



WSPARCIE NAUKOWO-DYDAKTYCZNE Z ZAKRESU INŻYNIERII PRODUKCJI – PRZEGLĄD OBSZARÓW I KIERUNKÓW BADAŃ

Ryszard Knosala, Maciej Kuboń, Edmund Lorencowicz, Sebastian Saniuk,
Bożena Skołod, Dorota Stadnicka

Komitet Inżynierii Produkcji PAN, Polska

Corresponding author:

Sebastian Saniuk

University of Zielona Góra

Podgórna 50, 65-246 Zielona Góra, Poland

phone: (+48) 506288047

e-mail: s.saniuk@wez.uz.zgora.pl

SCIENTIFIC AND EDUCATIONAL SUPPORT IN THE FIELD OF PRODUCTION ENGINEERING – OVERVIEW OF AREAS AND DIRECTIONS OF RESEARCH

ABSTRACT

Production engineering involves the integration of various scientific disciplines and serves as a link between different fields of science. With the advent of new technologies and the emergence of increasingly narrow specializations, it has become necessary to identify where and how modern technologies can provide specific benefits. Despite not being classified as a separate discipline, production engineering is present in various other disciplines and fields of science. This article aims to analyze areas related to production engineering that have the support of scientific and teaching staff. The research conducted examines the areas of support, their consequences, and the expected future direction of development in this field.

KEYWORDS

Production engineering, research areas, production engineering experts.

1. Wprowadzenie

Termin „inżynieria produkcji” został zdefiniowany przez Komitet Inżynierii Produkcji Polskiej Akademii Nauk z wykorzystaniem definicji Amerykańskiego Instytutu Inżynierii Przemysłowej i obejmuje 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 [3].

Inżynieria produkcji (IP) powstała jako jedna z nowszych dyscyplin, która w wyniku ostatnich zmian w zakresie prawa o szkolnictwie wyższym została „wchłonięta” przez dyscyplinę inżynieria mechaniczna. Zmiana ta powoduje, że IP coraz częściej postrzegana jest jako obszar działań powiązany jedynie z inżynierią mechaniczną. Warto zwrócić uwagę, że pozostają liczne obszary i liczne aspekty odnoszące się m.in. do technologii, technik wytwarzania, które znacznie wykraczają poza pojęcie inżynierii mechanicznej. Jednym z proble-

mów stało się, na przykład, wydzielenie kwestii jakości i powiązanie ich z dziedziną nauk społecznych zagadnień zarządczych. Warto jednak zauważyć, że jakość w odniesieniu do procesów i systemów jest nieodłącznym elementem i polem działania IP. Innymi obszarami działalności naukowej nierozzerwalnie związanymi z IP są zagadnienia z zakresu analizy procesów i oceny ich efektywności, produktywności, doboru materiałów inżynierskich, aspekty środowiskowe i wiele innych wspomnianych w treści niniejszego artykułu.

Warto też zwrócić uwagę na fakt, iż wiele uczelni prowadzi kierunki studiów, które w nazwie zawierają zwrot „inżynieria produkcji”, a które cieszą się dużym zainteresowaniem spowodowanym potrzebami przedsiębiorstw. W zależności od otoczenia społeczno-gospodarczego kierunki te odnoszą się do różnych technologii i metod wytwarzania i usług technicznych, dążąc do odkrywania nowych obszarów działania i skutecznie podnoszenia innowacyjności lokalnej a tym samym polskiej gospodarki.

Zaistniała sytuacja stała się przyczyną, dla której powstał niniejszy artykuł. Autorzy dokonali przeglądu obszarów inżynierii produkcji, a następnie na podstawie

przeprowadzonych badań dokonali analizy powiązań inżynierii produkcji z innymi dyscyplinami oraz wskazali obszary działalności w zakresie inżynierii produkcji.

2. Przegląd obszarów inżynierii produkcji

Inżynieria produkcji koncentruje się na osiągnięciu wysokiego poziomu efektywności tych systemów bazując na naukach technicznych, ekonomicznych, humanistycznych i społecznych, wykorzystując wiedzę teleinformatyczną, wiedzę o zarządzaniu, komunikacji społecznej i pobudzaniu kreatywności pracowniczej. Od początku funkcjonowania dyscyplina „Inżynieria produkcji” została zaliczona do dziedziny nauk technicznych i przyjęła 10 następujących obszarów naukowo-badawczych [2, 3]:

- 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;
- 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;
- Zarządzanie innowacjami – zawierający zagadnienia związane z tworzeniem i pomiarem procesów innowacji oraz zarządzaniem nimi;
- 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;
- 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;
- Zarządzanie jakością – obejmujący problematykę, filozofię i istotę zarządzania jakością, ukierunkowaną na doskonalenie funkcjonowania przedsiębiorstw;
- 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;
- Prognozowanie w przedsiębiorstwie. Modelowanie i symulacja komputerowa – zawierające problematykę prognozowania technologicznego, prognozowania ekonomicznego i prognozowana popytu, a tak-

że modelowania i symulacji projektowania produktów, projektowania procesów, harmonogramowania zadań produkcyjnych, projektowania logistyki produkcji oraz zarządzania projektami;

- 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;
- 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.

