POLITECHNIKA POZNAŃSKA

WYDZIAŁ INŻYNIERII ZARZĄDZANIA

Mgr inż. Piotr Rogacki

BUDOWA I FUNKCJONOWANIE WIRTUALNYCH SYSTEMÓW PRODUKCYJNYCH

Praca doktorska

Promotor: Prof. dr hab. inż. Stefan TRZCIELIŃSKI

Poznań, 2019

Spis treści

Wykaz skrótów 4

Streszczenie 5

Summary 9

Wstęp 13

Geneza podjęcia tematu rozprawy 13

Cele rozprawy 19

Hipotezy 21

Układ pracy 23

1. Efektywne przedsiębiorstwo produkcyjne – ujęcie klasyczne 25

1.1. Wybrane teorie przedsiębiorstwa 25

1.2. Przedsiębiorstwo produkcyjne 47

1.3. Elastyczność produkcji 54

1.4. Elastyczne systemy produkcyjne 58

2. Wirtualne systemy produkcyjne 69

2.1 Organizacje wirtualne 69

2.2. Ewolucja systemów zwinnych w kierunku wirtualnych 75

2.2.1. Koncepcja przedsiębiorstwa zwinnego 75

2.2.2. Zwinne systemy produkcyjne 98

2.2.3. Wirtualne jednostki produkcyjne 111

3. Budowa i funkcjonowanie WSP w świetle badań empirycznych 119

3.1. Metodyka badań 119

3.2. Wyniki badań 126

3.2.1. Charakterystyka WSP 126

3.2.2. Przesłanki do realizacji procesów produkcji w WSP 136

3.3. Podsumowanie wyników badań – odpowiedzi na pytania badawcze 160

3.3.1. Czynniki wpływające na decyzje o realizacji produkcji w ramach WJP 160

3.3.2. Budowa wirtualnych systemów produkcyjnych 171

3.3.3. Rola WSP w przedsiębiorstwach produkcyjnych 172

4. Praktyczne implikacje wyników badań 176

4.1. Model wirtualnej jednostki produkcyjnej 176

4.2. **Modele cyklu życia wirtualnej jednostki produkcyjnej** 187

4.3. Model transferu produkcji 190

5. Zakończenie 193

Bibliografia 196

Spis tabel 205
Spis rysunków 206
Spis równań 207
Wykaz załączników 207

Wykaz skrótów

B, 74 - bystrość przedsiębiorstwa
BPR, 61 - business process reengineering
CE, 61 - concurrent engineering
CNC, 47 - computerized cumerical control
E, 74 - elastyczność przedsiębiorstwa
EMP, 61 - empowerment
ESP, 46 - elastyczny system produkcyjny
I, 75 - inteligencja przedsiębiorstwa
ICT, 61 - integrated computer-based technology
JIT, 61 - just-in-time
LC, 61 - learning culture
MC, 61 - manufacturing cells
OS, 61 - outsourcing
P_{do}, 75 - pasmo dostępnych okazji
P_{po}, 74 - pasmo potencjalnych okazji rynkowych
P_{wo}, 75 - pasmo wykorzystanych okazji
P_{zdo}, 74 - pasmo zasobowo dostępnych okazji rynkowych
S, 75 - spryt przedsiębiorstwa
SCP, 61 - supply-chain partnering
TBW, 61 - team-based working
T_o, 74 - turbulentne otoczenie
TPM, 61 - total productive maintenance
TQM, 61 - total quality management
WJP, 9 - wirtualna jednostka produkcyjna
WPU, 9 - wirtual production unit
Z, 75 - zwinność przedsiębiorstwa

Streszczenie

Konkurencyjność przedsiębiorstw produkcyjnych jest istotnym czynnikiem wpływającym na kondycję gospodarki Polski. Ich działalność wpływa na postęp technologiczny, tworzenie nowych miejsc pracy, rozwój nowoczesnych usług biznesowych, ma dominujący udział w handlu międzynarodowym, oraz pozytywnie oddziałuje na poziom innowacyjności gospodarki. Przedsiębiorstwa produkcyjne stanęły obecnie przed szeregiem wyzwań tworzonych przez nowe warunki w jakich przyszło im funkcjonować, związane m.in. z rewolucją technologiczną, zmiennymi wymaganiami klientów, nasileniem interakcji w globalnym systemie gospodarczym, które podsumować można jako zmienność i nieprzewidywalność otoczenia. W odpowiedzi na nowe warunki otoczenia opracowana została koncepcja przedsiębiorstwa zwinnego, potrafiącego szybko dostosowywać się do nowych warunków, a posiadając tą cechę, traktującego zmienne i nieprzewidywalne otoczenie nie tylko jako źródło potencjalnych zagrożeń ale również jako źródło możliwych do zyskownego wykorzystania okazji. Najbardziej rozwiniętą formą zwinności jest organizacja wirtualna. W celu szybkiego zaspokojenia krótkotrwałych okazji pojawiających się na rynku przedsiębiorstwa zwinne stosują wirtualne systemy produkcyjne. Wirtualizacja procesów produkcyjnych niesie korzyści takie jak: usprawnienie prac projektowych w zakresie produktów i procesów, ograniczenie ryzyka związanego z procesami produkcyjnymi, szybszy czas wdrożenia produktu do sprzedaży oraz łatwiejsza rekonfiguracja systemu produkcyjnego. Produkcję wirtualną określa się jako następną generację systemów produkcyjnych, które składają się z rozproszonego zespołu autonomicznych jednostek, związanych przede wszystkim celem opłacalnej obsługi konkretnych klientów i działania w środowisku nagłych i często nieprzewidzianych zmian. Zwinna firma wykorzystuje wirtualny system produkcyjny do tworzenia tymczasowych sojuszy w celu wytworzenia określonego produktu na określony czas, a następnie rozwiązuje te sojusze gdy cel zostanie zrealizowany

Przyczyną podjęcia przez autora badań nad wirtualnymi systemami produkcyjnymi była powszechność występowania opisanych problemów związanych ze zmiennością otoczenia przedsiębiorstw produkcyjnych posiadających produkcję zorganizowaną w klasyczny sposób wewnątrz przedsiębiorstwa i obserwacja pracy wirtualnej jednostki produkcyjnej będącej częścią systemu produkcyjnego przedsiębiorstwa w którym równolegle obok siebie funkcjonowały wewnętrznie zorganizowana i wirtualna jednostka produkcyjna.

Bliskość organizacyjna tych dwóch jednostek pozwalała na sprawne dokonywanie porównań ich efektywności w różnych warunkach otoczenia.

Bazując na badaniach literaturowych i obserwacji empirycznej, autor stawia i poddaje weryfikacji hipotezę mówiącą, że:

H0: istnieje taki zestaw warunków w których funkcjonuje przedsiębiorstwo produkcyjne, dotyczących jego otoczenia zewnętrznego, produktu i procesów, który sprawia, że wirtualne systemy produkcyjne są efektywniejszą formą realizacji rozważanych procesów produkcji niż klasycznie zorganizowane wewnętrzne jednostki produkcyjne.

W celu weryfikacji hipotezy głównej postawiono i poddano weryfikacji zestaw hipotez szczegółowych odnoszących się do otoczenia zewnętrznego przedsiębiorstwa, cech produktu oraz cech procesu produkcyjnego determinujących realizację produkcji rozważanego wyrobu w ramach WJP. Przedmiot badań zdefiniowany został jako zwinność przedsiębiorstw przemysłowych w obszarze produkcji.

W pracy postawiono następujące pytania badawcze:

- jakie czynniki wpływają na decyzję przedsiębiorstw o realizacji produkcji w wirtualnych systemach produkcyjnych,
- z jakich elementów budowane są wirtualne systemy produkcyjne i jakie są funkcje tych elementów,
- jakie cele realizują wirtualne systemy produkcyjne.

Ekonomiczne teorie przedsiębiorstw oraz teorie zarządzania napotykają ograniczenia w określeniu źródeł sukcesu przedsiębiorstwa zwinnego, szczególnie działającego w formie organizacji wirtualnej. Większość z nich postrzega przedsiębiorstwo jako szczególny przypadek instytucji, co ogranicza ich zastosowanie w przypadku organizacji wirtualnych, które funkcjonują jako organizacyjna całość, nie mają jednak zinstytucjonalizowanego charakteru. Dodatkowo teorie zarządzania, poszukując rozwiązań zapewniających sukces przedsiębiorstwa, nie zakładają jego działalności w turbulentnym otoczeniu, co umożliwia im odnoszenie się do narzędzi długookresowego planowania i związanego z tym przewidywania przyszłych stanów otoczenia.

Ponieważ współczesne przedsiębiorstwa mają ograniczony wpływ na potrzeby konsumentów, a zunifikowana na potrzeby posiadanego systemu produkcyjnego oferta okazuje się często niewystarczająca, poszukiwane są takie rozwiązania organizacji procesu

produkcyjnego, oraz metody doboru zasobów, aby możliwa była za jego pomocą efektywna produkcja jak najszerszego programu przy akceptowalnym poziomie kosztów. To złożone zagadnienie określane jest elastycznością systemu produkcyjnego. Określenie to wyraża konieczność uwzględnienia dwóch pozornie wykluczających się wymagań: elastyczności i szczupłości systemu produkcyjnego, czyli jego uniwersalności i efektywności kosztowej. Elastyczność systemu produkcyjnego w przedstawionym wyżej pojęciu odnosi się jednak do z góry ustalonej odpowiedzi na przewidzianą zmianę, ma więc ograniczone zastosowanie w warunkach wysokiej zmienności i niskiej przewidywalności przyszłych stanów otoczenia i związanych z nimi przyszłych potrzeb. Sytuacja taka rodzi wśród przedsiębiorstw potrzebę zwiększania poziomu zwinności systemu produkcyjnego, w czym zastosowanie znajdują wirtualne systemy produkcyjne.

Organizacje wirtualne składają się z podmiotów takich jak organizacje, przedsiębiorstwa czy osoby fizyczne, zasobów takich jak podstawowe kompetencje i działań wykonywanych przez te podmioty. Podmioty, zasoby i działania są ze sobą powiązane strukturami sterowania, współzależnościami i relacjami wymiany. Dodatkowo z organizacjami wirtualnymi kojarzone są takie właściwości jak: tymczasowość istnienia, oportunizm, wykorzystanie technologii informacyjnych i komunikacyjnych, dynamizm, elastyczność, zmienność, hybrydowość i dążenie do doskonałości.

Wyniki dotychczasowych badań nad organizacjami wirtualnymi wskazują na zależność pomiędzy wirtualnością a konkurencyjnością. Implementacji rozwiązań organizacyjnych, jaką jest organizacja wirtualna, towarzyszy poprawa poziomu konkurencyjności przedsiębiorstw stosujących takie rozwiązania. Pozytywnie zweryfikowano również wpływ wirtualizacji na innowacyjność przedsiębiorstw.

Zaprezentowane w pracy wyniki badań empirycznych wskazały na występowanie istotnych różnic w czynnikach wpływających na decyzję o realizacji produkcji w ramach WJP w przypadku przedsiębiorstw realizujących produkcję jednostkową i małoseryjną oraz przedsiębiorstw realizujących produkcję seryjną i masową. Z siedemnastu postawionych hipotez szczegółowych jedna została potwierdzona w obydwu typach produkcji, czternaście zostało potwierdzonych w jednym z typów produkcji, dwie hipotezy szczegółowe nie zostały potwierdzone. Badania ujawniły, że WJP realizują zatem różne cele, w zależności od typu

realizowanej produkcji. Hipoteza główna została pozytywnie zweryfikowana, a wyniki badań pozwoliły na udzielenie odpowiedzi na postawione w pracy pytania badawcze.

Zgromadzone w toku badań dane pozwoliły wyróżnić i scharaktryzować podmioty wchodzące w skład WSP, do których należą: koordynator WSP, dostawcy wiedzy, dilerzy, partnerzy, dostawcy, dostawcy usług, chałupnicy. Badania wskazały również, że istnienie WJP w systemie produkcyjnym przedsiębiorstw realizujących procesy produkcji seryjnej i masowej może mieć charakter stały i służyć ciągłej optymalizacji systemu produkcyjnego przedsiębiorstwa, natomiast program produkcji takiej WJP może się zmieniać m.in. poprzez przejmowanie procesów produkcji wybranych produktów przez wewnętrznie zorganizowaną jednostkę produkcyjną przedsiębiorstwa. Przesłanką do rozpoczęcia realizacji procesu produkcji w formie wirtualnej z zamiarem jego transferu w późniejszym okresie do wewnętrznej jednostki produkcyjnej przedsiębiorstwa może być brak odpowiednich zasobów wiedzy i chęć ich nabycia w toku współpracy z kompetentnymi partnerami, bądź niepewność dotycząca przyszłych stanów otoczenia czy przyszłej wielkości popytu, determinującej opłacalność inwestycji w wewnętrzny potencjał produkcyjny przedsiębiorstwa.

Summary

Competitiveness of production enterprises is an important factor affecting the condition of the Polish economy. Their activity affects technological progress, creation of new jobs, development of modern business services, has a dominant share in international trade, and positively affects the level of innovation in the economy. Production companies are now facing a number of challenges created by new conditions in which they have to operate, related to technological revolution, changing customer requirements orvintensification of interaction in the global economic system, which can be summarized as the variability and unpredictability of the environment. In response to new environmental conditions, the concept of an agile enterprise was developed, which is able to quickly adapt to new conditions, and having this feature, treating variable and unpredictable environment not only as a source of potential threats but also as a source of profitable opportunities. The most developed form of agility is a virtual organization. In order to quickly satisfy short-term opportunities emerging on the market, agile companies use virtual production systems. Virtualization of production processes brings benefits such as: streamlining design work in the field of products and processes, reducing the risk associated with production processes, decrease time needed to implement the product for sale and easier reconfiguration of the production system. Virtual production is defined as the next generation of production systems, which consist of a dispersed set of autonomous units, primarily related to the purpose of cost-effective customer service and action in a turbulent environment of rapid and unpredictable changes. The agile company uses a virtual production system to create temporary alliances to produce a specific product for a limited time, and then it solves these alliances when the goal is achieved

The reason for the author's undertaking of research about virtual production systems was the widespread occurrence of the described problems related to the variability of the environment in production enterprises with classical production system inside the enterprise and observation of the virtual production unit being part of the company's production system in which the internally organized and virtual production unit functioned side by side. The organizational proximity of these two units allowed for efficient comparisons of their effectiveness in different environmental conditions.

Based on literature research and empirical observation, the author puts and verifies the hypothesis that:

H0: there is a set of conditions in which a production company operates, concerning its external environment, product and processes, which makes virtual production systems a more effective form of implementation of the considered production processes than the classically organized internal production units.

In order to verify the main hypothesis, a set of detailed hypotheses relating to the external environment of the company, product features and features of the production process determining the production of the considered product under WJP was set and verified. The subject of the study was defined as the agility of industrial enterprises in the area of production.

The following research questions were posed at the work:

• what factors influence companies' decision to carry out production in virtual production systems,

• what elements are built virtual production systems and what are the functions of these elements,

• what are the goals of virtual production systems.

Economic business theories and management theories encounter limitations in determining the sources of agile enterprise success, especially in the form of a virtual organization. Most of them see the enterprise as a special case of the institution, which limits their use in the case of virtual organizations that function as an organizational unit, but they are not institutionalized. In addition, management theories, looking for solutions that ensure the success of the enterprise, do not assume its operations in a turbulent environment, which allows them to refer to the tools of long-term planning and related predictions of future environmental states.

Because today's enterprises have a limited impact on the needs of consumers, and the offer unified for the needs of the production system is often insufficient, solutions for the organization of the production process and methods for selection of resources are sought so that it enables the effective production of the widest possible program at an

acceptable level costs. This complex issue is defined by the flexibility of the production system. This term expresses the necessity to take into account two seemingly mutually exclusive requirements: the flexibility and leanness of the production system, i.e. its versatility and cost effectiveness. The flexibility of the production system in the above concept, however, refers to a predetermined response to the intended change, so it has a limited application in conditions of high volatility and low predictability of future environmental states and related future needs. This situation raises the need for enterprises to increase the agility level of the production system, in which virtual production systems are used.

Virtual organizations consist of entities such as organizations, enterprises or individuals, resources such as basic competences and activities performed by these entities. Entities, resources and activities are interrelated with control structures, interdependencies and exchange relations. In addition, virtual properties are associated with such properties as temporariness of existence, opportunism, the use of information and communication technologies, dynamism, flexibility, variability, hybridity and striving for perfection.

The results of previous research on virtual organizations indicate the dependence between virtuality and competitiveness. The implementation of organizational solutions, which is a virtual organization, is accompanied by an improvement in the level of competitiveness of enterprises using such solutions. The impact of virtualization on business innovation has also been positively verified.

The results of empirical studies presented in the study indicated the existence of significant differences in factors affecting the decision to carry out production under the WJP in the case of enterprises implementing single unit and small-lot production as well as enterprises producing serial and mass production. Out of the seventeen detailed hypotheses one has been confirmed in both types of production, fourteen have been confirmed in one of the production types, two detailed hypotheses have not been confirmed. The research revealed that WJP pursues different goals, depending on the type of production. The main hypothesis was positively verified, and the results of the research allowed to answer the research questions posed at work.

The data collected during the research allowed to distinguish and clarify entities included in the WPS, which include: WPS coordinator, knowledge providers, dealers, partners, suppliers, service providers, homeworkers. The research also indicated that the existence of WPU in the production system of enterprises implementing serial and mass production processes can be of a permanent nature and serve the continuous optimization of the company's production system, while the production program of such WPU can change, among others by taking over the production processes of selected products through an internally organized production unit of the enterprise. The premise for starting the production process in a virtual form with the intention of transferring it later to the company's internal production unit may be the lack of appropriate knowledge resources and willingness to acquire them in the course of cooperation with competent partners, or uncertainty about future environmental conditions or future demand, which determines profitability of investments in the company's internal production potential.

Wstęp

Geneza podjęcia tematu rozprawy

Kondycja przedsiębiorstw przemysłowych ma istotne znaczenie dla gospodarki Polski. W 2016 roku w Polsce w przemyśle prowadziło działalność 31 tys. podmiotów, zatrudniając w sumie 2,2 mln. pracowników. Produkcja sprzedana przemysłu wyniosła 1 042 754 mln. zł. (Główny Urząd Statystyczny, 2017). Działalność przedsiębiorstw przemysłowych jest również jednym z ważniejszych ogniw postępu technologicznego, bezpośredniej i pośredniej kreacji miejsc pracy, stanowi podstawę rozwoju sektora nowoczesnych usług biznesowych oraz posiada dominujący udział w handlu międzynarodowym. Poziom rozwoju przemysłu pozytywnie oddziałuje również na poziom innowacyjności gospodarki (Poniatowska-Jaksch, 2015).

Nie zawsze jednak przemysł postrzegany był jako ważny i wart szczególnej uwagi element systemu gospodarczego. W pierwszym dziesięcioleciu XXIw. polityka gospodarcza w Polsce oraz całej Unii Europejskiej dążyła do ograniczenia roli przemysłu jako przestarzałego sektora gospodarki, na rzecz sektora usług. Wyjątkiem w śród krajów Unii Europejskiej były Niemcy, które w tym czasie własny przemysł aktywnie rozwijały, odpowiednimi narzędziami wspierając firmy małe i średnie, oraz dbając o zapewnienie warunków do dalszego rozwoju firm dużych.

Od 2010 roku uwidoczniły się w polityce Unii Europejskiej zmiany w postrzeganiu roli przemysłu w rozwoju gospodarki, co można dostrzec w przyjętej w 2010 r. „Strategii na rzecz inteligentnego i zrównoważonego rozwoju sprzyjającego włączeniu społecznemu" (Komisja Europeiska, 2010). Dla realizacji jej priorytetów przygotowano m.in. projekt zatytułowany „Zintegrowana polityka przemysłowa w erze globalizacji. Konkurencyjność i zrównoważony rozwój na pierwszym planie" (Komisja Europeiska, 2010). Za cel unijnej polityki przemysłowej stawia się w nim poprawę konkurencyjności przemysłu europejskiego, aby mógł on pełnić funkcję czynnika napędzającego zrównoważony wzrost i zatrudnienie w Europie. W styczniu 2014 r. Komisja Europejska opublikowała komunikat pt. „Działania na rzecz odrodzenia przemysłu europejskiego", a w 2018 r. dokument „Ogólne zasady unijnej polityki przemysłowej" (Komisja Europejska, 2018). W dokumentach tych zwraca się uwagę na konieczność odwrócenia spadkowej tendencji roli przemysłu w gospodarce i osiągnięcie celu

polegającego na wzroście udziału produkcji w PKB do 20% przed 2020 r. (w 2011 r. wynosił on 15,5%). Wysoki udział przemysłu w gospodarce postrzega się w nim jako szansę na stabilny i trwały rozwój gospodarczy.

Współcześnie przemysł wkroczył na drogę dynamicznego rozwoju, w którym dużą rolę odgrywa rewolucja technologiczna, globalna konsumpcja przesuwa się w kierunku krajów rozwijających się, zmieniają się wymagania klientów, pojawiają się zupełnie nowe produkty i technologie (Poniatowska-Jaksch, 2015). Dynamicznie zmienia się otoczenie przedsiębiorstw produkcyjnych, co powoduje, że ich działalność obciążona jest co raz większą niepewnością i ryzykiem. Nasilają się interakcje i powiązania we współczesnym globalnym systemie gospodarczym, w którym produkcja osiąga coraz wyższy stopień internacjonalizacji. Istotnymi zjawiskami obserwowanymi w obszarze produkcji przemysłowej w skali globalnej są również fragmentaryzacja i delokalizacja. Zastosowanie nowych technologii umożliwia sekwencyjne dzielenie dobra czy usługi na pojedyncze zadania oraz wzrost specjalizacji pionowej, co jest tożsame z fragmentaryzacją (Ulbrych, 2017). Podstawowe czynniki kształtujące rozwój przemysłu światowego przedstawiono w tabeli 1:

Tabela 1: Współczesne uwarunkowania rozwoju światowego przemysłu.

Dziedzina	Czynniki
Popyt	• przesunięcia w globalnym popycie w kierunku rynków wschodzących, • rozdrobnienie popytu w kierunku lepszej adaptacji do potrzeb indywidualnych, • wzrost popytu na usługowe modele biznesu powiązane z działalnością produkcyjną.
Czynniki podażowe	• przesunięcia w relatywnych kosztach pracy (wzrost płac w krajach rozwijających się), • braki w podaży talentów, • zmiany w cenach towarów (ceny są często nieprzewidywalne, pewien wpływ na to mają zmiany cen energii i surowców), • koszty energii (jak też i innych surowców, które stanowią tzw. wąskie gardła w gospodarce) i transportu.
Polityka i regulacje	• wsparcie krajowego przemysłu, • regulacje ukierunkowane na bezpieczeństwo, jakość i zrównoważony rozwój, • ochrona własności intelektualnej.
Technologie i innowacje	• pojawienie się nowych materiałów (nanotechnologie, biotechnologie, lekkie materiały, np. kompozyty z karbonu), • wzrost znaczenia wzornictwa, • technologia produkcji (digitalizacja modeli, symulacja, wizualizacja; robotyzacja; projektowanie wspomagane komputerowo – nowe standardy

	w 3D; „zielony" przemysł – poprawa produktywności i zmniejszenie emisji gazów cieplarnianych), • systemy informacyjne (np. big data, wpływa na kreację łańcucha wartości), • modele biznesowe (masowe dostosowanie się do indywidualnych potrzeb klienta; gospodarka kolista – uwzględniająca szerokie wykorzystanie recyclingu; oszczędności w wydatkach innowacyjnych, ale za to w sposób bardziej rozsądny – spadek tempa wzrostu wydatków na innowacje).
Ryzyko i niepewność	• nieprzewidywalność popytu – zmieniają się technologie, gusta, klienci, • nieprzewidywalność cen dóbr, • zmienność kursów walut, • ryzyko łańcucha podaży – tworzą się nowe powiązania biznesowe, wchodzą nowi konkurenci, ze względu na koszty część produkcji zostaje outsourcingowana, • specyficzne ryzyko lokalizacyjne (np. trzęsienie ziemi w Japonii, powodzie, susze itp.), • niepewność kosztów pozyskania kapitału – efekt kryzysu finansowego.

Źródło: (Poniatowska-Jaksch, 2015).

Czynniki takie jak rozdrobnienie popytu, potrzeba adaptacji produktu do indywidualnych wymagań klientów, coraz wyższa złożoność produktów, w tym również pod względem technologii wytwarzania, decydują o tym, że przyszłość rozwoju przemysłu zależy nie tylko od polityki państwa w tym zakresie, lecz także od przedsiębiorstw, które będą potrafiły budować strategię i przewagę konkurencyjną w nowych warunkach konkurencyjności globalnej. Takie możliwości stwarzają innowacje i nowe technologie, które przedsiębiorstwa przemysłowe muszą coraz szybciej i efektywniej wdrażać i przekładać na uzyskiwany wynik finansowy. W 2016 r., tak samo jak w latach poprzednich, Polska znalazła w rankingu Innovation Union Scoreboard w grupie skromnych innowatorów, zamykając ranking wraz z Rumunią, Bułgarią i Horwacją (Komisja Europejska, 2017). W części raportu poświęconej Polsce zaznaczono, że w latach 2006‑2016 nasz kraj jedynie marginalnie poprawił swoje notowania oraz plasuje się poniżej średniej UE, dla większość zastosowanych w rankingu wskaźników innowacyjności. Jako niezbędne dla poprawy sytuacji wskazuje się zwiększenie elastyczność działania i odpowiednie reagowanie na wyłaniające się okazje. Wymaga to jednak nowej wiedzy i umiejętności pracowników i kadry zarządzającej. Przedsiębiorstwa produkcyjne potrzebują specjalistów, których umiejętności wykraczają poza rutynowe czynności zawodowe i wiążą się z wykorzystaniem nowoczesnych technologii komputerowych

i umiejętnościami analitycznymi, a także menedżerów potrafiących zarządzać globalnym łańcuchem wartości w warunkach turbulentnych zmian otoczenia.

W odpowiedzi na nowe warunki otoczenia, określane jako zmienne i nieprzewidywalne, opracowana została koncepcja przedsiębiorstwa zwinnego, potrafiącego szybko dostosowywać się do nowych warunków, a posiadając tą cechę, traktującego zmienne i nieprzewidywalne otoczenie nie tylko jako źródło potencjalnych zagrożeń ale również jako źródło możliwych do zyskownego wykorzystania okazji.

Analiza literatury dokonana przez L. Jin-Hai, A.R. Andersona i R.T. Harrisona umożliwiła wskazanie pięciu podstawowych cech występujących w definicjach objaśniających pojęcie zwinnego wytwarzania (Jin-Hai, Anderson i Harrison, 2003) :

- reagowanie na zmianę i niepewność,
- skupienie na budowaniu kluczowych kompetencji,
- dostarczanie produktów wysoce dopasowanych do wymagań klientów,
- łączenie zróżnicowanych technologii,
- integracja wewnętrzna i zewnętrzna przedsiębiorstwa.

Za podstawę rozwoju koncepcji zwinnej produkcji wskazuje się koncepcję szczupłej produkcji. Szczupłe procesy i szczupła organizacja stanowią podstawę do osiągnięcia zwinności produkcji (Trzcieliński S. , 2011). Szanse w otoczeniu przedsiębiorstwa mogą pojawiać się niespodziewanie i szybko znikać. Im krótszy czas organizacja potrzebuje, aby wykorzystać szanse tym musi być ona szczuplejsza i niejednokrotnie wykorzystywać zewnętrzny potencjał produkcyjny, nawiązując ścisłą współpracę z dostawcami. Najbardziej rozwiniętą formą zwinności jest organizacja wirtualna. Pomiędzy tymi dwoma stanami (organizacją szczupłą i organizacją wirtualną) występują rożne poziomy zwinności (Walczak, 2010).

Organizacja wirtualna określana jest, w jednej z najpopularniejszych definicji, jako krótkotrwałe połączenie współpracujących firm w celu realizacji krótkotrwałej okazji rynkowej, w którym każdy z uczestników dostarcza swoje kluczowe kompetencje w obszarach takich jak: marketing czy produkcja (Presley, Sarkis, Liles i Barnett, 2001), (Presley i Liles, 2001). Pojęcie organizacji wirtualnej zostało wprowadzone przez W. Davidowa i M. Malone'a w publikacji z 1992 roku (Davidow i Malone, 1992). Duże znaczenie dla popularyzacji zagadnienia wykorzystania wirtualnych form organizacji miał opublikowany rok później w czasopiśmie

Business Week artykuł autorstwa J. Byrne, R. Brandt i O. Port (Byrne, Brandt i Port, The Virtual Corporation. Structuring and revitalizing the corporation for the 21st century, 1993). Przedsiębiorstwo wirtualne definiuje się również jako następną generację przedsiębiorstw produkcyjnych, które składają się z rozproszonego zespołu autonomicznych jednostek, związanych przede wszystkim celem opłacalnej obsługi konkretnych klientów i działania w środowisku nagłych i często nieprzewidzianych zmian.

