

INŻYNIERIA PRODUKCJI JAKO DYSCYPLINA NAUKOWA I MOŻLIWOŚCI ZASTOSOWANIA W PRAKTYCE ORGANIZACJI JEJ OSIĄGNIĘĆ

*Mariusz J. LIGARSKI
Politechnika Śląska*

WPROWADZENIE

Minęło ponad 110 lat od czasu narodzin podstaw naukowych organizacji i zarządzania. Lista twórców podstaw naukowych organizacji i zarządzania jest długa i obejmuje wiele nazwisk, żeby wymienić tu, najbardziej znanych pionierów tej dyscypliny: F.W. Taylor, K. Adamiecki, H. Ford, H. Fayol. Obecnie nauki o organizacji i zarządzaniu są samodzielną i dojrzałą dyscypliną naukową. Pomimo, że biorąc pod uwagę przedmiot zarządzania rozróżnia się zarządzanie ogólne i inżynierskie, dotychczas zarządzanie w Polsce było utożsamiane głównie z naukami ekonomicznymi. W ramach dziedziny nauki: nauki ekonomiczne od wielu lat występuje dyscyplina naukowa: nauki o zarządzaniu. Zarządzanie inżynierskie do tej pory występowało w wielu dyscyplinach nauk technicznych, lecz w polskich warunkach nie miało jednoznacznie wyodrębnionej dyscypliny, w ramach nauk technicznych. W literaturze angielskojęzycznej można znaleźć wiele odpowiedników zarządzania inżynierskiego: industrial engineering, industrial management, engineering management. Dokładne znaczenie tych terminów różni się jednak między sobą. Można przyjąć, że termin industrial engineering jest najstarszym historycznie pojęciem, które zostało podobnie zdefiniowane przez różne organizacje, takie jak: Institute of Industrial Engineering (IIE), Verband für Arbeitsgestaltung, Betriebsorganisation und Unternehmensentwicklung (REFA), College International pour la Recherche et Productique (CIRP). W Polsce odpowiednikiem terminu industrial engineering jest inżynieria produkcji. Na temat inżynierii produkcji wypowiadało się, i nadal wypowiada wielu naukowców i przedstawicieli praktyki gospodarczej [1, 2, 5, 6, 8, 9, 10, 11]. Debata środowiskowa i potrzeby w tym zakresie doprowadziły do rozwiązań strukturalnych, w kwietniu 2010 roku decyzją Centralnej Komisji ds. Stopni i Tytułów w dziedzinie nauk technicznych została wydzielona nowa dyscyplina naukowa – inżynieria produkcji. Pojawiła się więc samodzielna dyscyplina naukowa w dziedzinie nauki: nauki techniczne, która zajmuje się szeroko rozumianym zarządzaniem inżynierskim.

Celem niniejszego opracowania jest przedstawienie podstawowych informacji o nowej dyscyplinie naukowej – inżynieria produkcji oraz zaprezentowanie przykładowych możliwości praktycznego zastosowania osiągnięć tej dyscypliny w organizacjach o różnorodnym profilu działalności i wielkości.

PODSTAWOWE INFORMACJE O INŻYNIERII PRODUKCJI I PRZYKŁADY PRAKTYCZNYCH MOŻLIWOŚCI ZASTOSOWANIA JEJ ROZWIĄZAŃ

W warunkach polskich termin inżynieria produkcji został zdefiniowany przez Komitet Inżynierii Produkcji Polskiej Akademii Nauk z wykorzystaniem definicji Amerykańskiego Instytutu Inżynierii Przemysłowej (IIE):

„Inżynieria produkcji jest pojęciem obejmującym zagadnienia planowania, projektowania, implementowania i zarządzania systemami produkcyjnymi, systemami logistycznymi oraz zabezpieczania ich funkcjonowania. Systemy te rozumiane są jako układy socjotechniczne, integrujące pracowników, informację, energię, materiały, narzędzia pracy i procesy w ramach całego cyklu życia produktów. W celu osiągnięcia efektywności działania tych systemów, inżynieria produkcji bazuje na naukach technicznych, ekonomicznych, humanistycznych i społecznych, wykorzystując wiedzę teleinformatyczną, wiedzę o zarządzaniu, komunikacji społecznej i pobudzaniu kreatywności pracowniczej. Kluczowym elementem, którym inżynieria produkcji różni się od innych technicznych dyscyplin jest orientacja na czynnik ludzki. Najlepsze systemy funkcjonują na drodze ciągłego doskonalenia środowiska pracy, w którym praca ludzka jest najważniejszym czynnikiem wpływającym na wydajność, koszty i jakość pracy” [6]