Tak wyodrębnione obszary naukowo-badawcze stanowią odpowiedź na zapotrzebowanie współczesnych przedsiębiorstw i potrzebę rozwoju interdyscyplinarnych badań naukowych. Podkreślić należy również szeroki zakres dyscypliny inżynierii 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 organizacje przedsiębiorstw. W tak wyodrębnionych obszarach na uwagę zasługuje wykorzystywanie nie tylko wiedzy inżynierskiej, a także ekonomicznej, społecznej i humanistycznej. Rodzi to otwartość na współpracę naukowców różnych dyscyplin i szanse na interdyscyplinarne przedsięwzięcia badawcze [3].

Niestety na podstawie Rozporządzenia Ministra Nauki i Szkolnictwa Wyższego z dnia 20 września 2018 r. w sprawie dziedzin nauki i dyscyplin naukowych oraz dyscyplin artystycznych [3] inżynieria produkcji do tej pory funkcjonująca jako odrębna dyscyplina naukowa została włączona do dyscypliny inżynieria mechaniczna w dziedzinie nauk inżynieryjno-technicznych. Z uwagi na bogaty dorobek dyscypliny, grono absolwentów kierunku studiów zarządzanie i inżynieria produkcji oraz doktorów i doktorów habilitowanych, którzy uzyskali stopnie naukowe z tej Dyscypliny, ważne jest zachowanie odrębności obszarów badawczych i dalszy ich rozwój. Rolę kontynuowania rozwoju inżynierii produkcji w ramach dyscypliny inżynieria mechaniczna podejmuje Komitet Inżynierii Produkcji PAN oraz grono ekspertów skupionych wokół Komitetu i Polskiego Towarzystwa Zarządzania Produkcją (PTZP). Zakres działania Komitetu Inżynierii Produkcji PAN koncentruje się między innymi na:

- badaniach i studiach dotyczących projektowania, racjonalizacji (usprawniania) i zarządzania systemami i procesami produkcyjnymi, uwzględniając aspekty techniczne, organizacyjne, prakseologiczne, ekonomiczne, społeczne, ergonomiczne, środowiskowe i in-

ne, przy wykorzystaniu komputerowego wspomaganie;

- opracowaniu standardów i opiniowaniu programów nauczania na kierunkach związanych z inżynierią produkcji;
- opracowywaniu ekspertyz i opinii naukowych;
- doradztwie w zakresie jakości, bezpieczeństwa pracy, logistyki, innowacyjności, produktywności;
- prowadzeniu działalności upowszechniającej wiedzę o szeroko rozumianej problematyce współczesnej inżynierii produkcji.

Wśród głównych i aktualnie wspieranych obszarów badawczych członków i ekspertów Komitetu Inżynierii Produkcji PAN można wyróżnić [4]:

- 1) Organizacja i zarządzanie produkcją, usługami i przedsiębiorstwem:
 - organizacja i zarządzanie produkcją;
 - organizacja i zarządzanie usługami i procesami pomocniczymi; systemy produktowo-usługowe;
 - organizacja i zarządzanie przygotowaniem produkcji;
 - projektowanie i zarządzanie łańcuchami dostaw i logistyką;
 - zarządzanie zapasami i gospodarka materiałowa;
 - zarządzanie środkami trwałymi i utrzymaniem ruchu;
 - planowanie i prognozowanie w przedsiębiorstwie;
 - zarządzanie projektami produkcyjnymi i usługowymi;
 - inżynieria jakości i zarządzanie ryzykiem;
 - organizacja i racjonalizacja pracy (indywidualnej i zbiorowej);
 - ergonomia, bezpieczeństwo pracy, kształtowanie środowiska pracy;
 - efektywność i produktywność przedsiębiorstw;
 - ekonomika inżynierska i analiza kosztów.
- 2) Cyfryzacja i automatyzacja procesów produkcyjnych:
 - informatyczne systemy wspomagające zarządzanie produkcją i przedsiębiorstwem;
 - komputerowe wspomaganie procesów wytwarzania;
 - modelowanie i projektowanie systemów produkcyjnych;
 - cyfryzacja produkcji i komputerowa integracja przedsiębiorstw;
 - inteligentne systemy produkcyjne;
 - systemy wspomagania podejmowania decyzji.
- 3) Zaawansowane technologie przemysłowe:
 - wybrane zagadnienia inżynierii procesów wytwarzania;

- zastosowania technologii Przemysłu 4.0;
- zrównoważony rozwój, „zielona produkcja”, produkcja w obiegu zamkniętym;
- „biologizacja” produkcji;
- ocena produktów, technologii systemów produkcyjnych;
- transfer i komercjalizacja technologii;
- zarządzanie wiedzą i technologiami, ocena technologii.

Obszary te są uzupełniane o nowe idee i możliwości aplikacji w praktyce. Problematyka będąca istotą inżynierii produkcji zmienia się szybko. Kolejna rewolucja cywilizacyjna, jakiej jesteśmy świadkami, szczególnie dotyczy tego obszaru wiedzy i praktyki przemysłowej. 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 [4]:

- 1) sekcja inżynierii zarządzania produkcją, usługami i projektami;
- 2) sekcja inżynierii innowacji, jakości i bezpieczeństwa pracy;
- 3) sekcja Inżynierii Ekoprzemysłu;
- 4) sekcja Cyfryzacji Produkcji.