W celu szybkiego zaspokojenia krótkotrwałych okazji pojawiających się na rynku przedsiębiorstwa zwinne stosują wirtualne systemy produkcyjne (Webster i Sugden, 2003), (Darabi, Banerjee i Liang, 2006), (Guisinger i Ghorashi, 2004), (Kuhn, 2006), (Sarkis, Talluri i Gunasekaran, 2007), (Abebe, 2007). Wirtualizacja procesów produkcyjnych niesie korzyści takie jak: usprawnienie prac projektowych w zakresie produktów i procesów, ograniczenie ryzyka związanego z procesami produkcyjnymi, szybszy czas wdrożenia produktu do sprzedaży, łatwiejsza rekonfiguracja systemu produkcyjnego (Webster i Sugden, 2003), (Guisinger i Ghorashi, 2004), (Lau, Wong, Ngai i Hui, 2003). W celu efektywnej integracji i koordynacji pracy podmiotów wchodzących w skład wirtualnego systemu produkcyjnego niezbędne jest zastosowanie odpowiednich strategii i metod z zakresu komunikacji, planowania, szkolenia i strategicznej współpracy (Gunasekaran, 1999), (Davidrajuh, 2003). Produkcję wirtualną określa się jako następną generację systemów produkcyjnych, które składają się z rozproszonego zespołu autonomicznych jednostek, związanych przede wszystkim celem opłacalnej obsługi konkretnych klientów i działania w środowisku nagłych i często nieprzewidzianych zmian. Zwinna firma wykorzystuje wirtualny system produkcyjny do tworzenia tymczasowych sojuszy w celu wytworzenia określonego produktu na określony czas, a następnie rozwiązuje te sojusze gdy cel zostanie zrealizowany (Sarkis, Talluri i Gunasekaran, 2007). Zauważyć można, że w literaturze przedmiotu często łączy się rozważania na temat wirtualnych systemów produkcyjnych z badaniami nad wirtualnymi przedsiębiorstwami, co tworzy wrażenie, że wirtualizacja procesów produkcyjnych implikuje daleko posuniętą wirtualizację przedsiębiorstwa, lub, że skuteczna implementacja rozwiązań wirtualnych w obszarze produkcji możliwa jest wyłącznie w przedsiębiorstwach wirtualnych (o wysokim stopniu wirtualności). W praktyce gospodarczej występują podmioty korzystające z wirtualizacji w różnych obszarach swojej działalności i w różnym stopniu, podobnie jak

występują przedsiębiorstwa o różnym stopniu zwinności w różnych obszarach swojej działalności.

Przyczyną podjęcia przez autora badań nad wirtualnymi systemami produkcyjnymi była powszechność występowania opisanych problemów związanych ze zmiennością otoczenia w przedsiębiorstwach produkcyjnych posiadających produkcję zorganizowaną w klasyczny sposób wewnątrz przedsiębiorstwa i obserwacja pracy wirtualnej jednostki produkcyjnej będącej częścią systemu produkcyjnego przedsiębiorstwa w którym równolegle obok siebie funkcjonowały wewnętrzna i wirtualna jednostka produkcyjna. Bliskość organizacyjna tych dwóch jednostek pozwalała na sprawne dokonywanie porównań ich efektywności w różnych warunkach otoczenia. Przykładem jest sytuacja w której do produkcji wdrożony miał być nowy wyrób. Kierownicy obydwu jednostek produkcyjnych prezentowali możliwości podległych im jednostek w zakresie wymaganej wielkości inwestycji niezbędnych do uruchomienia produkcji, spodziewanych kosztów produkcji i czasu wdrożenia produktu, przy danych zgrubnych szacunkach wielkości zapotrzebowania w czasie. Wdrożenie do produkcji nowego wyrobu odbywało się w jednostce, która przedstawiła korzystniejszą kalkulację pod względem wielkości inwestycji, kosztów produkcji i czasu wdrożenia. Każda z jednostek w naturalny sposób dążyła do wzrostu poprzez zwiększanie wartości swojej produkcji. Program produkcyjny przedsiębiorstwa poddawany był również okresowej analizie. Analiza taka mogła wykazać, że ze względu na nowe warunki dotyczące szczególnie wielkości popytu i dostępności nowych technologii, należy przenieść produkcję rozważanego asortymentu do równoległej jednostki produkcyjnej. Również zmiany w otoczeniu w zakresie dostaw materiałów czy sytuacji na rynku pracy istotnie wpływały na wyniki analiz. Posiadanie dwóch równolegle działających jednostek produkcyjnych (klasycznej i wirtualnej) pozwalało rozważanemu przedsiębiorstwu odnosić korzyści zarówno z rozwoju własnych zasobów produkcyjnych, w obszarach w których było to zasadne, jak również z szerokiego dostępu do zasobów zewnętrznych. Umożliwiało to efektywną realizację produkcji szerokiego programu wyrobów i było źródłem istotnej przewagi konkurencyjnej w zakresie wielkości oferty oraz kosztów produkcji.

Cele rozprawy

Program oferty wielu współczesnych przedsiębiorstw jest bardzo rozbudowany. Obok głównych produktów oferowana jest rozbudowana propozycja produktów komplementarnych, które produkowane są w odmiennych procesach produkcyjnych. Podobna sytuacja ma miejsce również kiedy produkt składa się z wyrobu głównego, wyrobów komplementarnych oraz szeregu usług. Jest ona powszechna w branży budowy maszyn i linii technologicznych. Rdzeniem oferty jest maszyna realizująca proces produkcji. Wyrobami komplementarnymi są materiały eksploatacyjne. Usługami są np. usługi związane ze zdalnym nadzorem nad technologią czy eksploatacją, dostosowaniem oprogramowania maszyny do zakładowego systemu informatycznego, czy specyficznych wymagań branżowych, oferta szkoleń itp. Często zdarza się również, że rozbudowana oferta produktów postrzeganych przez klientów jako podobne, z technologicznego punktu widzenia jest bardzo zróżnicowana, gdyż produkty te powstają z zastosowaniem wielu różnych technologii. Sytuacja taka jest szczególnie popularna w branżach w których istotną rolę odgrywa wzornictwo, takich jak przemysł AGD, tekstylny, czy branży elementów wykończenia wnętrz. W takich przypadkach zasadne wydaje się posiadanie przez przedsiębiorstwo wewnętrznej jednostki produkcyjnej realizującej te procesy produkcyjne w których realizacji przedsiębiorstwo posiada odpowiednie kompetencje tworzące przewagę konkurencyjną i dla których stabilność i przewidywalność zapotrzebowania są na poziomie uzasadniającym prowadzenie wewnętrznych procesów produkcyjnych. Pozostałe procesy mogą być z powodzeniem efektywniej realizowane za pomocą wirtualnych systemów produkcyjnych. Wirtualne systemy produkcyjne mogą występować zatem zarówno jako realizujące zwinną produkcję kompletnej oferty wirtualnego przedsiębiorstwa (przedsiębiorstwa o najwyższym stopniu wirtualizacji), być kompletnym, samodzielnym systemem produkcyjnym, lub być częścią systemu produkcyjnego w skład którego wchodzą klasycznie i wirtualnie zorganizowane podsystemy produkcyjne. W niniejszej pracy wzięto pod uwagę obydwie formy wirtualnych systemów produkcyjnych.

Ponieważ otoczenie przedsiębiorstw przemysłowych jest zmienne i nieprzewidywalne, co uznaje się za trwały meta trend współczesnej gospodarki w skali globalnej (PricewaterhouseCoopers, 2014), a osiągnięcie wysokiego poziomu zwinności jest metodą wytwarzania umożliwiającą uzyskanie w tych warunkach przewagi konkurencyjnej (Hormozi,

2001), **autor zdecydował o podjęciu badań w celu sprawdzenia jak zbudowane są i jak funkcjonują wirtualne systemy produkcyjne tworzone przez polskie przedsiębiorstwa produkcyjne dążące do zwiększenia swojej zwinności.**

Przedmiot badań zdefiniowany został jako zwinność przedsiębiorstw przemysłowych w obszarze produkcji.

Cele pracy można podzielić na:

- poznawcze, zmierzające do wzbogacenia nauk o zarządzaniu poprzez pogłębienie wiedzy na temat przedmiotu pracy (wirtualnych systemów produkcyjnych), zachodzących zależnościach i zjawiskach. Należą do nich:
    - opracowanie istoty wirtualnych systemów produkcyjnych z uwzględnieniem wirtualnych jednostek produkcyjnych funkcjonujących w przedsiębiorstwie równolegle z klasycznie zorganizowaną jednostką produkcyjną,
    - określenie roli wirtualnych systemów produkcyjnych w przedsiębiorstwach produkcyjnych,
    - opracowanie modelu cyklu życia wirtualnego systemu produkcyjnego,
- praktyczne, zmierzające do wsparcia kadry zarządzającej przedsiębiorstw produkcyjnych w podnoszeniu efektywności przedsiębiorstw. Należą do nich:
    - określenie czynników wewnętrznych przedsiębiorstwa produkcyjnego i jego otoczenia wpływających na efektywność wirtualnych systemów produkcyjnych,
    - opracowanie podejść do tworzenia wirtualnych systemów produkcyjnych i zarządzania cyklem ich życia.

Powyższe cele są realizowane poprzez znalezienie odpowiedzi na następujące pytania badawcze:

- jakie czynniki wpływają na decyzję przedsiębiorstw o realizacji produkcji w wirtualnych systemach produkcyjnych,
- z jakich elementów budowane są wirtualne systemy produkcyjne i jakie są funkcje tych elementów,
- jakie cele realizują wirtualne systemy produkcyjne.

Hipotezy

Warto zauważyć, że o ile zarówno zwinność przedsiębiorstw i ich wirtualizacja stanowią przedmiot wielu opracowań naukowych, to wirtualne systemy produkcyjne (nazywane w skrócie WSP lub WPU od wirtual production units), z uwzględnieniem tych będących częścią systemu produkcyjnego przedsiębiorstwa, nie są jeszcze dobrze rozpoznane w literaturze przedmiotu. Jest to stosunkowo nowa problematyka i do tej pory nie zaproponowano uniwersalnego podejścia do wykorzystania wirtualnych systemów produkcyjnych w budowie efektywnych, zwinnych przedsiębiorstw produkcyjnych.

Wirtualny system produkcyjny, określany również mianem wirtualnej sieci produkcyjnej, jest elastyczną konfiguracją różnych przedsiębiorstw produkcyjnych łączonych w jeden system produkcyjny na potrzeby zlecenia produkcyjnego (Skołud, Krenczyk i Olender, 2017).

Wirtualną jednostkę produkcyjną można zdefiniować jako krótkotrwałą część systemu produkcyjnego przedsiębiorstwa nastawioną na realizację okazjonalnych celów (Trzcieliński S. , 2007).

Bazując na badaniach literaturowych i obserwacji empirycznej, **autor stawia i poddaje weryfikacji hipotezę mówiącą, że:**
H0: istnieje taki zestaw warunków w których funkcjonuje przedsiębiorstwo produkcyjne, dotyczących jego otoczenia zewnętrznego, produktu i procesów, który sprawia, że wirtualne systemy produkcyjne są efektywniejszą formą realizacji rozważanych procesów produkcji niż klasycznie zorganizowane wewnętrzne jednostki produkcyjne.
W celu weryfikacji hipotezy głównej postawiono i poddano weryfikacji następujące hipotezy szczegółowe:

- dotyczące otoczenia zewnętrznego przedsiębiorstwa:
    - H1: wysoka zmienność zapotrzebowania na produkt końcowy wzmacnia tendencję do realizacji procesów produkcyjnych w WSP;
    - H2: niska przewidywalność popytu na produkt końcowy wzmacnia tendencję do realizacji procesów produkcyjnych w WSP;
    - H3: niski poziom konkurencyjności rynku produktu gotowego wzmacnia tendencję do realizacji procesów produkcyjnych w WSP;
    - niska podaż wiedzy dotyczącej procesu na rynku pracy wzmacnia tendencję do realizacji procesów produkcyjnych w WSP;

- dotyczące produktu:
    - H4: wysokie rozdrobnienie technologiczne produktu gotowego wzmacnia tendencję do realizacji procesów produkcyjnych w WSP;
    - H5: wysokie zaawansowanie techniczne produktu wzmacnia tendencję do realizacji procesów produkcyjnych w WSP;
    - H6: potrzeba wprowadzania częstych zmian modelu wyrobu gotowego wzmacnia tendencję do realizacji procesów produkcyjnych w WSP;
    - H7: Wysokie wymagania jakościowe dotyczące wyrobu gotowego wzmacniają tendencję do realizacji procesów produkcyjnych w WSP;
    - H8: istnieje tendencja do produkcji wyrobów komplementarnych w WSP;
    - H9: wysoki stopień indywidualizacji wyrobu gotowego wzmacnia tendencję do realizacji procesów produkcyjnych w WSP;
    - H10: małoseryjna lub jednostkowa wielkość produkcji wzmacnia tendencję do realizacji procesów produkcyjnych w WSP;
- dotyczące procesów:
    - H11: wysokie inwestycyjne bariery wejścia wzmacniają tendencję do realizacji procesów produkcyjnych w WSP;
    - H12: niski poziom wiedzy nt. procesu wzmacnia tendencję do realizacji procesów produkcyjnych w WSP;
    - H13: wysoka zmienność intensywności realizacji operacji technologicznej w przedsiębiorstwie wzmacnia tendencję do realizacji procesu w WSP;
    - H14: mała skala realizacji procesu technologicznego wzmacnia tendencję do realizacji procesów w WSP;
    - H15: potrzeba szybkiego wdrożenia procesu wzmacnia tendencję do realizacji procesów w WSP;
    - H16: wysoki poziom zaawansowania technologii wzmacnia tendencję do realizacji operacji technologicznej w WSP.

Układ pracy

Rozprawa ma charakter teoretyczno-empiryczny. W części teoretycznej rozprawy wykorzystane są metody poznania naukowego, w szczególności analiza i synteza, które umożliwiają realizację postawionych celów. Podstawę teoretycznych rozważań stanowi polska oraz zagraniczna literatura zwarta i czasopiśmiennicza oraz źródła elektroniczne. W części empirycznej użyte są materiały pierwotne, takie jak wyniki badań kwestionariuszowych, studia przypadków wybranych przedsiębiorstw, obserwacje oraz spostrzeżenia powstałe na podstawie rozmów z kompetentnymi przedstawicielami praktyki gospodarczej. Przyjęta metoda badań i postawione cele znajdują odzwierciedlenie w konstrukcji rozprawy. Praca podzielona jest na pięć rozdziałów.

W pierwszym z nich przedstawione są rozważania teoretyczne na temat istoty przedsiębiorstwa produkcyjnego prowadzone z perspektywy nauk ekonomicznych oraz nauk o zarządzaniu. Przedstawiono w nim jak przedsiębiorstwo jest postrzegane przez różne teorie ekonomiczne oraz szkoły zarządzania. Przyjęto w nim także na potrzeby pracy definicję przedsiębiorstwa produkcyjnego jako jednostki (podmiotu) prowadzącej działalność gospodarczą, dążącego do zaspokojenia potrzeb innych podmiotów życia społecznego (osób i/lub instytucji) przez wytwarzanie produktów lub świadczenie usług, w którym podstawową częścią działalności gospodarczej są procesy produkcyjne, przy czym działalność ta jest motywowana chęcią uzyskania korzyści majątkowych i prowadzona samodzielnie na własne ryzyko właściciela lub właścicieli. Opisano również zauważoną sprzeczność wymagań względem przedsiębiorstw produkcyjnych zarówno produkujących dobra konsumpcyjne jak również inwestycyjne. Z jednej strony, względem produktu wymaga się od nich coraz wyższej jakości coraz bardziej zaawansowanych wyrobów, co prowadzi do wąskiej i głębokiej specjalizacji, z drugiej strony wymaga się kompleksowej oferty, za którą są szczególnie nagradzane przez rynek. W dalszej części rozdziału wyjaśniono pojęcie procesu produkcyjnego, opisano jego podstawowe elementy, oraz wskazano wady i zalety elastycznych systemów produkcyjnych jako odpowiedzi na zmienne i nieprzewidywalne otoczenie przedsiębiorstwa produkcyjnego.

W rozdziale drugim przedstawiono koncepcję przedsiębiorstwa zwinnego, oraz pojęcie okazji w odniesieniu do zwinności. Przedstawiono cechy zwinnych przedsiębiorstw, podkreślono rolę innowacji w osiąganiu zwinności oraz modele tworzenia zwinności. Zauważono, że różna intensywność cech otoczenia takich jak zmienność czy przewidywalność zapotrzebowania prowadzi do innych optymalnych rozwiązań w zakresie organizacji systemu produkcyjnego. Przedstawiono koncepcję wytwarzania zwinnego oraz produkcji wirtualnej.

W rozdziale trzecim przedstawiono wyniki badań empirycznych przeprowadzonych na próbie 47 procesów produkcyjnych realizowanych w 28 przedsiębiorstwach. Badania przeprowadzono w formie bezpośrednich wywiadów kwestionariuszowych. W wyniku tych badań wyodrębniono czynniki wpływające na tworzenie wirtualnych systemów produkcyjnych i kierowanie do nich procesów produkcyjnych, oraz określono cele jakie realizują wirtualne systemy produkcyjne. Na podstawie analiz przypadków wyodrębniono elementy budowy wirtualnych systemów produkcyjnych. Na podstawie wyników badań udzielono odpowiedzi na postawione w rozprawie pytania.

W rozdziale czwartym zaprezentowano praktyczne implikacje wyników badań dla przedsiębiorstw produkcyjnych. Zaproponowano różne modele ewolucji wirtualnych systemów produkcyjnych w zależności od celu dla jakiego zostały powołane. Wyróżniono wirtualne systemy produkcyjne powoływane do realizacji procesów produkcji jednostkowej i małoseryjnej, oraz do realizacji produkcji seryjnej i masowej oraz przedstawiono ich cechy. Zaprezentowano model transferu procesów produkcyjnych z WSP do wewnętrznej jednostki produkcyjnej, oraz określono przesłanki do realizacji takiego transferu.

W rozdziale piątym podsumowano uzyskane wyniki, wskazano na potrzebę dalszych badań i zaproponowano ich kierunki.

1. Efektywne przedsiębiorstwo produkcyjne – ujęcie klasyczne

1.1. Wybrane teorie przedsiębiorstwa

Na potrzeby dalszych rozważań dotyczących wirtualnych systemów produkcyjnych, należy w pierwszej kolejności zdefiniować pojęcie przedsiębiorstwa produkcyjnego, określić cel jego istnienia oraz wskazać główne związki przedsiębiorstwa z otoczeniem. Za podstawowe wskazać należy pojęcie przedsiębiorstwa.

Literatura podaje wiele różnorodnych definicji przedsiębiorstwa, w których podkreślane są inne jego aspekty. W dużej mierze sytuacja ta spowodowana jest różnym spojrzeniem na przedsiębiorstwo różnych dyscyplin nauki. Kodeks cywilny przedstawia przedsiębiorstwo od strony zasobów, definiując je w artykule 55. jako „zorganizowany zespół składników niematerialnych i materialnych przeznaczonych do prowadzenia działalności gospodarczej" (Gornowicz, Romaniuk i Szczubełek, 2014).

Inne podejście do omawianego pojęcia eksponuje jego instytucjonalny aspekt. Przez instytucję zwykle rozumie się zorganizowaną całość, która posiada:

- zespół ludzi powołanych do realizacji określonych celów,
- odpowiednie środki rzeczowe, niezbędne do realizacji tych celów,
- zorganizowany charakter powodujący, że elementy składowe współprzyczyniają się do realizacji celów,
- określony stopień i sposób formalizacji wyrażający się w postaci zasad, zwyczajów lub norm dotyczących jej organizacji i funkcjonowania.

Przez wyodrębnienie instytucjonalne przedsiębiorstw w gospodarce rozumie się rolę przedsiębiorstw w podporządkowaniu się strukturze złożonej z powiązanych ze sobą i uzupełniających się zasad oraz reguł określających ramy stosunków transakcyjnych , a także mechanizmu ich przestrzegania (Klimczak, 2004), decydujących o alokacji i wzroście, podziale i ładzie, kreacji i rozwoju, rewitalizacji i trwałym rozwoju oraz preferencjach i wartościach (Noga, 2011).

Przez wyodrębnienie organizacyjne rozumie się szersze podejście przedstawiające organizacje jako instytucję oraz ludzi ją tworzących i w niej działających (North, 1990). Arrow

definiuje organizację jako grupę jednostek zmierzających do realizacji wspólnego celu, albo inaczej mówiąc do maksymalizacji funkcji celu (Arrow, 1985).

W socjologii rozpatruje się przedsiębiorstwo jako kategorię społeczną, interesując się przede wszystkim występującymi w nim grupami społecznymi i stosunkami między zatrudnionymi, zachowaniami ludzi i ich motywacjami, stopniem integracji załogi i identyfikowania się pracowników z przedsiębiorstwem. Socjologia analizuje również funkcje, jakie przedsiębiorstwo pełni w szerszych stosunkach społecznych (Godziszewski, Haffer, Stankiewicz i Sudoł, 2011).

Określenie celu przedsiębiorstwa, wyjaśnienie jego związków z otoczeniem oraz opis zasad jego funkcjonowania to główne wyzwania z jakimi mierzą się ekonomiczne teorie przedsiębiorstw. Zwięzły ich podział wyróżnia następujące teorie:

- neoklasyczną,
- menedżerskie,
- behawioralne,
- praw własności,
- agencji,
- kosztów transakcyjnych.

Teoria neoklasyczna jest fundamentalną teorią przedsiębiorstw na gruncie nauk ekonomicznych. Zajmuje się ona relacjami jakie zachodzą pomiędzy przedsiębiorstwem a światem zewnętrznym, pomijając przy tym procesy, które zachodzą wewnątrz przedsiębiorstwa. Główny nacisk kładziony jest w niej na problem alokacji zasobów oraz alokacji gotowych wyrobów na rynku za pośrednictwem mechanizmu cenowego. Samo przedsiębiorstwo jest w niej postrzegane jako automat (nie jest instytucją ani organizacją) i opisane przez funkcje produkcji, kosztów i zysków. Teoria neoklasyczna przyjmuje szereg upraszczających założeń takich jak (Gorynia, 1998) :

- atomizacja rynku po stronie popytu i podaży,
- homogeniczność produktów danej branży,
- swoboda tworzenia i likwidacji przedsiębiorstwa bez ponoszenia kosztów,
- pełna racjonalność producenta,
- bierna rola rządu,

- doskonała podzielność zasobów,
- doskonała mobilność czynników wytwórczych,
- doskonała informacja, co oznacza brak asymetrii informacyjnej.

Ponieważ neoklasyczna teoria przedsiębiorstwa, pomijając procesy zachodzące wewnątrz przedsiębiorstwa, przyjmując szereg upraszczających założeń i nie uwzględniając zjawisk takich jak: niepewność, asymetria informacyjna, ograniczona racjonalność, oportunizm czy specyfika aktywów, nie wyjaśnia wielu praktycznych problemów działalności przedsiębiorstw, na gruncie ekonomii powstawały kolejne teorie.

Teorie menedżerskie uchylają niektóre założenia teorii neoklasycznej, takie jak: doskonała konkurencja, dążenie do maksymalizacji zysku, jednoosobowa własność i uwzględniają procesy zachodzące wewnątrz przedsiębiorstwa, oraz podkreślają rolę konfliktu interesów pomiędzy akcjonariuszami i menedżerami. Działania menedżerów w świetle tych teorii dążą przede wszystkim do maksymalizacji sprzedaży, wzrostu i jak największego ograniczenia konkurencji poprzez rozwój przedsiębiorstwa, fuzje i przejęcia, uwzględniając jednocześnie ograniczoną racjonalność tych działań spowodowaną brakiem pełnej informacji (Lichtarski, 1999).

Teorie behawioralne w znacznej części nawiązują do teorii menedżerskich. Obrazują one złożoność przedsiębiorstwa i jego zachowań, przedstawiając sprzeczność i zbieżność interesów różnych interesariuszy oraz ich zachowania uwarunkowane zasobami i kompetencjami (Noga, 2011).

Teorie praw własności, agencji i kosztów transakcyjnych zauważają, obok mechanizmów rynkowych, istotną rolę instytucji w działaniu przedsiębiorstw, dając impuls do powstania nowej teorii instytucjonalnej przedsiębiorstwa. Wprowadzają również pojęcie kosztów transakcyjnych takich jak koszty poszukiwania i przetwarzania informacji, zawierania transakcji czy monitorowania i egzekucji zobowiązań, które wpływają na alokację zasobów.

Bardziej rozbudowany podział teorii przedsiębiorstw obejmuje następujące pozycje (Noga, 2011):

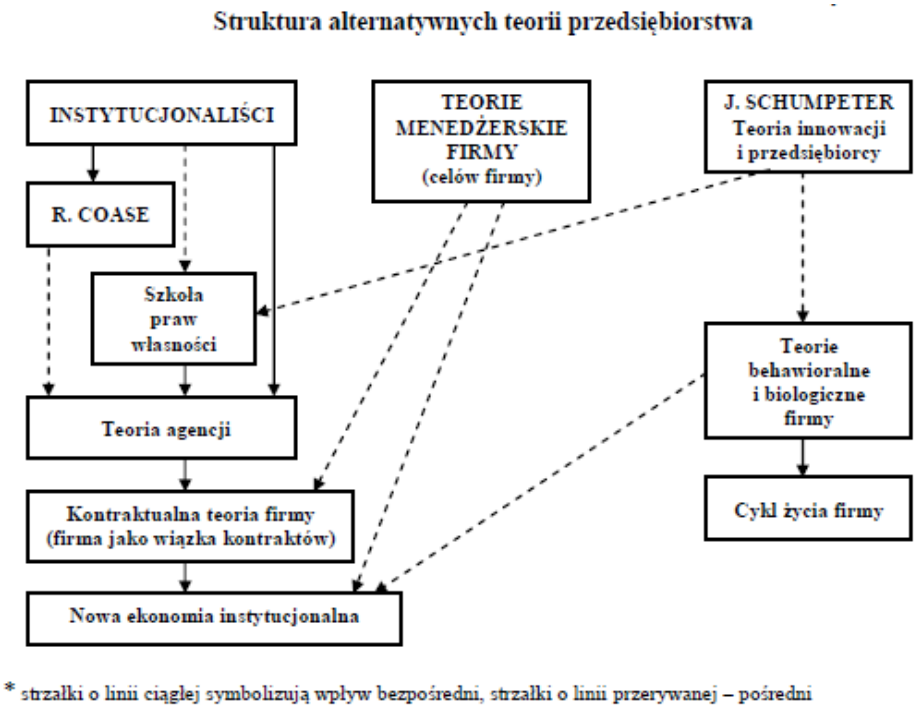
- konsumpcyjna teoria przedsiębiorstwa – historyczną, instytucjonalną i organizacyjną istotę przedsiębiorstwa wyprowadza ze specjalizacji gospodarstwa domowego,

- neoklasyczna teoria przedsiębiorstwa – tworzy teorię przedsiębiorstwa na podstawach matematycznych, agregując zachowania mikroekonomiczne przedsiębiorstw ze stanami makroekonomicznymi gospodarki,
- teoria kosztów transakcji – postrzega przedsiębiorstwo jako jeden z regulatorów gospodarki,
- przedsiębiorcza teoria przedsiębiorstwa (F. Knighta) – uwzględnia indywidualne wizje biznesowe człowieka, jego zdolność do ich kształtowania i korekty,
- innowacyjna teoria przedsiębiorstwa (J. Schumpetera) – uwzględnia indywidualne zdolności kreacyjne człowieka,
- innowacyjna teoria przedsiębiorstwa (J. Schmooklera) – uwzględnia zdolności kreacyjne organizacji,
- agencyjna teoria przedsiębiorstwa – dostrzega asymetrię informacji w przedsiębiorstwie i jej wykorzystywanie przez ludzi,
- teoria przedsiębiorstwa Kenetha Arrowa – uwzględnia złożone korzyści ogólnogospodarcze z uzupełniania regulacji rynkowej przez przedsiębiorstwo,
- teoria przedsiębiorstwa jako organizacji działań podobnych i komplementarnych (G. Richardsona) – uwzględnia technologiczne i branżowe determinanty działalności przedsiębiorstwa,
- kognitywna teoria przedsiębiorstwa (H. Simona) – eksponuje ograniczone możliwości racjonalnych zachowań ludzi,
- informacyjna teoria przedsiębiorstwa (M. Aokiego, I. Nonaki, H. Takeuchiego) – postrzega wiedzę jako kluczowy czynnik wytwórczy współczesnej gospodarki,
- kooperacyjna teoria przedsiębiorstwa – dostrzega konsekwencje decyzji jednych przedsiębiorstw na zachowanie innych,
- teoria dominacji przedsiębiorstwa (F.Perroux) – identyfikuje źródła siły i władzy w gospodarce,
- konwencyjna teoria przedsiębiorstwa – uwypukla wpływ umowności, zwyczajów, kultury, wartości, wierzeń i opinii na zachowanie przedsiębiorstw,
- teoria zasobów i kompetencji – ukazuje spójność między stroną zasobową (materialno-pieniężną) i stroną informacyjno-regulacyjną działalności przedsiębiorstwa,

- ewolucyjna teoria przedsiębiorstwa – uwzględnia wpływ dotychczasowego rozwoju (historii) oraz perspektywy na zachowanie przedsiębiorstw,
- finansowa teoria przedsiębiorstwa – analizuje zachowanie przedsiębiorstw jako uczestników różnych rynków (produktów, inwestycyjnego, pracy, kapitałowego, finansowego),
- inwestycyjna teoria przedsiębiorstwa (A. Chandlera) – postrzega przedsiębiorstwo jako zespół zdolności organizacyjnych pozwalających zorganizować inwestycje,
- teoria opcji realnych – postrzega przedsiębiorstwo jako „ubezpieczyciela" projektów inwestycyjnych, utrzymującego wysoką rentowność dla której rynek jest zagrożeniem,
- teoria przedsiębiorstwa wynikająca z teorii praw własności – identyfikuje istotę przedsiębiorstwa przez pryzmat jego interesariuszy, wyjaśnia rolę własności w determinowaniu istoty przedsiębiorstw,
- fordowsko-marksowska teoria przedsiębiorstwa – opisuje ewolucję relacji między kapitałem a pracą, która reguluje gospodarkę,
- menedżerskie teorie przedsiębiorstw – podkreśla rolę kadry menedżerskiej i profesjonalizacji zarządzania w kreowaniu uporządkowanego systemu gospodarczego,
- behawioralna teoria przedsiębiorstwa – ukazuje złożony wpływ zróżnicowanych interesów wewnątrz przedsiębiorstwa oraz interesów zewnętrznych uwarunkowanych zasobami i kompetencjami,
- ekologiczna teoria przedsiębiorstwa – eksponuje znaczenie otoczenia w którym przedsiębiorstwo funkcjonuje na jego funkcjonowanie i rozwój,
- teoria kosztów transakcji specyficznymi aktywami (O. Williamsona) – podkreśla znaczenie przedsiębiorstwa jako najinteligentniejszego regulatora gospodarki, zdolnego do łączenia cech regulacyjnych różnych instytucji. Przedstawia przedsiębiorstwo jako koordynatora gospodarki minimalizującego koszty transakcji,
- teoria przedsiębiorstwa jako decydenta w niekompletnych kontraktach – zauważa, że kontrakty nie przewidują wszystkich potencjalnych zdarzeń jakie mogą wystąpić podczas ich realizacji, a zadaniem przedsiębiorstwa jest kontrola realizacji kontraktów i interwencja w sytuacjach nieprzewidzianych,

- teoria przedsiębiorstwa zdeterminowanego przez kapitał intelektualny – postrzega kapitał intelektualny jako determinantę wartości przedsiębiorstwa oraz jego roli koordynującej w gospodarce.

