.

Dla tak określonej metodologii zarządzania technologią opracowano metodykę zarządzania technologią - rysunek 27.



**Rysunek 27. Metodyka zarządzania technologią**

W oparciu o przedstawione w rozdziałach 6.1 - 6.7 niniejszej pracy wyniki analiz zaproponowano metodykę zarządzania technologią. Opracowana metodyka bazuje na połączeniu dwu znaczących zagadnień współczesnego podejścia do procesów produkcyjnych: innowacyjności i zarządzania.

Opracowana metodyka bazuje na funkcjonujących w rzeczywistych warunkach wymaganiach w zakresie systemów zarządzania, stosowanych metodach i narzędziach zarządzania jakością.

Metodyka zarządzania technologią opiera się na wykorzystaniu opracowanych oryginalnych koncepcji:

- Analizy Ryzyka Technologii,
- Analizy Obszarów Krytycznych Technologii,
- Analizy Dokumentacji Procesu Technologicznego.

Zastosowanie zaproponowanej metodyki zarządzania technologią ma miejsce:

- dla nowo projektowanych procesów technologicznych,
- dla procesów technologicznych modyfikowanych w zakresie: struktury operacji, rodzajów maszyn i urządzeń, parametrów realizacji operacji, wymagań klientów, wymagań dostawców, procedur i instrukcji wewnętrznych, wymagań prawnych i systemowych, systemu kontroli, metod badań,

W zakresie wdrażania zarządzania technologią przedsiębiorstwa powinny podjąć następujące działania:

- etap pierwszy: sformułować strategię zarządzania technologią, ustalić kryteria i cele, w tym szczegółowe dotyczące zakresu i wartości zaproponowanych w poszczególnych koncepcjach metodyki zarządzania technologią, ustalić procedurę zarządzania technologią,
- etap drugi: przeprowadzić analizę procesów technologicznych w oparciu o zaproponowaną metodykę,
- etap trzeci: dokonać oceny uzyskanych wyników w zakresie zarządzania technologią,
- etap czwarty: dokonać analizy i weryfikacji stosowanej dokumentacji technologicznej, metod archiwizacji i wykorzystania zasobów informacyjnych dotyczących procesów technologicznych, stosowanych metod zarządzania jakością,
- etap piąty: przeprowadzić audyt w zakresie zarządzania procesem /- ami technologicznym / -mi i podjąć działania doskonalące.



O przydatności zaproponowanego modelu zarządzania technologią w warunkach praktycznego zastosowania w znaczący sposób decyduje indywidualne podejście i sposób wdrożenia w danym przedsiębiorstwie. Ograniczenia związane z zastosowaniem opracowanej metodologii zarządzania technologią dotyczą:

- dla zagadnienia oceny ryzyka technologii - sposobu ustalenia kryteriów funkcji (o ile zostaną zmodyfikowane) oraz określenia zakresów dla poszczególnych poziomów ryzyka technologii,
- dla zagadnienia oceny obszarów krytycznych technologii - sposobu ustalenia dla każdego z poziomu krytyczności technologii zakresu metod i narzędzi zarządzania jakością stosowanych w praktyce w przedsiębiorstwie, ustalenie te może być oparte o generalne założenia dla całego przedsiębiorstwa, ale również poprzedzone analizą i wnioskami dla każdej technologii oddzielnie, rozwiązanie tego problemu powinno zostać określone w procedurze zarządzania technologią, należy również określić tryb i sposób weryfikacji stosowanych metod i narzędzi szczególnie na poziomie „B” i „A” krytyczności technologii mając na celu potwierdzenie słuszności ich zastosowania,
- dla zagadnienia zarządzania dokumentacją technologiczną - sposobu ustalenia struktury dokumentów stosowanych w przedsiębiorstwie w wieloaspektowym zakresie, poprzedzonej szczegółową analizą wymagań, w tym również wprowadzanych zmian, należy określić sposób zatwierdzania i weryfikacji dokumentów z uwzględnieniem statusu ich ważności wynikającym z przeprowadzonej analizy.

Rzetelność wykonania analiz zgodnie z zaproponowaną w modelu zarządzania technologią metodyką powinna pozwolić uzyskać wysoką skuteczność w zakresie zarządzania technologią w szczególności w aspekcie adekwatności stosowanych metod i narzędzi zarządzania jakością i zakresu stosowanej dokumentacji oraz obniżenia ryzyka związanego ze stosowaną technologią.

Ulokowanie zarządzania technologią w systemie zarządzania jakością związane jest z opracowaniem procedury zarządzania technologią, której zakres będzie obejmował wymagane zindywidualizowane zagadnienia przedstawione powyżej jako ograniczenia związane z pełnym wdrożeniem zaprezentowanej metodologii do praktyki.

## 8. Podsumowanie i wnioski końcowe

Dynamiczny rozwój nauki upatruje się współcześnie w ewoluowaniu potrzeb klientów, co bezpośrednio związane jest z rozwojem techniki i technologii wykorzystywanej w procesach produkcyjnych. Technologia stanowi aspekt marketingowy techniki i współcześnie nie może być pomijana w teorii i praktyce marketingu, w tym także w aspektach naukowych tego zagadnienia. Powyższe stanowi jeden z najważniejszych pomostów łączących wiedzę techniczną z wiedzą ekonomiczną [184].

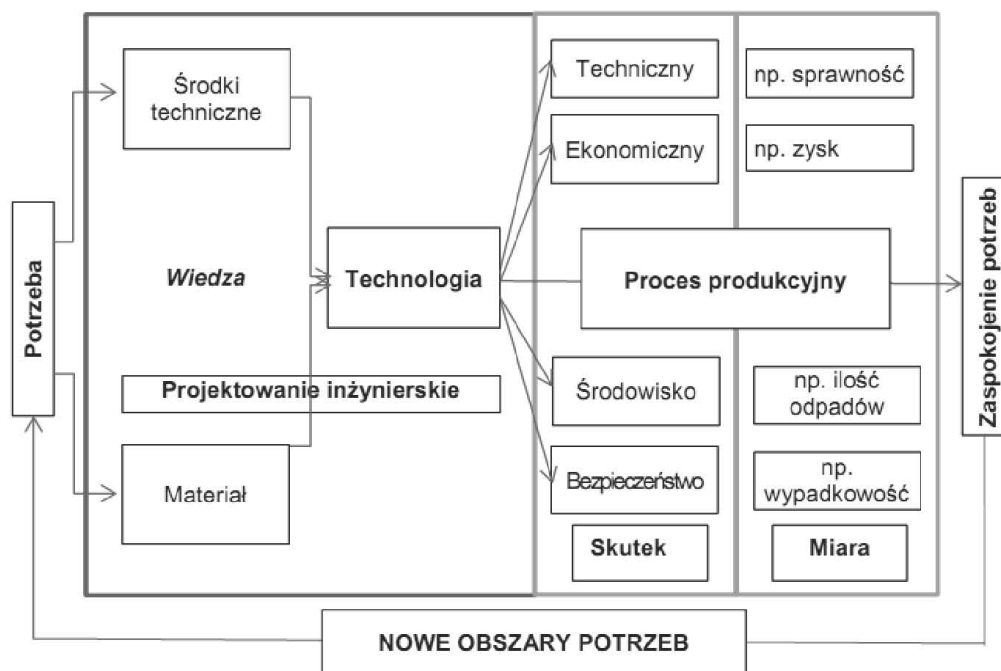
Dynamika zmian gospodarczych w obszarze szeroko rozumianej techniki wymusza na przedsiębiorstwach wdrażanie i utrzymanie skutecznych rozwiązań w zakresie strategii dotyczącej technologii, w tym realizacji zadań związanych z zarządzaniem technologią [150].

Powyższe pozwala uznać, iż głównym założeniem koncepcji zarządzania technologią jest zwrócenie szczególnej uwagi na problemy dynamiki zmian w obszarze szeroko rozumianej techniki wytwarzania, przez co w umiejętny sposób przedsiębiorstwa mogą wpływać na kreowanie jakości realizowanych procesów wytwórczych i jakości wytwarzanych produktów.

Zarządzanie technologią stanowi jedną z najtrudniejszych koncepcji zarządzania w obszarze procesów produkcyjnych, pomimo faktu, że stanowi uszczegółowienie obszaru nadrzędnego jakim jest w stosunku do procesu technologicznego - proces produkcyjny.

Niesłabnące zainteresowanie zagadnieniem problematyki jakości, w tym zarządzania jakością aranżuje zagospodarowywanie obszarów oczekujących na implementację już istniejących w tym zakresie rozwiązań ale również podejmowania działań kreujących nowe, poszerzone rozwiązania pozwalające na budowanie i wdrażanie systemów ukierunkowanych na doskonalenie, a nie tylko ich utrzymanie - w takim zakresie postawiono w niniejszej pracy zagadnienie wypełnienia luki dotyczącej problematyki zarządzania technologią.

Zagadnienie dotyczące technologii w kontekście ciągłego procesu zaspokajanie potrzeb przedstawia rysunek 28. Zakres działań inżynierskich określany jako projektowanie inżynierskie stanowi jeden z najważniejszych procesów mających na celu zaspokajanie potrzeb, wynikiem procesu projektowania jest opracowana technologia oddziałująca w wielu aspektach działalności organizacji. Technologia stanowi pierwotny aspekt kształtowania efektywności przedsiębiorstwa bezpośrednio oddziałująca w sferze ekonomicznej przedsiębiorstwa, zarządzania środowiskowego, zarządzania bezpieczeństwem i higieną pracy, zarządzania aspektami technicznymi np. dotyczącymi środków technicznych czy sprawności procesów produkcyjnych.