Warto podkreślić, że wyszczególnione obszary badawcze inżynierii produkcji są kluczowe dla implementacji technologii czwartej rewolucji przemysłowej, która jest ogromnym wyzwaniem dla przedsiębiorstw nie tylko ze względu na zastosowanie nowoczesnych cyfrowych technologii (takich jak Internet Rzeczy, Big Data Analytics, Cloud Computing, Artificial Intelligence, itp.) związanych z tworzeniem Systemów Cyber-Fizycznych, ale także dla rozwoju zasobów ludzkich. Oznacza to, również potrzebę prowadzenia badań w zakresie zmian zapotrzebowania na kwalifikacje, wiedzę i umiejętności pracowników w warunkach czwartej rewolucji przemysłowej i rozwoju koncepcji Gospodarki 4.0 [1].

3. Cel i metodyka badań

Celem przeprowadzonych badań była identyfikacja ekspertów z obszaru inżynierii produkcji oraz ustalenie obszarów ich prac naukowo-badawczych w zakresie inżynierii produkcji. Przyjęto następujące pytania badawcze:

PB1: Jakie ośrodki naukowe i wydziały/institute reprezentowane są przez ekspertów z obszaru inżynierii produkcji?

PB2: W jakich obszarach z zakresu inżynierii produkcji realizowane są prace naukowo-badawcze przez zidentyfikowanych ekspertów?

PB3: Jakich dyscyplin dotyczą badania realizowane przez ekspertów?

PB4: Jakie jest pokrycie obszarów naukowo-badawczych z zakresu inżynierii produkcji?

Badania prowadzono w okresie od 30.04.2021 r. do 31.12.2022 r. Badania dotyczyły obszaru Polski. W procesie projektowania formularza do zbierania danych uwzględniono obszary prac naukowo-badawczych, które mieszczą się w dyscyplinie inżynieria produkcji, a które zostały zaprezentowane w dokumencie pt. „Istota inżynierii produkcji” opracowanym w 2012 przez Komitet Inżynierii Produkcji Polskiej Akademii Nauk [3].

Dane były zbierane za pośrednictwem formularza techniką CAWI. Informacja o procesie zbierania danych została rozesłana do uczelni, które w swojej ofercie mają kierunek studiów „Zarządzanie i inżynieria produkcji”. Dodatkowo informacja została umieszczona na stronie internetowej Komitetu Inżynierii Produkcji PAN.

Ekspertów poproszono o wskazanie pięciu obszarów realizowanych przez nich prac naukowo-badawczych w zakresie inżynierii produkcji.

Zebrane dane poddano procesowi weryfikacji. Przyjęto następujące kryteria włączania zgłoszeń:

- zgodność podanych danych z informacją na stronie internetowej reprezentowanej uczelni;
- zgodność podanych danych z informacją publiczną w ORCID (imię i nazwisko);

- zgodność podanych danych z informacją w bazie Ludzie Nauki (imię i nazwisko, tytuł, stopień, uczelnia);
- ekspert powinien wskazać co najmniej jeden obszar prac naukowo-badawczych znajdujący się w zakresie inżynierii produkcji;
- wyszczególnione przez eksperta dziedziny i/lub dyscypliny powinny mieć związek z inżynierią produkcji.

Kolejność pięciu obszarów ustalono na podstawie kolejności ich zgłaszania przez eksperta.