Strukturę teorii przedsiębiorstwa na gruncie nauk ekonomicznych pokazującą wpływ poszczególnych teorii na kolejne przedstawia rysunek 1.



Rysunek 1: Struktura alternatywnych teorii przedsiębiorstwa. Źródło: (Noga, 2011)

Żadna z przedstawionych ekonomicznych teorii nie opisuje przedsiębiorstwa w sposób kompleksowy. Każda z nich zajmuje się jedynie wybranymi parametrami lub funkcjami, starając się określić czynniki determinujące działania przedsiębiorstw i ich otoczenia, nie akcentując które z nich są istotne z punktu widzenia sukcesu, przetrwania bądź upadku przedsiębiorstwa.

Określenie źródeł sukcesu przedsiębiorstwa, oraz stworzenie użytecznych narzędzi służących osiąganiu sukcesu, jest jednym z celów teorii zarządzania. Teoria ta znajduje się pod wpływem teorii ekonomicznych i czerpie z ich dorobku zarówno podczas formułowania własnych teorii, jak miało to miejsce w przypadku analizy strategii przedsiębiorstw rozpoczętej od analizy sił rynkowych przez Portera, jak również podczas wyjaśniania wyników badań nad przedsiębiorstwami, jak miało to miejsce w przypadku wyjaśniania wyników badań Rumelta i Wensleya nad kosztem pozyskiwania udziałów w rynku, gdzie sięgnięto do analizy

ekonomicznej. Na gruncie teorii zarządzania teoria przedsiębiorstwa rozwijana jest jednak, w odróżnieniu od teorii ekonomicznych bazujących na abstrakcyjnych modelach, na podstawie badania procesów zachodzących w realnych przedsiębiorstwach. (Borowski, 2013). Przedsiębiorstwo traktuje się tu jako kategorię organizacyjną, jednostkę zorganizowaną, szczególny przypadek instytucji, do której odnoszą się sformułowane zasady racjonalnej organizacji (Godziszewski, Haffer, Stankiewicz i Sudoł, 2011). W literaturze wyróżnia się przede wszystkim teorię organizacji i zarządzania, teorię przewagi konkurencyjnej, oraz szkoły strategiczne, do których należą: planistyczna, ewolucyjna, pozycyjna oraz zasobów (Obłój, 2014) (Borowski, 2013).

Teoria organizacji i zarządzania skupia przede wszystkim:

- klasyczną szkołę zarządzania, w której wyróżnić możemy nurty: naukowy, administracyjny oraz teorię biurokracji,
- szkołę stosunków międzyludzkich, nazywaną również szkołą behawioralną,
- nową falę.

Początki teorii organizacji i zarządzania łączy się z pracami dotyczącymi naukowej organizacji pracy jakie powstawały na przełomie XIX i XXw. Głównym obiektem badań było stanowisko robocze i całokształt uwarunkowań determinujących jego wydajność. Prekursorem naukowej organizacji pracy był Frederick W. Taylor (1856-1915), który swoje koncepcje oparł na wieloletnich doświadczeniach z pracy w przedsiębiorstwach. Charakterystyczne elementy jego koncepcji to badanie czasu pracy, funkcyjny podział działań zarządczych, normowanie, premie zadaniowe oraz cztery następujące zasady pracy kierownictwa (Hamrol, 1998):

- przyswajanie całej wiedzy praktycznej, którą posiadają pracownicy,
- naukowy dobór robotników, najlepiej nadających się do wykonania danych prac,
- szkolenie i doskonalenie umiejętności robotników,
- bezpośrednia, przyjazna współpraca z robotnikami.

Wśród twórców teorii organizacji i zarządzania w ramach klasycznej szkoły zarządzania, wymienić należy również wybitnego Polaka, Karola Adamieckiego. Jako pierwszy zastosował on metodę chronometrażu, wprowadził pojęcie harmonizacji pracy w czasie, opracował związane z nim narzędzie w postaci harmonogramu, oraz sformułował prawa: harmonii

doboru, harmonii działania organów pracy zbiorowej, harmonii duchowej, optymalnej produkcji, które obok praw podziału pracy (Adam Smith) i koncentracji (Frederik Taylor) stały się teoretycznymi podstawami nauki organizacji i zarządzania. Jako główne zadania organizatorskie Adamiecki wskazywał (Martyniak, 1992):

- harmonijny dobór poszczególnych elementów systemu wytwórczego (prawo harmonii doboru), tak aby spośród wielu możliwości wybrać elementy dotyczące zasobów o najdoskonalszej charakterystyce ekonomicznej z punktu widzenia celu procesu produkcyjnego, a więc takich, które pozwalają realizować produkcję wzorcową;
- sprowadzenie funkcjonowania systemu wytwórczego do zharmonizowania w czasie działań wszystkich elementów systemu (prawo harmonii działania), aby wytwarzać przy jak najmniejszych stratach czasu;
- dbanie o istnienie więzi emocjonalnych pomiędzy pracownikami;
- wyznaczenie wielkości produkcji przy której koszt przypadający na jednostkę jest najmniejszy.

Nadmienić należy, że prace Karola Adamieckiego nad harmonogramowaniem procesów produkcji prowadzone były niezależnie od prac Henryego Gantta. Karol Adamiecki opracował harmonogram w roku 1896, a wyniki swoich prac przedstawił po raz pierwszy w formie odczytu w Towarzystwie Technicznym w Jekatierinosławiu w lutym 1903 roku. Pierwsza publikacja Adamieckiego na ten temat ukazała się w 1931 roku w języku polskim, co wpłynęło na jej ograniczony zasięg i rozpoznawalność twórcy metody (Marsh, 1974). Henry Gantt opracował narzędzie harmonogramowania w latach 1910-1915. Wspomnieć należy jeszcze publikację Hermanna Schurcha z 1912 roku o harmonogramowaniu projektów budowlanych.

Prawo podziału pracy sformułowane przez Adama Smitha mówi o tym, że jeżeli powtarzająca się praca jakiejś jednostki lub zespołu zostanie podzielona w ten sposób, że każdą czynność składową oddzielimy i wykonywać będziemy seriami na wysokim poziomie specjalizacji, to ogólny nakład pracy i zaangażowanych środków wytwórczych zmniejszy się. Prawo podziału bezpośrednio odnosi się do korzyści, które można osiągnąć w wyniki specjalizacji, czyli osiągnięcia wysokich umiejętności w wąskiej dziedzinie. Podział pracy i specjalizację uznaje się za główne siły napędowe gospodarki przemysłowej. Dzięki ich

zastosowaniu zwiększa się wydajność i ogranicza koszty produkcji, tworząc produkcję masową dóbr dostępnych dla dużej liczby klientów (Dołhasz, Fudaliński i Kosala, 2009).

Prawo koncentracji mówi o tym, że jeżeli kilka elementów wykonujących czynności jednakowe (podobne) połączymy w jeden zespół działający razem lub zastąpimy jednym większym organem wykonującym tę samą czynność w ilości równej produkcji wszystkich elementów, to ogólny nakład pracy i środków wytwórczych zmniejszy się.

Drugi nurt szkoły klasycznej nazwany administracyjnym, w przeciwieństwie do naukowej organizacji pracy, koncentruje się na zarządzaniu całą organizacją i jej strukturach. Do czołowych przedstawicieli i twórców tego nurtu zalicza się Henriego Fayola, oraz twórcę teorii biurokracji - Maxa Webera. U podstaw teorii Fayola leży podział całej działalności organizacji gospodarczej na zespoły czynności: technicznych, handlowych, finansowych, ochronnych, rachunkowych i kierowniczych. Zespół czynności kierowniczych zostaje podzielony na. podstawowe funkcje kierownicze: planowania, organizowania, rozkazywania, koordynowania i kontrolowania. Podział ten do dziś jest uznawanym klasycznym standardem. Fayol koncentrował uwagę na zarządzaniu i umiejętnościach kierowniczych, gdyż uważał, że głównie od tych czynników zależy sprawność organizacji. Opracował m.in. czternaście praktycznych zasad sprawnego zarządzania, którymi są (Hamrol, 1998):

- podział pracy, usprawniający wykonanie pracy (np. linia montażowa),
- autorytet formalny, wynikający z uprawnień oraz osobisty - kształtowany wiedzą, umiejętnościami, kulturą itp.,
- dyscyplina, jako poszanowanie i przestrzeganie ustanowionych reguł,
- jedność rozkazodawstwa, polega na otrzymywaniu poleceń tylko od jednego przełożonego celem uniknięcia sprzeczności i naruszenia autorytetu,
- jednolitość kierownictwa, zakłada koncentrację podobnych działań w organizacji w kompetencjach jednego kierownika,
- podporządkowanie interesu osobistego interesowi organizacji,
- wynagrodzenie, sprawiedliwe oraz godzące interesy osobiste i interesy organizacji,
- centralizacja, polega na przemieszczaniu uprawnień i odpowiedzialności na wyższe poziomy zarządzania organizacją,

- hierarchia, oznacza uporządkowanie struktury władzy i podległości w organizacji, od poziomu najwyższego do najniższego,
- lad, oznacza przestrzenno-czasowe porządkowanie zasobów i działalności organizacji,
- odpowiednie traktowanie pracowników (obiektywne, sprawiedliwe, uczciwe, przychylne itp.),
- stabilność personelu, celem uniknięcia niekorzystnych dla organizacji skutków fluktuacji zatrudnienia,
- inicjatywa, polega na zapewnieniu możliwości podejmowania inicjatyw przez pracowników,
- zespołowość, oznacza wytwarzanie poczucia jedności w grupach pracowniczych.

Kierunek administracyjny wiąże się również z pracami niemieckiego uczonego, socjologia, ekonomisty i metodologia nauk społecznych Maxa Webera dotyczącymi biurokracji. Biurokracja jest przedstawiana w nich jako sposób sprawowania władzy oraz typ porządku społecznego, nastawionego na bezosobowość, efektywność i pewność działań. Koncepcję tą określa się najczęściej mianem modelu instytucji biurokratycznej lub koncepcją idealnego typu organizacji, gdyż jest abstrakcyjną konstrukcją opisującą budowę i zasady funkcjonowania instytucji "doskonale racjonalnej", opartej na racjonalnych przesłankach, sprawnej i wolnej od zakłóceń. Jest również modelem, gdyż mimo swej złożoności upraszcza skomplikowany świat organizacji (Koźmiński i Piotrowski, 2004). Model ten został stworzony przez Webera w wyniku analizy organizacji historycznych, a szczególnie organizacji państwa pruskiego na przełomie XVIII i XIX w. Główne założenia idealnej biurokracji mówią, że:

- w organizacji biurokratycznej wszystkie zachowania uczestników są określone przez normy prawne, które tworzą system zasad regulujących działania;
- na strukturę biurokratyczną wpływa prawnie ustalony porządek nastawiony na realizację określonego celu;
- zakres posłuszeństwa uczestników określają obowiązujące normy prawne; jest to posłuszeństwo wobec bezosobowego porządku w którym przepisy zapewniają ciągłość funkcjonowania organizacji (wykluczają bowiem dobrowolność i arbitralność decyzji), wyznaczają sferę kompetencji, zakres władzy, dostępne sankcje i warunki ich stosowania;

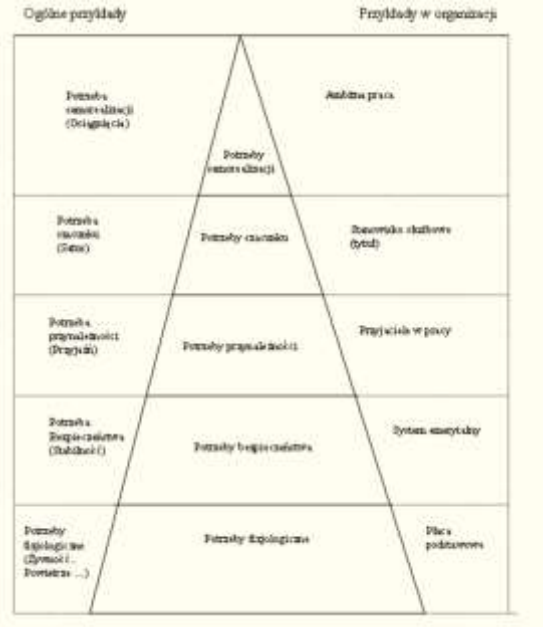
- w organizacji biurokratycznej obowiązuje zasada hierarchii, tj. zwierzchnictwa i podporządkowania;
- hierarchia organizacyjna stanowi układ szczebli kariery otwarty przed każdym, kto spełnia wymagania formalne; hierarchia jest zatem środkiem służącym do osiągania dyscypliny i kontroli zachowań organizacyjnych;
- komunikacja w organizacji biurokratycznej przybiera formy ścisłe określone przez przepisy i opiera się na przepływie i przechowywaniu dokumentów pisemnych;
- konieczność podejmowania szybkich, jasnych i bezstronnych decyzji zwiększa rolę jednoosobowego kierownictwa, które sprawdza się w takich sytuacjach lepiej niż kolegialne (w ten sposób wielkie organizacje biurokratyczne upodabniają się do organizacji armii);
- urzędnicy pozbawieni są prawa własności środków administrowania i prawa zawłaszczania stanowisk, będąc jedynie najemnymi pracownikami (prowadzi to do oddzielenia sfery zawodowej od sfery życia prywatnego);
- urzędnicy nie są właścicielami środków (znajdują się w sytuacji podobnej do robotnika pozbawionego środków produkcji);
- urzędnicy w organizacji biurokratycznej są osobiście wolni, podlegają władzy jedynie w zakresie określonym dobrowolną umowa o pracę i szczegółowymi przepisami związanymi z ich pozycją w hierarchii;
- podstawą selekcji kandydatów na urząd są formalne kwalifikacje zawodowe; urzędnicy są mianowanymi a nie wybierani;
- urzędnicy otrzymają za pracę wynagrodzenia pieniężne, którego wysokość zależy od pozycji jaką zajmują w hierarchii;
- sprawowanie urzędu biurokratycznego jest jedynym lub zasadniczym zawodem urzędnika.

Max Weber zauważał i wskazywał również wady organizacji biurokratycznych. Biurokratyczny porządek prowadzi do wytworzenia u członków organizacji postaw tytularnych i do wytworzenia przepaści między członkami organizacji a jej klientami oraz izolacji warstwy urzędników. Sytuacja ta prowadzi do tzw. błędnego koła biurokracji, gdzie konflikt na styku organizacja - klient powoduje potrzebę kontroli. Kontrola ta powoduje usztywnienie zachowań pracowników organizacji, co z kolei prowadzi do konfliktów. Można jednak

stwierdzić, że w pewnych określonych warunkach rozwiązania biurokratyczne wykazują swoją wyższość nad innymi.

Odmienne podejście prezentuje szkoła stosunków międzyludzkich, zwana również behawioralną. Szczególny nacisk kładzie ona na psychospołeczne zachowania uczestników organizacji, jest więc w pewnym stopniu uzupełnieniem kierunku klasycznego, w którym pomijano obszerną i złożoną problematykę badania indywidualnych i grupowych postaw i zachowań. Wśród wybitnych przedstawicieli wymienia się przede wszystkim E. Mayo, D. McGregora, M. Folleta, H.Münsterberga i A.Maslowa. Przyczynkiem do powstania szkoły behawioralnej był eksperyment E. Mayo przeprowadzony w 1931 roku w zakładach firmy Western Electric w którym badano wpływ natężenia oświetlenia na stanowisku pracy na wydajność robotników. Wyniki eksperymentu wskazywały, że natężenie oświetlenia nie wpływa na wydajność pracy, co sprzeczne było z podstawową wiedzą z tego zakresu. Szukając odpowiedzi na pytanie o przyczynę takich wyników, powiązane je z faktem, że grupa po raz pierwszy była obiektem szczególnej uwagi i przychylnego zainteresowania nadzoru. Eksperyment w Hawthorne doprowadził do wniosku, że jakość stosunków międzyludzkich w miejscu pracy istotnie wpływa na efektywność. W 1943 roku E. Maslow wysunął teorię wg której człowiek jest motywowany przez potrzeby, układające się w hierarchicznej piramidzie.

Teoria A.Maslowa sugeruje, że ludzie muszą zaspokoić pięć podstawowych potrzeb - fizjologicznych, bezpieczeństwa, przynależności, szacunki i samorealizacji, oraz, że potrzeby te układają się sposób hierarchiczny. Oznacza to, że zaspokajanie potrzeb wyższego rzędu ma sens jedynie gdy zaspokojone są potrzeby niższego rzędu (Griffin, 2017).



Rysunek 2: Hierarchia potrzeb wg. A. Maslowa. Źródło: (Griffin, 2017)

Na praktykę zarządzania duży wpływ mają również prace D. McGregor'a. W 1960 roku Mc Gregor zaprezentował dwa przeciwstawne modele pracownika organizacji w relacji do pracy i nazwał ją teorią X - pogląd negatywny i teoria Y - pogląd pozytywny. Teoria X utrzymuje, że ludzie nie lubią pracy i starają się jej w miarę możliwości unikać, więc jakaś forma bezpośredniego nacisku i kontroli musi być wywierana by pracowali efektywnie. Pogląd ten powoduje, że menadżer w oddziaływaniu na personel musi posługiwać się działaniami dyscyplinarnymi. Podlegli pracownicy są pasywni, muszą mieć określone zadania jakie mają wykonać i niechętnie przyjmują odpowiedzialność. Teoria Y przyjmuje odwrotny punkt widzenia. Utrzymuje, że ludzie czerpią satysfakcję ze swojej pracy i pracują z chęcią jeżeli widzą znaczenie swojej pracy oraz daje im ona satysfakcję, mają naturalną skłonność do nowatorstwa i kreatywności. Pracownicy angażują się w osiąganie celów poprzez nagrody za indywidualną inicjatywę i działania. Podejście to podkreśla znaczenie stwarzania możliwości podejmowania odpowiedzialności i decyzji. Kiedy przełożony po obserwacji swoich pracowników przyjmie założenia jednej z teorii, jej założenia realizują się. Kontynuacją teorii X i teorii Y jest teoria Z. Podstawowym założeniem teorii Z jest twierdzenie, że osobowość człowieka jest dynamiczna i dostosowująca się do wymagań zmieniającego się otoczenia. Kiedy kierownik zacznie wyznawać teorię X, rygorystycznie zmuszać pracowników do pracy, to rzeczywiście oni przyjmą taką samą postawę w stosunku do swoich obowiązków i będą robić tylko tyle, ile muszą, żeby dostać swoje wynagrodzenie. Analogicznie, kiedy

kierownik wyznaje teorię Y, pracownicy angażują się w wykonywane zadania, a współpraca jest pozytywnie odbierana przez obie strony.

Osiągnięcia szkoły behawioralnej podważyły pogląd, że pracownicy lub praca są jedynie narzędziami, czy środkiem produkcji, a zwróciły uwagę, że mogą być traktowani jako cenne zasoby organizacji. Krytyka szkoły behawioralnej opiera się na zarzucie podobnym do podnoszonego w krytyce szkoły klasycznej, mówiącym, że nie ujmuje ona całościowo problematyki zarządzania i przyjmuje znaczne uproszczenia. Szkole behawioralnej zarzuca się również opieranie się na nierealistycznych założeniach jako przykład podając, że proponuje ona wyłącznie analizę wyników zamiast ścisłego nadzoru, czy rezygnację z bieżącej obserwacji poczynań pracowników.

Szkoła ilościowo-systemowa, nazywana również szkołą badań operacyjnych, rozwinęła się w czasie II wojny światowej, kiedy naukowcy szukali sposobów wykorzystania dorobku nauk zarządzania i matematyki do optymalizacji rozmieszczenia wojska, zaopatrzenia, doboru drogi czy osłony dla konwojów okrętów. Na rozwój podejścia ilościowego znaczący wpływ miał rozwój technologii obliczeniowej spowodowany rozwojem komputerów (Wagner, 1980). W ramach szkoły ilościowo - systemowej możemy wyróżnić dwa podejścia: ilościową teorie zarządzania obejmującą badania operacyjne oraz analizę systemową.

Ilościowa teoria zarządzania pomaga, za pomocą modeli matematycznych, w podejmowaniu decyzji w sytuacjach złożonych i w warunkach niepewności. Jej charakterystyczne cechy to (Wagner, 1980):

- ukierunkowanie na podejmowanie decyzji,
- możliwość oceny działania na podstawie kryteriów ekonomicznej efektywności; porównanie różnych dopuszczalnych działań musi być oparte na wielkościach mierzalnych, pozwalających w sposób jednoznaczny określić użyteczności oczekiwanego wyniku dla rozpatrywanej organizacji,
- zaufanie do modeli matematycznych; procedury przetwarzania danych powinny być na tyle precyzyjne, aby mogły być opisane i przekazane innemu specjaliście, który z kolei powinien otrzymać te same wyniki przy tych samych danych,

- konieczność stosowania środków technicznych informatyki; warunku tego nie należy traktować tylko jako dezyderatu, ale raczej należy uważać go za konieczność narzuconą przez złożoność modelu matematycznego oraz dużą liczbę przetwarzanych danych.

Ilościowa teoria zarządzania, podobnie jak przedstawiona poniżej analiza systemowa, zyskała dużą popularność dzięki powszechnej dostępności oprogramowania z wysokiej jakości interfejsem ułatwiającym zarówno wprowadzanie danych jak i interpretację wyników, dzięki czemu zniwelowana została bariera obliczeniowa związana głownie z wiedzą z zakresu zaawansowanej matematyki, oraz dynamicznemu rozwojowi technik gromadzenia, przekazywania i przechowywania bardzo dużych ilości informacji.

Analiza systemowa swoje początki zawdzięcza pracom biologa L. Bertalanffego, twórcy ogólnej teorii systemów, oraz cybernetyka N. Wienera. Według tego podejścia organizację można określić jako celowy system składający się z wielu podsystemów, między którymi zachodzą określone relacje (interakcje). Działalność menedżera musi uwzględniać złożoność organizacji jako systemu i wpływu na niego otoczenie (sprzężenie zwrotne między organizacją i otoczeniem). Określenie systemu nie jest jednoznaczne i w literaturze przedmiotu jest stosowanych wiele różnych definicji. Klasyczną definicję systemu poddaje L. Bertalalnffy. System jest to kompleks elementów znajdujących się we wzajemnej interakcji. Popularne jest również określenie, że system jest to zestaw (zbiór) wzajemnie powiązanych elementów funkcjonujących jako całość i powiązań między nimi. Z pojęciem systemu związane jest pojęcie podsystemu, używane, gdy przedmiotem zainteresowania jest nie cała organizacja a tylko jej wybrana część. Podsystemem nazywamy część systemu wyodrębnioną z niego z użyciem określonego kryterium. Pojęcia systemu i podsystemu są pojęciami względnymi, zależnymi od przyjętego odniesienia (Kusa, 2018). Z analizą systemową związane są również pojęcia sprzężenia zwrotnego, czyli oddziaływania sygnałów stanu końcowego procesu, systemu lub układu na jego sygnały referencyjne (wejściowe), polegające na otrzymywaniu przez system informacji o własnym działaniu (efektach własnego działania), oraz efektu synergii opisywanego przez równanie:

$$\sum_{i=1}^{n} E_i < E_c$$

gdzie:

E_i - efekty cząstkowe poszczególnych systemów n-systemów,

E_c - efekt całkowity osiągnięty dzięki pracy n-systemów.

Równanie 1: Efekt synergii. Źródło: (Wagner, 1980).

Współcześnie podejście systemowe w pierwszym rzędzie wykorzystuje takie metody ilościowe jak: symulacje komputerowe, systemy wspomagania decyzji z bazami modeli i systemy eksperckie z bazami wiedzy.

Pojęciem nowa fala (new wave) określa się nurt w zarządzaniu który wykształcił się na początku lat osiemdziesiątych pod wpływem załamania ponad dwudziestoletniej prosperity w wielu wysoko rozwiniętych, przodujących krajach, takich jak USA czy państwa Europy Zachodniej. Obok starych potęg pojawiły się nowe: Japonia, Korea Południowa, Tajwan, Singapur. Na tle trudności jednych firm szczególnie wyraźnie zaczęły się odznaczać sukcesy innych. Charakterystyczną cechą nowego nurtu była fascynacja firmami które odniosły sukces rynkowy, co sprzyjało podejściu sytuacyjnemu i studiowaniu przypadków (case studies). Promowano przede wszystkim obserwację i analizę tych rozwiązań, które efektywnie funkcjonowały w praktyce gospodarczej, oraz zwracano szczególną uwagę na znaczenie wpływu wybitnych jednostek na wszystkich poziomach organizacji. Szczególną popularność wśród propagatorów nowej fali zyskał tzw. Model 7s opracowany przez Watermana i Petersa z firmy McKinsey (Kusa, 2018).

Model 7s wyróżnia siedem elementów, które budują schemat organizacji : system, strategia, struktura, styl zarządzania, kadry, umiejętności i wspólne wartości (Kusa, 2018). Trzy elementy : system, strategia, struktura to tzw. elementy twarde, obejmujące techniczne części organizacji. Elementy takie jak : styl zarządzania, kadry, umiejętności to tzw. elementy miękkie modelu, prezentujące społeczność organizacyjną. Wspólne wartości zajmują miejsce pomiędzy elementami twardymi i miękkimi. Model ten został zmodyfikowany przez R. Pascale i A. Athos, przez zastąpienie elementu wspólnych wartości celami nadrzędnymi.



Rysunek 3: Model 7s. Źródło (McKinsey, 2003)

Dużą popularność zdobyła również lista 8 cech doskonałych przedsiębiorstw opracowana przez Petersa i Watermana, mówiąca, że doskonałe przedsiębiorstwa charakteryzuje:

- skłonność do działania,
- bliski i bezpośredni kontakt z klientem prowadzący do jego maksymalnego zadowolenia,
- autonomia i przedsiębiorczość oznaczające stworzenie warunków samodzielnego działania zespołom zdolnym do inicjatywy,
- wydajność i efektywność uzyskiwana dzięki pracownikom,
- koncentracja na wartościach,
- koncentracja na dziedzinie w której przedsiębiorstwo posiada najwyższe kompetencje,
- niewielki sztab o prostej strukturze,
- współwystępowanie luźnych i sztywnych więzi organizacyjnych.

Peters jest również autorem listy 9 „grzechów" przedsiębiorstwa (Kusa, 2018):

- firmy zbyt często szukają idealnego produktu, zbyt małą wagę przywiązując do kontroli jego wytwarzania;
- zbyt często przedsiębiorstwa nie doceniają wartości dodatkowych danego produktu, takich jak bezawaryjność i serwis;
- zarówno amerykańscy jak i europejscy specjaliści są zbyt mało zainteresowani tym, co dzieje się na zewnątrz ich firm; w odróżnieniu od nich japońscy konstruktorzy wielkich

koncernów pracują od 4 do 6 miesięcy w roku w usługach (serwisie), by lepiej poznać potrzeby klientów;

- firmy zbyt mało inwestują w sprzedaż i obsługę serwisową swych artykułów;
- zbyt wiele uwagi przywiązuje się do pieniędzy, a nie do personelu. Milionowe inwestycje są często akceptowane natychmiast, natomiast decyzje o sfinansowaniu szkoleń – odkładane;
- przedsiębiorstwa nie powinny się koncentrować na „epokowych pomysłach". Drobne zmiany, adaptacje i ulepszenia są najbardziej zyskowne;
- zwlekanie z decentralizacją jego grzechem, który prowadzi do utrzymywania się zbyt sztywnych hierarchii; „półautonomiczne" firmy są bardziej elastyczne i łatwiej powiększają krąg odbiorców;
- firmy zbyt słabo wykorzystują rynki międzynarodowe; nie każdy gotów jest dostosowywać swoje produkty do konkretnych wymagań klientów, czy też tworzyć lokalne sieci serwisowe;
- wraz z rozwojem firmy często zbyt szybko rośnie jej biurokracja; trzeba temu świadomie przeciwdziałać.