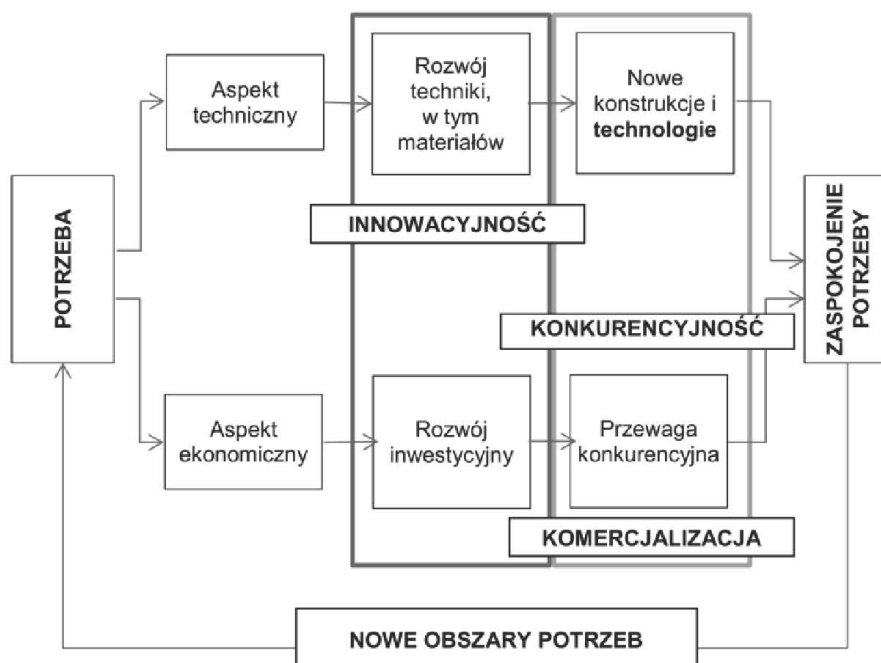


**Rysunek 28.** *Technologia w ciągłym procesie zaspakajania potrzeb*

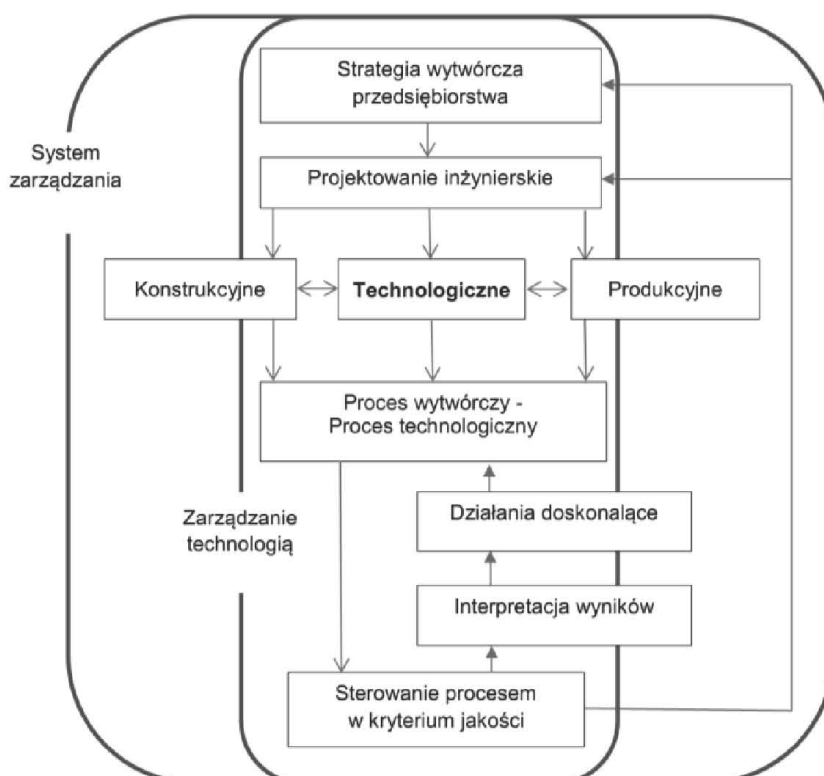
Pomimo ponad stuletniego doświadczenia w zakresie procesów produkcyjnych to w dobie ostatniej dekady zauważa się wzrost zainteresowania tematyką technologii i postrzegania jej, jako narzędzia kreowania wzrostu gospodarczego w wyniku wdrażanych innowacji, tak ważne zagadnienia jak komercjalizacja badań w zakresie szeroko rozumianej techniki stają się współcześnie wyznacznikiem konkurencyjności wielu podmiotów gospodarczych.

Każda potrzeba posiada dualny charakter wyrażany przez aspekt ekonomiczny i techniczny, jeden i drugi jest nie do przecenienia bez względu czy dotyczy on wytwarzania podkładki czy korpusu silnika. Należy zwrócić uwagę, że nie istniałby aspekt ekonomiczny bez obszaru techniki. Rysunek 29 przedstawia problematykę innowacyjności i konkurencyjności przedsiębiorstw oraz obszaru komercjalizacji technologii w ciągłym procesie zaspakajania potrzeb.

Dynamika rozwoju w zakresie kreowania nowych technologii, skracanie cyklu ich życia, a wraz z tym cyklu życia produktów musi opierać się na poprawnie zaplanowanej i realizowanej strategii w zakresie zarządzania technologią. Powyższe definiuje wagę podejmowanego w niniejszej pracy zagadnienia zarządzania technologią jako aspektu komplementarnego do założeń projektowania procesów produkcyjnych i zarządzania organizacją. Nie tylko jest ważne posiadanie technologii jako elementu kreującego przewagę konkurencyjną, ale odpowiednie nią zarządzanie w celu osiągnięcia zakładanych dla stosowanej technologii wskaźników skuteczności i efektywności.



*Rysunek 29. Komercjalizacja technologii w ciągłym procesie zaspakajania potrzeb*



*Rysunek 30. Zarządzanie technologią jako subsystem zarządzania jakością*

W kontekście przeprowadzonych analiz oraz opracowanego modelu zarządzania technologią rysunek 30 prezentuje ogólny model zarządzania technologią jako subsystemu zarządzania jakością.

Zaprezentowana w niniejszej pracy koncepcja zarządzania technologią pozwala w sposób pragmatyczny skupić się na procesach technologicznych jednak nie w oderwaniu od rzeczywistych warunków i z tym związanych ograniczeń. Systematyczne monitorowanie i nadzorowanie stosowanych technologii pozwala wyeliminować wszystkie możliwe niepokojące symptomy mające wpływ zarówno w skali mikro- jak i makro-ekonomicznej przedsiębiorstwa.

Technologia stanowiąc podstawę tworzenia wartości dodanej sama musi podlegać procesom analizy zmienności, w tym w szczególnej tendencji ewoluowania zmian jej samej w zasadniczym zakresie tworzenia oczekiwanej jakości produktów. Działanie to powinno być ze wszech miar działaniem systemowym, stąd wynika potrzeba uregulowania systemowego podejścia w tym zakresie.

Koncepcja zarządzania technologią koncentruje się na procesie produkcyjnym, a w szczególności na jego zasadniczej części stanowiącej o przedmiotowości procesu - technologii, stanowiącej fundament poszukiwania przewagi w aspekcie konkurencyjności.

Wykonane studia literaturowe oraz badania studyjne w zakresie przedsiębiorstw realizujących procesy wytwórcze wskazują na potrzebę zgłębiania poruszanej w niniejszym opracowaniu problematyki, a tym samym wydaje się wskazane opracowanie rekomendacji naukowej w zakresie praktycznego realizowania zagadnień zarządzania technologią w przedsiębiorstwach produkcyjnych.

Problematyka zarządzania technologią dotyczy wszystkich przedsiębiorstw, tu w kontekście zaproponowanych w pracy rozwiązań w szczególności dedykowane jest dla małych i średnich przedsiębiorstwach, gdyż to właśnie te organizacje mają ograniczone zasoby na tworzenie w pełni zindywidualizowanych i nowoczesnych centrów badawczo-rozwojowych. Pragmatyczne podejście do wdrożenia i realizacji zakresu zarządzania technologią w zakresie przedstawionej w niniejszej pracy metodyki zarządzania technologią w organizacjach należących do tak zwanej grupy małych i średnich przedsiębiorstw jest w stanie podnieść zarówno ich skuteczność, jak i efektywność realizowanych procesów.

Szacunkowe określenie wartości zarządzania technologią w wyniku wdrożenia i utrzymania mechanizmów opracowanej koncepcji powinno przynieść wzrost w zakresie od 10 do 60 % zysku z realizowanych dotychczas procesów.

Opracowana metodologia zarządzania technologią uzasadnia postawioną tezę pracy.

Praca niniejsza wskazuje na ważne zagadnienie kształtowania przewagi technologicznej



przedsiębiorstw w aspekcie nie tylko strategicznego działania, ale wskazując na aspekt doskonałości realizacji procesów produkcyjnych w zakresie stosowania metodologii opartej na fundamentach kwalitologii. Doskonałość organizacji postrzegana przez pryzmat wysokiej jakości produktów jest wynikiem doskonałości rezultatów i spójności w aspektach technicznych i menadżerskich (zarządczych).