4. Wyniki badań

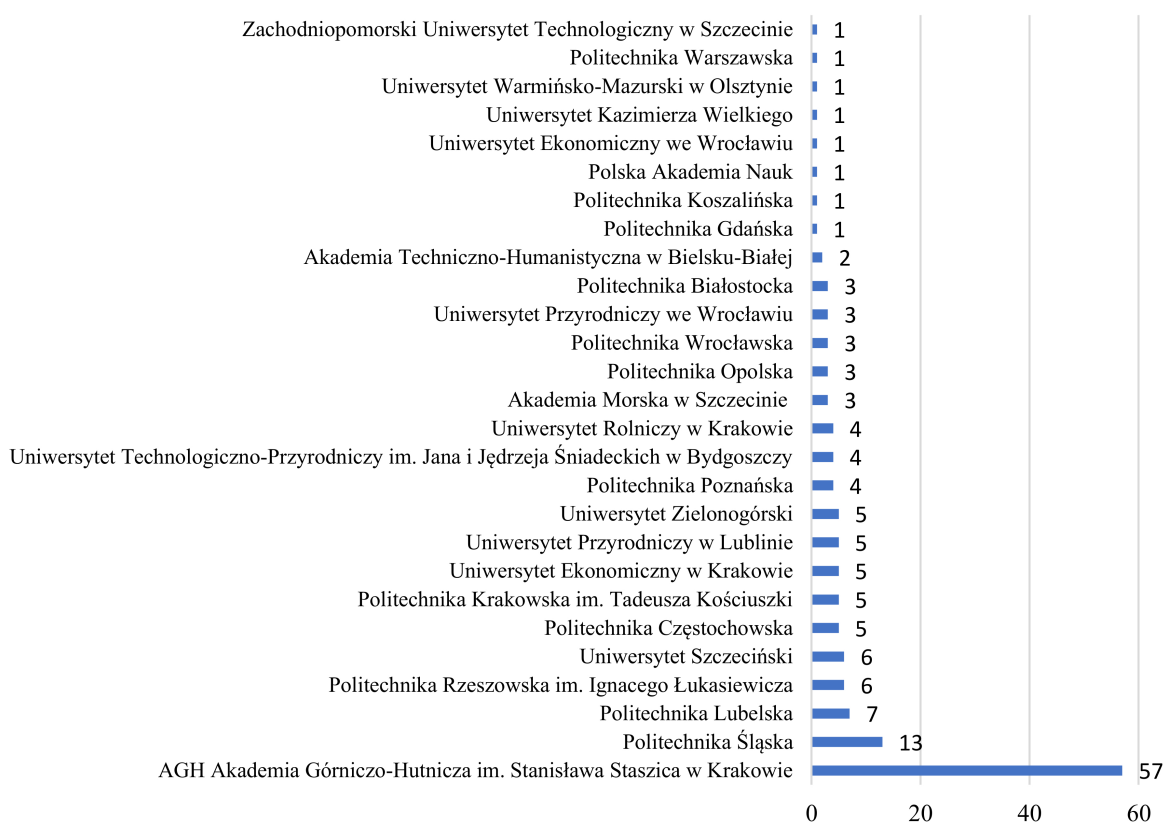
4.1. Reprezentowane uczelnie

Pozyskane dane poddano analizie. W pierwszej kolejności ustalono liczbę ekspertów reprezentujących określone uczelnie. Wyniki analizy prezentuje rys. 1.

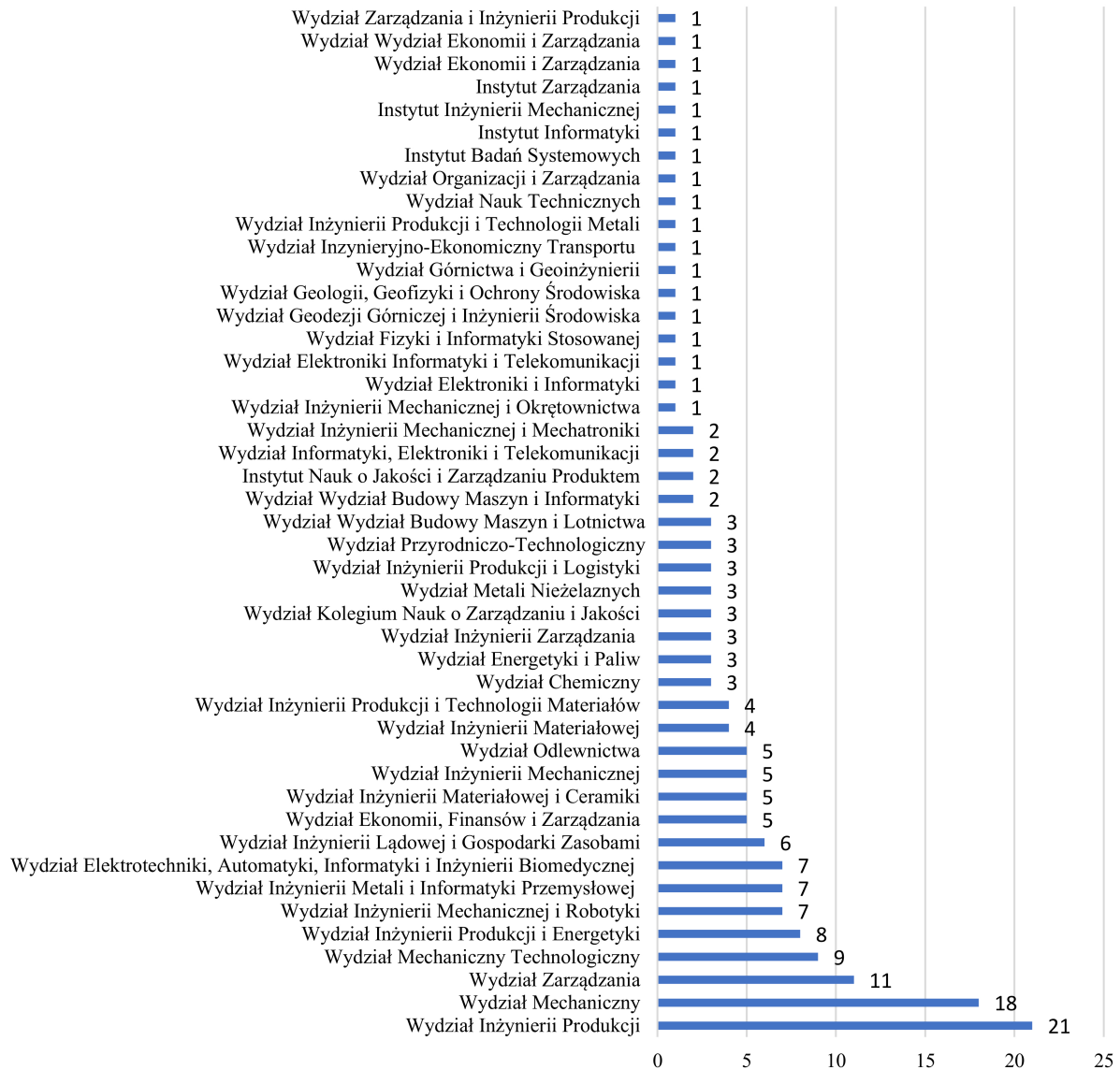
AGH Akademia Górniczo-Hutnicza im. Stanisława Staszica w Krakowie jest reprezentowana przez największą liczbę, bo aż przez 57 ekspertów.

4.2. Reprezentowane wydziały/instytuty

W następnej kolejności przeanalizowano, jakie wydziały/instytuty reprezentują eksperci (rys. 2). Najwięcej, bo 21 osób reprezentuje Wydział Inżynierii Produkcji.