Na początku lat 60-tych pojawiła się koncepcja strategii firmy, która obejmowała kategorie produktu i rynku, w obszarze których firma konkuruje, politykę definiującą w jaki sposób konkuruje oraz decyzje na temat alokacji zasobów i podejmowanych w tym zakresie działań. Chronologicznie należało by umieścić tą koncepcję przed nurtem new wave powstałym w latach 80-tych, jednak ze względu na logikę rozważań autor zdecydował się opisać ją w tym miejscu, informując czytelnika o tym fakcie. Prace nad rozwojem koncepcji strategii firmy prowadzono w ramach tzw. szkoły planistycznej. Fundamentalną przesłanką tego podejścia było założenie, że organizacje dzięki budowaniu planów strategicznych mogą i powinny kształtować swoją przyszłość w racjonalny i uporządkowany sposób (Obłój, 2014). To szkole planistycznej zawdzięczamy podział decyzji podejmowanych w przedsiębiorstwie na strategiczne, taktyczne i operacyjne. Decyzje strategiczne przypisane zostały naczelnemu kierownictwu przedsiębiorstwa, gdyż według założeń szkoły planistycznej tylko ono posiadało niezbędną wiedzę dotyczącą stanu całej organizacji oraz warunków otoczenia w jakich organizacja działa a także niezbędne kompetencje. Szkoła ta rozwijała podejście analityczne, formułowała precyzyjną metodologię budowy planów, zapewniała analityczny warsztat

opracowania każdego etapu oraz budowy powiązań pomiędzy poszczególnymi etapami. Proces planowania dzielony był na dwie główne fazy: fazę agregacji danych i budowy planu strategicznego i fazę dezagregacji, polegającej na budowie planów niższego poziomu, czyli funkcjonalnych planów produkcji, finansów, zaopatrzenia, zatrudnienia itd. W myśl zasad szkoły planistycznej budowanie strategii jest zdyscyplinowanym, formalnym procesem. Przedstawiciele tej szkoły posługiwali się wieloelementowymi, skomplikowanymi schematami procesowymi, obrazującymi formalny proces planowania, oraz rozbudowanymi narzędziami takimi jak szczególnie popularna analiza SWOT, którą uznaje się za podstawę analityczną budowy planów strategicznych. W ujęciu planistycznym strategia to taki zbiór decyzji planistycznych, który zapewnia realizację celów, biorąc pod uwagę uwarunkowania tworzone przez zagrożenia, szansę, silne i słabe strony. Prawdziwie skuteczna strategia, bazując na silnych stronach firmy i neutralizując wpływ słabych, zapewnia jej wykorzystanie szans i uniknięcie zagrożeńc.

Szkoła planistyczna uznana jest za fundamentalną szkołę na gruncie teorii zarządzania. Jej znaczenie można porównać do roli jaką odgrywa szkoła neoklasyczna w teorii ekonomii. Krytyka szkoły planistycznej ze strony zarówno teoretyków jak i praktyków zarządzania opiera się na (Obłój, 2014):

- zarzucie mówiącym, że proces planowania w myśl szkoły planistycznej jest zbyt scentralizowany, a przez to niemożliwe jest osiągnięcie wysokiego poziomu zaangażowania pracowników w jego realizację,
- zarzucie mówiącym, że precyzyjne planowanie ogranicza elastyczność działania przedsiębiorstwa; złożona konstrukcja planu i jego pracochłonność powodują silny opór przed jego zmianą nawet w sytuacji, kiedy otoczenie w którym funkcjonuje przedsiębiorstwo zmieniło się na tyle, że wcześniejsze plany stały się bezwartościowe,
- zarzucie mówiącym, że w rzeczywistych warunkach planowanie w przedsiębiorstwie nie jest procesem technicznym i obiektywnym, ale obciążone jest wieloma konfliktami wewnątrz przedsiębiorstwa i związanymi z nimi zabiegami, które ograniczają jego skuteczność, a naczelne kierownictwo nie posiada pełnej wiedzy o organizacji którą kieruje,

- zarzucie mówiącym, że rygorystyczna kontrola efektów związana z procesem planowania ogranicza skłonność do ryzyka, utrudnia reakcję na nieprzewidziane zmiany i ogranicza kreatywność.

W nawiązaniu do zarzutów stawianych szkole planistycznej powstała **szkoła ewolucyjna**, która opisywała sprawnego menedżera z powodzeniem zarządzającego przedsiębiorstwem jak (Obłój, 2014) o, (Kusa, 2018):

- stale zdobywającego informacje na temat firmy i jej otoczenia, w dużej mierze z nieformalnych źródeł, z pominięciem struktury organizacyjnej i procedur,
- koncentrującego swoją uwagę i działania na niewielkiej liczbie najistotniejszych spraw,
- sprawnego polityka, dobrze poruszającego się w skomplikowanej strukturze władzy formalnej i nieformalnej istniejącej w organizacji, unikając przy tym bezpośrednich starć i nacisków,
- formułującego precyzyjne cele na użytek otoczenia (np. akcjonariuszy), pozostawiając jednak dużą swobodę działania wewnątrz firmy w zakresie zarówno ustalania celów jak również ich realizacji,
- na bieżąco, stopniowo budującego strategię organizacji, co może trwać kilka lat, a pod wpływem nowych informacji modyfikującego jej elementy, dostosowując ją do aktualnych warunków, rozumiejąc, że niemożliwe było przewidzenie wszystkich istotnych z punktu widzenia strategii zdarzeń.

Ważnym osiągnięciem szkoły ewolucyjnej było wykazanie, że organizacja ma skłonność do budowania wzorców zachowań. Jeżeli wzorce te prowadzą do sukcesów w jakimś okresie czasu, silnie utrwalają się w organizacji. Jeżeli zmienią się warunki otoczenia, nawet w sytuacji, gdy oczywiste stanie się, że stare wzorce nie będą skuteczne, wdrożenie nowej, niezgodnej ze starymi wzorcami strategii napotka silny opór.

Podstawowy zarzut pod adresem szkoły ewolucyjnej dotyczył tego, że opierając się na studiach przypadków badała jedynie firmy odnoszące spektakularne sukcesy, przywiązując znacznie mniejszą wagę do badania firm które upadły . Konkluzje praktyczne i teoretyczne z badań studium przypadku powinny, zgodnie z rygorystycznym rozumieniem metodologii studium przypadku, odnosić się tylko do przebadanych firm. Przejście od opisu konkretnej

firmy do dyrektyw praktycznych jest trudne, i nie buduje przewagi rynkowej organizacji która takie dyrektywy zamierza wdrożyć. Należy pamiętać, że celem praktyków zarządzania nie jest zrobienie czegoś dobrze, ale zrobienie tego lepiej, w sposób który pozwoli organizacji osiągnąć przewagę konkurencyjną. Naśladownictwo ma w takim przypadku ograniczone zastosowanie. Jeżeli jednak celem organizacji jest osiągnięcie stanu który do tej pory nie został przez konkurencyjną firmę osiągnięty, to należy taki stan określić (wymyślić), i określić plan osiągnięcia tego stanu. W uproszczeniu działanie takie opiera się na postulowanych przez szkołę planistyczną scenariuszowych wizjach przyszłości. Kolejny zarzut dotyczy długiego czasu kształtowania się strategii jeżeli proces ten odbywa się w myśl szkoły ewolucyjnej. W walce o przetrwanie na konkurencyjnym rynku czas jest zasobem deficytowym, a firma bez jasnego planu działania, czekająca na jego wykrystalizowanie się w bliżej nieokreślonej przyszłości, jest szczególnie narażona na skuteczne ataki ze strony konkurencji. Trzeci z zarzutów dotyczy założenia przyjętego przez szkołę ewolucyjną, mówiącego, że przedsiębiorstwo ma naturalną zdolność efektywnego uczenia się, lub zdolność taką w naturalny sposób nabywa podczas swojego funkcjonowania. Badania wykazały jednak, że zdolność ta nie jest w naturalny sposób nabywana przez przedsiębiorstwo, ale jest efektem zaplanowanego, zorganizowanego działania, a osiągnięcie i utrzymanie tej zdolności jest dużym sukcesem.

Szkoła pozycyjna powstała na gruncie badań profesora Portera, a głównym tematem jej dociekań jest osiąganie przez przedsiębiorstwo przewagi konkurencyjnej. Nazwa szkoły odnosi się do jej fundamentalnego założenia mówiącego, że źródłem sukcesu przedsiębiorstwa jest umiejętność radzenia sobie z pięcioma siłami (siłą nabywców, siłą dostawców, zagrożeniami ze strony konkurentów, zagrożeniami ze strony substytutów, oraz charakterystyką walki konkurencyjnej w sektorze), decydującymi o pozycji przedsiębiorstwa w sektorze (Borowski, 2013). W myśli szkoły pozycyjnej strategia przedsiębiorstwa jest narzędziem służącym budowaniu przewagi konkurencyjnej przedsiębiorstwa, a ta z kolei jest źródłem jego sukcesu rynkowego i ekonomicznego. Przedsiębiorstwo musi poradzić sobie nie tylko ze swoją bezpośrednią konkurencją, lecz także z zagrożeniami ze strony nabywców, dostawców, producentów dóbr substytucyjnych oraz zagrożeniami specyficznymi dla sektora w którym działa. Wybór sektora działalności przedsiębiorstwa wskazywany jest jako ważny element jego strategii, gdyż układ sił w każdym z sektorów jest inny, w różnym stopniu korzystny dla przedsiębiorstwa, sprzyjający osiąganiu przez nie przewagi konkurencyjnej.

Osiągnięciem szkoły pozycyjnej jest również wprowadzenie pojęcia łańcucha wartości, ujawniającego najbardziej efektywne miejsca tworzenia wartości dla klienta i firmy oraz miejsca najbardziej kosztowne (Obłój, 2014).

Szkołę tą charakteryzują rygor analityczny i dyscyplina organizacyjna procesu budowy strategii, z jednoczesnym uwzględnieniem ograniczonych możliwości analitycznych menedżerów dotyczących złożonych i dynamicznie zmieniających się sytuacji w otoczeniu. Szkoła ta posługuje się prostymi modelami o dużej wartości aplikacyjnej.

Jak widać z powyższych pobieżnych opisów szkół i teorii zarządzania, postrzeganie źródeł sukcesu przedsiębiorstwa ewoluowało w czasie, wraz ze zmieniającym się otoczeniem i rozwojem wiedzy z zakresie nauk o zarządzaniu. Zdaniem autora nie należy z powyższego wyciągać prostego wniosku, mówiącego, że nie udało się nauce o zarządzaniu do tej pory znaleźć źródeł sukcesu przedsiębiorstw. Wysoce aplikacyjny charakter osiągnięć tej nauki powoduje powszechne nią zainteresowanie praktyków zarządzania. Sprawna i powszechna aplikacja danego osiągnięcia powoduje, że przestaje ono być źródłem przewagi (warunkiem wystarczającym osiągnięcia sukcesu), a staje się powszechnie znanym warunkiem koniecznym do osiągnięcia sukcesu przez przedsiębiorstwo. Można zatem w skrócie powiedzieć, że rozwój nauki o zarządzaniu zmienia otoczenie w jakim działają przedsiębiorstwa (wraz z rozwojem innych obszarów wiedzy), tworzy nowe, nieznane dotąd warunki ich funkcjonowania, co implikuje potrzebę dalszych badań i rozwoju nauki o zarządzaniu. Innymi słowy, jeżeli wiedza jest jednym z elementów otoczenia przedsiębiorstwa, to rozwój nauki o zarządzaniu, tworzenie nowej wiedzy i jej upowszechnienie zmienia warunki otoczenia w jakich funkcjonują przedsiębiorstwa na nowe, dotąd nieznane, rodzi się więc potrzeba nowych badań i odkrywania nowej wiedzy.

Na potrzeby dalszych rozważań przyjmuje się, ze przedsiębiorstwo jest to jednostka (podmiot) prowadząca działalność gospodarczą, dążąca do zaspokojenia potrzeb innych podmiotów życia społecznego (osób i/lub instytucji) przez wytwarzanie produktów i/lub świadczenie usług, przy czym działalność ta jest motywowana chęcią uzyskania korzyści majątkowych i prowadzona samodzielnie na własne ryzyko właściciela czy właścicieli (Godziszewski i inni, 2011, s.39).

1.2. Przedsiębiorstwo produkcyjne

Przedsiębiorstwo produkcyjne to przedsiębiorstwo którego podstawową częścią działalności gospodarczej są procesy produkcji.

Przez pojęcie produkcji rozumie się zespół skoordynowanych procesów pracy, w których świadoma i celowa działalność ludzka, czyli praca przekształca przedmioty pracy w produkty (wyroby i usługi), używając do tego środków pracy (Pasternak, 2005). Z produkcyjno-organizacyjnego punktu widzenia produkcja jest procesem, w którym w kolejnych operacjach technologicznych (operacje obróbkowe, montażowe) następuje zmiana kształtu bądź właściwości mechanicznych wyrobu. Tym samym pojęcie produkcji może być utożsamiane z pojęciem procesu produkcyjnego. Środowisko w którym realizowana jest produkcja nazywamy systemem produkcyjnym, który stanowi celowo zaprojektowany i zorganizowany układ materiałowy, energetyczny i informacyjny eksploatowany przez człowieka oraz służący wytwarzaniu określonych produktów, czyli wyrobów i usług, w celu zaspokajania różnorodnych potrzeb konsumentów (Szatkowski, 2016).

Proces produkcyjny to całokształt zjawisk i celowo podejmowanych działań, które sprawiają, że w przedmiocie pracy poddanych ich oddziaływaniu stopniowo zachodzą pożądane zmiany. Kumulując się, powodują one sukcesywne nabieranie przez przedmiot cech przybliżających go i upodabniających do zamierzonego wyrobu. Osiągnięcie wszystkich wymaganych cech w oczekiwanym wymiarze oznacza zakończenie procesu produkcyjnego. Głównym obszarem działalności przedsiębiorstwa produkcyjnego jest wytwarzanie dóbr użytkowych w ich konkretnej (rzeczowej) postaci, a powodem uzasadniającym uruchomienie produkcji – istnienie potrzeb, których zaspokojeniu ma służyć wytwarzany wyrób. Proces produkcyjny należy traktować szeroko, ponieważ w jego skład wchodzą, oprócz procesu wytwórczego, procesy badań i rozwoju, procesy dystrybucji oraz obsługi klienta (Gornowicz, Romaniuk i Szczubełek, 2014). Różnorodność działań wykonywanych w sferze produkcyjnej sprawia, że nie istnieje ogólny zestaw reguł i prawidłowości, którymi można by z powodzeniem objąć wszystkie elementy tego zbioru. Oznacza to konieczność uporządkowania znanych procesów produkcyjnych i wyodrębnienia grup działań o podobnych cechach, podlegających konkretnym, wspólnym dla całego podzbioru zasadom. Temu celowi służą klasyfikacje. Układy klasyfikacyjne zależą od przyjętego kryterium podziału procesów produkcyjnych (Liwowski i Kozłowski, 2007).

PROCES PRODUKCYJNY				
Proces badań i rozwoju	Proces wytwórczy			Proces dystrybucji i obsługi klienta
· Rozpoznanie potrzeb klientów, · gromadzenie kapitału i finansowanie prac rozwojowych, · prognozowanie i planowanie rozwoju przedsiębiorstwa, · opracowanie strategii firmy, · przygotowanie produkcji, · przygotowanie zasobów, · analiza doskonalenia procesów i produktów, · analiza zmian potrzeb klientów.	**Podstawowy** Przetwarzanie czynników produkcji w wyroby. (projektowanie produktu oraz procesów wytwórczych, produkcja)	**Pomocniczy** Eksploatacja maszyn, zasilanie energetyczne i materiałowe, usuwanie odpadów.	**Obsługi** Obsługa administracyjna, utrzymanie czystości, ochrona obiektów, BHP.	· Przygotowanie produktów do dystrybucji · dystrybucja produktów · serwis sprzedanych produktów · recykling i regeneracja · obsługa cykli życia produktu

Rysunek 4: Proces produkcji (Pająk, 2009)

Procesy wytwórcze mogą być klasyfikowane również wg innych kryteriów, takich jak: techniki wytwarzania, cech technologicznych, stosowanych środków pracy oraz faz technologicznych. Podział procesów wytwórczych wg wymienionych kryteriów przedstawiono w poniższej tabeli.

Tabela 2: Podział procesów wytwórczych.

Kryterium podziału/Rodzaj procesu wytwórczego	**Istota procesu wytwórczego**
Techniki wytwarzania:	
Procesy wydobywcze	Pozyskiwanie dóbr materialnych z ziemi, wody i powietrza: wydobywanie węgla, ropy naftowej; również pozyskiwanie drewna z lasu, połowy ryb; pozyskiwanie z powietrza gazów np. azotu, helu.
Procesy przetwórcze	Przetwarzanie surowców na zupełnie inne produkty o zmienionych właściwościach fizykochemicznych: przerób ropy naftowej, hutnictwo, przetwarzanie surowców energetycznych w niezbędne postacie energii.
Procesy obróbcze	Powodowanie zmiany kształtów i cech powierzchni lub struktury wewnętrznej wyrobów z rożnych materiałów. W procesach obróbkowych stosowane są operacje:

	kształtowania, obróbki cieplnej lub cieplno-chemicznej, obróbki powierzchniowej oraz fizyko-chemicznej.
Procesy montażu	Mają na celu złożenie produktu z dwu lub większej liczby elementów.
Procesy naturalne i biotechnologiczne	Powodują zmiany struktury oraz zmiany właściwości materiałów. Zalicza się do nich procesy polegające na wykorzystaniu organizmów czynnych biologicznie do wytwarzania produktów w wyniku tzw. biotechnologii.
Stopień złożoności procesu	
Proste	Stosowane w produkcji wyrobów jednorodnych i o niskim stopniu złożoności.
Złożone	Stosowane w produkcji o wysokim stopniu złożoności. Produkt wykonywany jest zazwyczaj w obrębie kilku faz technologicznych.
Stosowane środki pracy	
Ręczne	Wytwarzanie odbywa się za pomocą narzędzi ręcznych, zasilanych energią mięśni człowieka.
Maszynowe	Produkcja wyrobów z wykorzystaniem maszyn i urządzeń zasilanych energią zewnętrzną względem człowieka (elektryczną, mechaniczną).
Aparaturowe	Procesy wytwórcze mają charakter fizykochemiczny i są wykonywane w instalacjach w sposób ciągły.
Faza technologiczna	
Faza przygotowawcza	Obejmuje proces wytwarzania surowców lub półfabrykatów przeznaczonych do dalszego przetwarzania.
Faza wytwórcza	Podstawowy proces przetwarzania przedmiotów pracy.
Faza końcowa	Obejmuje procesy wykańczania wyrobów, kontroli jakości oraz pakowania.

Źródło: (Rogowski, 2010).

Częścią procesu wytwórczego jest proces technologiczny, do którego zaliczamy wszystkie działania które mają tak przekształcać cechy przedmiotu pracy, aby w rezultacie zmienić jego postać z materiału surowego w gotowy wyrób. Jest on głównie związany ze zmianą kształtu, cech powierzchni lub własności fizykochemicznych części, lub ich łączeniem. Proces technologiczny odbywa się na stanowiskach roboczych, które wraz z modułami

wytwórczymi są podstawowymi elementami gniazd lub linii wytwórczych i z punktu widzenia zarządzania produkcją stanowią komórki wytwórcze. W ramach projektowania procesu technologicznego dokonuje się wyboru technologii, czyli metody przygotowania i prowadzenia procesu wytwórczego danego produktu. Mówimy tu o produkcie, a nie wyłącznie o wyrobie, gdyż pojęcie technologii odnosi się również do przetwarzania informacji. Do podstawowych technologii zalicza się odlewnictwo, technologie powłok, przetwórstwo tworzyw sztucznych, obróbkę plastyczną, procesy łączenia oraz procesy obróbki cieplnej, cieplno-chemicznej oraz mechanicznej. Ważnym pojęciem w tym aspekcie jest technologiczność produktu, czyli optymalność konstrukcji, lub innych cech, z punktu widzenia danego procesu, tak, by jego realizacja przebiegała bez zakłóceń. Optymalizacja wyrobu to dostosowanie jego cech do wymagań procesu wytwórczego, realizowane w taki sposób, żeby wprowadzone zmiany nie były istotne z punktu widzenia klienta czy użytkownika. Operacja technologiczna to z kolei zespół czynności realizowany bez przerw na inną pracę, najczęściej na jednym przedmiocie pracy, w wyniku których materiał obrabiany zmienia wymiary, kształt lub własności fizykochemiczne.

Charakter organizacji procesu wytwórczego w przedsiębiorstwie określają cechy takie jak typ i forma. Efektem macierzowego skrzyżowania typów i form są odmiany organizacji produkcji.

Typ organizacji produkcji to stopień specjalizacji stanowisk roboczych i związany z nim poziom powtarzalności wykonywanej na tym stanowisku produkcji. Typ produkcji związany jest zatem z częstotliwością przezbrajania stanowiska roboczego (i związanej w tym wielkości partii produkcyjnej) , które stanowi decydujące ogniwo produkcyjne w strukturze podstawowego procesu wytwórczego. Najczęściej wyróżnia się następujące typy produkcji:

- produkcja jednostkowa,
- produkcja seryjna wraz z jej odmianami:
  - małoseryjna,
  - średnioseryjna,
  - wielkoseryjna,
- produkcja masowa,
- produkcja ciągła.

Główne cechy wymienionych typów produkcji przedstawiono w tabeli:

Tabela 3: Cechy typów produkcji.

Cechy procesu produkcyjnego	Typy produkcji					
	Jednostkowa	Małoseryjna	Średnioseryjna	Wielkoseryjna	Masowa	Ciągła
Wielkość produkcji	Pojedyncze egzemplarze	Mała	Średnia	Duża	bardzo duża	Ciągły strumień
Zmienność produkcji	Każdy produkt inny	Duża	Przeciętna	Niewielka	Mała	Żadna
Częstość zmian produktu	Ciągłą	Częsta	Przeciętna	Sporadyczna	Żadna	Żadna
Wyposażenie techniczne	Uniwersalne	Uniwersalne	Nisko specjalizowane	Średnio specjalizowane	Specjalistyczne	Specjalistyczne
Liczba pracowników	Duża	Duża	Przeciętna	Niewielka	Mała	Mała lub bardzo mała
Różnorodność czynności pracy	Bardzo wysoka	Wysoka	Średnia	Niska	Żadna	Żadna
Koszty stałe	Małe	Małe	Średnie	Względnie wysokie	Wysokie	Bardzo wysokie
Koszty zmienne jednostkowe	Wysokie	Wysokie	Średnie	Względnie niskie	Niskie	Niskie lub bardzo niskie
Sposób uruchamiania produkcji	Produkcja na zamówienie klienta	Produkcja na zamówienie klienta	Produkcja na zapas wg. planu	Produkcja na zapas wg. planu	Produkcja na zapas wg. planu	Produkcja na zapas wg. planu
Przykład procesu produkcyjnego	Specjalistyczna maszyna produkcyjna	Produkcja specjalistycznych pojazdów	Odlewy	Produkcja obuwia, odzieży	Produkcja samochodów osobowych	Produkcja cukru, paliw

Źródło: (Sobczyk, 2004)

Drugą cechą charakteryzującą organizację procesu wytwórczego, jest sposób powiązania stanowisk roboczych w tym procesie. Formy organizacji przebiegu przedmiotów pracy mogą być podzielone na formy nierytmiczne (inaczej: nie potokowe, uniwersalne) i formy rytmiczne (potokowe, powtarzalne). W przypadku form nierytmicznych kierunek przepływu przedmiotów pracy jest zmienny, co powoduje, że każde stanowisko pracy może współpracować z rożnymi stanowiskami. Proces wytwórczy charakteryzuje się niewielką powtarzalnością operacji na poszczególnych stanowiskach pracy, które muszą być przezbrajane ze stosunkowo dużą częstotliwością. Powstają też stosunkowo duże i o dużych wahaniach zapasy produkcji w toku. Maszyny i urządzenia charakteryzują się niskim stopniem specjalizacji i najczęściej zgrupowane są w komórkach produkcyjnych o strukturze technologicznej. Stanowiska robocze grupowane wg. struktury technologicznej wykonują operacje technologiczne z wykorzystaniem technologicznie podobnych metod obróbki. Produkcja nierytmiczna w komórkach produkcyjnych o strukturze przedmiotowej grupuje natomiast stanowiska robocze, których powiązania z procesem produkcyjnym są

przypadkowe i nieregularne (Gornowicz, Romaniuk i Szczubełek, 2014). Jest ona stosowana gdy realizacja produkcji wymaga specjalistycznego wyposażenia technicznego i ekonomicznie niezasadne jest jego powielanie. Tworząc strukturę technologiczną otrzymujemy komórki organizacyjne wewnętrznie jednorodne z punktu widzenia stosowanych metod obróbki, ale wykonujące różne wyroby. Tworząc strukturę przedmiotową otrzymujemy komórki specjalizujące się w produkcji podobnych wyrobów, ale stosujące na kolejnych etapach procesu produkcji tych wyrobów różne technologie.

	Operacje		
Wyroby	Obróbka plastyczna	Obróbka wiórowa	Montaż
Wyrób 1			
Wyrób 2			
Wyrób 3			

Rysunek 5: Przykładowa struktura technologiczna komórek produkcyjnych.

	Operacje		
Wyroby	Obróbka plastyczna	Obróbka wiórowa	Montaż
Wyrób 1			
Wyrób 2			
Wyrób 3			

Rysunek 6: Przykładowa struktura przedmiotowa komórek produkcyjnych

Rytmiczne formy organizacji produkcji mają na celu jak najlepsze dostosowanie zakładu wytwórczego do wymagań procesu produkcyjnego, tak by mógł on przebiegać bez zakłóceń i przerw. Taka organizacja produkcji ogranicza zapasy międzyoperacyjne oraz umożliwia zatrudnienie pracowników o niższych kwalifikacjach. Specjalizacja stanowisk roboczych i pracujących na nich pracowników pozwala osiągnąć większą wydajność pracy i ustabilizowaną jakość produktów. W potokowej organizacji produkcji stanowiska robocze są zawsze rozmieszczone wg struktury przedmiotowej, tj. w sposób identyczny z kolejnością wykonywanych operacji technologicznych. W praktyce często spotyka się rozwiązania, które nie realizują ściśle powyższych założeń, więc klasyfikowane są do odpowiedniej grupy na podstawie cech dominujących. Wśród zalet struktury technologicznej wymienia się:

- łatwość zmiany asortymentu, która nie wymusza modyfikacji struktury organizacyjnej,
- łatwość zmiany przydziału zadań w ramach komórki w przypadku wyłączenia stanowiska spowodowanego np. awarią lub absencją,
- ułatwiony nadzór technologiczny nad komórką wyspecjalizowaną w pojedynczej technologii,

- ułatwiony nadzór w zakresie utrzymania ruchu wyspecjalizowanej jednostki wynikający z podobieństwa maszyn i urządzeń w niej zgromadzonych,
- ułatwiona dystrybucja wiedzy pomiędzy pracownikami.

Wśród zalet struktury przedmiotowej wymienia się:

- mniejsze koszty transportu między stanowiskowego, mniejsze partie transportowe, krótszy cykl produkcyjny i mniejsze zapasy produkcji w toku,
- ograniczenie nadzoru nad przepływem materiałów,
- ułatwione ustalenie przyczyn nieterminowości lub nieodpowiedniej jakości.

Wśród praktyków zarządzania dużą popularnością cieszą się wymienione przez Szatkowskiego zasady racjonalnej organizacji procesów produkcyjnych. W obliczu różnorodności warunków w jakich funkcjonują procesy produkcyjne, specyficznych wymagań i ograniczeń, nie mają one charakteru obligatoryjnego, są raczej zbiorem dobrych praktyk, a stosowanie ich ułatwia tworzenie struktur produkcyjnych ze sprawnym przepływem produkcji. Są to następujące zasady (Szatkowski, 2016):

- zasada proporcjonalności – komórki produkcyjne w przedsiębiorstwie należy obciążać zadaniami produkcyjnymi proporcjonalnie do ich możliwości produkcyjnych,
- zasada liniowości – marszruty technologiczne procesów produkcyjnych powinny przebiegać bez nawrotów i niepotrzebnych skrzyżowań,
- zasada ciągłości – przebieg procesu produkcyjnego powinien być ciągły, tzn. należy unikać wszelkich przerw produkcyjnych wydłużających cykl produkcyjny,
- zasada koncentracji – zarówno maszyny, jak i procesy produkcyjne powinny być skoncentrowane na jak najmniejszym obszarze, przy zachowaniu jednak obowiązujących wymogów BHP w danej jednostce produkcyjnej,
- zasada równoległości – w miarę możliwości procesy produkcyjne powinny być realizowane równolegle (współbieżnie). Skraca to znacząco cykl produkcyjny, jednak przy większym zaangażowaniu zasobów produkcyjnych,
- zasada rytmiczności – organizując procesy produkcyjne, powinno dążyć się do uzyskania stałego okresu powtarzalności produkcji (rytmu produkcji),

- zasada elastyczności – projektując strukturę produkcyjną, należy dążyć do jej szybkiej rekonfiguracji umożliwiającej szybkie przestawienie produkcji na inne wyroby. Ułatwia to przedsiębiorstwu szybkie dostosowanie się do zmiennych warunków rynkowych.