Efektywność przedsiębiorstw może zostać zwiększona w wyniku zastosowania opracowanego podejścia w szczególności w kontekście sprawności zarządzania dokumentacją technologiczną i stosowanych metod i narzędzi zarządzania jakością. Zaproponowana metodologia bazuje na metodzie analizy określonych aspektów związanych z technologią i zastosowaniu algorytmu doboru zakresu dokumentacji technologicznej gwarantującego skuteczność realizacji procesu i odpowiednich metod i narzędzi zarządzania jakością - rozdział 6.7 pracy.

Odpowiednie zarządzanie technologią pozwala przedsiębiorstwu na utrzymanie pozycji konkurencyjnej poprzez wdrożenie i utrzymanie skutecznego systemu w zakresie przepływu informacji, a także doskonaleniu procesu technologicznego - rysunek 26.

Wyniki przeprowadzonych analiz i studia literaturowe wskazują, iż problematyka zarządzania technologią jest istotnym zagadnieniem związanym z strategicznym budowaniem przewagi konkurencyjnej przedsiębiorstw.

W świetle dotychczasowych badań za uzasadnioną uznać należy tezę, że o efektywności zarządzania technologią jako wieloaspektowego zespołu realizowanych działań zarządczych o złożonej strukturze decyduje określenie prawidłowego zaprojektowania wewnętrznych mechanizmów zarządzania w przedsiębiorstwie wykorzystujących synergię działań realizowanych w tym obszarze. Powyższe zostało udowodnione w pracy.

Początkowy etap realizacji niniejszej pracy obejmował analizę wymagań zwartych w standardach zarządzania stosowanych w praktyce przemysłowej. Na tym etapie zdefiniowano szereg zagadnień odnoszących się do zakresu zarządzania technologią w obszarze procesów obróbki cieplnej - rozdział 6.1, 6.2 i 6.3 pracy.

Przeprowadzone analizy oraz usystematyzowanie wiedzy w zakresie obróbki cieplnej i cieplno-chemicznej w kontekście korelacji z procesem projektowania technologii oraz szeroko rozumianego zarządzania dotyczyło: w rozdziale 6.1 - wymagań stosowanych standardów odniesionych do aspektów technologii, w rozdziale 6.2 - czynników wpływających na jakość procesu, w tym zagadnienia definiowania niezgodności, możliwości komputerowego wspomaganie projektowania technologii, w rozdziale 6.3 - określenia parametrów kontroli

jakości w obróbce cieplnej, w rozdziale 6.4 - sposobu prowadzenia analiz i wykorzystania metod i narzędzi zarządzania jakością w obróbce cieplnej.

Wykonana analiza wstępna pozwoliła zdefiniować zagadnienia, które zostały uściślone w postaci zaproponowanych rozwiązań w modelu zarządzania technologią - rysunek 27.

Zagadnienie pierwsze wynikało z braku w literaturze przedmiotu uogólnionego modelu oceny technologii w zakresie ryzyka jej zastosowania. Zagadnienie to dotyczy oceny poziomu strategicznego wykorzystania danej technologii a wyniki analizy w tym zakresie wpływają na eliminację zagrożeń zastosowania technologii o znaczącym potencjale ryzyka, w tym w aspekcie biznesowym przedsiębiorstwa. Szczegółowe analizy problemu w tym zakresie oraz doświadczenia praktyczne pozwoliły na opracowanie metody analizy ryzyka technologii i określenia siedmiu funkcji stosowanych w zaproponowanej analizie - rozdział 6.5 pracy.

Zagadnienie drugie stanowiło konsekwencję rozwiązania zagadnienia pierwszego skłaniając do dalszego podejmowania uszczegółowionych analiz ukierunkowanych na obniżenie poziomu ryzyka stosowanej technologii a odnoszących się do aspektów technicznych. Zagadnienie to dotyczy oceny struktury procesu technologicznego w aspekcie zdefiniowania obszarów krytycznych. Wyniki analiz w tym zakresie mają zasadniczy wpływ na podjęcie działań mających na celu odpowiednie zastosowanie narzędzi i metod zarządzania jakością w celu zagwarantowania wysokiej skuteczności realizacji procesów, a tym samym spełnienia wymagań stawianych produktom. Zagadnienie to dotyczy poziomu operacyjnego wykorzystania danej technologii - rozdział 6.6 pracy.

Zagadnienie trzecie jest dopełnieniem zaproponowanej w pracy metodyki zarządzania technologią w aspekcie zarządzania dokumentacją i jako takie ma stanowić skuteczne narzędzie eliminacji luk i nadmiaru stosowanej dokumentacji operacyjnej stosowanej w przedsiębiorstwach w zakresie realizowanych procesów produkcyjnych. Wynik analiz przeprowadzanych w zaproponowany w pracy sposób prowadzić ma do uzyskania wysokiego poziomu skuteczności w zakresie zarządzania w istotnych obszarach realizacji procesów produkcyjnych - rozdział 6.7 pracy.

Zaproponowane rozwiązanie - model zarządzania technologią jest spójny łącząc powyżej przedstawione trzy zagadnienia stanowiące skuteczne narzędzie zarządzania w obszarze technologii - rysunek 27.

Oryginalnym osiągnięciem niniejszej pracy stanowi opracowanie metodologii zarządzania technologią - składającej się z dwupoziomowego modelu zawierającego zagadnienia: ryzyka

technologii na poziomie strategicznym zarządzania, kolejno na poziomie operacyjnym oceny obszarów krytycznych technologii i zarządzania dokumentacją - zapewniającej wysoką skuteczność procesów technologicznych tak na etapie ich projektowania, realizacji i doskonalenia - rozdziały 6.5 - 6.7.

W pracy przedstawiono następujące nowe oryginalne rozwiązania w zakresie metodologii zarządzania technologią:

1. metodykę określenia Liczby Priorytetowej Ryzyka Technologii pozwalającej na definiowanie ryzyka stosowanej technologii w zakresie zarządzania technologią,
2. metodykę określenia Liczby Krytycznej Technologii pozwalającej na definiowanie poziomu krytyczności technologii w zakresie stosowanych metod i narzędzi zarządzania jakością,
3. metodyki analizy ważności dokumentacji pozwalającej na ocenę adekwatności stosowanej dokumentacji w zakresie zarządzania technologią,
4. opracowaną spójną metodykę opartą na komplementarnym wykorzystaniu wyżej wymienionych metod w zakresie zarządzania technologią.

Efektywne funkcjonowanie przedsiębiorstw zgodnie z zaproponowaną metodologią bazuje na projektowanym dynamicznie, zintegrowanym podejściu do zagadnienia zarządzania technologią w obszarze procesów organizacyjnych w wielu funkcjach i obszarach zarządzania jak również aspektach technicznych. Procesy organizacyjne przedsiębiorstw ewoluują w funkcji czasu w wyniku zmian zachodzących na globalnym rynku oraz wewnątrz przedsiębiorstwa, siłą napędową tych zmian jest rozwój techniki i technologii [154].

Przeprowadzone analizy materiałów źródłowych, jak również przeprowadzone badania z zakresu materiałoznawstwa w tym technologii procesów obróbki cieplnej z wykorzystaniem metod i narzędzi zarządzania jakością oraz opracowanie metody zarządzania technologią stanowią znaczący wkład do wiedzy w interdyscyplinarnym zakresie łączącym zarówno technologię procesów materiałowych, jak i zarządzanie procesami materiałowymi.

Analiza krytyczna zagadnienia, określenie i uszczegółowienie kryteriów dotyczących zarządzania technologią stanowi poszerzenie i kontynuację badań prowadzonych w tym zakresie.

Zagadnienie zapewnienia jakości w projektowaniu technologii zostało przedstawione w obszarze obróbki cieplnej, w pracy zamieszczono autorskie opracowanie programu eksperckiego wspomagającego podejmowanie decyzji w zakresie projektowania technologii. Wskazano potrzebę poszukiwania metod i narzędzi kwantyfikacji wiedzy w zakresie

projektowania technologii - rozdział 6.2. Analiza czynników i mechanizmów wpływających na jakość realizacji procesów obróbki cieplnej stanowi otwarty zbiór prezentujący przykładowe niezgodności w wybranych zabiegach i operacjach obróbki cieplnej oraz określa działania mające im zapobiegać. Powyższe wskazuje na potrzebę zarządzania wiedzą w tym zakresie.