Rys. 1. Liczba ekspertów reprezentujących określone uczelnie.



Rys. 2. Liczba ekspertów reprezentujących określone wydziały/instytuty.

4.3. Dyscypliny naukowe, w których eksperci uzyskali stopnie lub tytuły naukowe

Eksperti uzyskali stopnie lub też tytuły naukowe w różnych dyscyplinach (rys. 3). Najwięcej osób, bo aż 35 wskazało dyscyplinę „Budowa i Eksploatacja Maszyn”, 22 osoby „Inżynieria Materiałowa”, 15 osób „Inżynieria Mechaniczna”, 14 osób „Metalurgia”, a 13 osób „Inżynieria Rolnicza”. Pozostałe dyscypliny zostały wskazane przez mniejszą liczbę osób. Wśród innych wskazanych dyscyplin znajdują się między innymi „Fizyka”, „Geologia” oraz „Biofizyka”, co podkreśla powiązanie „Inżynierii Produkcji” z wieloma dyscyplinami.

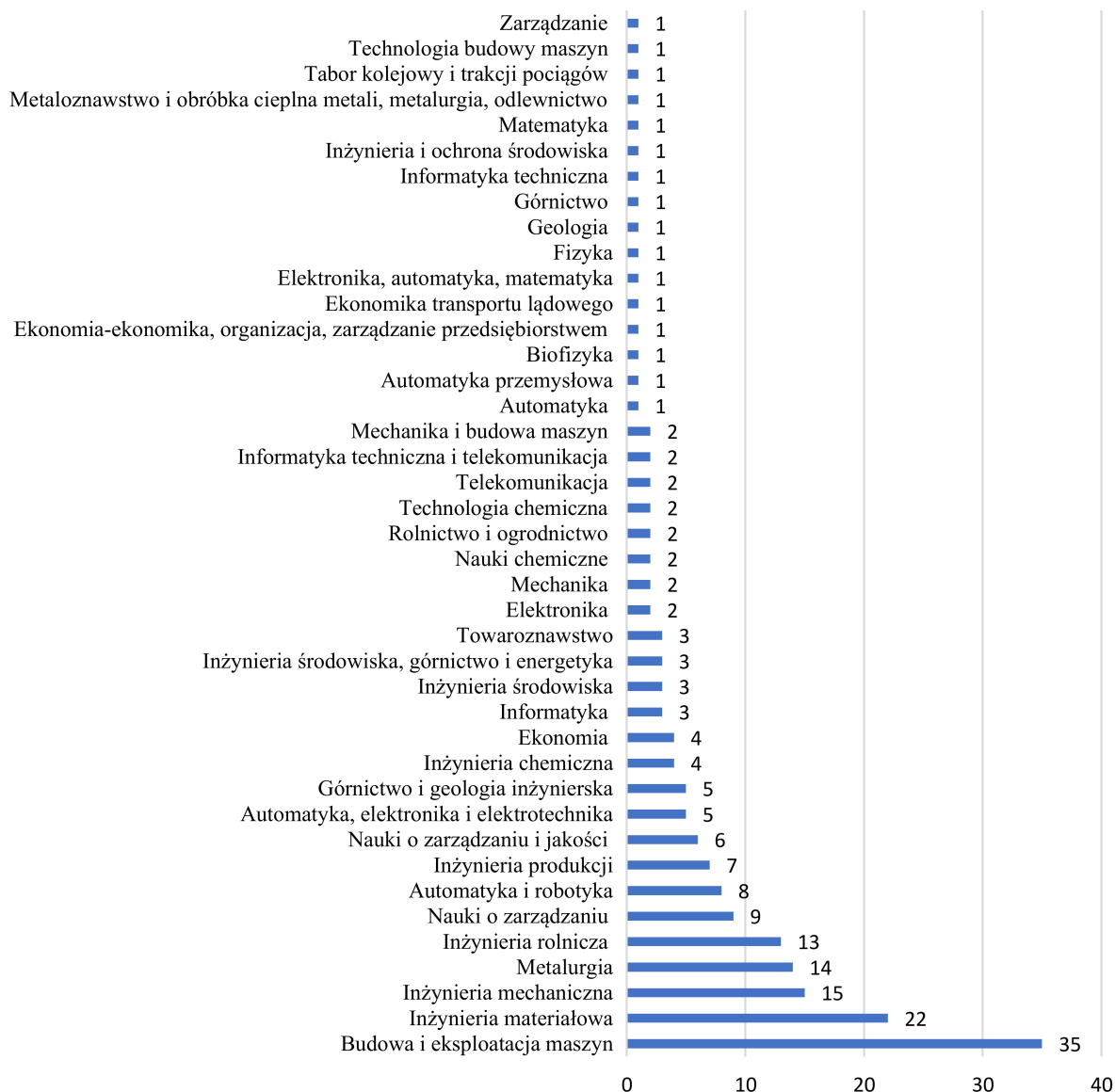
4.4. Dyscypliny oficjalnie zadeklarowane przez ekspertów na uczelni

Eksperti reprezentują różne dyscypliny, które oficjalnie zostały przez nich zadeklarowane na uczelniach. Jak widać na rys. 4 najczęściej deklarowaną dyscypli-