1.3. Elastyczność produkcji

Potokowe formy organizacji produkcji są charakterystyczne dla produkcji masowej i wielkoseryjnej. Charakteryzuje je wysoka efektywność działającego procesu produkcyjnego oraz długotrwałe i kosztowne przezbrojenia związane ze zmianą asortymentu. Z tego powodu w przypadku produkcji jednostkowej i małoseryjnej dominują uniwersalne formy organizacyjne. Ponieważ w przypadku produkcji wielkoseryjnej i masowej często spotykana jest potrzeba ograniczonej indywidualizacji, a w przypadku produkcji jednostkowej i małoseryjnej potrzeba optymalizacji kosztowej oraz wydajnościowej procesu produkcyjnego, w praktyce występują formy mieszane, a o klasyfikacji decyduje przewaga cech charakterystycznych dla danego rozwiązania. Pozwala to rozpatrywać dany system produkcyjny w oparciu o uproszczony model, co ma znaczące korzyści praktyczne. W wielu branżach, ze względu na presję asortymentową, związaną z potrzebą realizacji szerokiego programu produkcji, oraz presję kosztową, dąży się do realizacji produkcji małoseryjnej w formie potokowej. Osiąga się to poprzez narzędzia organizacyjne i rozwiązania techniczne skracające czasy przezbrojeń, oraz zwracanie szczególnej uwagi na technologiczność wyrobu w fazie jego projektowania pod względem możliwości i efektywności produkcji w ramach posiadanych zasobów.

Ponieważ w praktyce przedsiębiorstwa mają ograniczony wpływ na potrzeby konsumentów, a zunifikowana na potrzeby posiadanego systemu produkcyjnego oferta okazuje się niewystarczająca, zasadne jest też inne podejście do omawianego problemu, polegające na takiej organizacji procesu produkcyjnego, oraz doborze zasobów, aby możliwa była za jego pomocą efektywna produkcja jak najszerszego programu przy akceptowalnym poziomie kosztów. To złożone zagadnienie określane jest elastycznością systemu produkcyjnego. Określenie to wyraża konieczność uwzględnienia dwóch pozornie wykluczających się wymagań: elastyczności i szczupłości systemu produkcyjnego, czyli jego uniwersalności i efektywności kosztowej. Jak zauważają Niewiadomski i Sterna, eliminacja marnotrawstwa jest jednym z decydujących elementów budowania skutecznej i trwałej

przewagi konkurencyjnej elastycznego przedsiębiorstwa produkcyjnego (Niewiadomski i Sterna, Nowe podejście do ochrony środowiska i eliminacji marnotrawstwa, 2009).

Przykładem na złożoność zagadnienia elastyczności produkcji mogą być rozważania na temat parku maszynowego. Jednym z warunków wysokiej elastyczności produkcji jest elastyczność zasobów. Możemy zaliczyć do niej (Zawadzka, Badurek i Łopatowska, 2012), (Niewiadomski P. , 2016):

- elastyczność parku maszynowego, polegającą na zapewnieniu możliwości wytwarzania zróżnicowanych wyrobów,
- kompetencje pracowników rozumiane tu jako wiedza niezbędna do tego, żeby za pomocą posiadanego parku maszynowego realizować różnorodną produkcję.

Możliwość realizacji przez maszynę większej liczby zadań można osiągnąć poprzez rozbudowanie jej konstrukcji, mamy wtedy najczęściej do czynienia z maszyną automatyczną, drogą, ale wydajną, lub poprzez zastosowanie prostych, uniwersalnych maszyn o niskiej wydajności, które z pomocą uniwersalnego oprzyrządowania mogą realizować szeroki wachlarz zadań. Najczęściej w pierwszym przypadku niezbędne są wysokie kompetencje służb utrzymania ruchu, aby maszynę utrzymać w sprawności, w drugim przypadku niezbędne są bardzo wysokie kompetencje operatorów maszyn. Jeżeli pod uwagę weźmiemy, że proces decyzyjny dotyczący zakupu maszyn odbywa się kilka miesięcy wcześniej, zanim maszyny rozpoczną produkcję, a warunki otoczenia są zmienne i nieprzewidywalne, otrzymamy obraz złożoności zagadnienia, rozpatrywanego w tym przykładzie, jedynie na jednej z wielu płaszczyzn.

W przypadku produkcji złożonych wyrobów produkowanych jednostkowo lub małoseryjnie, częstą praktyką jest również próba ich podzielenia na standardowe moduły skojarzone z konkretnymi funkcjonalnościami wyrobu gotowego. Na końcowym etapie produkcji następuje montaż wyrobu ze standardowych modułów. O tym czy wyrób będzie posiadał daną cechę (najczęściej funkcjonalność) decyduje to, czy zainstalowany został odpowiedni moduł. Łączna liczba różnych kombinacji, z których każda jest innym wyrobem gotowym może być bardzo duża. Pozwala to na produkcję standardowych modułów z wykorzystaniem potokowych form organizacji produkcji, oraz szybką dostawę gotowego wyrobu pomimo jego wysokiego stopnia złożoności i zindywidualizowania, godząc w ten

sposób tendencję do wysokiej powtarzalności procesów produkcyjnych z dużą liczbą wariantów wyrobu gotowego i krótkim czasem realizacji zamówień.

Przez pojęcie elastyczności rozumie się zdolność systemu do jednoczesnej krótkoseryjnej (a nawet jednostkowej) produkcji wielu różnych typów części, przy wysokiej wydajności całego systemu, porównywanej z wydajnością automatycznych linii dla produkcji masowej (Sawik, 1992). Sawik wyróżnia następujące obszary elastyczności systemów produkcyjnych (Sawik i Łebkowski, 1992):

- elastyczność maszyn; określa ona podatność systemu na przeprowadzanie zmian niezbędnych przy produkcji danego typu części; miarą takich zmian może być czas wymiany zużytego lub uszkodzonego narzędzia, czas wymiany narzędzi w magazynku na obrabiarce przy przejściu do produkcji innego podzbioru danej rodziny typów części, czas przygotowania produkcji na danej obrabiarce itp.;
- elastyczność asortymentu produkcji; jest to zdolność do szybkiego i ekonomicznego przejścia do produkcji nowego typu wyrobów; jako miarę tej elastyczności można przyjąć czas konieczny do przejścia od produkcji jednej rodziny typów części do innej;
- elastyczność wielkości produkcji; jest to zdolność systemu do rentownej produkcji przy różnych jej wielkościach; miarą tej elastyczności może być najmniejsza wielkość produkcji dla wszystkich typów części, przy której system jest jeszcze rentowny;
- elastyczność procesu technologicznego; jest to zdolność do produkowania danego zbioru typów części różnymi sposobami i przy użyciu różnych materiałów; elastyczność procesu wzrasta, gdy koszty przygotowania produkcji na każdej obrabiarce maleją; miarą elastyczności może być liczba typów części, które mogą być jednocześnie wytwarzane w sposób jednostkowy; elastyczność tę uzyskuje się dzięki elastyczności maszyn oraz stosowaniu wielozadaniowych komputerowo sterowanych gniazd obróbkowych;
- elastyczność marszrut technologicznych; jest to zdolność systemu do kontynuowania produkcji danego zbioru typów części w warunkach występowania awarii; przez pojęcie marszruty rozumie się ciąg maszyn, przez które przechodzi kolejno dany typ części w procesie wytwórczym; elastyczność marszrut istnieje wtedy, gdy dany typ części można produkować, wykorzystując różne marszruty przepływu przez system lub

gdy operację tego samego typu można wykonywać na wielu obrabiarkach; można mieć do czynienia z elastycznością marszrut:

- potencjalną, gdy marszruty są z góry ustalone, a w przypadku awarii są one automatycznie korygowane,
- faktyczną, gdy części tego samego typu są wytwarzane przy różnych marszrutach niezależnie od sytuacji awaryjnych;

elastyczność marszrut jest miarą odporności systemu na awarie, przy dużej elastyczności wydajność nie spada, a proces jest kontynuowany; elastyczność marszrut osiąga się przez automatyzację korekt marszrut, agregowanie maszyn w grupy lub dublowanie przydziałów operacji do maszyn; można przyjąć następującą miarę elastyczności marszrut:

$$EM = (\text{liczba wszystkich marszrut}/\text{liczba typów części}) - 1$$

Równanie 2: Wzór na elastyczność marszrut technologicznych.

Jeżeli dla każdego typu części istnieje tylko jedna ustalona marszruta przepływu przez system, to elastyczność marszrut EM wynosi zero (przypadek taki występuje w konwencjonalnych systemach produkcyjnych); dodatnia wartość EM wskazuje na możliwość wykorzystania alternatywnych marszrut przepływu części przez system;

- elastyczność rozwoju systemu; jest to zdolność systemu do łatwej i modularnej rozbudowy i jego rozwoju w miarę potrzeb; elastyczność rozwoju systemu osiąga się przez:
  - rozmieszczenie urządzeń tak, aby nie były przeznaczone dla jednego specyficznego procesu,
  - stosowanie elastycznego systemu transportu,
  - stosowanie modularnych, elastycznych gniazd obróbkowych ze zmieniaczem palet,
  - elastyczność marszrut technologicznych;
- elastyczność ograniczeń kolejnościowych; jest to zdolność do zmiany kolejności wykonywania pewnych operacji dla każdego typu części; elastyczność tę można osiągnąć przez planowanie procesu technologicznego tak, aby pozostawić swobodę

wyboru marszrut i nie ustalać z góry następnej operacji lub następnej maszyny; decyzje te podejmuje się w czasie rzeczywistym w zależności od aktualnego stanu systemu;

- elastyczność wielkości personelu; jest to zdolność do prowadzenia procesu produkcyjnego ze zmienną liczbą operatorów; system ma wysoką elastyczność personelu, gdy jest zdolny do kontynuowania pracy w nocy przy dużo mniejszej obsłudze niż w ciągu dnia;
- elastyczność produkcji; określa ogół typów części, które mogą być produkowane w systemie; elastyczność produkcji mierzona jest poziomem nowoczesności istniejącej technologii; jest ona tym wyższa, im nowocześniejsza jest zastosowana technologia oraz im większa jest uniwersalność obrabiarek; dla elastyczności produkcji wymagane są wszystkie dotychczas wymienione typy elastyczności.

1.4. Elastyczne systemy produkcyjne

Ponieważ wiele tradycyjnie zorganizowanych przedsiębiorstw produkcyjnych nie było w stanie szybko reagować na zmiany w otoczeniu rynkowym z powodu sztywnej (nieelastycznej) struktury produkcji i zarządzania, w latach 70-tych XXw. zaczęto w przemyśle wdrażać elastyczne systemy produkcyjne, oparte na elastycznej automatyzacji, których celem było spełnienie wymagań dotyczących elastyczności wytwarzania, by móc reagować na (Brzeziński, 2002) (Zawadzka, Współczesne problemy i kierunki rozwoju elastycznych systemów produkcyjnych, 2007):

- zmienność żądań rynkowych (krótkie serie i krótkie terminy),
- wdrażanie nowych uruchomień (innowacje produktowe, procesowe),
- zmienności wewnętrzne (stopień wykorzystania stanowisk roboczych i efektywność pracy).

Obecnie podstawowe przesłanki wprowadzenia ESP mają charakter ekonomiczny, organizacyjny i psychologiczno-społeczny (Zawadzka, Współczesne problemy i kierunki rozwoju elastycznych systemów produkcyjnych, 2007).

Przesłanki ekonomiczne wynikają ze zmian sytuacji rynkowej. Utrzymanie się na rynku powoduje konieczność szybkiego reagowania na potrzeby odbiorców. Zmienne wymagania rynkowe zmuszają producentów do produkowania szerokiego asortymentu

wysokojakościowych wyrobów w partiach o małej liczebności sztuk, przy minimalnych środkach obrotowych, bez magazynowania. Zadania produkcyjne nie mogą być realizowane wcześniej niż przewiduje plan, lecz muszą być realizowane zgodnie z terminem zamówienia. Automatyzacja produkcji zmierza ponadto do podniesienia poziomu eksploatacji urządzeń, a tym samym wydłużenia czasu ich użytkowania. Wysoki stopień wykorzystania obrabiarek idzie w parze ze zmniejszeniem ich liczby przy wykonywaniu zadań tej samej wielkości. Daje to niższe koszty wyposażenia. Zastosowanie ESP powoduje zmniejszenie materiałochłonności i energochłonności produkcji i procesów oraz powoduje zmniejszenie względnych nakładów na półfabrykaty, zespoły i części na jednostkę produkcji.

Przesłanki organizacyjne wynikają z:

- możliwości wykorzystania rezerw tkwiących w organizacji pomocniczych procesów produkcyjnych (np. transport, magazynowanie, czynności manipulacyjne), zmniejszenia zapasów robót w toku oraz cykli produkcyjnych,
- poprawy struktury wykorzystania funduszu czasu pracy i urządzeń dzięki usprawnieniom organizacyjnym, uzyskanym na drodze postępu technicznego, jak:
    - automatyzacja prac inżynierskich – prowadząca do obniżenia pracochłonności cykli projektowania wyrobów i procesów produkcyjnych, a także skrócenia czasu realizacji zadań;
    - zmiany w konstrukcji obrabiarek powodujące wzrost możliwości technologicznych przez poszerzenie zakresu funkcji;
    - opracowanie narzędzi sztucznej inteligencji, głównie systemów eksperckich;
    - zwiększenie wydajności pracy i produktywności wytwarzania.

Przesłanki psychologiczno-społeczne wynikają z:

- zmniejszenia zainteresowania pracami manualnymi oraz uciążliwymi i szkodliwymi dla zdrowia,
- wzrostu zainteresowania pracami koncepcyjnymi,
- orientacji na formy organizacji pracy sprzyjające zaangażowaniu pracowników, zrozumieniu i docenianiu przez nich znaczenia i istoty wykonywanych prac,

- humanizacji pracy przez większą wygodę stanowisk pracy, wykorzystanie wiedzy i doświadczeń pracujących, ich stałe doskonalenie, wzbogacanie treści pracy, włączając bardziej złożone zadania,
- intensyfikacji pracy oraz wzbogacenia jej treści, zwiększających samodzielność pracownika i jego udział w podejmowaniu decyzji i zarządzaniu produkcją.

Przez pojęcie elastycznego systemu produkcyjnego (ESP) rozumie się zintegrowany kompleks urządzeń technologicznych CNC, zautomatyzowanych środków transportu i manipulacji przedmiotami i narzędziami oraz zautomatyzowanych urządzeń kontrolno-pomiarowych, zarządzanych przez centralny komputer sterujący pracą maszyn i systemu transportowego, umożliwiający wytwarzanie przedmiotów o wspólnych cechach technologicznych i zróżnicowanych cechach konstrukcyjnych (Pająk, 2000).

ESP definiowany jest również jako system produkcyjny w którym zastosowano tzw. środki elastycznej automatyzacji produkcji, tj. urządzenia produkcyjne sterowane komputerowo, charakteryzujące się dużą wielostronnością i łatwością przezbrajania. Elastyczność systemu produkcyjnego jest jedną z jego najistotniejszych cech osiąganą różnymi drogami; poczynając od ukształtowania asortymentu wyrobów, poprzez dobór maszyn i urządzeń produkcyjnych, strukturę organizacyjną, systemy sterowania produkcją, współpracę pracowników, aż do odpowiedniego ukształtowania powiązań ESP z otoczeniem (Santarek i Strzelczak, 1989).

Zawadzka definiuje ESP jako jednostki wytwórcze charakteryzujące się wysokim stopniem integracji procesów technologicznych i pomocniczych oraz procesów informacyjno-decyzyjnych, przy czym stosowanie w takich systemach komputerowego sterowania przebiegiem produkcji oraz odpowiednich środków tzw. miękkiej automatyzacji (software'owych, tj. sterowanych programowo) umożliwia wytwarzanie szerokiego asortymentu wyrobów (o określonych granicach charakterystyk) w partiach o małej liczebności i w dowolnej kolejności (Zawadzka, Współczesne problemy i kierunki rozwoju elastycznych systemów produkcyjnych, 2007).

ESP szczególnie intensywnie rozwijają się w branży maszynowej (produkcji maszyn), gdzie dominuje obróbka skrawaniem, stąd też wszystkie przedstawione dalej przykłady dotyczą właśnie produkcji części maszyn. Dwie pierwsze instalacje ESP w Polsce miały miejsce

właśnie w przemyśle maszynowym w fabryce maszyn górniczych FAMUR (produkcja korpusów maszyn) oraz w warsztatach Huty Stalowa Wola (produkcja kół zębatych). Obecnie instalacje takie popularne są w przemyśle maszynowym oraz motoryzacyjnym.

Zadaniem ESP jest, za pomocą elastycznej automatyzacji, skuteczne łączenie dwóch przeciwstawnych właściwości systemów produkcyjnych:

- wysokiej wydajności, porównywalnej z osiąganą w automatycznych liniach produkcyjnych, w systemie produkcji rytmicznej,
- różnorodności asortymentu produkcji, porównywalnej z osiąganą w gniazdach technologicznych, w systemie produkcji nierytmicznej.

Elastyczność uzyskuje się dzięki daleko posuniętej nie tylko automatyzacji procesów produkcyjnych połączonej z komputeryzacją planowania i sterowania produkcją, ale przede wszystkim przez automatyzację systemów przezbrajania.

Poziom elastyczności systemu produkcyjnego wyznacza zakres zadań przezeń realizowanych. Rozpatrywana problematyka jest szczególnie ważna w warunkach gospodarki urynkowionej, wymuszającej na producentach zdolność do szybkiego reagowania na potrzeby odbiorców. Elastyczny system sterowania produkcją winien zapewnić uzyskanie następujących efektów:

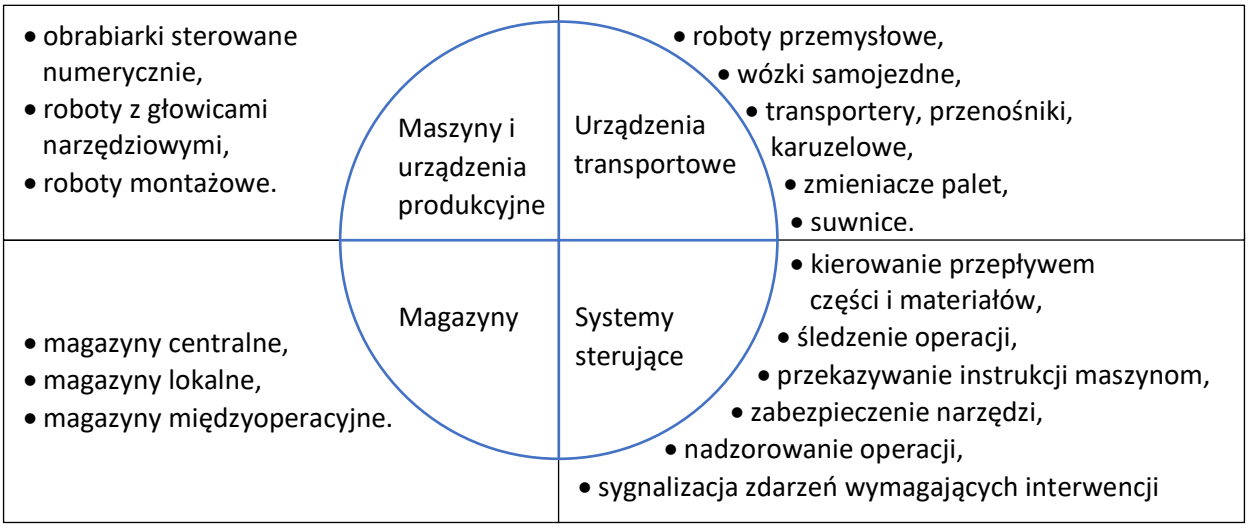
- urozmaicenie asortymentu produkowanych wyrobów,
- skrócenie czasów przezbrojeń i czasu uruchomienia nowych wyrobów,
- skrócenia cyklu produkcyjnego i zmniejszenie zapasów produkcji w toku,
- możliwość lepszego przystosowywania się do wymogów odbiorców (np. krótsze terminy dostaw, krótsze serie, częstsze zmiany asortymentów).

Uzyskanie powyższych efektów jest możliwe przy zastosowaniu odpowiedniej metodologii projektowania, zapewniającej wysoki poziom technologiczny i organizacyjny (Zawadzka, Współczesne problemy i kierunki rozwoju elastycznych systemów produkcyjnych, 2007).

Elastyczność wiąże się tu ze znacznymi kosztami na etapie inwestycji, dlatego też w literaturze zwraca się uwagę, że dobrze zaprojektowany ESP powinien być na tyle elastyczny na ile jest to absolutnie niezbędne (Brzeziński, 2002). Drugą po elastyczności cechą wyróżniającą ESP jest automatyzacja produkcji, oznaczająca zastąpienie człowieka przez

maszyny i urządzenia nie tylko w sferze działalności fizycznej, ale także w pracy umysłowej. Powstanie ESP było więc możliwe wtedy, gdy metody komputerowe wykorzystywane w obszarze produkcji rozwinęły się na tyle by mogły integrować system produkcyjny. Rozwojowi elastycznej automatyzacji produkcji sprzyjał więc nie tylko postęp techniczny w zakresie nowych technologii, maszyn i urządzeń, ale przyczynił się także, w nie mniejszym stopniu, postęp w zakresie metod komputerowych.

Integracja to trzecia wyróżniająca cecha ESP i obejmuje zarówno integrację techniczną, polegającą na zespoleniu elementów systemu produkcyjnego, wyznaczającym określony poziom techniczny i przestrzenny elementów materialnych systemu (Brzeziński, 2002), jak również integrację funkcjonalną polegającą na objęciu wszystkich tych funkcji które są niezbędne do osiągnięcia wysokiego poziomu autonomii. Automatyzacja i integracja ESP są cechami komplementarnymi, pozytywnie się wzmacniającymi, tzn. wzrost stopnia automatyzacji implikuje wzrost stopnia integracji. Współczesne projekty dotyczące ESP podążają w kierunku tworzenia komputerowo zintegrowanych fabryk realizujących komputerowo zintegrowane wytwarzanie.



Rysunek 7: Elementy elastycznych systemów produkcyjnych. Źródło: (Wichowska, 2014)

W literaturze wyróżnia się następujące formy elastycznej organizacji produkcji (Santarek i Strzelczak, 1989), (Lis, Santarek i Strzelczak, 1994), (Brzeziński, 2002), (Wichowska, 2014):

- elastyczny moduł produkcyjny – składa się z jednej obrabiarki ogólnego przeznaczenia, sterowanej numerycznie przez komputer, bufora półfabrykatów i obrabianych detali

oraz zmieniaczy narzędzi i palet; jest nim zwykle autonomiczne stanowisko obróbkowe, samodzielna jednostka wytwórcza, która może pracować bez nadzoru człowieka i zasilania zewnętrznego w materiały przez dłuższy czas; przystosowana jest do wbudowania w elastyczne systemy produkcyjne wyższych stopni,

- elastyczne gniazdo produkcyjne – składa się z kilu modułów produkcyjnych związanych z pewnym typem wyrobów lub procesu technologicznego, zintegrowanych wzajemnie przez transport, magazynowanie i wspólne sterowanie komputerowe,
- elastyczna linia produkcyjna – to zbiór specjalistycznych maszyn rozmieszczonych w ustalonym porządku, w którym każda operacja może być wykonana na jednej tylko maszynie; pracuje podobnie jak automatyczna linia produkcyjna (system rytmicznej produkcji), w odróżnieniu od której charakteryzuje się dużą zdolnością do częstych i szybkich przezbrojeń,
- elastyczny system produkcyjny (nazywane również elastycznymi sieciami produkcyjnymi) – jest to najbardziej złożona forma elastycznego systemu produkcyjnego, najczęściej na poziomie wydziału produkcyjnego; składa się z kilku wzajemnie powiązanych modułów, gniazd i linii, umożliwiających najczęściej pełną realizację procesu produkcyjnego określonego asortymentu wyrobów; dołącza się do nich również elastyczne systemy montażowe (zarówno w rozważaniach teoretycznych jak i praktyce).

Ze względu na złożoność ESP i wysokie koszty inwestycji, dużą wagę przykłada się do optymalizacji doboru wyposażenia oraz struktury funkcjonalnej i przestrzennej systemów zarówno na etapie projektowania jak również ich późniejszej modernizacji czy rozbudowy. Zastosowanie w tym zagadnieniu znajdują przede wszystkim modele optymalizacyjne, modele masowej obsługi, oraz modele symulacyjne.

Modele optymalizacyjne należące do klasy modeli normatywnych zawierają się w równaniu:

$$Q = f(X') = minf(X)$$

$$X \in \{D\}$$

gdzie: X’ – zbiór zmiennych decyzyjnych (parametrów) opisujących poszukiwane rozwiązanie,

$\{D\}$ – zbiór rozwiązań dopuszczalnych zadania optymalizacji,

$Q = f(X)$ – funkcja kryterium (oceny rozwiązania)

Równanie 3: Ogólna postać modelu optymalizacyjnego. Źródło: (Brzeziński, 2002).

Są one stosowane głównie w zadaniach doboru wyposażenia produkcyjnego, projektowaniu struktury funkcjonalnej i przestrzennej i planowaniu produkcji.

Modele masowej obsługi znajdują zastosowanie głównie w wyznaczaniu parametrów ESP. Zaznaczyć należy, że opisują one funkcjonowanie systemu w stanie stacjonarnym, w stanie równowagi, po długim czasie, wyznaczają one więc wartości średnie rozważanych charakterystyk. Rozróżniamy je na klasyczne modele masowej obsługi i modele sieci masowej obsługi.

W modelach sieci masowej obsługi system produkcyjny traktuje się jako zbiór N=$\{0,1,\dots,N\}$ kanałów obsługi jedno lub wielostanowiskowych (np. obrabiarki, stanowiska uzbrajania i załadunku palet, urządzenia transportowe itp.) oraz kolejek zadań (wyrobów, narzędzi) oczekujących na obsługę. W systemie produkowanych jest K rodzajów wyrobów zwanych zadaniami. Przepływ zadań w systemie odbywa się zgodnie z określoną marszrutą. Zadania napływają do kanałów obsługi z intensywnością λ_i^k. Dla każdego kanału znane są intensywności obsługi α_i^k. Są to zmienne losowe o określonym rozkładzie prawdopodobieństwa. Napływające zadania tworzą kolejki przed stanowiskami. W modelach otwartych sieci masowej obsługi zadania napływają do systemu z zewnątrz i po pewnym czasie opuszczają go. W modelach zamkniętych sieci masowej obsługi (np. maszyny o stałej liczbie palet, lub ze stołami indeksującymi) w systemach produkcyjnych znajduje się stała liczba zadań m_k, k+1,…,K, których sumę dla uproszczenia można sprowadzić do:

$$\sum_{k=1}^{k} m_k = M$$

Równanie 4: Suma zadań w modelu zamkniętym sieci masowej obsługi. Źródło: (Brzeziński, 2002).

Modele sieci masowej obsługi pozwalają wyznaczyć szereg istotnych parametrów ESP takich jak średni czas pobytu zadania na stanowisku, wydajność stanowiska i systemu czy współczynnik obciążenia stanowiska.

Modele symulacyjne są techniką badania własności ESP poprzez wykonywanie eksperymentów na ich modelach. Proces modelowania jest tu szczególnie złożony, a zapotrzebowanie na moc obliczeniową rośnie wraz z wielkością rozpatrywanego systemu. Stąd modele symulacyjne zyskują dopiero na popularności. Jednym z najambitniejszych projektów w tej dziedzinie jest projekt firmy VOLVO (Lamkull, 2014), która zamierza do 2020 roku stworzyć zaawansowany wirtualny model jednej ze swoich fabryk, tak, aby możliwe było za jego pomocą badanie wpływu zmian w obszarze wybranego stanowiska na jego efektywność, oraz na całość systemu produkcyjnego.

Główną korzyścią stosowania symulacji jest całościowa ocena skutków zmian wprowadzanych w istniejącym lub projektowanym systemie produkcyjnym takich jak np. wpływ pojemności magazynów czy liczby urządzeń transportowych na wydajność podsystemu wytwarzania. Eksperyment symulacyjny umożliwia wyznaczenie charakterystyk strumieni przepływu materiałów w ESP na podstawie znanych lub zakładanych rozkładów występowania zdarzeń. Pozwala uwzględnić istotny z punktu widzenia dynamiki procesów wpływ przyjętych reguł sterowania przepływem produkcji w ESP. Tym samym jest to narzędzie umożliwiające kompleksową ocenę wariantów rozwiązań ESP. W porównaniu z modelami sieci masowej obsługi, modele symulacyjne umożliwiają dokładniejszą ocenę wariantów rozwiązań ESP, jednak za cenę znacznie większej pracochłonności i kosztów budowy modelu.

Wdrożenie ESP w przedsiębiorstwie produkcyjnym może być źródłem znacznych korzyści związanych z usprawnieniem produkcji, poprawą produktywności, obniżeniem pracochłonności, skróceniem cyklu produkcyjnego oraz wynikającymi z tego zmniejszeniem kosztów magazynowania i skróceniem cyklu obrotu kapitału. Może mieć pozytywny wpływ na skrócenie czasów dostaw oraz ich terminowość. W ramach ESP możliwe jest produkowanie różnych wyrobów w tym samym czasie co pozytywnie wpływa na pełniejsze wykorzystanie zdolności produkcyjnych przedsiębiorstwa. Zawadzka jako podstawowe walory technicze ESP oraz źródła efektów przy ich stosowaniu podaje (Zawadzka, Współczesne problemy i kierunki rozwoju elastycznych systemów produkcyjnych, 2007):

- kompleksowa automatyzacja obróbki części technologicznie podobnych wytwarzanych w niewielkich seriach,
- duża elastyczność w asortymencie obrabianych przedmiotów i w liczbie operacji technologicznych,

- skrócenie cyklu produkcyjnego,
- skrócenie czasu wykonania nowo uruchomionych wyrobów mieszczących się w asortymencie przedmiotów przewidzianych do obróbki w danym systemie,
- zmniejszenie zapasów surowców, robót w toku i wyrobów gotowych oraz kosztów ich magazynowania,
- podwyższenie stopnia wykorzystania obrabiarek, narzędzi i powierzchni produkcyjnej,
- zmniejszenie liczby braków,
- uporządkowanie dróg transportu międzyoperacyjnego oraz wyeliminowanie ciężkiej pracy fizycznej związanej z przemieszczeniem obrabianych przedmiotów,
- łatwa kontrola przebiegu produkcji,
- podniesienie kultury technicznej zakładu oraz dalsza humanizacja pracy.