Przeprowadzone analizy w interdyscyplinarnym obszarze zagadnień materiałoznawczych, technologii wytwarzania oraz zarządzania potwierdzają słuszność przyjętej w pracy tezy. Krytyczna analiza opracowanej metodologii oraz zaproponowanego modelu zarządzania technologią powala na sformułowanie następujących wniosków:

1. Została dowiedziona teza pracy, iż opracowanie metodyki zarządzania technologią w oparciu o istniejące standardy zarządzania stanowiące komplementarne wymagania ma wpływ na efektywność zarządzania w zakresie procesu produkcyjnego, którego zasadniczą składową stanowi struktura procesu technologicznego, co wpływa również na efektywność biznesową przedsiębiorstw.
2. Wdrożenie opracowanej metodyki zarządzania technologią i rzetelne jej przeprowadzanie dla opracowywanych procesów technologicznych w rzeczywistych warunkach produkcyjnych powinno stanowić gwarancję zapewnienia jakości realizacji procesów produkcyjnych w ich najważniejszym aspekcie stanowiącym stosowaną technologię.
3. Potwierdzono skuteczność zastosowania wybranych metod i narzędzi zarządzania jakością w obszarze materiałowych procesów obróbki cieplnej, w tym wskazano możliwość ich zastosowania na różnych poziomach struktury procesu technologicznego jako sposobu wspomagającego podejmowanie decyzji w zakresie uszczegóławiania przyczyn powstawania niezgodności.
4. Określono podstawy kompleksowego zarządzania technologią, wyodrębniając najważniejsze aspekty w tym zakresie, opracowano metodykę zarządzania technologią opartą na analizie ryzyka technologii, obszarów krytycznych i zarządzania dokumentacją uzyskując narzędzie optymalizacji w zakresie podejmowanych działań zarządczych - rysunek 27.
5. Przedstawiona autorska aplikacja komputerowa wspomagająca proces projektowania technologii obróbki cieplnej stanowi przykład zarządzania wiedzą w obszarze tematycznym niniejszej pracy. Powyższe opracowanie wskazuje na potrzebę systematyzowania i kwantyfikacji wiedzy w obszarze projektowania technologii i zarządzania technologią, jednocześnie stanowi narzędzie wspomagające pracę technologa.
6. Przedstawione analizy i badania w rozdziałach 6.1 - 6.4 pracy w obszerny sposób dotyczące

zagadnienia z zakresu obróbki cieplnej i cieplno-chemicznej w zakresie projektowania technologii i zarządzania procesem produkcji stanowią propozycję opracowywania baz wiedzy w zakresie zarządzania technologią. Powyższe stanowi przykład korelacji pomiędzy wiedzą, projektowaniem i zarządzaniem. Wykazano zasadność stosowania metod, narzędzi zarządzania i komputerowych metod wspomaganie w aspekcie zarządzania technologią.

7. Przedstawiony w pracy wyniki badań i analiz w obrębie zarządzania technologią wskazują na dalszą konieczność ich prowadzenia, czego uściśleniem jest zaproponowany zakres zagadnień związany z prognozowaniem rozwoju niniejszej tematyki badawczej.



## 9. Prognozowany rozwój zagadnienia zarządzania technologią

Zarządzanie technologią plasuje się w obszarze nauk o zarządzaniu, dotyczy badania związków przyczynowo-skutkowych i opisu zjawisk w zakresie teoretycznego i praktycznego wykorzystania wiedzy inżynierskiej i ekonomicznej do osiągnięcia celów biznesowych organizacji.

W ujęciu pragmatycznym zarządzanie technologią to projektowanie, wdrażanie i utrzymanie skoordynowanych działań dotyczących technologii stosowanych w organizacjach i jej nadzorowania.

Przedsiębiorstwa zobligowane są z racji swojego bytu do stałego podwyższania efektywności wykorzystania zasobów, w tym poprzez stymulowanie podejmowanymi działaniami dotyczącymi sfery stosowanych technologii.

Technologia będąca filarem każdego procesu produkcyjnego stanowi wartość wiedzy kreowanej w wyniku prowadzonych badań naukowych i / lub współkreowanej przez praktykę inżynierską. Rozwój technologiczny stał się domeną budowy strategii ciągłego wzrostu gospodarczego, w wymiarze mikro- i makroekonomicznym oraz globalnym podejmowane są działania intensyfikujące mechanizmy wymiany wiedzy naukowej i technologicznej, obustronnie między instytucjami naukowymi a podmiotami gospodarczymi. Na podkreślenie zasługuje fakt, iż znaczącym stało się wymaganie intensyfikacji działań związanych z przyspieszeniem rozwoju, transferu i adaptacji innowacyjnych technologii w praktyce gospodarczej [22,189,154].

W powyższym zakresie ważnym staje się aspekt opracowania metodologii zarządzania technologią na poziomie strategicznym i operacyjnym funkcjonowania przedsiębiorstw. Wdrażanie opracowanej metodologii w praktyce przemysłowej powinno odnieść wymierne korzyści związane z ograniczeniem ryzyka adaptacji i podwyższeniem skuteczności realizowanych zadań w zakresie zarządzania technologią w przedsiębiorstwach. Ważnym rozwiązaniem przedstawionego podejścia jest wskazanie problemu określania w przedsiębiorstwach interwałów weryfikacji stosowanych technologii ze względu na dynamikę zmian w wielu sferach działalności przedsiębiorstw.

Rozwój problematyki zarządzania technologią związany jest na poziomie strategicznym z kreowaniem mechanizmów wzrostu realizacji badań ukierunkowanych na projektowanie aplikacji innowacyjnych technologii. Technologia stanowi wraz z wiedzą najbardziej dochodowy produkt, który jednak zagrożony jest brakiem lub wypaczeniem mechanizmów jej komercjalizacji.

W zakresie operacyjnego zastosowanie opracowanej metodologii zarządzania technologią dotyczącej rozwoju zagadnienia w perspektywie najbliższej dekady prognozowane jest rozwijanie i tworzenie w następujących kierunkach i obszarach działań:

- wykorzystania informacji ze zrealizowanych projektów technologii i tworzenie centrów zarządzania technologiami w przedsiębiorstwach przede wszystkich małych i średnich, w celu kreowania ich konkurencyjności,
- budowanie subsystemów zarządzania mających kreować mechanizmy wdrażania nowych technologii wraz z poszukiwaniem rozwiązań standaryzujących wdrożenia już na etapie ich projektowania, oczekiwane jest w tym zakresie budowanie narzędzi komputerowego wspomaganie pozwalających na uproszczenie planowanych i realizowanych w tym zakresie działań,
- opracowywania zintegrowanych metod oceny technologii w szczególności w zakresie zagadnień dotyczących ich: elastyczności, zmienności, podobieństwa i ekonomiczności,
- implementowania stosowanych i nowych metod i narzędzi zarządzania w celu zwiększenia skuteczności zarządzania technologią, o dużym potencjale prognozowania szczególnie w obszarze łączenia wymagań dotyczących własności produktu i parametrów procesu,
- wykorzystania metod sztucznej inteligencji, w tym w zakresie sieci neuronowych i metody logiki rozmytej w projektowaniu procesów technologicznych w kryterium jakości produktów,
- podejmowanie działań w procesie wdrażania metod i narzędzi zarządzania technologią ukierunkowanych na kształtowanie wysokiego poziomu jakości produktów poprzez sterowanie jakością projektu technologii, w tym zakresie stosowanie podejścia opartego na zarządzaniu projektem,
- implementacja analizy wartości dodanej do oceny technologii jako obiektywnego narzędzia symulacji rozwoju technologii wspomagającego zarządzanie technologią a osadzonego w ekonomice procesów,
- budowy w zakresie zarządzania technologią mechanizmów skutecznego i efektywnego wykorzystania w procesie projektowania i doskonalenia wiedzy jawnej i ukrytej,
- budowa i wdrażanie skutecznych metod i narzędzi zarządzania dokumentacją technologiczną stanowiącą integralną część budowanych centrów wiedzy,
- budowanie świadomości menadżerskiej i praktycznego sposobu zastosowania wiedzy z zakresu zarządzania technologią, jako komplementarnego zakresu umiejętności współczesnego technologa,

- intensyfikację wykorzystania formuły projektowania współbieżnego w zakresie zarządzania technologią, w tym implementowanie metod i narzędzi zarządzania jakością w zakresie oceny, weryfikacji i walidacji projektowanych procesów i produktów,
- rozwój zagadnień ochrony prawnej w aspektach praktycznych zastosowań w zakresie stosowanych mechanizmów zarządzania technologią w przedsiębiorstwach,
- budowa zintegrowanego zarządzania technologią opartego o wymagania wieloaspektowe dotyczące odpowiedzialności za zrównoważony rozwój, bezpieczeństwo pracy, odpowiedzialność społeczną,
- doskonalenie metod organizacyjnego podejścia do zarządzania technologią, w tym w obszarze mapowania technologii,
- rozwoju i wykorzystanie metod foresight'u technologicznego, jako współcześnie uznanej metody prognozowania rozwoju,
- budowa i uczestnictwo w sieciach transferu technologii, w tym w obszarze poszukiwania rozwiązań synergicznych technologii,
- poszukiwanie korelacji i określenia metodyki dotyczącej oddziaływania strategii planowanego postarzania produktu (*planned obsolescence*) na zarządzanie technologią,
- wykorzystanie zarządzania technologią jako narzędzia rozwoju aktywności i przedsiębiorczości organizacji w aspekcie zarządzania zasobami, w tym bezpośrednio oddziaływanie na strukturę, jak przedstawiono w pracy, materiałowych procesów wytwórczych.