W dziedzinie nauk technicznych w dyscyplinie inżynieria produkcji wyodrębniono 10 obszarów naukowo-badawczych:

1. Organizację i zarządzanie produkcją oraz usługami – zawierający zagadnienia projektowania procesów wytwarzania, organizacji produkcji, zarządzania zasobami czasu pracy, optymalizacji kosztów produkcji, harmonogramowania zleceń produkcyjnych oraz zastosowania informatycznych systemów zarządzania w przedsiębiorstwie;
2. Wybrane zagadnienia inżynierii procesów wytwarzania – obejmujący procesy zarządzania przetwarzaniem materiałów na wyroby użytkowe; w tym m.in. wytwarzania elementów maszyn poprzez formowanie kształtu, zmianę wymiarów, modyfikację powierzchni i spajanie;
3. Zarządzanie innowacjami – zawierający zagadnienia związane z tworzeniem i pomiarem procesów innowacji oraz zarządzaniem nimi;
4. Zarządzanie projektami produkcyjnymi i usługowymi – obejmujący w szczególności tematykę zarządzania fazą wykonawstwa projektów (zarządzanie zmianami zakresu wykonywanych prac, aktualizacja zadań w projekcie, określenie odchyłeń w stosunku do harmonogramu bazowego, kontrola kosztów projektu), a także zarządzanie ryzykiem w fazie wykonawstwa;
5. Optymalizacja łańcuchów dostaw i logistyka – obejmujący problematykę optymalizacji przepływów materiałowych, informacyjnych i finansowych poprzez sieć organizacji, w celu wytworzenia i dostarczenia konsumentowi produktu lub usługi oraz zapewnienia rentowności i ciągłości procesów;
6. Zarządzanie jakością – obejmujący problematykę, filozofię i istotę zarządzania jakością, ukierunkowaną na doskonalenie funkcjonowania przedsiębiorstw;

7. Systemy wspomagania decyzji. Zarządzanie wiedzą produkcyjną – obejmujące zastosowanie metod analizy decyzyjnej, modeli matematycznych oraz instrumentów sztucznej inteligencji do realizacji finansowych i operacyjnych celów zarządzania produkcją;
8. Prognozowanie w przedsiębiorstwie. Modelowanie i symulacja komputerowa – zawierające problematykę prognozowania technologicznego, prognozowania ekonomicznego i prognozowania popytu, a także modelowania i symulacji projektowania produktów, projektowania procesów, harmonogramowania zadań produkcyjnych, projektowania logistyki produkcji oraz zarządzania projektami;
9. Kształtowanie środowiska pracy. Bezpieczeństwo pracy – skupiające się na problematyce kształtowania bezpiecznego środowiska pracy metodami komputerowego modelowania i symulacji systemów antropotechnicznych występujących w obszarze inżynierii produkcji;
10. Efektywność, produktywność i organizacja przedsiębiorstw – obejmujące problematykę badań koncentrujących się na działaniach i decyzjach menedżerów, zastosowaniu nowych modeli biznesowych i nowych systemów i metod zarządzania, które kształtują nowe rozwiązania organizacyjne w przedsiębiorstwie [6].