Wichowska dzieli korzyści związane ze stosowaniem ESP na wewnętrzne, związane z procesami przebiegającymi wewnątrz przedsiębiorstwa, oraz zewnętrzne dotyczące nabywców i rynku (Wichowska, 2014).

Tabela 4: Korzyści związane z wdrożeniem ESP.

Korzyści wewnętrzne ESP	**Korzyści zewnętrzne ESP**
Produkcyjne	**Dla nabywców**
• możliwość produkowania zróżnicowanych części bez konieczności przezbrajania maszyn; • możliwość określenia szybkości przezbrojenia linii do produkcji nowego wyrobu; • możliwość zmiany marszrut w celu modyfikacji produkowanych części; • możliwość efektywnej produkcji wyrobu odpowiadającego zapotrzebowaniu klientów; • możliwość szybkiej zmiany poziomu produkcji i wielkości serii; • zmniejszenie zapasów robót w toku; • zwiększenie zdolności produkcyjnych; • modernizacja wyposażenia produkcyjnego; • wzrost elastyczności systemu; • skrócenie cykli produkcyjnych.	• możliwość dostosowania oferty produktowej do bardziej złożonych i różnorodnych wyrobów poszukiwanych przez odbiorców; • podwyższenie poziomu jakości produkowanych wyrobów; • poszerzenie asortymentu produkowanych wyrobów; • poprawa terminowości dostaw; • wzrost innowacyjności i nowoczesności wytwarzanych produktów.
Ekonomiczne	**Otoczenie rynkowe**

• obniżenie kosztów produkcji; • obniżka kosztów robocizny w wyniku zmniejszenia zatrudnienia; • wyższe aspiracje pracowników i wzrost ich zainteresowania pracami koncepcyjnymi; • większa opłacalności stosowania sprzętu informatycznego (wzrost mocy obliczeniowej i niezawodności, zwiększona oferta oprogramowania).	• możliwość wykorzystania krótkotrwałych szans rynkowych; • możliwość dostosowania ilości uruchamianej produkcji do rozmiarów popytu rynkowego przy równoczesnym zachowaniu małych serii produkcyjnych; • stopniowe obniżenie ceny produkowanych wyrobów, co spowoduje wzrost popytu; • wzrost konkurencyjności przedsiębiorstwa.

Źródło: (Wichowska, 2014).

Szybki postęp techniki w obszarach automatyki, elektrotechniki, elektroniki i informatyki oraz postęp w dziedzinie organizacji produkcji wspierają rozwój ESP. Praktyka stosowania ESP ujawnia jednak również szereg wad z których najistotniejsza dotyczy wysokich kosztów inwestycji w warunkach wysokiej zmienności i nieprzewidywalności warunków rynkowych, głównie zapotrzebowania. Stosowanie ESP jest ekonomicznie uzasadnione w warunkach wysokiego stopnia wykorzystania ich potencjału produkcyjnego, jednak w fazie jego wdrażania trudno jest przewidzieć optymalny zbiór zadań, lub zbiór wyrobów związany z funkcjami ESP. Nieprawidłowe określenie tych zbiorów, czyli nietrafione przewidywanie przyszłych potrzeb, powoduje, ze względu na wysokie koszty wdrożenia, spadek efektywności ekonomicznej inwestycji. Wszelkie modele mające pomóc w optymalizacji budowy ESP wymagają znajomości zadań jakie projektowany system ma wykonywać. Niepewność w tym zakresie jest najpoważniejszym źródłem zagrożeń dla efektywności ESP. Nadmiernie rozbudowana funkcjonalność ESP i związane z tym wysokie koszty wdrożenia zawężają możliwości realizacji większych zleceń na standardowe wyroby, gdyż efektywniej zostaną one zrealizowane przez przedsiębiorstwa konkurencyjne posiadające bardziej specjalizowany park maszynowy, jednak brak określonej funkcjonalności zawęża z kolei zbiór potencjalnych wyrobów, czyli ogranicza prawdopodobieństwo pełnego wykorzystania. Potrzeba pełnego wykorzystania ESP i konieczność określenia funkcjonalności na etapie inwestycji implikują również ograniczenia w zakresie wykorzystania ESP do eksploracji krótkotrwałych szans rynkowych. Zastosowanie na tym polu znajdują raczej elastyczne moduły i elastyczne gniazda produkcyjne. ESP tworzone są raczej do obsługi produkcji wyrobów własnych przedsiębiorstwa, gdyż w tym obszarze łatwiej jest przewidzieć wymaganą funkcjonalność i wielkość produkcji. Eksploatacja ESP wiąże się z koniecznością posiadania służb utrzymania

ruchu o wysokich kompetencjach. W przypadku awarii w ramach ESP trudniej jest znaleźć rozwiązanie tymczasowe, zastępcze, pozwalające kontynuować produkcję do czasu usunięcia usterki, a często również jej usunięcie możliwe jest jedynie przez serwis producenta.

Elastyczność systemu produkcyjnego w przedstawionym wyżej pojęciu odnosi się do z góry ustalonej odpowiedzi na przewidzianą zmianę (Wadhwa i Rao, 2003), ma więc ograniczone zastosowanie w warunkach wysokiej zmienności i niskiej przewidywalności przyszłych stanów otoczenia i związanych z nimi przyszłych potrzeb. Tak rozumiana elastyczność nie uwalnia bowiem decydenta, chcącego podjąć racjonalną ekonomicznie decyzję, od konieczności przewidzenia przyszłego stanu otoczenia przedsiębiorstwa planującego inwestycję w zwiększenie elastyczności swojego systemu produkcyjnego.

Odmienne podejście do budowania elastyczności systemu produkcyjnego prezentowane jest przez Nogalskiego i Niewiadomskiego. Autorzy ci jako źródła elastyczności jednostki wytwórczej wskazują (Bogalski i Niewiadomski, 2017) (Niewiadomski P. , 2016) :

- właściwą organizację jednostek wytwórczych,
- konfigurację procesów technologicznych,
- odpowiedni potencjał kadrowy.

Badania autorów wskazują, że poziom elastyczności jednostki produkcyjnej determinowany jest głównie przez czynniki takie jak: ciągłe poszerzanie kompetencji pracowników, wielostanowiskowość, organizacja zasobów i maszyn wg. Sekwencji technologicznych, zaangażowanie pracowników w proces doskonalenia systemu wytwórczego, utrzymanie właściwego poziomu decentralizacji, właściwe relacje między uprawnieniami, obowiązkami i zakresem odpowiedzialności, wprowadzenie systemowych działań w zakresie ograniczania czasów przezbrojeń itd.

2. Wirtualne systemy produkcyjne

2.1 Organizacje wirtualne

Wzrost zmienności i nieprzewidywalności otoczenia w jakim funkcjonują współcześnie organizacje implikuje wzrost ryzyka niepowodzenia inicjowanych przez nie przedsięwzięć. Istotne znaczenie dla poziomu ryzyka mają poziom złożoności podejmowanych przedsięwzięć, czas potrzebny na zgromadzenie niezbędnych zasobów, koszty zgromadzenia zasobów i możliwość ich wykorzystania lub sprzedaży po zakończeniu przedsięwzięcia, a także, w przypadku przedsiębiorstw, zyskowność przedsięwzięć. Wszelkie typy organizacji funkcjonujących we współczesnym świecie, dążące do maksymalizacji swojej efektywności, wobec nowych warunków funkcjonowania jakie powstały w drugiej połowie XXw. zmuszone zostały do poszukiwania nowych rozwiązań organizacyjnych, odpowiadających nowym warunkom turbulentnego otoczenia. W otoczeniu takim pojawiły się organizacje o wyjątkowo wysokim poziomie zwinności, które swoją działalność opierały nie na próbach przewidzenia przyszłych stanów otoczenia, ale na zdolności do odpowiednio szybkiej reakcji na zmiany w otoczeniu, tak, alby możliwa była realizacja przedsięwzięcia w okresie kiedy w otoczeniu, oraz w środowisku wewnętrznym, nie zaszły istotne dla przedsięwzięcia zmiany. Ze względu na ich charakterystyczne cechy nadano im nazwę organizacji wirtualnych.

Pojęcie organizacji wirtualnej zostało wprowadzone w 1992r. przez W. Davidowa i M. Malone'a w książce „The virtual corporation" (Davidow i Malone, 1992), będącej studium przypadków, analizującym strategie odnoszących sukcesy organizacji. Duże znaczenie dla popularyzacji zagadnienia wykorzystania wirtualnych form organizacji miał opublikowany rok później w czasopiśmie Business Week artykuł autorstwa J. Byrne (Byrne, 1993). W publikacjach tych organizacja wirtualna przedstawiona została jako dobrowolny, oparty na wzajemnym zaufaniu związek niezależnych organizacji tworzony w celu uzyskania przewagi konkurencyjnej. Jako główne cechy organizacji wirtualnej w literaturze wymienia się przede wszystkim:

- wykorzystanie zaawansowanych technologii informacyjnych w celu efektywnej współpracy oddalonych terytorialnie podmiotów,
- doskonałość, opartą na wykorzystaniu kluczowych kompetencji podmiotów wchodzących w skład organizacji wirtualnej (każdy z partnerów wnosi do organizacji to, co posiada najlepszego),

- wykorzystanie okazji – powodem tworzenia organizacji wirtualnych jest dążenie do eksploatacji konkretnej okazji, która nie byłaby możliwa bez współdziałania wielu podmiotów,
- wzajemne zaufanie, będące podstawą współpracy, gdyż formalizacja związków np. poprzez umowy jest zbyt czasochłonna w kontekście krótkotrwałej okazji,
- zanik granic organizacyjnych objawiający się m.in. w trudności w określeniu gdzie kończy się jedno przedsiębiorstwo (organizacja) a zaczyna inne,
- rozmycie tożsamości podmiotów utrudniające określenie konkurenta, dostawcy i klienta.

Wiele definicji silnie akcentuje sieciową strukturę organizacji wirtualnej, opisując ją jako sieć przedsiębiorstw, lub szerzej współpracujących podmiotów (Saabeel, Verduijn, Hagdorn i Kumar, 2002). Opisując strukturę organizacji wirtualnej, mówią one o celowym systemie składającym się ze zbioru powiązanych ze sobą elementów, będącego typem kooperacji (sieci) pomiędzy organizacjami, przedsiębiorstwami i innymi typami podmiotów, w tym indywidualnymi osobami. W literaturze występują również definicje akcentujące sieciowe powiązanie nie pomiędzy podmiotami tworzącymi sieć, ale pomiędzy ich kluczowymi kompetencjami lub innymi zasobami. Wybrane definicje opisują organizacje wirtualne jako:

- tymczasową sieć niezależnych przedsiębiorstw, tworzoną szybko w celu eksploatacji krótkotrwałej okazji (Byrne, Brandt i Port, The Virtual Corporation. Structuring and revitalizing the corporation for the 21st century, 1993),
- oportunistyczny sojusz podstawowych kompetencji wnoszonych przez szereg odrębnych jednostek operacyjnych, funkcjonujących w ramach jednej dużej firmy lub grupy niezależnych firm (Goldman, Nagel i Preiss, 1995),
- zmienne skupisko (klaster) wspólnych działań w rozbudowanej strukturze związków (pomiędzy podmiotami je realizującymi) (Davidow i Malone, 1993).

W świetle powyższych definicji organizacje wirtualne składają się z podmiotów takich jak organizacje, przedsiębiorstwa czy osoby fizyczne, zasobów takich jak podstawowe kompetencje i działań wykonywanych przez te podmioty (Saabeel, Verduijn, Hagdorn i Kumar, 2002). Podmioty, zasoby i działania są ze sobą powiązane strukturami sterowania, współzależnościami i relacjami wymiany. Dodatkowo z organizacjami wirtualnymi kojarzone są takie właściwości jak: tymczasowość istnienia (Byrne, 1993), (Wüthrich i Phillip, 1998),

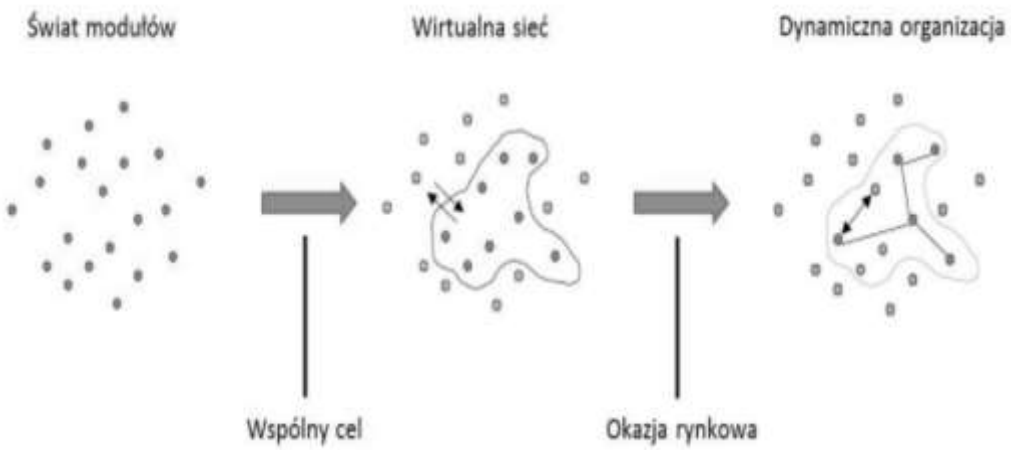
oportunizm (Davidow i Malone, 1993), (Wildeman, 1998), wykorzystanie technologii informacyjnych i komunikacyjnych (Byrne, 1993), dynamizm (Wüthrich i Phillip, 1998), elastyczność (Davidow i Malone, 1993), zmienność, hybrydowość i dążenie do doskonałości (Davidow i Malone, 1993), (Grenier i Metes, 1995).

Opisując procesy zachodzące w organizacji wirtualnej Ackoff opisuje działanie organizacji wirtualnej jako celową działalność składającą się z wydarzeń (decyzji) ustanawiających zmiany w strukturze organizacji lub jej otoczeniu (Ackoff, 1971). Oznacza to, że jeżeli dochodzi do zmiany w otoczeniu organizacji lub jej wnętrzu zmniejszającej efektywność realizacji jej celu, organizacja dąży do wywołania zmiany w swoim środowisku wewnętrznym lub otoczeniu. Dążenie to opisywane jest przez Mintzberga jako projektowanie i zakłada zdolność do wywoływania zmian zarówno we wnętrzu samej organizacji jak i w jej otoczeniu (Mintzberg, 1979). Projektowanie w pojęciu organizacji wirtualnej polega na podziale pracy i tworzeniu mechanizmów koordynacyjnych, wpływając w ten sposób na funkcjonowanie organizacji poprzez sterowanie przepływem materiałów, informacji oraz procesami decyzyjnymi. Poznawanie organizacji wirtualnych poprzez badanie procesów w nich zachodzących doprowadziło do wniosku, że wirtualizacja organizacji jest elementem jej strategii, a nie tylko pojedynczym narzędziem podniesienia jej efektywności. Do takiego wniosku doszli m.in. Venkatraman i Henderson, opisując strategię organizacji wirtualnej jako polegającą na koncentracji na budowie, rozwoju i wdrażaniu zasobów intelektualnych, podczas gdy zasoby fizyczne są pozyskiwane za pomocą złożonej sieci relacji z zewnętrznymi podmiotami (Venkatraman i Henderson, 1998). W świetle powyższego opisu organizację wirtualną postrzega się jako podejście do projektowania organizacji w którym inaczej niż w klasycznie zorganizowanych podmiotach pozycjonuje się zasoby materialne i niematerialne. Autorzy badający organizacje wirtualne od strony procesów zauważają również wysoką dynamikę procesów projektowania. Katzy stwierdza, że istotą wirtualności organizacji jest jej ciągła restrukturyzacja, która jest reakcją na zmieniające się warunki jej funkcjonowania (Katzy, 1998). Hale i Whitlaw stwierdzają, że istotą wirtualności jest zinstytucjonalizowany, ciągły proces jej ewolucji, nowego definiowania i określania swojej roli w otoczeniu (Hale i Whitlaw, 1997).

Analizując strukturę organizacji wirtualnych w literaturze podkreśla się często, że organizacja wirtualna zbudowana jest z szeregu odrębnych, niezależnych jednostek organizacyjnych połączonych w nieformalny sposób w celu realizacji zadań, których, działając

samodzielnie, nie byłyby w stanie zrealizować (Goldman, Nagel i Preiss, 1995), (Wüthrich i Phillip, 1998), (Byrne, 1993). Zasoby niezbędne do realizacji działań prowadzących do danego celu znajdują się w posiadaniu wielu niezależnych podmiotów, a same działania nie muszą odbywać się w tym samym miejscu, ani w tym samym czasie (Wildeman, 1998), (Katzy, 1998). Wigand opisując strukturę organizacji wirtualnej podkreśla znaczenie takich cech jak: modułowość, różnorodność i zmienność. Organizacja wirtualna zbudowana jest z małych, modułowych jednostek organizacyjnych, z własnym systemem zarządzania, które łatwo jest w razie potrzeby „odłączać" lub zastępować nowymi, efektywniejszymi. Różnorodność oznacza, że jednostki te mają różne, ale komplementarne funkcje w organizacji, korespondujące z ich kluczowymi kompetencjami i zasobami. Przez zmienność Wigand rozumie zarówno zmienność w czasie jak i przestrzeni (zmienność geograficzną) występowania jednostek w organizacji. Jednostka realizująca daną funkcję może występować w organizacji przez określony czas, oraz, ponieważ funkcja ta może być realizowana przez różne podmioty, jednostka taka może zmieniać swoje położenie geograficzne. Analizując związki powstające pomiędzy podmiotami wchodzącymi w skład organizacji wirtualnych badacze wskazują, że składają się na nie świadomość opłacalności istnienia organizacji i funkcjonowania w niej (Wüthrich i Phillip, 1998), (Mertens, Griese i Ehrenberg, 1998) , wzajemne zaufanie (Wüthrich i Phillip, 1998), zdolność podmiotów do tworzenia tymczasowych związków z partnerami (Katzy, 1998), oraz technologia informatyczna i telekomunikacyjna (Byrne, 1993), (Mertens, Griese i Ehrenberg, 1998), (Venkatraman i Henderson, 1998).

W. Saabeel, T.M. Verduijn, L. Hagdorn i K. Kumar nazwali przedstawione powyżej podejścia do opisu organizacji wirtualnych podejściem procesowym i strukturalnym (Saabeel, Verduijn, Hagdorn i Kumar, 2002), (Brzozowski, 2014). W tej samej publikacji podjęto próbę integracji ujęcia strukturalnego i procesowego, gdzie przyjmuje się założenie o powstaniu organizacji wirtualnej złożonej z konkretnych organizacji pochodzących ze świata modułów, przy założeniu, że organizacje te mają na swój temat określoną wiedzę. Tę sieć, z której dokonywana jest selekcja, S.L. Goldman, R.N. Nagel i K. Preis nazwali „wirtualną siecią", tworzoną z partnerów godzących się na bycie członkami organizacji wirtualnej. Tak więc drugi etap modelu – sieć dynamiczna – to potencjał złożony z konkretnych organizacji, niejako „oczekujący" na rynkową okazję, a etap trzeci – organizacja dynamiczna – to te konkretne organizacje połączone w sieć, wykorzystujące określoną okazję rynkową (Matusiak, 2015).



Rysunek 8: Model zintegrowany organizacji wirtualnej. Źródło: (Matusiak, 2015).

Z prawnego punktu widzenia wirtualne organizacje oznaczają twory formalnie nieistniejące, choć pełniące funkcje rzeczywistych organizacji (Grudzewski i Hejduk, 2011). (Grudzewski i Hejduk, 2002). Matusiak wskazuje, że wirtualny znaczy tyle, co niewidoczny, nierealny, mogący zaistnieć potencjalnie. Skoro tak, to także niezarejestrowany czy formalnie nieistniejący. Często tworzony ad hoc do realizacji konkretnych celów i interesów, „pozbawiony" tradycyjnie rozumianych struktur (np. lokalizacji), podobnie jak większość działań projektowych, gdzie najczęściej, aby po czasie, na który dana „struktura" była powołana i po spełnieniu swojego zadania, mogła zostać rozwiązana, co nie wyklucza ponownej współpracy (Matusiak, 2015). Typową cechą organizacji wirtualnej jest dysponowanie specjalistycznymi, unikatowymi kompetencjami. Elementy organizacji nie muszą znajdować się blisko siebie. Mogą być rozproszone. Koniecznym elementem jej egzystencji jest przestrzeganie zasad etycznych oraz wzajemnej godności i szacunku (Grudzewski i Hejduk, 2011).

Matusiak wskazuje również, w kontekście organizacji gospodarczych, że wirtualizacja w kontekście przemian, z jakimi mamy do czynienia, stanowi zarówno wyzwanie organizacyjno-kompetencyjne, jak i szansę (głównie podniesienia. Zagadnienie to poruszone zostało m.in. w analizie SWOT hipotetycznej organizacji wirtualnej opracowanej przez Kisielnickiego.

Tabela 5: Analiza SWOT hipotetycznej organizacji wirtualnej.

Mocne strony – S	Słabe strony – W
1. Duża elastyczność działania – większa niż organizacji tradycyjnej 2. Duża szybkość realizacji transakcji w porównaniu z większością organizacji tradycyjnych 3. Prowadzenie wspólnej polityki w zakresie działania organizacji 4. Obniżenie kosztów realizacji transakcji w stosunku do jej realizacji w organizacji tradycyjnej 5. Obniżenie nakładów inwestycyjnych dla rozwoju organizacji 6. Zmniejszenie do koniecznego minimum prawnej obsługi transakcji	1. Konieczność posiadania informacyjnej technologii, która umożliwia realizację transakcji, w tym: a) globalnej sieci, b) dużych baz danych 2. Konieczność posiadania zaufania do wszystkich organizacji współpracujących w ramach wirtualnych organizacji 3. Możliwość włączania się do organizacji niekompetentnych i niesprawdzonych organizacji 4. Brak wzorców postępowania
Szansa – O	Zagrożenia – T
1. Szybkie reakcje na pojawienie się tzw. niszy 2. Realizacja transakcji mimo barier prawnych i organizacyjnych. 3. Wnoszenie do wspólnej wirtualnej organizacji tego, co każdy z partnerów ma najlepszego i gdzie jest w pełni profesjonalny 4. Możliwość zastosowania najbardziej nowoczesnych metod i technik zarządzania 5. Możliwość współpracy takich partnerów, którzy w warunkach organizacji tradycyjnej nie współpracowali ze sobą 6. W powiązaniach informacyjnych nie występują granice celne, państwowe	1. Niewydolność komputerowych urządzeń przejawiających się w tym, że obecnie nie są one w większości przystosowane do transmisji danych multimedialnych 2. Brak uregulowań prawnych dla funkcjonowania organizacji wchodzących w skład organizacji wirtualnych i ich odpowiedzialności względem siebie i przed ich klientami 3. Nieprzygotowanie organizacji jak też klientów do korzystania z organizacji wirtualnych 4. Brak zwierzchnictwa i związany z tym brak koordynacji realizacji transakcji

Źródło: (Kisielnicki, 2014).

Wyniki dotychczasowych badań nad organizacjami wirtualnymi, podsumowane przez Matusiak (Matusiak, 2015), wskazują, że zachodzi silna zależność pomiędzy wirtualnością a konkurencyjnością. Poziom konkurencyjności zwiększa się na kolejnych wyższych poziomach wirtualizacji, co świadczy o tym, iż implementacji rozwiązań organizacyjnych, jaką jest organizacja wirtualna, towarzyszy poprawa poziomu konkurencyjności przedsiębiorstw stosujących takie rozwiązania (Najda-Janoszka, 2010). Dodatkowo wskazuje, że zaufanie i technologia informacyjna, wskazywane w literaturze jako dwa podstawowe stymulatory procesu wirtualizacji, i zazwyczaj rozważane oddzielnie, silnie oddziaływają na siebie, wzajemnie się wzmacniając. Współczesna technologia informacyjna pozwala na wymianę wiarygodnych i aktualnych danych pomiędzy podmiotami, co buduje zaufanie. Zaufanie z kolei

umożliwia łączenie podmiotów za pomocą technologii informacyjnych i wzajemną wymianę danych. Wyniki badań Biniasz (Biniasz, 2005) wskazują, że podatność na zmiany w kierunku organizacji wirtualnych w Polsce jest niska. Autorka rozwój organizacji wirtualnych i wirtualizację przedsiębiorstw upatruje w aspiracjach i ambicjach kadry zarządzającej. W badaniach Sankowskiej pozytywnie zweryfikowano wpływ wirtualizacji na innowacyjność przedsiębiorstw. Wirtualizacja wpływa przede wszystkim na innowacyjność organizacyjną i marketingową, przypuszczalnie – zdaniem autorki – także pośrednio, na produktową i procesową. Z innowacyjnością organizacyjną skorelowane są pewne cechy wirtualizacji związane z zaufaniem (otwartość na współpracę i koncentracja na kluczowych kompetencjach), natomiast z innowacyjnością produktową – silne strony przedsiębiorstwa odróżniające je od innych.

2.2. Ewolucja systemów zwinnych w kierunku wirtualnych

2.2.1. Koncepcja przedsiębiorstwa zwinnego

Wyróżnione w poprzednim rozdziale zmienność i nieprzewidywalność otoczenia w jakim funkcjonuje współczesne przedsiębiorstwo produkcyjne, oraz trudności w dostosowaniu tradycyjnych form organizacji produkcji do tych warunków, doprowadziły do powstania dwóch meta koncepcji przedsiębiorstwa zdolnego do efektywnego działania w takim środowisku. Pierwsza z nich to koncepcja przedsiębiorstwa szczupłego, której istotą jest redukcja wszelkiego rodzaju marnotrawstwa, prowadząca do redukcji zasobów zbędnych, oraz zasobów, które służą działaniom nie stanowiącym kluczowych kompetencji przedsiębiorstwa (Trzcieliński S. , 2005). W literaturze przedstawia się tą koncepcję jako właściwą dla przedsiębiorstw produkujących wyroby na który utrzymuje się względnie długotrwały popyt, o dużym potencjale wytwórczym, zapewniającym im znaczną samodzielność realizacji ich celów. Przykładem są przedsiębiorstwa realizujące produkcję wielkoseryjną, masową lub ciągłą, oferujące produkty standardowe lub o ograniczonym zakresie indywidualizacji, takie jak samochody osobowe, sprzęt gospodarstwa domowego, żywność itp.

Pojęcie szczupłej produkcji i przedsiębiorstwa szczupłego upowszechniło się w literaturze w 1990 roku za sprawą książki „The machine that changed the world" (Womack, Jones i Roos, 1990), która zdobyła popularność zarówno wśród kadry zarządzającej przedsiębiorstw produkcyjnych jak również wśród naukowców. Przedstawiono w niej

podstawy organizacji szczupłej produkcji, polegające na eliminacji marnotrawstwa w postaci nadprodukcji, zbędnych zapasów, niskiej jakości, opóźnień, nadmiernego przetwarzania, zbędnego transportu i zbędnych czynności, oraz zastosowaniu metod organizacji stosowanych w japońskim przemyśle motoryzacyjnym od lat 60-tych. Szczegółowy opis metod charakterystycznych dla koncepcji szczupłej produkcji, takich jak total quality management (TQM), total productive maintenance (TPM), concurrent engineering (CE), supply-chain partnering (SCP), manufacturing cells (MC), just-in-time (JIT), integrated computer-based technology (ICT), outsourcing (OS), business process reengineering (BPR), empowerment (EMP), team-based working (TBW) czy learning culture (LC) można znaleźć w literaturze przedmiotu (Bolden, Waterson, Warr, Clegg i Wall, 1997), (Pepper i inni, 1998), (Trzcieliński, Włodarkiewicz-Klimek i Pawłowski, 2013). Ponieważ koncepcja szczupłej produkcji, podobnie jak koncepcja zwinnej produkcji wykorzystuje wiele narzędzi i koncepcji traktowana jest jako meta koncepcja.

Druga to koncepcja przedsiębiorstwa zwinnego, zdolnego do przetrwania w nieustannie zmiennym i nieprzewidywalnym otoczeniu (Ragby, Day, Forrester i Burnett, 2000), traktującego zmienność jako źródło okazji. Metody te są ze sobą ściśle powiązane, bowiem nabrać cechy zwinności może jedynie odchudzona organizacja (Trzcieliński S. , 2005). Przedsiębiorstwo zwinne nie postrzega zmienności i nieprzewidywalności otoczenia jako zagrożenia, ale traktuje zmianę jako potencjalną okazję, którą będzie mogło zyskownie wykorzystać. Korzystanie z nadarzających się okazji jest kluczowym elementem zwinności. Im bardziej zmienne jest otoczenie, im więcej pojawia się w nim okazji, tym lepsze warunki stwarza ono dla funkcjonowania przedsiębiorstwa zwinnego. Dla przedsiębiorstwa okazja może być zdefiniowana, jako zdarzenie lub pojawiający się splot różnych okoliczności o charakterze i skutkach gospodarczych, stwarzające możliwości osiągnięcia dodatkowych korzyści (Niewiadomski P. , 2016).