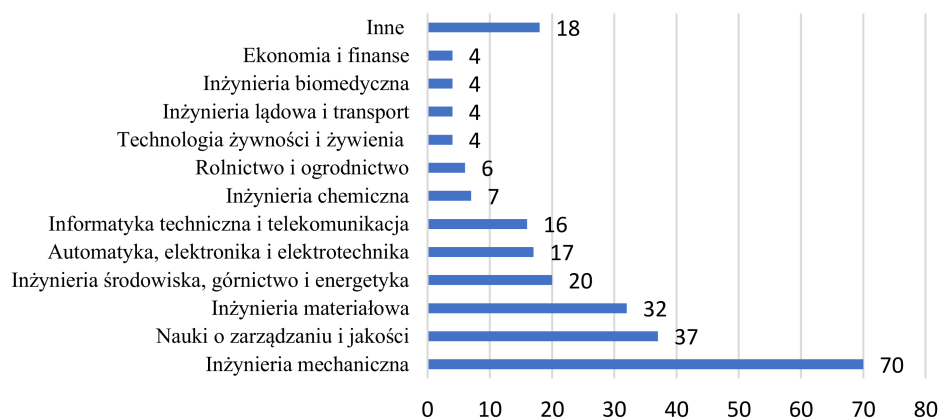
ną jest „Inżynieria mechaniczna”. Zadeklarowało ją 70 ekspertów. W następnej kolejności są to „Nauki o zarządzaniu i jakości” – 37 osób oraz „Inżynieria materiałowa” – 32 osoby.

4.5. Obszary inżynierii produkcji wskazane przez ekspertów

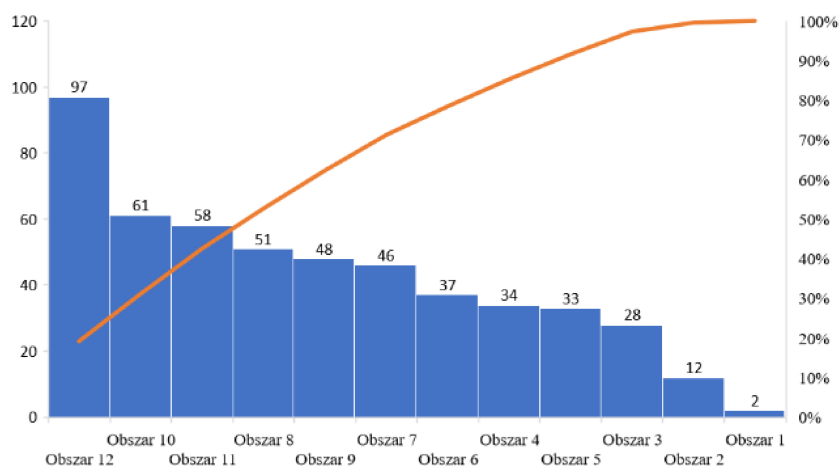
Przedstawione na rysunku 5 obszary „Inżynierii Produkcji” prezentują deklaracje 142 ekspertów, dotyczące obszarów ich specjalizacji. Zaprezentowany wykres obejmuje obszary, które zostały wskazane przez co najmniej dwóch ekspertów. Najwięcej, bo 88 ekspertów wskazało „Wybrane zagadnienia inżynierii procesów wytwarzania”, jako obszar, w którym prowadzą badania. W następnej kolejności pojawiły się „Systemy wspomagania decyzji. Zarządzanie wiedzą produkcyjną” – 56 osób oraz „Organizacja i zarządzanie produkcją oraz usługami” – 53 osoby. Tylko dwie osoby wskazały na „Planowanie i sterowanie produkcją”.



Rys. 3. Liczba ekspertów, którzy uzyskali stopnie/tytuły we wskazanych dyscyplinach.



Rys. 4. Liczba ekspertów deklarujących realizację prac naukowo-badawczych w określonych dyscyplinach.



Obszar:

- | | |
|---|---|
| 1 – Planowanie i sterowanie produkcją; | 7 – Prognozowanie w przedsiębiorstwie. |
| 2 – Kształtowanie środowiska pracy. Bezpieczeństwo pracy; | Modelowanie i symulacja komputerowa; |
| 3 – Zarządzanie projektami produkcyjnymi i usługowymi; | 8 – Efektywność, produktywność i organizacja przedsiębiorstw; |
| 4 – Zarządzanie innowacjami; | 9 – Eksploatacja systemów produkcyjnych; |
| 5 – Optymalizacja łańcuchów dostaw i logistyka; | 10 – Organizacja i zarządzanie produkcją oraz usługami; |
| 6 – Zarządzanie jakością; | 11 – Systemy wspomagania decyzji. Zarządzanie wiedzą produkcyjną; |
| | 12 – Wybrane zagadnienia inżynierii procesów wytwarzania. |

Rys. 5. Liczba (odsetek) ekspertów wskazujących wybrane obszary inżynierii produkcji.