## Literatura

1. Co wpływa na wizerunek firmy - wyniki ankiety, *Mechanik*, 4 (2000) 238
2. W. M. Grudzewski, I. Hejduk, *Zarządzanie technologią, Zaawansowane technologie i wyzwania ich komercjalizacji*, Difin, Warszawa, 2008.
3. M. Feld, *Podstawy projektowania procesów technologicznych typowych części maszyn*, WNT, Warszawa, 2003.
4. T. Puff, *Technologia budowy maszyn*, PWN, Warszawa, 1985.
5. ICT- Information and communication technology, Work program 2013, Publications Office of the European Union, European Commission, Luxembourg, 2012
6. L. Sobolak, *Konkurencyjność przedsiębiorstw w globalizacji w zmiennym otoczeniu*, w (red.) E. Skrzypek, *Sposoby osiągania doskonałości w organizacji w warunkach zmienności otoczenia T.2*, Wyd. UMCS, Lublin 2006, 477-482.
7. R.A. Burgelman, C.M. Christensen, S.C. Wheelwright, *Strategic Management of Technology and Innovation*, McGraw-Hill, New York, 2004.
8. St. Tkaczyk, *Rewolucje technologiczne, a postęp w zarządzaniu organizacją*, *Materiały Konferencji: Zarządzanie wiedzą i informacją w procesie doskonalenia jakości*, UMCS, Lublin, 2001, 125-131.
9. D. Szewieczek, St. Tkaczyk, B. Wojtaszek, *Efektywność procesu technologicznego możliwością pomiaru i kontroli zasobów materialnych w przedsiębiorstwie przemysłowym*, *Materiały VI Międzynarodowej Konferencji Naukowej, Wpływ zasobów niematerialnych na wartość firmy 2003*, UMCS, Lublin, 2003, 109-118.
10. UNIDO/ICS, *Podręcznik szkoleniowy: Zarządzanie technologią*, Warszawa, 2001.
11. R.A. Goodman, M.W. Lawless, *Technology and Strategy*, Oxford University Press, Oxford, 1994.
12. A. Hamrol, *Projakościowe projektowanie*, *Problemy Jakości* 12 (1998) 34-38.
13. E. Skrzypek, *Wpływ zarządzania wiedzą na jakość*, *Problemy Jakości* 11 (1999) 4-9.
14. E. Krajewska-Bińczyk, *Jakościowe aspekty zarządzania zmianami technologiczno-organizacyjnymi w przedsiębiorstwie*, *Materiały Konferencji: Inżynieria jakości w technikach wytwarzania*, Wydawnictwo Politechniki Częstochowskiej, Częstochowa, 2001, 56-64.
15. B. Twiss, M. Goodridge, *Managing Technology for Competitive Advantage*, Pitman, London 1989.
16. M. Feld, *Technologia budowy maszyn*, PWN, Warszawa, 1995.
17. P. Lowe, *Zarządzanie technologią, Możliwości poznawcze i szanse*, Wydawnictwo Śląsk, Katowice, 1999.
18. J. Durlik, *Współczesne zarządzanie techniką*, Częstochowskie Wydawnictwo Naukowe, Częstochowa, 2003.
19. E. Pająk, *Zarządzanie produkcją: produkt, technologia, organizacja*, PWN, Warszawa, 2007.
20. B. Liwowski, R. Kozłowski: *Podstawowe zagadnienia zarządzania produkcją*, Oficyna Wolters Kluwer, Kraków, 2007.
21. L.A. Dobrzański, *Zasady doboru materiałów inżynierskich z kartami charakterystyk*, Wydawnictwo Politechniki Śląskiej, Gliwice, 2001.
22. I. Durlik, *Inżynieria zarządzania, Cz. 1, Placet*, Warszawa, 2007.
23. U.E. Gattiker, *Technology management in organizations*, Published by Sage Pubns, Newbury Park, 1990.
24. A. Góralczyk, *O doskonałości opracowania produktu, Cz.1*, *Problemy Jakości* 6 (1998) 31-34.
25. R. Kolman, *Sterowanie jakością wytwarzania*, Wydawnictwo Politechniki Gdańskiej, Gdańsk, 1980.
26. B. Krupińska, T. Karkoszka, D. Szewieczek, *Analiza efektywności procesów technologicznych ze względu na kryteria jakościowe, technologiczne i środowiskowe*, w „Sposoby osiągania doskonałości w organizacji w warunkach zmienności otoczenia” (red.) E. Skrzypek T.1, Wydawnictwo UMCS, Lublin 2006, 337-344.
27. R. Nowosielski, M. Spilka, *Zrównoważona technologia elementem współczesnych metod zarządzania produkcją*, *Proceedings of the 10<sup>th</sup> Jubilee International Scientific Conference*, Gliwice - Cracow - Zakopane, 2001, 387-392.
28. T. Karkoszka, M Roszak, *Quality and environmental aspects in the technological process management*, *Proceedings of the Polish Conference on Projecting and Managing of the realization of the production. Chosen subjects*, Zielona Góra, 2005, 63-68.
29. A. Boratyńska, J. Gawlik, A. Wójcik, *Analiza jakości technologicznej łożysk z zastosowaniem metody FMEA i metody Taguchi*, *Prace Naukowe Instytutu Technologii Maszyn i Automatykacji Politechniki Wrocławskiej*, Wrocław, 36 (2000) 23-26.
30. W. Henrykowski, *System oceny zgodności w Unii Europejskiej*, Wydawnictwo PERT, Warszawa, 2009.
31. B. Czyżewski, *Zapewnianie jakości podczas realizacji procesów technologicznych*, *Problemy Jakości* 8 (1999) 12-20.

32. J. Mazurkiewicz, T. Mroczka, S. Starzykowski, Analiza jakości wyrobów podstawą zmian w technologii, *Problemy Jakości* 1 (2003) 38-40.
33. PN – ISO 8402:1996, Zarządzanie jakością i zapewnienie jakości - Terminologia, PKN, Warszawa, 1996 (norma wycofana).
34. A. Chodyński, Jakość, innowacyjność i ekologiczność w strategii firmy, *Problemy Jakości* 6 (2003) 30-32.
35. M. Urbaniak, Zarządzanie jakością, Teoria i praktyka, Difin, Warszawa, 2004.
36. A. Burak, Nowoczesne technologie a jakość produktu, *Problemy Jakości* 4 (1998) 7-10.
37. A. Baruk, Rozwój nowego produktu a jego jakość, *Problemy Jakości* 7 (2001) 16-25.
38. M.A. Karim, A conceptual model for manufacturing performance improvement, *Journal of Achievements in Materials and Manufacturing Engineering* 35 (1) (2009) 87-94.
39. G.F. Batalha, Design for X-design for excellence, *Open Access Library* 6 (12) 2012.
40. C.H. Weiss, Science, technology, international relations, *Technology in Society*, Elsevier 27 (2005) 259-313.
41. S. Oleksy, K. Torczewski, T. Koch, Ewolucja wymagań stawianych dostawcom przemysłu motoryzacyjnego, Cz. 1, *Problemy Jakości* 6 (2002) 34-41.
42. S. Oleksy, K. Torczewski, T. Koch, Ewolucja wymagań stawianych dostawcom przemysłu motoryzacyjnego, Cz. 2, *Problemy Jakości* 7 (2002) 38-41.
43. J. Mazurkiewicz, J. Szymshal, J. Ścierański, *Podstawy technologii*, Wydawnictwo Politechniki Śląskiej, Gliwice, 2003.
44. L.A. Dobrzański, *Metalowe materiały inżynierskie*, WNT, Warszawa, 2004.
45. T. Burakowski, Rozwój obróbki cieplnej na przestrzeni 4000 lat - i co dalej?, *Zeszyty Naukowe Politechniki Świętokrzyskiej, Mechanika*, 72, 2000.
46. L.A. Dobrzański, *Materiały inżynierskie i projektowanie materiałowe*, WNT, Warszawa, 2006.
47. D. Szewieczek, *Obróbka cieplna materiałów metalowych*, Wydawnictwo Politechniki Śląskiej, Gliwice, 1998.
48. D. Szewieczek, T. Karkoszka, B. Krupińska, M. Roszak, *Wprowadzenie do projektowania procesów obróbki cieplnej metali i stopów*, Wydawnictwo Politechniki Śląskiej, Gliwice, 2009.
49. T. Pełczyński, *Obróbka cieplno-chemiczna stali*, Rozprawy naukowe Nr 10, Politechnika Białostocka, Białystok, 1991.
50. W. Luty, *Poradnik Inżyniera, Obróbka cieplna stopów żelaza*, WNT, Warszawa, 1980.
51. M. Roszak, M. Czopek, Komputerowe wspomaganie projektowania procesów obróbki cieplnej, *Proceedings of the 18<sup>th</sup> International Scientific Conference on Contemporary Achievements in Mechanics, Manufacturing and Materials Science. CAM3S'2012*, Gliwice - Ustroń, 2012, 83.
52. M. Roszak, *Determinanty zarządzania procesem wytwarzania*, Monografia pod red. E. Skrzypek, *Zasoby niematerialne jako narzędzie doskonalenia organizacji*, Uniwersytet Marii Curie-Skłodowskiej, Lublin, 2011, 407-424.
53. T. Iglantowicz, *Zagadnienia zarządzania i zapewnienia jakości w procesach specjalnych*, *Zeszyty Naukowe Politechniki Świętokrzyskiej, Mechanika* 63 (1997) 337-342.
54. H. Weissgerber, H. Seidel, Typizacja procesów technologicznych obróbki cieplnej, *Biuletyn IMP*, 1/63 (1967) 50-57.
55. P. Kula, Kierunki rozwoju nauki o materiałach i inżynierii materiałowej, *Inżynieria Materiałowa* 1 (155) (2007) 5-10.
56. J.L. Dossett, H. E. Boyer, *Practical Heat Treating, Second Edition*, ASM International, Hardcover 2006.
57. T. Burakowski, *Obróbka cieplna u progu XXI wieku - stan obecny i kierunki rozwoju*, *Inżynieria powierzchni* 1 (2000) 3-12.
58. A.D. Dobrzańska - Danikiewicz, *Metodologia komputerowo zintegrowanego prognozowania rozwoju inżynierii powierzchni materiałów*, *Open Access Library* 1/7 (2012).
59. A. Dobrzańska - Danikiewicz, *E-foresight inżynierii powierzchni materiałów*, *Problemy Jakości* 11 (2011) 45-49.
60. L.A. Dobrzański, A.D. Dobrzańska - Danikiewicz, *Obróbka powierzchni materiałów inżynierskich*, *Open Access Library* 5 (2011).
61. M.F. Ashby, D.R.H. Jones, *Materiały inżynierskie, kształtowanie struktury i właściwości, dobór materiałów*, WNT, Warszawa, 1998.
62. T. Karpiński, M. Kozłowski, *Materiały do projektowania procesów technologicznych*, Wydawnictwo Politechniki Koszalińskiej, Koszalin, 2002.
63. M.F. Ashby, D.R.H. Jones, *Materiały inżynierskie, właściwości i zastosowanie*, WNT, Warszawa, 1996.
64. M. Brzeziński, *Wprowadzenie do sterownia produkcją: Projektowanie systemów produkcyjnych i procesów sterownia produkcją*, Agencja Wydawnicza Placet, Warszawa, 2002.
65. J. Łunarski, *O możliwości standaryzacji zarządzania technologią*, *Zeszyty Naukowe Politechniki*