Przedstawione obszary naukowo-badawcze wyraźnie wskazują na szeroki zakres dyscypliny inżynieria produkcji, który obejmuje: organizację i zarządzanie produkcją i usługami, wybrane zagadnienia inżynierii procesów wytwarzania, zarządzanie innowacjami, zarządzanie projektami, optymalizowanie łańcucha dostaw i logistykę, zarządzanie jakością, prognozowanie w przedsiębiorstwie, modelowanie i symulacje komputerowe, kształtowanie środowiska pracy i bezpieczeństwo pracy, efektywność, produktywność i organizację przedsiębiorstw. Zwracają uwagę na wykorzystywanie nie tylko wiedzy inżynierskiej, a także ekonomicznej, społecznej i humanistycznej. Rodzi to otwartość nowej dyscypliny na interdyscyplinarne przedsięwzięcia badawcze. Podmiotem badań inżynierii produkcji, jest nie tylko działalność produkcyjna i usługowa, ale również techniczne aspekty zarządzania: ochroną zdrowia, systemem oświaty, administracją państwową i samorządową, organizacjami kultury itp. Dyscyplina inżynieria produkcji stanowi potencjalny obszar poszukiwania rozwiązań dla podniesienia innowacyjności polskiej gospodarki. Według danych Głównego Urzędu Statystycznego w Polsce, w latach 2013-2015 innowacje produktowe lub procesowe w grupie przedsiębiorstw przemysłowych wprowadziło 18,9% ogółu przedsiębiorstw, natomiast w grupie przedsiębiorstw sektora usług zaledwie 10,6% [4]. Zgodnie z „The Global Innovation Index 2016” Polska zajmuje pod względem innowacji 39 miejsce na świecie bezpośrednio za Litwą, Słowacją, Bułgarią a w Unii Europejskiej Polska znajduje się na miejscu 25 [3]. Biorąc pod uwagę przytoczone liczby zadania stojące przed inżynierią produkcji w zakresie podniesienia innowacyjności są bardzo istotne.

Analizując zakres tematyczny poszczególnych obszarów inżynierii produkcji, można zauważyć, że jest to obszar nauki szczególnie predestynowany do ścisłej

współpracy z różnorodnymi organizacjami. Powiązania inżynierii produkcji z praktyką organizacji można zauważyć w różnych płaszczyznach i obszarach. Komitet Inżynierii Produkcji Polskiej Akademii Nauk ma w swoim składzie nie tylko naukowców, ale również przedstawicieli praktyki gospodarczej – dyrektorów przedsiębiorstw. Komitet Inżynierii Produkcji Polskiej Akademii Nauk wyodrębnił 4 sekcje w ramach swojej działalności:

1. sekcja zarządzania produkcją i projektami
2. sekcja metodyki innowacji i nowych technologii
3. sekcja jakości i bezpieczeństwa pracy
4. sekcja kształcenia i rozwoju kadry.

Taki podział wskazuje na główne kierunki działalności Komitetu i zwraca uwagę na praktyczne implikacje dyscypliny naukowej. Aktualnie (marzec 2017) 14 jednostek organizacyjnych – wydziałów wyższych uczelni technicznych posiada uprawnienia do nadawania stopnia doktora nauk technicznych w dyscyplinie inżynieria produkcji, a jedna jednostka Wydział Mechaniczny Politechniki Krakowskiej posiada uprawnienia do nadawania stopnia doktora habilitowanego w tej dyscyplinie [7]. Daje się wyraźnie zauważyć rozwój dyscypliny inżynieria produkcji – coraz więcej jednostek wyższych uczelni technicznych stara się o zdobycie uprawnień do doktoryzowania i habilitowania w tej dyscyplinie. Wiele uczelni prowadzi studia pierwszego i drugiego stopnia pod nazwą zarządzanie i inżynieria produkcji. Świadczy to o dużym zapotrzebowaniu na specjalistów w różnych dziedzinach inżynierii produkcji.

Biorąc pod uwagę zaprezentowane obszary naukowo-badawcze w dyscyplinie inżynieria produkcji można wskazać bardzo szerokie spektrum praktycznych zastosowań rozwiązań opracowanych w ramach tej dyscypliny. Ograniczając się do referatów, zgłoszonych w ilości czterdziestu kilku z Polski i Czech, na pierwszą konferencję, w ramach projektu Transgraniczna wymiana doświadczeń w inżynierii produkcji z zastosowaniem metod matematycznych, można dokonać różnych podziałów opisanych tam zastosowań praktycznych. Autorzy każdego referatu zostali poproszeni o określenie praktycznego zastosowania opisanych rozwiązań oraz wskazanie dziedziny, w której może ono znaleźć zastosowanie. Przyjmując wcześniej opisany podział inżynierii produkcji na 10 obszarów naukowo-badawczych należy stwierdzić, że zgłoszone referaty można przypisać do następujących obszarów:

1. Organizacja i zarządzanie produkcją i usługami
2. Wybrane zagadnienia inżynierii procesów wytwarzania
3. Zarządzanie innowacjami
4. Zarządzanie projektami
5. Optymalizacja łańcuchów dostaw i logistyka
6. Zarządzanie jakością
7. Systemy wspomagania decyzji
8. Prognozowanie, modelowanie i symulacje komputerowe
9. Kształtowanie środowiska pracy i bezpieczeństwo pracy

10. Efektywność, produktywność i organizacja przedsiębiorstw.

Ich tematyka obejmuje zatem wszystkie obszary określone w inżynierii produkcji, oczywiście, ilość rozwiązań w poszczególnych obszarach jest różna. Można wskazać obszary, gdzie zaproponowano kilka rozwiązań, a także obszary, gdzie zaproponowano pojedyncze rozwiązania. Również podział zaproponowany przez Komitet Inżynierii Produkcji na sekcje znajduje zastosowanie w przygotowanych przez autorów referatach. Można je przypisać do 4 określonych grup tj. zarządzanie produkcją i projektami, metodyka innowacji i nowych technologii, jakość i bezpieczeństwo pracy, kształcenie i rozwój kadry oraz efektywność i produktywność przedsiębiorstw. Przedstawione klasyfikacje potwierdzają szerokie spektrum zagadnień w inżynierii produkcji oraz dobry podział tej dyscypliny na obszary i grupy.

Zastanawiając się nad praktycznym zastosowaniem rozwiązań przedstawionych w referatach można przyjąć jeszcze inne podziały. W każdym referacie wskazano dziedzinę lub dziedziny, gdzie może znaleźć zastosowanie opracowane rozwiązanie czy rozwiązania. Najczęściej wymieniane są przedsiębiorstwa produkcyjne i usługowe, często wskazywane są procesy produkcyjne i systemy produkcyjne, w kilku referatach wskazano górnictwo, energetykę, motoryzację, w pojedynczych przykładach mówi się o laboratoriach badawczych, elektrowni, uzdrowiskach, szpitalach i hotelach, jednostkach weryfikujących technologie, inżynierii materiałowej i procesach biologicznych. Przedstawione dziedziny wskazują na bardzo szerokie możliwości zastosowania rozwiązań opracowanych w ramach inżynierii produkcji. Trzeba również pamiętać, że są to wyniki tylko czterdziestu kilku referatów zgłoszonych przez polskich i czeskich naukowców w ramach jednej konferencji. Przyjmując kolejny podział, a więc czego dotyczy zaproponowane rozwiązanie, można wskazać następujące przykłady: narzędzia do podejmowania decyzji; systemy informatyczne wspomagające produkcję i utrzymanie ruchu; modelowanie i symulacje komputerowe; korelacje między zjawiskami i zalecenia z tym związane; zarządzanie ryzykiem i jego ocena, zarządzanie jakością oraz metody, narzędzia i techniki jakościowe; analiza zagrożeń dotyczących bezpieczeństwa; zagospodarowanie odpadów; odpowiedni dobór i redukcja zużycia paliw; ograniczenie dokuczliwości hałasu; ocena wskaźnikowa; problem alokacji kosztów; optymalizacja kosztów operacyjnych, zalecenia dotyczące kształcenia i szkoleń. Najczęściej przedstawiane są metody matematyczne, które służą rozwiązaniu określonych zagadnień, proponowane są systemy informatyczne do wspomagania różnych działań, analizowane jest oprogramowanie komputerowe do różnych zastosowań, interpretowane są metody statystyczne wykorzystywane do różnych zadań. Proponowane są nowe rozwiązania, które mają polepszyć, udoskonalić aktualnie realizowane przedsięwzięcia, proponuje się zastosowanie do tej pory nie stosowanych metod, technik i narzędzi, które mają zoptymalizować czy udoskonalić wybrane procesy. Przedstawione przykłady po raz kolejny zwracają uwagę na szerokie spektrum rozwiązań, które opracowywane są w ramach inżynierii produkcji. Biorąc pod uwagę ich

walor aplikacyjny i szerokie możliwości zastosowania w różnych dziedzinach życia potwierdza to, że inżynieria produkcji jest ważną i potrzebną dyscypliną we współczesnym świecie.