Pojęcie zwinności po raz pierwszy pojawiło się w literaturze w raporcie „21st Century manufacturing enterprise strategy: an industry-led view" i odnosiło się do zarówno do sfery produkcyjnej, jak również całego przedsiębiorstwa (Goldman i Preiss, 1991). W literaturze rozwinęły się trzy podejścia do zagadnienia zwinności w kontekście przedsiębiorstwa produkcyjnego:

- zwinna produkcja – zwinność rozumiana jest tutaj jako taka organizacja systemu wytwórczego, żeby był on zdolny do szybkiej realizacji zamówień na zindywidualizowane produkty, zachowując efektywność ekonomiczną,
- zwinne zarządzanie – rozumiane jako cechy wewnętrznych relacji poszczególnych podsystemów, zasobów (np. finansowych, materialnych, wiedzy, ludzkich) i procesów w organizacji, stanowiące o stopniu zwinności zarządzania, w tym podejścia strategicznego i zwinności łańcucha dostaw (Włodarkiewicz-Klimek, 2016); zwinne zarządzanie jest procesem elastycznym i interaktywnym,
- zwinne przedsiębiorstwo – to przedsiębiorstwo którego cechy umożliwiają mu zyskowne funkcjonowanie w zmiennym i nieprzewidywalnym otoczeniu stwarzającym okazje rynkowe.

Wspomniana wcześniej publikacja „21st Century manufacturing enterprise strategy: an industry-led view" miała duży wpływ nie tylko na działalność przedsiębiorstw produkujących dobra fizyczne, ale również na przedsiębiorstwa produkujące oprogramowanie, co doprowadziło do popularyzacji zagadnienia zwinnego programowania (zwinnej produkcji oprogramowania). Zasady zwinnego programowania zawarte zostały w manifeście zwinnego wytwarzania oprogramowania (agilemanifesto.org, 2017) – deklaracji wspólnych zasad dla zwinnych metodyk tworzenia oprogramowania. Programowanie zwinne to grupa metod wytwarzania oprogramowania opartego na programowaniu iteracyjno-przyrostowym. Powstało jako alternatywa do tradycyjnych metod typu kaskadowego, podkreślając wagę bezpośrednich międzyludzkich interakcji, bliskiej współpracy z klientem i reagowania na zmiany w efektywnym tworzeniu oprogramowania spełniającego wymagania klienta. W literaturze zauważa się fakt, że co prawda koncepcja zwinne produkcji powstała w kontekście przedsiębiorstw produkcyjnych, produkujących dobra fizyczne, jednak to przedsiębiorstwa produkujące oprogramowanie szybciej dostrzegły korzyści z niej płynące i szybciej wdrożyły jej założenia, odnosząc dzięki temu znaczące korzyści (Denning, 2012). Jako przykład porównuje się produkty elektroniki użytkowej, gdzie wyroby w fizycznej postaci wciąż produkowane są w krajach azjatyckich, ponieważ przedsiębiorstwom amerykańskim i europejskim nie udaje się zbudować istotnej przewagi nad producentami azjatyckimi,

natomiast produkcja oprogramowania, dzięki osiągnięciu wysokiego poziomu zwinności producentów, została przeniesiona z powrotem do krajów Europy lub Ameryki Północnej.

W literaturze występuje wiele definicji zwinności podkreślających różne cechy przedsiębiorstw zwinnych. Wybrane z nich przedstawione zostały w tabeli:

Tabela 6: Definicje zwinności.

Definicja zwinności	Źródło
Zdolność do zaspokajania zmieniających się oczekiwań klientów.	(Goldman i Preiss, 1991)
Umiejętność wykorzystywania pojawiających się szans jako bodźców do innowacyjnych rozwiązań rynkowych i ich wykorzystanie w procesie konkurowania na rynku poprzez szybką i zaskakującą konkurentów alokację niezbędnych zasobów, wiedzy i relacji rynkowych.	(D'Aveni, 1994)
Zdolność przedsiębiorstwa do odpowiedzi na zmiany we właściwy sposób i w jak najszybszym czasie oraz wykorzystanie nadchodzących zmian w otoczeniu gospodarczym jako szans dla tworzenia przewagi konkurencyjnej.	(Kidd, 1994)
Zdolność do przyspieszenia działań w sytuacji krytycznej, rozpoczynających się od identyfikacji potrzeb rynkowych, a kończących się dostarczeniem gotowego produktu do klienta.	(Kumar i Motwani, 1995)
Kompleksowa reakcja na wyzwania biznesowe związane z uzyskiwaniem rentowności na dynamicznie zmieniających się globalnych rynkach charakteryzujących się wysoką jakością, wydajnością i spersonalizowaniem dóbr i usług.	(Goldman, Nagel i Preiss, 1995)
Umiejętność przedsiębiorstwa do przetrwania dzięki szybkiej i efektywnej reakcji na zmiany rynkowe, napędzane przez zaprojektowane przez klientów produkty i usługi.	(Gunasekaran, 1999)
Zdolność organizacji do funkcjonowania i przetrwania w permanentnie zmieniającym się, nieprzewidywalnym otoczeniu biznesowym	(Ragby, Day, Forrester i Burnett, 2000)
Zdolność przedsiębiorstwa do radzenia sobie z nieprzewidywalnymi zmianami, w celu przetrwania nieprzewidzianych zagrożeń występujących w otoczeniu biznesowym, oraz wykorzystywanie zmian jako szans dla tworzenia przewagi konkurencyjnej	(Zhang i Sharifi, 2000)
Zdolność organizacji do zdobycia przewagi konkurencyjnej dzięki inteligentnemu, szybkiemu i proaktywnemu wykorzystaniu szans w otoczeniu i odpowiedniej reakcji na zagrożenia	(Meredith i Francis, 2000)
Zbiór powiązanych zmian w zakresie marketingu, produkcji, wzornictwa i organizacji	(Storey, Emberson i Reade, 2005)

Dokonując syntezy powyższych definicji stwierdzić można, że przedsiębiorstwo zwinne powinno charakteryzować się przede wszystkim takimi cechami jak:

- orientacja na klienta i jego potrzeby,
- szybkość działania,
- umiejętność dostrzegania zmian,
- postrzeganie i wykorzystywanie zmian jako potencjalnych szans (okazji),
- sprawność operacyjna,
- zdolność rekonfiguracji zasobów,
- innowacyjność produktów oraz rozwiązań organizacyjnych,
- indywidualizacja i wysoka jakość produktów.

Wdrożenie tych cech w istniejących przedsiębiorstwach może napotkać silne bariery, takie jak: powolność w podejmowaniu decyzji, silosy informacyjne, rozbieżne cele lub priorytety organizacyjne.

Zwinność przedsiębiorstwa rozważana może być w aspekcie operacyjnym i strategicznym (Meredith i Francis, 2000), lecz pamiętać należy przy tym, że trudno wyobrazić sobie przedsiębiorstwo zwinne na poziomie strategicznym, nie posiadające cech zwinności na poziomie operacyjnym. Na poziomie operacyjnym dotyczą one zmian zachodzących wewnątrz organizacji, szczególnie w procesie produkcyjnym i procesie innowacyjnym. Adaptacja zwinnej strategii oznacza tu działanie w nowy sposób, polegający na transformacji wewnętrznych operacji, na poziomie strategicznym dotyczą one działaniach związanych z monitoringiem otoczenia, ekstrapolacją trendów analizowanej branży, możliwości technologicznych, sił konkurencyjnych, zmian rynkowych i dynamiki w obszarze segmentów rynkowych. Zwinność operacyjna koncentruje się więc w głównej mierze na elastyczności działania, i jest skierowana do wewnątrz szeroko rozumianego przedsiębiorstwa zwinnego, natomiast zwinność strategiczna koncentruje się na wiedzy i jest skierowana na zewnątrz przedsiębiorstwa (Faratash i Davoudi, 2012). Zwinność strategiczną określa się również jako zdolność przedsiębiorstwa do szybkiej reorientacji zamierzeń strategicznych, wymagających transformacji organizacji poprzez reorganizację struktur i procesów, nie ograniczających jednak wykorzystania nadarzających się szans (Doz i Kosonen, 2008). Zwinność operacyjna jest

zatem warunkiem koniecznym do tego, żeby przedsiębiorstwo mogło osiągnąć rzeczywistą zwinność na poziomie strategicznym.

Popularne jest również przedstawianie zwinności w odniesieniu do obszaru zarządzania operacyjnego, klienta oraz partnerstwa (Sambamurthy, Grover i Bharadwaj, 2003). Zwinność operacyjna to według tego podejścia zdolność do szybkiej, celnej i efektywnej ekonomicznie eksploatacji innowacyjnych okazji, zwinność w obszarze klienta to zdolność do zaangażowania klienta w procesy eksploracji i eksploatacji innowacyjnych okazji jako źródła innowacyjnych idei, współtwórcy innowacji lub użytkownika rozwijającego i popularyzującego produkt, zwinność w obszarze partnerstwa to zdolność do wykorzystania zasobów, wiedzy i kompetencji dostawców, dystrybutorów, podwykonawców oraz dostawców usług logistycznych w eksploracji i eksploatacji innowacyjnych okazji. Podejście to nawiązuje do przedstawionego rok wcześniej podejścia przedstawiającego zwinność strategiczną jako szereg inicjatyw umiejscowionych w trzech obszarach łańcucha wartości (Weill i Subramani, 2002):

- inicjatywy w obszarze popytu – obszar klienta,
- inicjatywy w obszarze zaopatrzenia – obszar partnerstwa,
- inicjatywy skierowane do wewnątrz przedsiębiorstwa – zwinność operacyjna.

Akcentowaną w powyższych opisach zwinności innowacyjność uznać należy za cechę przedsiębiorstwa zwinnego. Innowacyjność to zdolność przedsiębiorstwa do rozwijania nowych i udoskonalonych produktów, świadczonych usług bądź stosowanych technologii (Janusz i Kozioł, 2007), co jest nieodłączną cechą przedsiębiorstwa zwinnego, elastycznie dostosowującego się do zmieniających się warunków.

Według uważanej za klasyczną w naukach o zarządzaniu definicji innowacji Schumpetera, innowacja oznacza kombinację następujących możliwości (Schumpeter, 1960):

- wprowadzenia do produkcji wyrobów nowych lub doskonalenia dotychczas istniejących,
- wprowadzenia nowej lub udoskonalonej technologii produkcji,
- zastosowania nowego sposobu sprzedaży lub zakupu,
- otwarcia nowego rynku zarówno sprzedaży lub dystrybucji produkcji, jak i zaopatrzenia,

- zastosowania nowych surowców lub półfabrykatów,
- wprowadzenia zmian w organizacji produkcji.

Definicja zwinności jako zbioru powiązanych zmian w zakresie marketingu, produkcji, wzornictwa i organizacji (Storey, Emberson i Reade, 2005), wymieniona w tabeli 5, pozwala wskazać innowacyjność jako niezbędną dla spełnienia wymagań zmieniającego się otoczenia. Zastosowanie znajdą tu wszystkie typy innowacji wymienione w Podręczniku Oslo (Niedzielski i Rychlik, 2007):

- Innowacje produktowe, które dotyczą nowych produktów lub dokonywania znaczących zmian w już istniejących; zmiany te odnoszą się do cech produktu lub sposobu jego wytwarzania. W szczególności zalicza się do nich udoskonalenia w specyfikacji technicznej, wykorzystanie nowych surowców, zmiany w charakterystykach funkcjonalnych, stworzenie nowego sposobu wykorzystania. Innowacja produktowa może być oparta na nowo stworzonej wiedzy czy technologii, może również wykorzystywać wiedzę bądź technologię już istniejącą w nowy sposób.
- Innowacje procesowe, które dotyczą znaczących zmian w procesie tworzenia lub w metodach dostarczania dóbr i usług (mowa jest o tzw. przekaźnikach zwinności). Dotyczą zmian w technice wyposażenia czy w wykorzystywanym oprogramowaniu. Celem wprowadzenia innowacji procesowych może być obniżenie kosztów produkcji lub świadczenia usług, podniesienie jakości lub dostarczenie nowego lub ulepszonego produktu. Do innowacji procesowych zaliczyć można automatyzację linii produkcyjnej, wykorzystanie komputerów w procesie projektowania nowych produktów, wprowadzenie nowych rozwiązań logistycznych, w tym w szczególności nowych metod i narzędzi zaopatrywania w zasoby, alokacji tych zasobów wewnątrz przedsiębiorstwa, dostarczenie produktów do odbiorców końcowych.
- Innowacje organizacyjne odnoszą się do zmian w modelach organizacyjnych – udoskonalenia dotychczasowych i wdrażania nowych. Zalicza się do nich przede wszystkim, wprowadzenie istotnych zmian modyfikacji w strukturach organizacyjnych, wdrażanie nowych zaawansowanych technik zarządzania, wprowadzenie nowych lub znacznie zaawansowanych strategii.

- Innowacje marketingowe odnoszą się do nowych rozwiązań w zakresie metod marketingowych, takich jak zmiany wyglądu produktu, jego opakowania, strategii promocji, pozycjonowania produktu czy polityki cenowej. Innowacje marketingowe mogą być związane z różnymi zmianami dokonywanymi w ramach nowej koncepcji marketingowej.

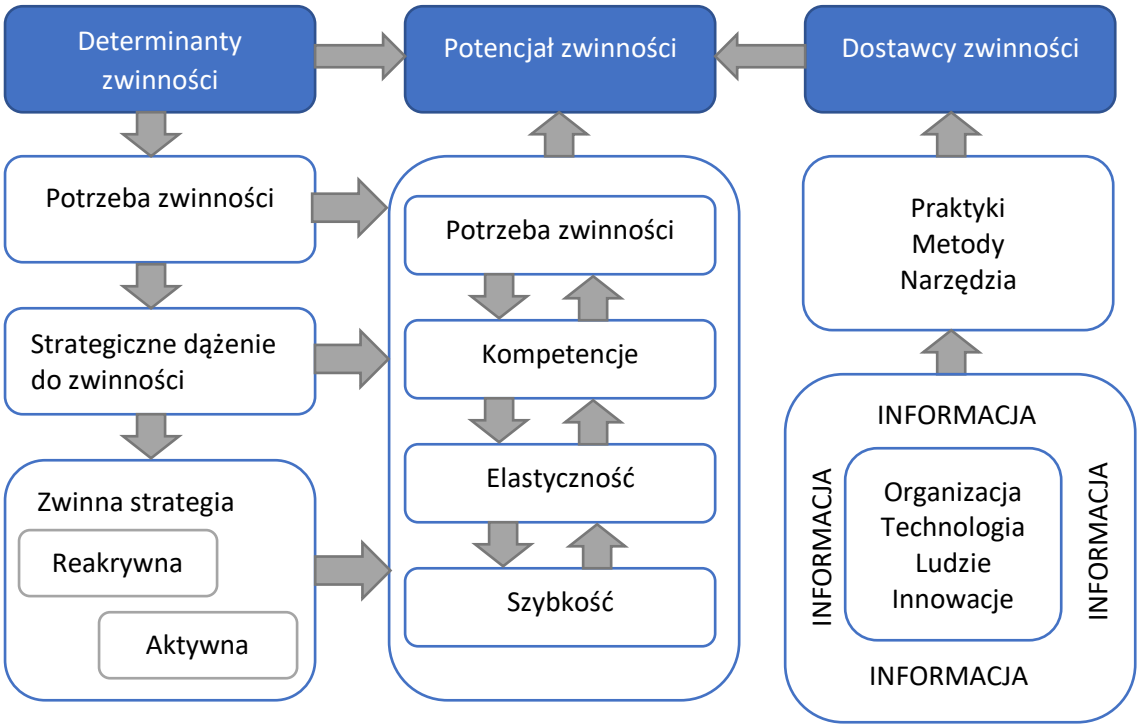
Zdolność przedsiębiorstwa do szybkiej i efektywnej odpowiedzi na zmianę wymaga działań innowacyjnych, umożliwiających osiągnięcie wysokiej efektywności i maksymalizację zadowolenia klientów. Większa niż w przypadku konkurencji szybkość reakcji, kompetencyjność i elastyczność działania możliwe są jedynie dzięki innowacyjnym praktykom i narzędziom, stanowiącym niezbędne wyposażenie zwinnych przedsiębiorstw. W kształtowaniu procesów innowacyjnych rynek pełni funkcję informacyjną, inspirującą oraz weryfikującą. Procesy innowacyjne są kształtowane pod wpływem informacji płynących z rynku. Dla zwinnych przedsiębiorstw bodźcem do działania są szanse pojawiające się w otoczeniu i stanowiące wyzwanie do realizacji nowych celów. Umiejętność identyfikacji niezbędnych zasobów w celu wykorzystania okazji rynkowych, ocena adekwatności zasobów własnych oraz ewentualna umiejętność pozyskania zasobów z otoczenia stanowią podstawę do określenia potrzeb innowacyjnych (Sajdak, 2013).

Kompleksowość i strategiczny charakter koncepcji przedsiębiorstwa zwinnego sprawia, że w nowym świetle stawia się również rolę przywództwa w zwinnym przedsiębiorstwie. Powinna ona skupiać się na wspieraniu pracowników w formułowaniu bezpośrednich relacji z dostawcami i klientami oraz charakteryzować się zdolnością do kreowania zwinnej wizji i misji. Umiejętność ta wspierana jest przez organizacyjną zdolność do przewidywania zmian, ich akceptację oraz szybkie adaptowanie się do nowego otoczenia, a nawet wywoływanie zmian warunków rynkowych w celu czerpania z nich korzyści (Crocitto i Youssef, 2003).

W literaturze dominują dwa modele osiągania zwinności przez przedsiębiorstwa. Pierwszy z nich, koncepcyjny model wdrażania zwinności (Zhang i Sharifi, 2000), oparty jest na 3 filarach, którymi są:

- determinanty zwinności – nieprzewidywalność otoczenia, zmiany w otoczeniu oraz presja rynku zmuszające przedsiębiorstwo do wprowadzania zmian w obszarze swojej działalności w celu utrzymania przewagi konkurencyjnej,
- potencjał zwinności – zdolności niezbędne do odpowiedniej reakcji na zmianę w otoczeniu i jej eksploatacji,

- dostawcy zwinności – są to środki którymi realizowany jest potencjał zwinności. Środki te pochodzą z czterech źródeł zlokalizowanych w systemie produkcyjnym przedsiębiorstwa: organizacji, ludzi, technologii i innowacji.



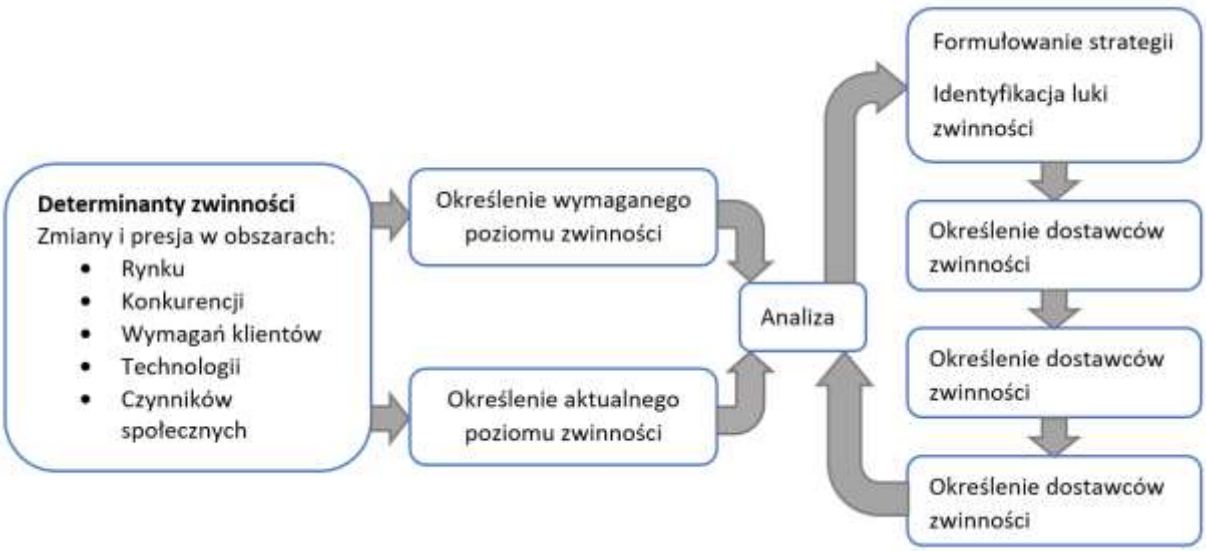
Rysunek 9: Model wdrażania zwinności. Źródło: (Zhang i Sharifi, 2000).

Znajduje on zastosowanie w rozważaniach dotyczących przedsiębiorstw produkcyjnych dążących do osiągnięcia wysokiego poziomu zwinności.

Determinanty zwinności (nieprzewidywalność otoczenia, zmiany w otoczeniu, presja rynku) różnią się w zależności od specyfiki przedsiębiorstwa, różnią się również gdy rozważane jest to samo przedsiębiorstwo w różnych okresach, różni się więc również sposób w jaki wpływają one na przedsiębiorstwo. Sytuacja ta wymaga określenia metod rozpoznawania zmian w otoczeniu.

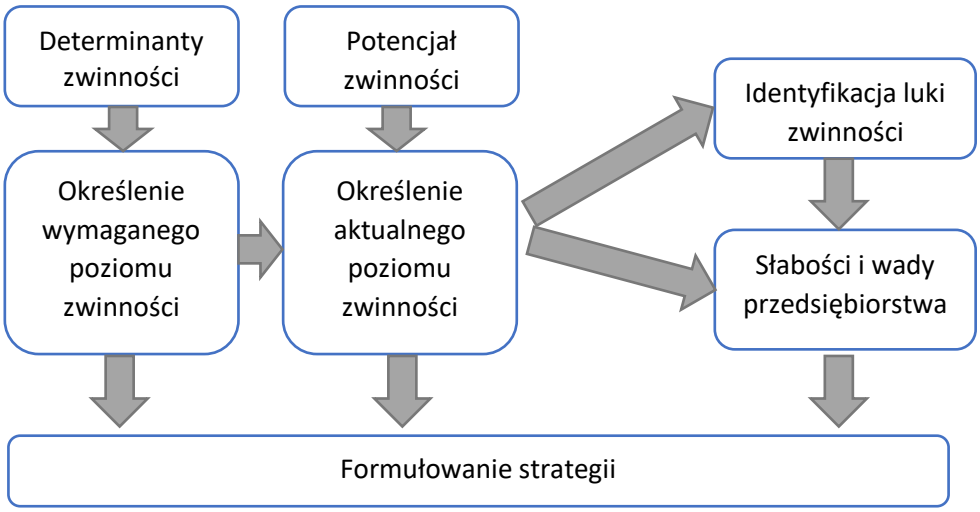
Ponieważ częstotliwość występowania zmian i ich wpływ na przedsiębiorstwo może być różny, różny jest również wymagany poziom zwinności przedsiębiorstwa, aby mogło ono efektywnie funkcjonować w danym środowisku. Poziom ten definiowany jest jako wymagany poziom zwinności i jest on funkcją kilku zmiennych takich jak: stopień zmienności otoczenia i jego charakterystyka, oraz charakterystyka firmy. Porównanie wymaganego poziomu

zwinności z aktualnym poziomem zwinności przedsiębiorstwa dostarcza wskazówek dotyczących działań zmierzających do osiągnięcia wymaganego poziomu zwinności. Na potrzeby dalszych rozważań, zawartych w rozdziale czwartym pracy, wspomnieć należy, że ze względu na rozbudowany program produkcji wielu współczesnych przedsiębiorstw produkcyjnych, rozważania prowadzone dla jednego przedsiębiorstwa, w danym okresie czasu, ale dla innej grupy produktów mogą również dać odmienne wyniki.



Rysunek 10: Metodologia rozwoju zwinności przedsiębiorstwa. Źródło: (Zhang i Sharifi, 2000).

Kluczowy w przedstawionym modelu problem oceny zwinności został ujęty w ramy modelu przedstawionego na rysunku 10. Model ten znajduje zastosowanie w analizie otoczenia przedsiębiorstwa będącej podstawą dążenia do osiągnięcia wymaganego poziomu zwinności. Wzbogacony został on o narzędzie do oceny otoczenia przedsiębiorstwa i wewnętrznych (operacyjnych) warunków jego funkcjonowania, oraz aktualnego poziomu zwinności przedsiębiorstwa.



Rysunek 11: Model oceny zwinności. Źródło: (Zhang i Sharifi, 2000).

Na podstawie obydwu przeprowadzonych ocen wykonywana jest analiza luki zwinności oraz analiza słabych stron przedsiębiorstwa w kontekście sytuacji w otoczeniu oraz możliwości w nim funkcjonowania.

NISKA	Wymagana zwinność	WYSOKA
NISKA	Zmienność otoczenia	WYSOKA

Rynek	Konkurencja	Klient	Technologia	Uwarunkowania społeczne	Dostawcy	Złożoność wewnętrzna
•struktura rynku •popyt •fragmentaryzacja rynku •oczekiwania rynku •wrażliwość na cenę •moda •siła przetargowa nabywców •nasycenie rynku •rozdrobnienie podaży •cykl życia produktu	•otoczenie konkurencyjne •czułość/reaktywność konkurencji •przedmiot konkurencji •substytuty	•życzenia klientów •oczekiwania klientów •oczekiwania dotyczące ceny, jakości, czasu dostawy •wymagania klientów homogeniczność/ heterogeniczność	•zmiany w technologii •wprowadzanie nowych technologii	•presja ekologiczna •presja prawna •presja działań rządowych •trendy ekonomiczne	•relacje z dostawcami •jakość i responsywność dostawców	•ilość produktów •złożoność produktów •złożoność procesów •złożoność procesu projektowania produktu •złożoność procesu planowania i kontroli produkcji •złożoność procesu produkcji

Rysunek 12: Model analizy potrzeb przedsiębiorstwa w zakresie zwinności. Źródło: (Zhang i Sharifi, 2000).

Ocena wymaganego poziomu zwinności przeprowadzana jest w siedmiu obszarach: rynku, konkurencji, klienta, technologii, uwarunkowań społecznych, dostawców, oraz wewnętrznej złożoności. W kolejnej warstwie każdy z obszarów podzielony został na podobszary.

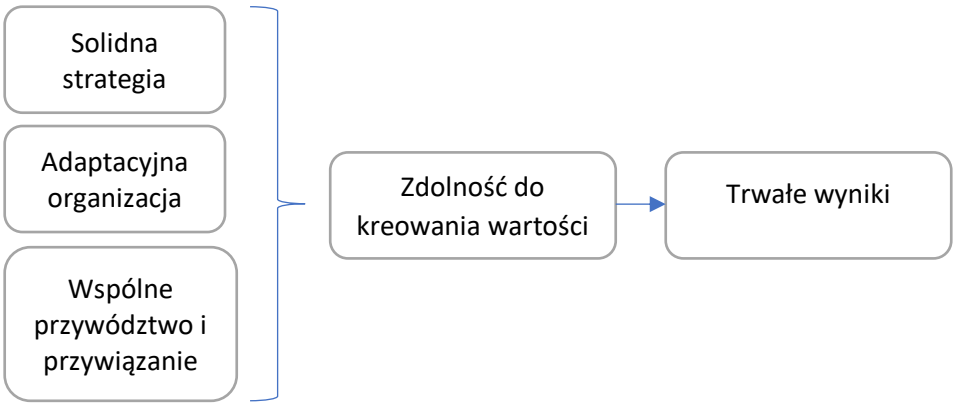
Model analizy aktualnego poziomu zwinności ma podobną budowę. Ocena aktualnego poziomu zwinności przeprowadzana jest w trzech obszarach: zdolności do zauważenia, analizy i zrozumienia zmiany, zdolności do przeprowadzenia zmiany w przedsiębiorstwie, będącej odpowiedzią na zmiany w otoczeniu, i dostarczenia odpowiedniego produktu lub rozwiązania

w najkrótszym możliwym czasie, oraz zdolność do rozpoznania okazji związanej ze zmianą i jej zyskownej eksploatacji. Każdy z tych trzech głównych obszarów oceny może być podzielony na podobszary dotyczące specyficznych determinant zwinności.

NISKA	Zwinność	WYSOKA
Zdolność do zauważenia, analizy i zrozumienia zmiany.	Zdolność do przeprowadzenia zmiany w przedsiębiorstwie i dostarczenia odpowiedniego produktu (rozwiązania) w najkrótszym możliwym czasie.	Zdolność do rozpoznania okazji związanej ze zmianą i jej zyskownej eksploatacji.

Rysunek 13: Model analizy zwinności przedsiębiorstwa. Źródło: (Zhang i Sharifi, 2000).

Drugi popularny model to model zwinności i wydajności (Worley i Lawler III, 2010), przedstawiający zwinność jako możliwość dynamicznego projektowania organizacji w obliczu zmian w jej otoczeniu, co skutkuje osiąganiem przez przedsiębiorstwo ponadprzeciętnej wydajności.



Rysunek 14: Model zwinności i wydajności. Źródło: (Worley i Lawler III, 2010).