- Rzeszowskiej, Zarządzanie i Marketing 227/17 (2010) 249-254.
66. M. Karczewska, J. Materzok, J. Skonieczny, Współczesne narzędzia oceny technologii, [www.ptzp.org.pl/files/konferencje/kzz/arttykuł\\_pdf\\_2011/042.pdf](http://www.ptzp.org.pl/files/konferencje/kzz/arttykuł_pdf_2011/042.pdf).
67. J. Łunarski, D. Stadnicka, Ocena poziomu konkurencyjności stosowanej technologii, *Technologia i Automatyzacja Montażu* 2/3 (2007) 25-29.
68. M. Roszak, Chosen aspects of evaluation of productive processes on the example of productive chains of gear, *Journal of Achievements in Materials and Manufacturing Engineering* 14/1-2 (2006) 184-189.
69. A. Hernas, Podstawy inżynierii jakości, Skrypt nr 1989, Wydawnictwo Politechniki Śląskiej, Gliwice, 1996.
70. S. Wojciechowski, Aktualne problemy inżynierii materiałowej w obszarze nauki, techniki i kształcenia, *Inżynieria Materiałowa* 1 (2003) 5-13.
71. J. Duda: Wspomagane komputerowo generowanie procesów wytwarzania - stan obecny i perspektywy rozwoju, *Mechanik* 11 (2004) 754-756.
72. F. Grosman, A. Piela, M. Hetmańczyk, A. Bykowski, Komputerowe wspomaganie projektowania technologii obróbki cieplnej, *Hutnik* 4 (1999) 186-191.
73. P. Grudowski, Wdrażanie, nadzorowanie i doskonalenie procesów, *Problemy Jakości* 5 (2004) 33-36.
74. Z. Łataś, Sterowanie jakością w przemysłowych procesach obróbki cieplnej, *Inżynieria Powierzchni* 2 (2004) 44-51.
75. P. Grudowski, W. Przybylski, M. Siemiątkowski, *Inżynieria jakości w technologii maszyn*, Wydawnictwo Politechniki Gdańskiej, Gdańsk, 2006.
76. L. Kalinowski, B. Skołod, C. Grabowik, D. Krenczyk, Komputerowe wspomaganie techniczno-organizacyjne przygotowania produkcji średnich i małych przedsiębiorstw, *Przegląd Mechaniczny* 7-8 (2008) 41-44.
77. A. Rutkowska, *Techniki wytwarzania, wybrane zagadnienia z obróbki cieplnej i ciepno-chemicznej*, Wydawnictwo Politechniki Krakowskiej, Kraków, 1998.
78. J. Łunarski, *Zarządzanie jakością. Standardy i zasady*, WNT, Warszawa, 2007.
79. St. Tkaczyk, Kierunki rozwoju w inżynierii jakości, *Archiwum Odlewnictwa* 21/1-2 (2006) 203-213.
80. St. Tkaczyk, Trendy w inżynierii jakości, *ABC Jakości, Quality Review*, 1-2/49-50 (2007) 35-41.
81. A. Polak, Jakość w przygotowaniu produkcji, *Problemy Jakości* 6 (1999) 36-34.
82. A. Kawecka-Endler, Wpływ czynników techniczno-organizacyjnych na jakość montażu, *Problemy Jakości* 12 (1998) 16-18.
83. R. Kolman, *Inżynieria jakości*, PWE, Warszawa 1992.
84. K. Lisiecka, *Kreowanie jakości, uwarunkowania - strategie - techniki*, Wydawnictwo Akademii Ekonomicznej w Katowicach, Katowice 2002.
85. M. Roszak, Ł. Krzemiński, Quality management in heat treatment process, *Archives of Materials Science and Engineering* 61 (2013) 30-37.
86. H. Powłowska, A. Tabor, *Nowoczesne Zarządzanie Jakością, praca zbiorowa T.1, Systemy Zarządzania, dokumentacja, procesy, audyty*, Wydawnictwo Centrum Szkolenia i Organizacji Systemów Jakości Politechniki Krakowskiej, Kraków, 2004.
87. M. Roszak, *Ocena wybranych procesów wytwórczych w oparciu o analizę wartości*, Praca doktorska, Politechnika Śląska, Gliwice, 2004.
88. W. Gorecki, Poziom jakości wyrobów a system zarządzania jakością, *Materiały Konferencji: Inżynieria jakości w technikach wytwarzania*, Wydawnictwo Politechniki Częstochowskiej, Częstochowa, 2001, 22-26.
89. L. Wasilewski, Podstawy teorii zarządzania jakością, *Problemy Jakości* 9 (1998) 7-15.
90. L.A. Dobrzański, Technical and economical issues of materials selection. Silesian Technical University. Faculty of Mechanical Engineering. Institute of Metals Science. Division of Tool Materials and Computer Techniques in Metals Science, 1997.
91. B. Krupińska, D. Szewieczek, LA Dobrzański, Improvement of technological processes by the use of technological efficiency analysis, *Archives of Materials Science and Engineering* 28/12 (2006) 751-756.
92. J. Dietrych, *System i konstrukcja*, WNT, Warszawa, 1978.
93. J. Dietrych, *Konstrukcja i konstruowanie*, WNT, Warszawa, 1968.
94. A. Hamrol, W. Mantura, *Zarządzanie jakością - teoria i praktyka*, PWN, Warszawa-Poznań 1999.
95. M. Rączka, *Jakość w procesach wytwarzania*, Wydawnictwo Politechniki Krakowskiej, Kraków, 1999.
96. B. Czyżewski, Metody statystyczne w sterowaniu jakością procesów technologicznych, Cz. 1, *Problemy Jakości* 2 (2010) 22-26.
97. S. Płaska, Ocena jakości procesów technologicznych, *Postępy Technologii Maszyn i Urządzeń* 1/20 (1996) 91-99.
98. A. Samek, Jakość w projektowaniu konstrukcyjnym i technologicznym, *Archives of Foundry Engineering*