Dodatkowo eksperci wskazali następujące obszary (tylko jeden ekspert wskazał jeden obszar):

- aspekty środowiskowe procesów produkcyjnych,
- badania i modelowanie materiałów,
- bezpieczeństwo procesowe,
- efektywność energetyczna; Przemysł 4.0,
- foresight technologiczny,
- inżynieria biomedyczna,
- inżynieria odwrotna, techniki addytywne, komputerowe wspomaganie projektowania i wytwarzania,
- komputerowe wspomaganie projektowania procesów technologicznych związanych z krystalizacją metali i stopów,
- kształtowanie i wytwarzanie technologii i wyrobów,
- metrologia powierzchni, inżynieria powierzchni, tribologia, zarządzanie jakością warstwy wierzchniej,
- metrologia w procesach wytwarzania, metrologia współrzędnościowa,
- modelowanie i symulacja komputerowa,
- odnawialne źródła energii, efektywność energetyczna,
- optymalizacja i identyfikacja procesów,
- optymalizacja, automatyzacja i robotyzacja procesów wytwarzania,
- planowanie, sterowanie i harmonogramowanie produkcji,
- prognozowanie w przedsiębiorstwie,
- projektowanie konstrukcyjne wyrobu,
- projektowanie nowych produktów żywnościowych, zarządzanie produktem,
- projektowanie, modelowanie, symulacja, synteza sterowania, analiza jakości zautomatyzowanych ma-

- szyn i urządzeń, specjalizacja – urządzenia z technologią lewitacji magnetycznej,
- społeczna odpowiedzialność biznesu (CSR),
- techniki informacyjne, analiza i eksploracja danych, optymalizacja, sSystemy dynamiczne,
- technologia cienkich warstw i powłok, inżynieria powierzchni, bioinżynieria,
- technologie przeróbki surowców, sterowanie i optymalizacja procesu,
- technologie przyrostowe, inżynieria odwrotna, rozwój produktów, komputerowo wspomaganie projektowanie,
- transfer i komercjalizacja technologii,
- układy regulacji, układy sterowania, zagadnienia stabilizacji, optymalny przesył energii,
- wykorzystanie metod formalnych i sztucznej inteligencji do optymalnego projektowania systemów oświetlenia,
- zaawansowane planowanie i harmonogramowanie produkcji; koordynacja i optymalizacja harmonogramów; modelowanie niepewności,
- zarządzanie techniką, ekonomika produkcji,
- zarządzanie technologiami,
- zarządzanie środowiskowe,
- zintegrowane Informatyczne Systemy Zarządzania,
- zrównoważony rozwój przedsiębiorstw.

5. Dyskusja

Biorąc pod uwagę dyscypliny jakie reprezentują poszczególne eksperci można zauważyć duże różnicowanie w kierunkach badawczych jak też zainteresowaniach na-

ukowych. Do wiodących zdeklarowanych dyscyplin należą: inżynieria mechaniczna, inżynieria materiałowa, nauki o zarządzaniu i jakości oraz automatyka, elektronika, elektrotechnika i technologie kosmiczne. Eksperti, którzy zadeklarowali jako dyscyplinę wiodącą: inżynierię mechaniczną prowadzą badania w obszarach: wybrane zagadnienia procesów wytwarzania (62%), eksploatacja systemów produkcyjnych (47,6%), zarządzanie, innowacjami oraz projektami produkcyjnymi i usługowymi (42,8%), Efektywność, produktywność i organizacja przedsiębiorstw (35,7%), Systemy wspomaganie decyzji. Zarządzanie wiedzą produkcyjną (28,6%) oraz zarządzanie jakością (23,8%). W dyscyplinie inżynieria materiałowa badania głównie ukierunkowane są w obszarach: wybrane zagadnienia procesów wytwarzania (65,3%), organizacja i zarządzanie produkcją oraz usługami (34,6%), prognozowanie w przedsiębiorstwie – modelowanie i symulacja komputerowa (26,9%) oraz efektywność, produktywność i organizacja przedsiębiorstw (23,1%). W dyscyplinie nauki o zarządzaniu i jakości eksperci deklaruowali swoją aktywność w następujących obszarach: organizacja i zarządzanie produkcją oraz usługami (79%), zarządzanie innowacjami, jakością (68,4%), optymalizacja łańcuchów dostaw i logistyka (63,2%) oraz systemy wspomaganie decyzji, zarządzanie wiedzą produkcyjną (47,3%). Ostatnią wiodącą dyscypliną była automatyka, elektronika, elektrotechnika i technologie kosmiczne. Osoby zadeklarowane do tej dyscypliny prowadziły badania związane z: systemami wspomaganie decyzji oraz zarządzanie wiedzą produkcyjną (71,4%), prognozowaniem w przedsiębiorstwie i modelowaniem, symulacją komputerową (64,3%), eksploatacją systemów produkcyjnych (50%) oraz optymalizacją łańcuchów dostaw i logistyką (42,8%).

Jak wynika z analizy uzyskanych odpowiedzi badani eksperci podają najczęściej „Wybrane zagadnienia inżynierii procesów wytwarzania” jako jeden z obszarów badawczych. Stanowiło to 19,1% wszystkich podanych łącznie 507 odpowiedzi. Zakładając, że kolejne obszary deklarowane były według własnej oceny stopnia ważności czy też zaangażowania badań w pierwszym wyborze także najczęściej podawano: „Systemy wspomaganie decyzji. Zarządzanie wiedzą produkcyjną” – 12,0% i „Organizacja i zarządzanie produkcją i usługami” – 11,4% (tabela 1). Trochę inaczej układała się kolejność dla pierwszych deklarowanych obszarów badawczych. Ponad jedna trzecia odpowiedzi – 35,3% dotyczyła obszaru 12. Kolejno blisko jedna czwarta – 24,8% – obszar 10 i 7,2% zadeklarowało badania także w obszarze 11.