PODSUMOWANIE

Pomimo, że zarządzanie inżynierskie było od dawna obecne w wielu dyscyplinach nauk technicznych, w polskich warunkach brakowało jednoznacznie wydzielonej dyscypliny, która kompleksowo zajmowałaby się tą problematyką. W 2010 roku została wydzielona nowa dyscyplina: inżynieria produkcji w dziedzinie nauk technicznych. W dyscyplinie tej wyodrębniono 10 obszarów naukowo-badawczych, które obejmują całokształt przedsięwzięć w niej realizowanych. W opracowaniu przedstawiono krótką charakterystykę wszystkich 10 obszarów, zwracając uwagę na szeroki zakres ich oddziaływania. Określono podmiot badań inżynierii produkcji oraz zwrócono uwagę na potrzebę powiązania wiedzy technicznej z wiedzą ekonomiczną, społeczną i humanistyczną. Wyartykułowano zadania, jakie stoją przed inżynierią produkcji w zakresie podniesienia innowacyjności polskiej gospodarki. Zwrócono uwagę na ścisłe powiązania inżynierii produkcji z praktyką gospodarczą, oraz potrzebę wykorzystania rozwiązań w niej opracowanych w organizacjach o różnym profilu działalności i wielkości. Opierając się na informacjach zawartych w czterdziestu kilku referatach zgłoszonych na konferencje z Polski i Czech zaprezentowano przykłady praktycznych zastosowań rozwiązań opracowanych w ramach dyscypliny. Zastanawiając się nad tym zagadnieniem przedstawiono różne podziały opracowanych rozwiązań, m.in. w zależności od dziedziny, gdzie mogą znaleźć zastosowania, oraz w zależności od tego, czego dotyczy proponowane rozwiązanie. Stwierdzono szerokie spektrum możliwych praktycznych zastosowań opracowanych rozwiązań i ich wysoki walor aplikacyjny. Opracowane rozwiązania mogą być z powodzeniem zastosowane w różnorodnych organizacjach. Szczegóły dotyczące poszczególnych rozwiązań i ich praktycznego zastosowania można znaleźć w odpowiednich referatach przygotowanych na pierwszą konferencję w ramach projektu Transgraniczna wymiana doświadczeń w inżynierii produkcji z zastosowaniem metod matematycznych. Zbiorcze zestawienie przykładów praktycznego zastosowania rozwiązań opracowanych w ramach dyscypliny inżynieria produkcji, przygotowane specjalnie dla potrzeb niniejszej pracy, wskazuje jednoznacznie na szerokie spektrum rozwiązań w tej dyscyplinie oraz podkreśla jej wagę dla rozwoju gospodarki polskiej i czeskiej, ze szczególnym uwzględnieniem obszaru innowacyjności.

LITERATURA

1. I. Durlik, *Inżynieria zarządzania*, tom 1 i 2, Oficyna Wydawnicza Placet, Gdańsk, 1993.
2. I. Durlik, K. Santarek, *Inżynieria zarządzania III*, Wyd. C.H. Beck, Warszawa, 2015.
3. S. Dutta et al., *The Global Innovation Index 2016. Winning with Global Innovation*,