- 10/3 (2010) 63-68.
99. A. Hernas, L. Gajda, Systemy zarządzania jakością, Wydawnictwo Politechniki Śląskiej, Gliwice 2005.
100. A. Krawczyk, W. Szczepka, Automatyczne generowanie dokumentacji jako narzędzie wspomagające realizację wymagań systemu zarządzania jakością, *Mechanik* 82 (2009) 522-524.
101. S. Łabejko, Systemy informatyczne w zarządzaniu wiedzą i innowacją w przedsiębiorstwie, Monografie i Opracowania, Nr 527, Szkoła Główna Handlowa, Warszawa, 2004.
102. A. Hamrol, Zarządzanie jakością z przykładami, PWN, Warszawa, 2008.
103. S. Wawak, Zarządzanie jakością - Teoria i praktyka, Helion, Warszawa, 2006.
104. J. Penc, Strategiczny system zarządzania, Holistyczne myślenie o przyszłości, Formułowanie misji i strategii, Placet, Warszawa, 2001.
105. G.A. Rummier, A. P. Brache, Podnoszenie efektywności organizacji, PWE, Warszawa, 2000.
106. P.F. Drucker, Zarządzanie XXI wieku, Muza, Warszawa, 2000.
107. A. Smith, Bogactwo Narodów, Studio EMKA, Warszawa, 2012
108. W.M. Grudzewski, I. Hejduk, Metody projektowania systemów zarządzania, Difin, Warszawa, 2004.
109. W.M. Grudzewski, I. Hejduk, Projektowanie systemów zarządzania, Difin, Warszawa, 2001.
110. Specyfikacja Techniczna ISO / TS 16949, Systemy zarządzania jakością, szczegółowe wymagania dotyczące stosowania ISO 9001 w przemyśle motoryzacyjnym oraz w organizacji produkujących części zamienne, PKN, Warszawa, 2007.
111. PN-EN ISO 9001, Systemy zarządzania jakością, Wymagania, PKN, Warszawa, 2009.
112. J.M. Ścierański, Walidacja jako element zapewnienia jakości, Materiały VII Międzynarodowej Konferencji Naukowej "Systemy Wspomagania w Zarządzaniu Środowiskiem", Skalne Miasto, Czechy, 2010, 552-561.
113. E. Skrzypek, M. Hofman, Zarządzanie procesami w przedsiębiorstwie, Identyfikowanie, pomiar, usprawnienie, Oficyna a Wolters Kluwer business, Warszawa, 2010.
114. J. Łunarski, Kluczowe procesy w systemowym zarządzaniu technologią, *Technologia i Automatyzacja Montażu* 1 (2009) 4-8.
115. W. Błaszczuk, Metody organizacji zarządzania, PWN, Warszawa, 2005.
116. M. Roszak, St. Tkaczyk, Chosen aspects of evaluation of productive processes on the example of productive chains of sections type V29. *Journal of the Materials Processing Technology* 162/163 (2005) 770-776.
117. E. Skrzypek, Wpływ zarządzania wiedzą na jakość, *Problemy Jakości* 11 (1999) 4-9.
118. E. Skrzypek, Kapitał intelektualny jako podstawa sukcesu w społeczeństwie wiedzy, Materiały III Konferencji Naukowej z cyklu Wiedza i Innowacje, Collegium Novum, Kraków, 2007, 4-7.
119. J. Michalska, The usage of the quality-cost analysis in a production process, *Journal of Achievements in Materials and Manufacturing Engineering* 16 (2006) 190-198.
120. R. Phaal, C.J.P. Farurukh, D. R. Probert, Technology management tools: concept, development and application, Elsevier, *Technovation* 26/ 3 (2006) 336-344.
121. St. Tkaczyk, E. Kowalska-Napora, Diagnostyka zarządzania procesowego jako źródło doskonalenia strategii wytwarzania - ujęcie teoretyczne, *Logistyka* 3 (2008) 77-80.
122. A. Pikington, T. Teichert, Management of technology: themes, concepts and relationships, Elsevier, *Technovation* 26/3 (2006) 288-299.
123. PN-EN ISO 9004, Zarządzanie mające na celu osiągnięcie trwałego sukcesu organizacji - Podejście poprzez zarządzanie jakością. PKN, Warszawa, 2010.
124. St. Tkaczyk, Inżynieria jakości a inżynieria materiałowa, ORGMASZ, Warszawa, 2000.
125. S.C. Armstrong, Engineering and Product Development Management, The Holistic Approach, Cambridge University Press, 2001.
126. J. Toczyńska, W. Kurka, Analiza procesów dokumentowania systemu zarządzania jakością w aspekcie organizacyjnym, *Zeszyty Naukowe Politechniki Rzeszowskiej, Zarządzanie i Marketing* 249/13 (2008) 493-502.
127. E. Skrzypek, M. Hofman, Rola i funkcje zarządzających procesami w systemie przedsiębiorstwa, *Problemy Jakości* 8 (2007) 4-7.
128. J. Jezierski, Wybrane narzędzia zarządzania jakością i optymalizacji produkcji w odlewni, Materiały VII Konferencji Naukowo Technicznej, Nowoczesne materiały i technologie odlewnicze "SINOGRAF", Toruń, 2010, 13-14.
129. S. Liao, Technology management methodologies and application: A list to review from 1995 to 2003, Elsevier, *Technovation* 25/4 (2006) 381-393.
130. I.B. Silva, G.F. Batalha, M. Stipkovik Filho, F.Z. Ceccarelli, J.B. Anjos, M. Fesz, Integrated product and proces system with continuous improvement in the auto parts industry, *Journal of Achievements in Materials and Manufacturing Engineering* 34/2 (2009) 204-210.

131. St. Tkaczyk, Trendy w inżynierii jakości, *Problemy Jakości* 10 (2006) 4-8.
132. R. Wieczorek, System zapewnienia jakości i TQM w sferze eksploatacji, *Materiały I Konferencji Metody i narzędzia doskonalenia jakości*, Cetniewo, 1999, 24-25.
133. P. Dussauge, S. Hart, B. Ramanantsoa, *Strategic Technology Management*, John Wiley&Sons, Chichester 1992.
134. B. Czyżewski, Metody statystyczne w sterowaniu jakością procesów technologicznych, Cz. 2, *Problemy Jakości* 3 (2010) 32-37.
135. B. Czyżewski, Statystyczne sterowanie jakością procesów technologicznych, *Archiwum Technologii Maszyn i Automatyzacji* 16 (1996) 105-108.
136. M. Roszak, Assessment of the quality capability of processes, *Mechanika i informatyka, Materiały ukraińsko-polskiej konferencji naukowej, VIII Ukraińsko-Polska Konferencja Młodych Naukowców, Chmielnicki, Ukraina, 2011* *Mechanika ta informatika. Tezi naukovih prac. VIII Ukraińsko-Polska Konferencja Molodih Naukovciv*, ed. M.E Skiba. Хмельницький Національний Університет, Chmielnicki, 2011, 199-200.
137. St. Tkaczyk, M. Widomska, Możliwość wspomaganie budowy Planów Jakości, *Materiały VIII Konferencji Komitetu Nauki o Materiałach, AMME'99, Gliwice-Rydzyna, 1999*, 601-605.
138. E. Skrzypek, *Jakość i efektywność*, UMCS, Lublin 2002.
139. S. Khan, R. Qayyume, A. Tauqir, Understanding the phenomena of intelligent heat-treatment, *Quarterly Science Vision* 8/1 (2002) 87-93.
140. K. Przybyłowicz, *Metaloznawstwo*, WNT, Warszawa 1999.
141. M. Blicharski, *Inżynieria powierzchni*, WNT, Warszawa 2009.
142. M. Roszak, *Integracja systemów zarządzania - teoria i praktyka*, Monografia pod red. E. Skrzypek, *Zintegrowany system zarządzania w usługach*, Uniwersytet Marii Curie-Skłodowskiej, Lublin, 2012, 179-197.
143. M. Roszak, Zapewnienie jakości w procesach hartowania, *Proceedings of the Seventeenth International Scientific Conference on Contemporary Achievements in Mechanics, Manufacturing and Materials Science. CAM3S'2011, Gliwice - Wrocław, 2011*. Ed. by L. A. Dobrzański. Gliwice : International Organising Committee of the Scientific Conferences World Press, 2011, 78.
144. PN-ISO 10005, *Systemy zarządzania jakością, Wytyczne dotyczące planów jakości*, PKN, Warszawa, 2007.
145. PN-EN ISO 9000, *Systemy zarządzania jakością, Terminologia*, PKN, Warszawa, 2008.
146. R. Kolman, *Zastosowanie inżynierii jakości*, OPO, Bydgoszcz, 2003.
147. M. Dudek-Burlikowska, Quality research methods as a factor of improvement of preproduction sphere, *Journal of Achievements in Materials and Manufacturing Engineering* 18/1-2 (2006) 435-438.
148. St. Tkaczyk, (red), *Quality management: selected aspects, A study prepared in fulfillment of the goals of the centre for quality studies at the Faculty of Management Warsaw University of Technology*, Elipsa, Warszawa, 2010.
149. R. Błażlak, K. Owczarek, *Zarządzanie technologią - czynnik przewagi konkurencyjnej przedsiębiorstwa*, E-wydawnictwo 2012, <http://www.e-wydawnictwo.eu/Document/DocumentPreview/1756>
150. W.M. Grudzewski, I.K. Hejduk, *Wpływ rozwoju technologii na przedsiębiorstwa przyszłości*, w: (red.) W.M. Grudzewski, I.K. Hejduk, *Przyszłość przedsiębiorstw*, Difin, Warszawa 2000.
151. S. Łobejko, *Audyty technologii*, w: *Jak wdrażać innowacje technologiczne w firmie - poradnik dla przedsiębiorców*, PARP, Warszawa, 2005.
152. J.P. Rutkowski, Dojrzałość procesu rozwoju produktu, *Marketing i Rynek* 7 (2003) 2.
153. A.B. Badiur, B.J. Ayeni, *Practitioner's Guide to Quality and Process Improvement*, Chapman Hall, London, 1993.
154. L. Sobolak, M. Zmysłony, *Innowacyjne aspekty strategii przedsiębiorstwa globalnego w zintegrowanej Europie*. Monografia, (red.) L. Sobolak. Częstochowa: Sekcja Wydawnictwo Wydziału Zarządzania Politechniki Częstochowskiej, 2007, 317-322.
155. AIAG CQI-9, *Special Process, Heat Treat System Assessment*, AIAG, Southfield, 2007.
156. D. Szewieczek, M. Roszak, Ł. Krzemiński, Zastosowanie wymagań specyfikacji CQI-9 w procesach obróbki cieplnej, *Proceedings of the 17<sup>th</sup> International Scientific Conference on Contemporary Achievements in Mechanics, Manufacturing and Materials Science. CAM3S'2011, Gliwice - Wrocław, 2011*. Ed. by L. A. Dobrzański. Gliwice: International Organising Committee of the Scientific Conferences World Press, 2011, 83.
157. M. Spilka, A. Kania, R Nowosielski, Integration of management systems on the chosen example, *Journal of Achievements in Materials and Manufacturing Engineering* 35/2 (2009) 204-210.
158. S. Jaślan, *Wady przedmiotów obrabianych cieplnie*, PWT, Warszawa, 1978.
159. K. Przybyłowicz, *Metaloznawstwo*, WNT, Warszawa, 2007.