Wśród wymienionych jako pierwszy wybór 13 obszarów badawczych znalazły się jeszcze „Badanie i modelowanie materiałów” oraz „Inżynieria biomedyczna” z udziałem po 0,7%. Natomiast jako drugi wybór podano 17 obszarów badawczych a wśród niewymienione w tabeli 1 z udziałem 1%: „Odnawialne źródła energii, efektywność energetyczna”, „Prognozowanie w przedsiębiorstwie”, „Technologia cienkich warstw i powłok, inżynieria powierzchni, bioinżynieria”, „Technologie przyrostowe, inżynieria odwrotna, rozwój produktów, komputerowo wspomaganie projektowanie”, „Transfer i komercjalizacja technologii” i „Zarządzanie środowiskowe”.

Zestawienie w tabeli 1 obrazuje po raz kolejny szerokie spektrum badań i aktywności naukowej ekspertów związanych z dyscypliną „Inżynieria produkcji”. Wskazuje to na działalność o charakterze interdyscyplinarnym co jest zgodne z definicją tej dyscypliny.

Tabela 1
Struktura odpowiedzi dotyczących deklarowanych obszarów badawczych (jeden respondent max 5 obszarów).

Obszar	Udział w łącznej liczbie deklarowanych obszarów [%]	Udział w liczbie obszarów deklarowanych jako pierwszy wybór ^{a)} [%]	Udział w liczbie obszarów deklarowanych jako drugi wybór ^{b)} [%]
(12) Wybrane zagadnienia inżynierii procesów wytwarzania.	19,1	35,3	–
(11) Systemy wspomaganie decyzji. Zarządzanie wiedzą produkcyjną.	12,0	7,2	15,5
(10) Organizacja i zarządzanie produkcją oraz usługami.	11,4	24,8	6,8
(9) Eksploatacja systemów produkcyjnych.	10,1	3,9	13,6
(8) Efektywność, produktywność i organizacja przedsiębiorstw.	9,5	2,0	6,8
(7) Prognozowanie w przedsiębiorstwie. Modelowanie i symulacja komputerowa.	9,1	3,3	10,7
(6) Zarządzanie jakością.	7,3	7,2	11,7
(5) Optymalizacja łańcuchów dostaw i logistyka.	6,7	5,2	8,7
(4) Zarządzanie innowacjami.	6,5	6,5	10,7
(3) Zarządzanie projektami produkcyjnymi i usługowymi.	5,5	1,3	5,8%
(2) Kształtowanie środowiska pracy. Bezpieczeństwo pracy.	2,4	2,0	1,9
(1) Planowanie i sterowanie produkcją.	0,4	–	1,0

Uwaga: Numeracja obszarów badawczych zgodna z opisem na rys. 5.

^{a)}Jako pierwszy wybór zadeklarowano 13 różnych obszarów badawczych; ^{b)}jako drugi wybór zadeklarowano 17 różnych obszarów badawczych.

6. Podsumowanie

Przeprowadzone badania pokazują jak bardzo inżynieria produkcji łączy specjalistów z różnych dyscyplin. Zauważalna jest dominacja budowy i eksploatacji maszyn, gdyż naukowcy posiadający stopnie w tej dyscyplinie przyczynili się do wyodrębnienia inżynieria produkcji. Niewielka liczba stopni naukowych nadanych w inżynierii produkcji jest spowodowana stosunkowo krótkim okresem jej „życia”, gdyż ostatnia reforma w obszarze szkolnictwa wyższego spowodowała ograniczenie liczby dyscyplin. Inżynieria produkcji została „wchłonięta” przez inżynierię mechaniczną, co niestety powoduje liczne nieporozumienia, choćby na poziomie powoływania recenzentów. Inżynieria produkcji od początku zakładała interdyscyplinarny charakter i łączyła w sobie wiele obszarów działania, charakterystycznych dla nowoczesnego przemysłu.

Konkludując, przedstawiona analizę pokazuje jak bardzo potrzebne jest ponowne wyodrębnienie inżynierii produkcji łączącej kilkanaście obszarów działania,

wskazanych przez ekspertów, które jest niezwykle trudno zakwalifikować do inżynierii mechanicznej.

Literatura

- [1] Grabowska S., Grebski M., Grebski V., Saniuk S., Wolniak R., *Inżynier w gospodarce 4.0*, Towarzystwo Naukowe Organizacji i Kierownictwa „Dom Organizatora”, s. 190, Toruń, 2021.
- [2] Knosala R., *Inżynieria produkcji. Kompendium wiedzy*, Polskie Wydawnictwo Ekonomiczne, Warszawa 2017.
- [3] Komitet Inżynierii Produkcji, Polska Akademia Nauk, *Istota inżynierii produkcji*, Warszawa, czerwiec 2012.
- [4] Komitet Inżynierii Produkcji, Polska Akademia Nauk, *Zakres działania KIP PAN*, <https://kip.pan.pl/index.php/pl/zakres-dzialania-komitetu-inzynierii-produkcji> (dostęp: 3.10.2023).
- [5] Rozporządzenie Ministra Nauki i Szkolnictwa Wyższego z dnia 20 września 2018 r. w sprawie dziedzin nauki i dyscyplin naukowych oraz dyscyplin artystycznych, Dz.U. 2018 poz. 1818, <https://isap.sejm.gov.pl/isap.nsf/DocDetails.xsp?id=WDU20180001818> (dostęp: 3.10.2023).