- <https://www.globalinnovationindex.org/gii-2016-report>. [Online] 15.03.2017.
4. Działalność innowacyjna przedsiębiorstw w Polsce w latach 2013-2015, Główny Urząd Statystyczny, <http://stat.gov.pl/obszary-tematyczne/nauka-i-technika-spoleczenstwo-informacyjne/nauka-i-technika/dzialalnosc-innowacyjna-przedsiębiorstw-w-polsce-w-latach-2013-2015,14,3.html>. [Online] 15.03.2017.
 5. A. Gola, A. Świć, Współpraca nauka – biznes w inżynierii produkcji – problemy i wyzwania, w: *Innowacje w zarządzaniu i inżynierii produkcji*, red. R. Knosala, Oficyna Wydawnicza Polskiego Towarzystwa Zarządzania Produkcją, Opole, 2013, s. 1277-1288.
 6. Istota inżynierii produkcji, Komitet Inżynierii Produkcji Polska Akademia Nauk, Warszawa, 2012.
 7. Jednostki z prawem do nadawania stopnia naukowego, POL-on, <https://polon.nauka.gov.pl/opi/aa/ck/stnauk/upr?execution=e2s1> [Online] 15.03.2017.
 8. J. Kaźmierczak, Inżynieria produkcji: kilka refleksji, *Systemy wspomagania w Inżynierii Produkcji*, 2012, z. 2, s. 7-15.
 9. R. Knosala i inni, *Zarządzanie innowacjami*, PWE, Warszawa, 2014.
 10. Praca zbiorowa pod red. J. Łunarskiego, *Zarządzanie innowacjami. Podstawy zarządzania innowacjami*, Wyd. Politechniki Rzeszowskiej, Rzeszów, 2007.
 11. Stan i perspektywy badań naukowych w obszarze Inżynierii Produkcji w Polsce, Ekspertyza Komitetu Inżynierii Produkcji PAN, Warszawa 2010.

Data przesłania artykułu do Redakcji: 04.2017

Data akceptacji artykułu przez Redakcję: 05.2017

dr hab. inż. Mariusz J. Ligarski

Politechnika Śląska

Wydział Organizacji i Zarządzania

Instytut Inżynierii Produkcji

ul. Roosevelta 26-28, 41-800 Zabrze, Polska

tel.: +4832 277 73 48, e-mail: Mariusz.Ligarski@polsl.pl

INŻYNIERIA PRODUKCJI JAKO DYSCYPLINA NAUKOWA I MOŻLIWOŚCI ZASTOSOWANIA W PRAKTYCE ORGANIZACJI JEJ OSIĄGNIĘĆ

Streszczenie: W opracowaniu przedstawiono podstawowe informacje dotyczące nowej dyscypliny naukowej w Polsce: inżynierii produkcji, która została wydzielona w 2010 roku w ramach dziedziny nauk technicznych. Zaprezentowano krótką charakterystykę 10 obszarów naukowo-badawczych, wyodrębnionych w ramach tej dyscypliny. Określono podmiot badań inżynierii produkcji oraz wyartykułowano zadania, jakie stoją przed dyscypliną w obszarze innowacyjności. Opierając się na informacjach, zawartych w czterdziestu kilku referatach przygotowanych przez polskich i czeskich naukowców na konferencje w ramach projektu „Transgraniczna wymiana doświadczeń w inżynierii produkcji z zastosowaniem metod matematycznych”, zaprezentowano przykłady praktycznych zastosowań rozwiązań opracowanych w ramach dyscypliny. Przedstawiono różne podziały opracowanych rozwiązań i zwrócono uwagę na ich walory aplikacyjne. Potwierdzono, że opracowane rozwiązania mogą znaleźć szerokie zastosowanie w różnorodnych organizacjach. Podsumowując, stwierdzono szerokie spektrum rozwiązań w inżynierii produkcji oraz podkreślono jej wagę dla rozwoju gospodarki polskiej i czeskiej.

Słowa kluczowe: inżynieria produkcji, dyscyplina naukowa, rozwiązania praktyczne

PRODUCTION ENGINEERING AS A DISCIPLINE AND THE POSSIBILITIES TO APPLY THE ORGANIZATION OF ITS ACHIEVEMENTS IN PRACTICE

Abstract: The paper presented basic information concerning a new scientific discipline in Poland: production engineering, which was created in 2010 within the field of technical sciences. Brief characteristics of 10 scientific - research fields was presented, separated within this discipline. There has been defined a subject of production engineering studies and tasks in the area of innovation. Basing on information included in over 40 papers within project Cross-border exchange of experiences in production engineering with the use of mathematical methods, it was presented examples of practical application of solutions developed within the discipline. The paper presented various classifications of developed solutions and pointed out their application value. It was confirmed that the elaborated solutions may have a wide range of application in various organizations. Summing up, the paper stated a large scope of solutions in production engineering and indicated its great value for development of Polish and Czech economy.

Key words: production engineering, scientific discipline, practical solution