160. L.A. Dobrzański, Podstawy nauki o materiałach i metaloznawstwo, Materiały inżynierskie z podstawami projektowania, WNT, Warszawa, 2002.
161. A. Rutkowska, Techniki wytwarzania, Tom 2 - wybrane zagadnienia z obróbki cieplnej i cieplno-chemicznej, Wydawnictwo Politechniki Krakowskiej, Kraków, 1998.
162. M. Rączka, Branżowa specjalizacja a integracja systemów zarządzania, Monografia pod red. E. Skrzypek, Zintegrowane Systemy Zarządzania Organizacją, UMCS, Lublin, 2012, 114-131.
163. M. Hetmańczyk, Podstawy nauki o materiałach, Wydawnictwo Politechniki Śląskiej, Gliwice, 1999.
164. R. Knosala, Zastosowanie metod sztucznej inteligencji w inżynierii produkcji, WNT, Warszawa, 2002.
165. M. Dudek-Burlikowska, Application of FMEA method in enterprise focused on quality, Journal of Achievements in Materials and Manufacturing Engineering 1 (2011) 89-102.
166. A. Dobrowolska, Integracja w procesach zarządzania organizacją TQM, Monografia pod red. E. Skrzypek, Integracja zarządzania w warunkach GOW, UMCS, Lublin, 2012, 200-214.
167. J. Kaźmierczak, Technology Assessment - wyzwanie dla inżynierów XXI wieku, Wykład Inauguracyjny, Politechnika Śląska, 2012.
168. B. Gruzka, K. Ogonek, M. Trocki, Zarządzanie projektami, PWE, Warszawa, 2003.
169. M. Pawlak, Zarządzanie projektami, PWN, Warszawa, 2006.
170. A. Barylski, Zastosowanie metody FMEA do oceny procesu technologicznego, Zeszyty Naukowe Politechniki Rzeszowskiej, Mechanika 227/66 (2006) 21-25.
171. M. Roszak, Nowoczesność w procesach zarządzania, Monografia pod red. Elżbiety Skrzypek: Etyka w biznesie, Uniwersytet Marii Curie-Skłodowskiej, Lublin, 2010, 369-375.
172. M. Roszak, Methodology of evaluation of value created in the productive processes, Journal of Achievements in Materials and Manufacturing Engineering 31/2 (2008) 810-815.
173. D. Szewieczek, M. Roszak, D. Helizanowicz, Methodology of the quality management in the productive process, Journal of Achievements in Materials and Manufacturing Engineering 30/1 (2008) 87-94.
174. M. Roszak, D. Szewieczek, Application of value analysis in processes of cog-wheels production. Journal of Achievements in Materials and Manufacturing Engineering (1/2) (2007) 559-562.
175. M. Roszak, M. Nigot, Wiedza a konkurencyjność przedsiębiorstw, Red. E. Skrzypek, Jakość w warunkach globalizacji. Materiały Konferencji Naukowej, Uniwersytet Marii Curie-Skłodowskiej, Lublin, 2005, 169-173.
176. St. Tkaczyk, M. Roszak, Zarządzanie organizacją w aspekcie działań inżynierskich, Materiały Konferencyjne Red. Elżbieta Skrzypek, Zarządzanie organizacją zorientowaną projektowo, Uniwersytet Marii Curie-Skłodowskiej, Lublin, 2004, 75-79.
177. D. Szewieczek, St. Tkaczyk, M. Roszak, Technologia wytwarzania elementem kształtującym wartość przedsiębiorstwa produkcyjnego, Materiały VI Międzynarodowej Konferencji Naukowej, Wpływ zasobów niematerialnych na wartość firmy, 2003, UMCS, Lublin, 2003, 97-109.
178. S. Galata, Podstawy zarządzania nowoczesną organizacją, Difin, Warszawa, 2007.
179. M. Hofman, Strategia przedsiębiorstwa a normy motoryzacyjne – analiza wymagań, Problemy Jakości 6 (2003) 8-11.
180. A. Wyciślik, A. Hernas, Wprowadzenie do problematyki Systemu Zarządzania Bezpieczeństwem i Higieną Pracy, Hutnik, Wiadomości Hutnicze 70/8-9 (2003) 364-368.
181. L.A. Dobrzański, R. Honysz, Informative technologies in the material products designing, Archives of Materials Science and Engineering 55 /1 (2012) 37-44.
182. L.A. Dobrzański, R. Honysz, Artificial intelligence and virtual environment application for materials design methodology, Archives of Materials Science and Engineering, 45/2(2012) 69-94.
183. E. Skrzypek, Wycena wiedzy i kapitału intelektualnego i ich wpływ na efektywność organizacji w: Z. Szyjewski, Z. Nowak, J.S. Garbara (red.) Strategie informatyzacji i zarządzania wiedzą, WNT, Warszawa, 2004.
184. E. Skrzypek, Wpływ zarządzania wiedzą i kapitałem intelektualnym na sukces przedsiębiorstwa, Annales Universitatis Mariae Curie-Skłodowska, Oeconomia 36 (2002) 37-52.
185. E. Skrzypek, Ekonomia wiedzy w warunkach nowej gospodarki, Problemy Jakości 7-8 (2012) 4-8.
186. E. Skrzypek, Wpływ wiedzy na kształtowanie strategii przedsiębiorstw, Problemy Jakości 6 (2006) 4-7.
187. St. Tkaczyk, Innowacyjność a zarządzanie w oparciu o kryterium jakości, Problemy Jakości 37 (2005) 8-10.
188. T. Iglantowicz, Sterowanie jakością w systemach wytwarzania, Problemy Jakości 6 (2001) 133-143.
189. J. Koch, Rola nauki w transferze technologii, Zarządzanie Produkcją 2/1-2 (1999) 19-26.
190. St. Tkaczyk, Wybrane aspekty zarządzania przedsiębiorstwem w przyszłości, Materiały Konferencji Naukowej Zarządzanie przyszłością przedsiębiorstwa „Future 2002”, UMCS, Lublin, 2002, 135-142.
191. E.B. Roberts, Benchmarking the Strategic Management of Technology, Massachusetts Institute of Technology, Cambridge, 1994.



192. W.M. Grudzewski, I. Hejduk, Zarządzanie wiedzą w organizacjach, Difin, Warszawa, 2004.
193. B. Starzyńska, A. Hamrol, Z. Najlepszy, Nowa metoda doboru narzędzi jakości na potrzeby doskonalenia procesów wytwarzania, Zarządzanie Przedsiębiorstwem 2 (2009) 65-74.
194. A. Osyczka, J. Szadkowski, Organizacja i optymalizacja procesów w przedsiębiorstwie budowy maszyn, Wydawnictwo Politechniki Krakowskiej, Kraków, 1987.
195. E. Skrzypek, Wpływ jakości zasobów niematerialnych na sukces organizacji w warunkach zmian otoczenia, w: Monografia, Wpływ zmienności otoczenia na doskonalenie organizacji, UMCS, Lublin, 2011, 47-66.
196. M. Dudek-Burlikowska, Analytical model of technological process correctness and its usage in industrial company sphere, Journal of Achievements in Materials and Manufacturing Engineering 15/1-2 (2006) 308-315.
197. M. Soković, D. Pavletić, Quality Improvement - PDCA Cycle vs. DMAIC and DFSS, Journal of Mechanical Engineering 53/6 (2007) 369-377.
198. D. Pavletić, M. Soković, Quality Improvement Model at the Manufacturing Process Preparation Level, International Journal for Quality Research 3/4 (2009) 309-315.
199. A. Fazlagić, Geneza i perspektywy zarządzania wiedzą, Problemy Jakości 10 (2002) 26-30.
200. M. Staniewski, Zarządzanie wiedzą: od koncepcji do praktyki działania, Organizacja i kierowanie 3/109 (2002) 35-47
201. R.E.S. Boulton, B.D. Libert B.D., S.M. Samek, Odczytując kod wartości firmy, WIG-Press, Warszawa, 2001.
202. St. Tkaczyk, E. Kowalska-Napora, Strategia zarządzania jakością, Warszawa, Difin, 2012.
203. A. Borcz, Globalne wytyczne zarządzania jakością dla dostawców przemysłu motoryzacyjnego, Problemy Jakości 3 (2003) 12-14.
204. B. Branowski, Wymagania i ich spełnienie w TQM, Problemy Jakości 3 (1999) 2-10.
205. J.D. Frame, Zarządzanie projektami w organizacji, WIG-Press, Warszawa, 2001.
206. R. Kolman, Niektóre zagadnienia jakości procesów, Materiały Konferencji Naukowej Zmieniające się przedsiębiorstwo w zmieniającej się politycznie Europie, Tom 6, (red.) T. Wawak, Wydawnictwo Informacja Ekonomiczna, Uniwersytet Jagielloński, Kraków, 2003.





**ISSN 2083-5191**

**ISBN 978-83-63553-24-1**

**EAN 9788363553241**