Solidna strategia charakteryzuje się zdolnością do generowania przez przedsiębiorstwo wyników (osiągania celów) w warunkach zmiennego otoczenia. Składają się na nią trzy elementy:

- niestandardowa logika ekonomiczna – zakładająca, że długookresowa efektywność ekonomiczna bazuje na serii efektywnych ekonomicznie eksploatacji krótkotrwałych okazji; promuje zatem krótkookresowe postrzeganie przedsiębiorstwa i jego efektywności, co zasadniczo różni się od tradycyjnego podejścia polegającego na

podkreślaniu wyższości długookresowych celów przedsiębiorstwa nad chwilowymi zyskami;

- silna orientacja na przyszłość – bazująca na tworzeniu scenariuszy przyszłości, aby przyszłe wydarzenia w możliwie najmniejszym stopniu były zaskoczeniem; rozwój scenariuszy jest łatwiejszy dla przedsiębiorstwa zwinnego, w porównaniu z przedsiębiorstwem tradycyjnym, ze względu na bliższy kontakt z otoczeniem zewnętrznym i ekspozycję na trendy w otoczeniu;
- elastyczne zamierzenia (cele) – zamierzenia strategiczne prowadzą do rozmieszczenia zasobów w sposób umożliwiający efektywną ekonomicznie eksploatację krótkotrwałych okazji i są definiowane przez: szerokość, agresywność i zróżnicowanie, które wyznaczają zwinność w zakresie zmian w strategii przedsiębiorstwa.

Adaptacyjna organizacja oznacza zdolność do jej szybkiej adaptacji pod wpływem zewnętrznej lub wewnętrznej presji do zmiany lub zmiany w strategii. Składają się na nią: struktura, procesy, ludzie i system wynagrodzeń wspierające przechwytywanie wartości podczas realizacji elastycznych zamierzeń i ciągłą implementację solidnej strategii. Zwinne przedsiębiorstwa zwracają uwagę również na to, żeby ich struktura prowadziła do częstych kontaktów możliwie największej liczby pracowników z szeroko pojętym otoczeniem, co ma sprzyjać zdolności do zauważania w nim zmian. Ważnym elementem jest również wspieranie otwartego dostępu do informacji dla pracowników i transparentnego procesu podejmowania decyzji.

Wspólne przywództwo oparte jest na pracy zespołowej i postrzeganiu przywództwa jako jednego z zasobów organizacji. Nawiązuje ono do maksymalizacji ekspozycji pracowników na otoczenie przedsiębiorstwa (adaptacyjna organizacja) i pełnej dostępności do informacji. Poprzez zaangażowanie większej liczby pracowników w proces zarządzania możliwy jest rozwój cech przywódczych i zdolności menedżerskich u większej liczby pracowników. Wspólne przywództwo zwiększa szanse powodzenia przedsiębiorstwa w zmiennym otoczeniu poprzez ograniczenie ryzyka błędnych decyzji, oraz powiększenie zasobu pracowników o wysokich kompetencjach. Przywiązanie oparte jest na długookresowej propozycji wartości integrującej kulturę organizacyjną z marką i reputacją przedsiębiorstwa. Wraz z wspólnym przywództwem pomaga zachować wysoki poziom motywacji w przedsiębiorstwie działającym w trudnych warunkach ciągłych żądań zmian.

Zdolność do kreowania wartości opiera się na integracji kompetencji ze zdolnością do nauki. W przeciwieństwie do tradycyjnie zarządzanych przedsiębiorstw, zamiast odpowiadać na pytanie „co robimy dobrze”, przedsiębiorstwo zdolne do kreowania wartości szuka odpowiedzi na pytanie „czego musimy się nauczyć”. Polega więc na poszukiwaniu obszarów w których należy nabyć lub rozwinąć kompetencje w celu przygotowania przedsiębiorstwa do eksploatacji nowych okazji.

Postrzeganie wiedzy jako kluczowego zasobu organizacji zwinnej, umożliwiającego przedsiębiorstwu szybkie identyfikowanie okazji i ich wykorzystywanie, reprezentowane jest w modelu przedsiębiorstwa zwinnego opartego na wiedzy (Włodarkiewicz-Klimek, 2018).

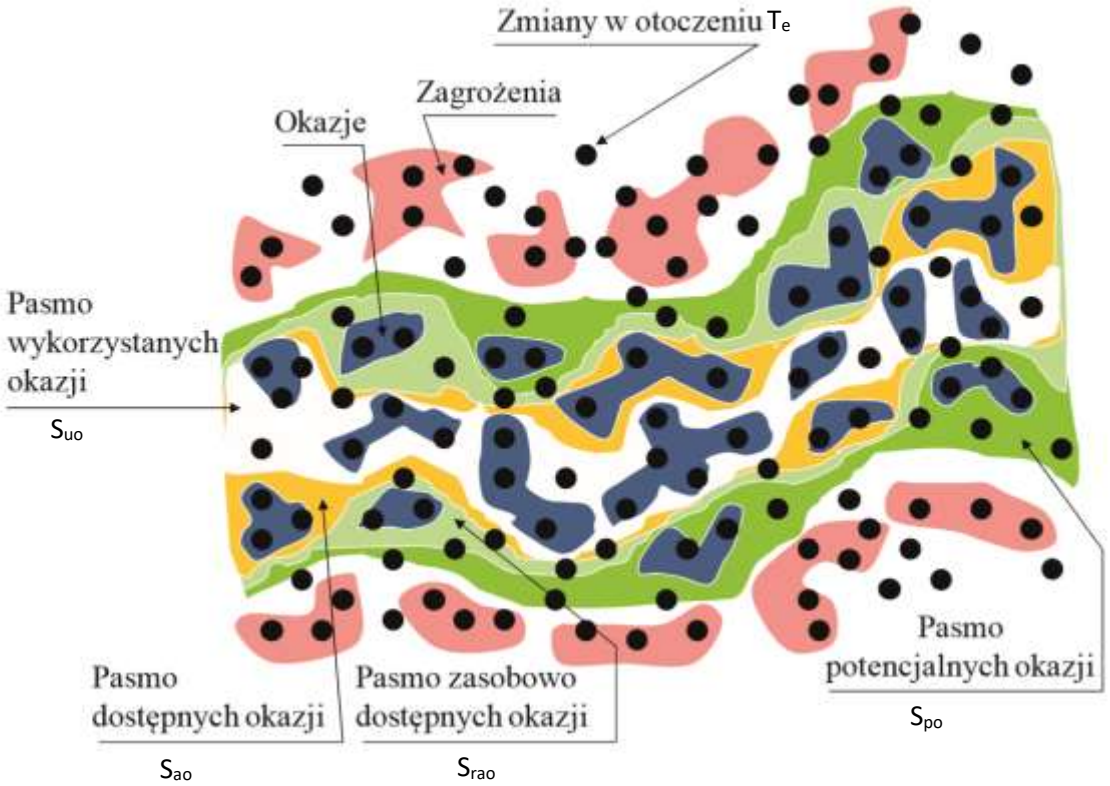


Rysunek 15: Model zwinnego przedsiębiorstwa opartego na wiedzy. Źródło: (Włodarkiewicz-Klimek, 2018).

W modelu tym wiedza rozpatrywana jest w połączeniu z kapitałem ludzkim, będącym nosicielem, kreatorem i przekazicielem wiedzy, jako istotne wskazuje zatem jakościowe cechy kapitału ludzkiego takie jak kompetencje, jakość relacji interpersonalnych, kultura organizacji, klimat organizacyjny oraz poziom zarządzania wiedzą indywidualną pracowników. Zarządzanie wiedzą, jako kluczowym zasobem organizacji zwinnej, stanowi podstawę do rozwoju opracowanych przez Trzcielińskiego wymiarów zwinności przedsiębiorstwa, którymi są (Trzcieliński, Włodarkiewicz-Klimek i Pawłowski, 2013):

- bystrość – zdolność przedsiębiorstwa do dostrzegania zdarzeń zachodzących w otoczeniu, kojarzenia ich, oraz kategoryzowania danej konfiguracji zdarzeń (nazywanej sytuacją) jako sprzyjającej lub niesprzyjającej,
- elastyczność – zdolność do oceny adekwatności zasobów własnych, oraz koniecznych do pozyskania z otoczenia, aby możliwe było wykorzystanie sytuacji sprzyjającej,
- inteligencja – zdolność do wartościowania sytuacji sprzyjających, ich wybierania, oddziaływania na nie, oraz skutecznego rozwijania zasobów własnych i pozyskiwania zasobów z otoczenia aby okazja stała się osiągalna dla przedsiębiorstwa,
- spryt – zdolność do rozwiązywania problemów dotyczących wykorzystania okazji na poziomie operacyjnym, w tym rekonfigurowania dostępnych zasobów, inicjowania i modyfikowania niezbędnych przedsięwzięć i bieżącego sterowania ich realizacją.

Pojęcia bystrości, elastyczności, inteligencji i sprytu przedsiębiorstwa obrazuje poniższy rysunek.



Rysunek 16: Pasmo wykorzystanych okazji rynkowych - obserwacja w chwili t_1. Źródło: (Trzcieliński S. , 2011).

Im większa jest bystrość przedsiębiorstwa B tym szersze jest pasmo potencjalnie dostępnych okazji. Bystrość przedsiębiorstwa B jest bowiem funkcją przyporządkowującą turbulentnemu otoczeniu T_o pasmo potencjalnych okazji rynkowych P_{po}. Za podstawowy zasób

kreujący pasmo potencjalnych okazji uznać należy zasoby ludzkie i związany z nimi zasób wiedzy, determinujące zdolność do rozpoznawania w zdarzeniu lub zbiorze zdarzeń potencjalnych okazji.

$$B: T_o \rightarrow P_{po}$$

Równanie 5:Bystrość przedsiębiorstwa. Źródło: (Trzcieliński S. , 2007).

Im bardziej różnorodne zasoby przedsiębiorstwo może użyć w celu eksploatacji okazji tym szersze jest pasmo dostępnych okazji. Elastyczność przedsiębiorstwa E jest zatem funkcją przekształcającą pasmo potencjalnych okazji rynkowych P_{po} w pasmo zasobowo dostępnych okazji rynkowych P_{zdo}.

$$E: P_{po} \rightarrow P_{zdo}$$

Równanie 6: Elastyczność przedsiębiorstwa. Źródło: (Trzcieliński S. , 2007)

Użyte zasoby przedsiębiorstwa mogą być jego zasobami wewnętrznymi, lub zasobami zewnętrznymi do których przedsiębiorstwo ma dostęp, lub jest w stanie go uzyskać w razie potrzeby. Jest to znacznie szersze rozumienie elastyczności, niż prezentowane wcześniej w pracy, przy opisie elastycznych systemów produkcyjnych, gdzie rozważana była zdeterminowana odpowiedź na zaplanowaną zmianę, a elastyczność wiązała się bezpośrednio z kosztami inwestycji w system produkcyjny. Oczywiście można stwierdzić, że elastyczność w rozumieniu przedsiębiorstwa zwinnego również wiąże się z kosztami, w końcu przedsiębiorstwo poświęca zasoby na rozpoznanie otoczenia i utrzymywanie z nim relacji umożliwiających kooperację, jest to jednak związek pośredni, a koszty te są znacznie mniejsze niż niezbędne do osiągnięcia elastyczności rozumianej w tradycyjny sposób.

Inteligencja przedsiębiorstwa jest zdolnością do rozumienia sytuacji i celowego reagowania na nie, czyli uaktywniania właściwych zasobów. Jest ona bezpośrednio związana z posiadanym zasobem wiedzy. Przedsiębiorstwo potrafiące kumulować wiedzę jest przedsiębiorstwem uczącym się. Przedsiębiorstwo potrafiące intencjonalnie rozwijać posiadany zasób wiedzy i czerpać korzyści z posiadanej wiedzy jest przedsiębiorstwem inteligentnym. Inteligencja pozwala przedsiębiorstwu poruszać się pomiędzy okazjami zasobowo dostępnego pasma w celu ich wykorzystania. Inteligencja I jest więc funkcją przekształcającą zasobowo dostępnych okazji P_{zdo} w pasmo dostępnych okazji $P_{do.}$

$$I: P_{zdo} \rightarrow P_{do}$$

Równanie 7: Inteligencja przedsiębiorstwa. Źródło: (Trzcieliński S. , 2007)

Spryt jest umiejętnością podejmowania szybkich, praktycznych działań prowadzących do przynoszącego korzyści wykorzystania okazji. Spryt umożliwia skuteczne działanie w warunkach niepełnej informacji, ograniczonej racjonalności, wypełnia lukę pomiędzy teoretyczną wiedzą a konkretnymi rozwiązaniami przystosowanymi do aktualnej, nowej sytuacji. Przedsiębiorstwo zwinne godzi się na to, że jego działania nie są optymalne (w przeciwieństwie do przedsiębiorstwa szczupłego), rozumiejąc, że działa w warunkach ograniczonej racjonalności i presji czasu związanej z krótkim, lub nieznanym czasem trwania okazji, a jego celem jest skuteczna, przynosząca korzyść eksploatacja okazji. Spryt S jest więc funkcją przekształcającą pasmo dostępnych okazji P_{do} w pasmo wykorzystanych okazji P_{wo}.

$$S: P_{do} \rightarrow P_{wo}$$

Równanie 8: Spryt przedsiębiorstwa. Źródło: (Trzcieliński S. , 2007).

Powyższe rozważania prowadzą do wniosku, że zwinność przedsiębiorstwa Z jest złożoną funkcją przekształcającą zmiany w otoczeniu w pasmo wykorzystanych okazji.

$$Z(T_o)=S[I[E[B(T_o)]]]=P_{wo}$$

Równanie 9: Zwinność przedsiębiorstwa. Źródło: (Trzcieliński S. , 2007)

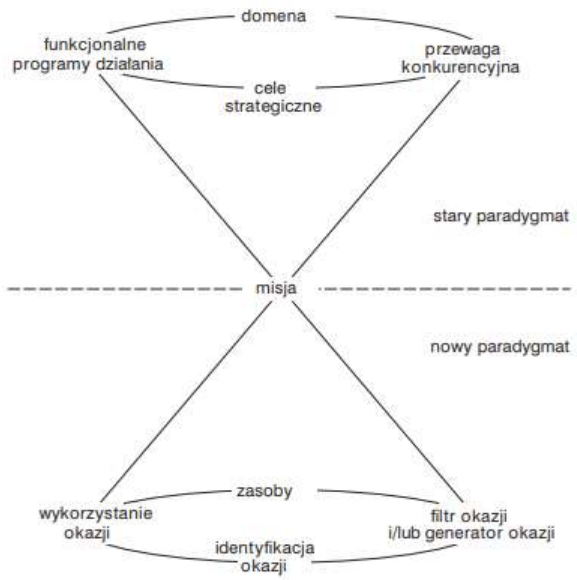
Worley i Lawler, autorzy modelu zwinności i wydajności zauważają, że podkreślane w kontekście zarządzania strategicznego długookresowe bezpieczeństwo przedsiębiorstwa może być osiągnięte dzięki zdolności do eksploracji i zyskownej eksploatacji krótkotrwałych okazji pojawiających się w turbulentnym i nieprzewidywalnym otoczeniu przedsiębiorstwa. Strategia w kontekście przedsiębiorstwa zwinnego, eksploatującego okazje to długofalowy plan organizacji zawierający m.in. (Krupski, Niemczyk i Stańczyk-Hugiet, 2009):

- ustalenie, jakiego rodzaju zdarzenia w otoczeniu przedsiębiorstwo będzie identyfikować jako okazje (czyli przyjęcie filtru oraz przestrzeni okazji);
- ustalenie, jakiego rodzaju zdarzenia we wnętrzu przedsiębiorstwa (najczęściej mające charakter innowacyjny) będą identyfikowane jako okazje;

- zamiary w zakresie kształtowania redundancji zasobów własnych i systemu dostępności do zasobów obcych, który umożliwi wykorzystanie okazji;
- rozwiązania w zakresie „organizacji w ruchu" (systemy procedur na różne okazje, symulacji, generowania pomysłów itp.).

Takiego ujęcia nie można zakwalifikować jako strategii wyłaniającej się, samorzutnej, ponieważ jest planem, choć dotyczącym przygotowania organizacji do wykorzystywania okazji.

Różnice pomiędzy klasyczną logiką strategii przedsiębiorstwa a niestandardową logiką przedsiębiorstwa zwinnego, prezentowaną również w modelu zwinności i wydajności (Worley i Lawler III, 2010), prezentują dwa stożki paradygmatów strategii organizacji (Krupski, Niemczyk i Stańczyk-Hugiet, 2009).



Rysunek 17: Dwa stożki paradygmatów strategii organizacji. Źródło: (Krupski, Niemczyk i Stańczyk-Hugiet, 2009).

Przedsiębiorstwo zwinne reprezentuje tu zasobową orientację strategiczną, czyli taką, w której planuje się przede wszystkim zasoby przedsiębiorstwa, a nie stan rynków, czy wdrażanie nowych produktów. W orientacji tej horyzont planowania zasobów jest dłuższy niż horyzont planowania rynków i produktów. Ponieważ otoczenie jest turbulentne i nieprzewidywalne przedmiotem planowania są tu warunki jakie trzeba spełnić, aby móc wykorzystywać pojawiające się w przyszłości okazje.

W rozprawie autor przyjmuje definicję okazji jako sytuacja sprzyjająca podmiotowi działania w osiągnięciu zamierzonego celu lub pożądanego skutku, która istnieje w otoczeniu tego podmiotu lub jest postulowanym stanem cech tego otoczenia.

Sytuacje są tworzone przez zdarzenia zachodzące w otoczeniu przedsiębiorstwa. Sytuacje mogą być jednozdarzeniowe (sytuacje niezłożone) lub wielozdarzeniowe (sytuacje złożone). Z perspektywy przedsiębiorstwa okazje klasyfikowane są ze względu na: powszechność ich dostrzegania, świadomość ich występowania, zależność od przedsiębiorstwa, zaangażowanie przedsiębiorstwa, efektywność przedsiębiorstwa oraz stopień realizacji celu w jakim okazja została podjęta przez przedsiębiorstwo (Trzcieliński S. , 2007).

Okazje obiektywne i subiektywne – jeżeli zbiór zdarzeń w otoczeniu przedsiębiorstwa jest powszechnie uznawany za pozytywny, stwarzający okazję i rozpoznany jako taki przez większą liczbę podmiotów to uznawany jest za okazję obiektywną. Ponieważ dostęp do takiej okazji jest powszechny, żeby mogła stać się ona źródłem korzyści dla przedsiębiorstwa musi ono podejmować szybkie działania w celu jej efektywnej eksploatacji. Okazje subiektywne to takie, które są rozpoznawane przez pojedyncze przedsiębiorstwo, a ponieważ dostęp do takiej okazji nie jest powszechny, czas w jakim może ona być zyskownie eksploatowana zależy od okresu trwania odpowiedniej konfiguracji zdarzeń.

Okazje uświadomione i nieuświadomione – podział ten odnosi się do kreowania przez przedsiębiorstwo pasma potencjalnych okazji rynkowych. Zdarzenia lub sploty zdarzeń które mają potencjał do korzystnego wykorzystania, lecz nie zostały jako takie przez przedsiębiorstwo dostrzeżone są okazjami nieuświadomionymi. Okazje uświadomione to te, przy których przedsiębiorstwo wykazało wystarczającą zdolność obserwacji otoczenia i poziom wiedzy, aby móc zauważyć zdarzenie lub splot zdarzeń i zakwalifikować je jako potencjalną okazję.

Okazje zależne i niezależne – przedsiębiorstwo może aktywnie wpływać na stan otoczenia, kreować zachodzące w nim zdarzenia które uznaje za korzystne. Jeżeli okazja jest splotem zdarzeń, może kreować zdarzenia niezbędne do tego, żeby z danego zbioru zdarzeń powstałą okazja. Aktywność taka charakterystyczna jest raczej dla przedsiębiorstw o wysokim poziomie zwinności, posiadających doświadczenie w rozpoznawaniu zbiorów zdarzeń o dużym

potencjale do utworzenia okazji oraz wiedzę, jakich zdarzeń w tym zbiorze brakuje i jak je wykreować. Wykorzystuje w tym celu swoje relacje z innymi podmiotami w swoim otoczeniu, co obrazowo można nazwać lobbingiem. Dzięki aktywnej postawie przedsiębiorstwo często uzyskuje pierwszeństwo w jej eksploracji, ponieważ jako pierwsze wie o zaistnieniu okazji. Okazje niezależne to takie w których tworzeniu przedsiębiorstwo nie brało świadomie udziału. Autor proponuje w tym miejscu wzbogacenie definicji okazji niezależnej przedstawionej w literaturze, mówiącej, że okazja niezależna to taka na powstanie której przedsiębiorstwo nie miało wpływu, lub wpływ ten jest bardzo słaby (Trzcieliński S. , 2007), na podstawie doświadczeń wyniesionych z badań przedstawionych w dalszej części pracy. Działalność przedsiębiorstwa wpływa na stan otoczenia, kreuje w nim zdarzenia. Często wpływ ten jest niezamierzony lub nawet nieuświadomiony. O tym że zdarzenie należy do ciągu zdarzeń które utworzyły okazję przedsiębiorstwo uświadamia sobie dopiero po zaistnieniu okazji, lub nawet później np. w trakcie jej eksploatacji a nawet po jej wykorzystaniu. Przykładem może być sytuacja w której potencjalny klient dostrzeże nowe zastosowanie innowacyjnego rozwiązania zrealizowanego przez zwinne przedsiębiorstwo na potrzeby klienta z innej branży, lub uznany producent materiałów eksploatacyjnych wyrazi chęć podjęcia rozmów na temat przedstawicielstwa po tym jak zobaczył u wspólnego klienta działającą innowacyjną maszynę. Podczas takiej działalności przedsiębiorstwo wpływa na stan otoczenia, uczestniczy w tworzeniu zdarzenia. Nie jest jednak świadome, że zdarzenie to stanie się elementem ciągu zdarzeń które doprowadzi do nowej okazji. W tym kontekście okazja niezależna to taka na powstanie której przedsiębiorstwo nie miało wpływu, wpływ ten jest bardzo słaby, lub nieuświadomiony.

Okazje niezauważone, nie podjęte, podjęte – podział ten odnosi się do zaangażowania przedsiębiorstwa w eksploatację okazji. Okazje niezauważone są efektem braku bystrości przedsiębiorstwa. Okazje nie podjęte są efektem braku elastyczności lub braku inteligencji, co przejawiać może się tym, że przedsiębiorstwo nie potrafi pozyskać zasobów niezbędnych do eksploatacji okazji, lub nie potrafi ich odpowiednio do tego wykorzystać. Okazje podjęte przez przedsiębiorstwo to te co do których podjęło ono decyzję o zaangażowaniu się w ich eksploatację.

Okazje wykorzystane i zmarnowane – okazje wykorzystane to te w których eksplorację przedsiębiorstwo się zaangażowało i wykorzystało je w różnym stopniu. Okazje zmarnowane

to te w których eksploatację przedsiębiorstwo zaangażowało się, zaangażowało zasoby, lecz nie udało się mu odnieść korzyści z eksploatacji okazji. Podział tej odnosi się do profesjonalizmu przedsiębiorstwa w eksploatacji okazji.

Okazje można sklasyfikować również w zależności od podejścia przedsiębiorstwa oraz ich źródła. Źródłem okazji może być otoczenie przedsiębiorstwa lub jego wnętrze, podejście przedsiębiorstwa do okazji może charakteryzować aktywny charakter, kiedy przedsiębiorstwo uczestniczy w kreowaniu pozytywnych dla niego zdarzeń, lub pasywny charakter, gdy przedsiębiorstwo jedynie nadaje sens zdarzeniom już istniejącym (pasywnie kwalifikuje je jako okazje).

Tabela 7: Rodzaje okazji.



Źródło: (Krupski, 2011)

Pomiędzy przedsiębiorstwem, sytuacją i celem w literaturze wyróżnia się relacje (Trzcieliński i Trzcielińska, 2010): adekwatności zasobów, realności celu oraz oddziaływania sytuacyjnego.

Zasoby przedsiębiorstwa w stosunku do sytuacji i wybranego celu mogą być adekwatne lub nieadekwatne, czyli nadmiarowe lub niewystarczające. Niewystarczające zasoby mogą opóźnić osiągnięcie celu, lub je uniemożliwić, w szczególności, w turbulentnym otoczeniu, w skutek przeminięcia sytuacji. Zasoby nadmiarowe, zaangażowane w osiągnięcie celu, jeżeli nie ma możliwości ich podziału pomiędzy różne aktywności przedsiębiorstwa (różne cele), mogą spowodować umniejszenie korzyści przedsiębiorstwa. Sytuacja ta w szczególności dotyczy

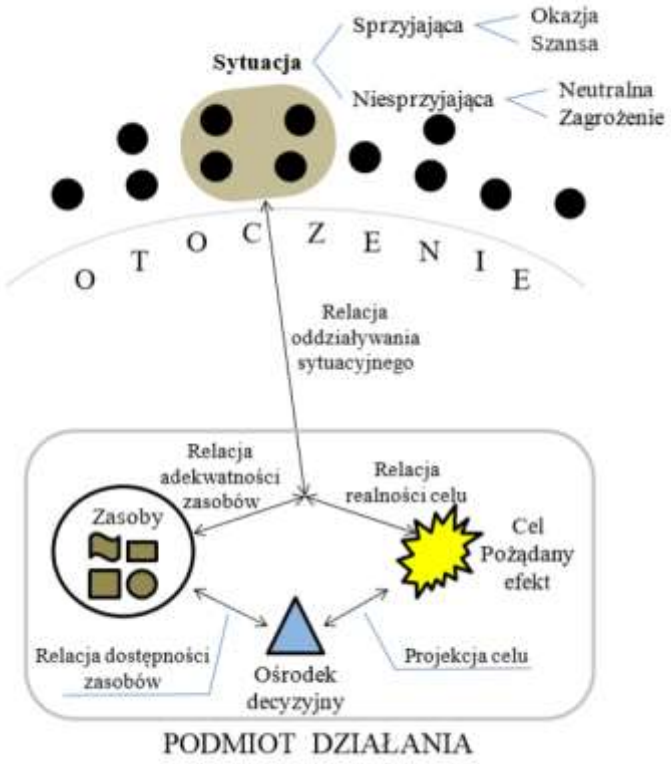
przedsiębiorstw charakteryzujących się niskim poziomem zwinności, posiadających własne specjalizowane zasoby materialne.

Cel przedsiębiorstwa w kontekście zasobów do których ma ono dostęp i sytuacji w której ma być osiągnięty może być realny albo nierealny. Cel jest nierealny jeżeli przedsiębiorstwo nie jest w stanie w danej sytuacji pozyskać wystarczających do jego osiągnięcia zasobów. Przykładami takich zasobów są koncesje i zezwolenia, certyfikaty dopuszczające do określonego rodzaju prac, jeżeli ich zdobycie wymaga czasu dłuższego niż przewidywany okres życia okazji, środki finansowe, czy specjalistyczna wiedza nt. unikatowej technologii.

Sytuacje w otoczeniu przedsiębiorstwa mogą mieć charakter sprzyjający lub niesprzyjający. Sytuacje sprzyjające dzielą się na:

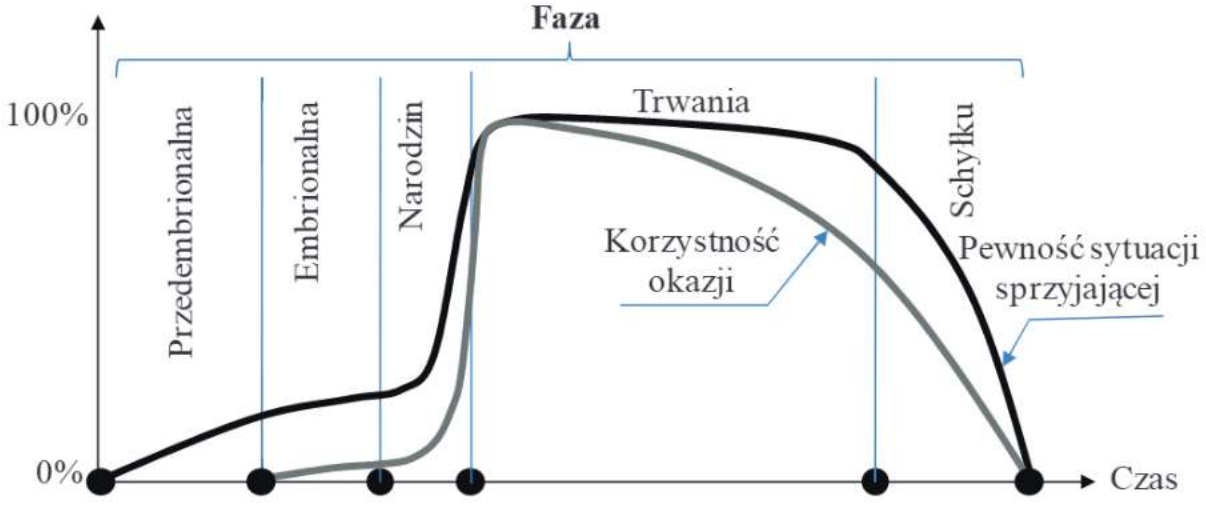
- okazje – sytuacje istniejące lub postulowane, kompletne pod względem tworzących je zdarzeń,
- szanse – sytuacje, których zaistnienie jest prawdopodobne w rozważanym horyzoncie czasowym, mogące charakteryzować się niekompletnością zdarzeń, brakujące zdarzenia powinny być jednak prawdopodobne w rozważanym okresie.

Sytuacje niesprzyjające mogą mieć charakter neutralny lub stanowić zagrożenie dla przedsiębiorstwa.



Rysunek 18: Model relacji między sytuacją, celem i zasobami podmiotu działania. Źródło: (Trzcieliński S. , 2011).

Ponieważ okazje są przemijającymi sytuacjami sprzyjającymi, pojawiającymi się w otoczeniu przedsiębiorstwa, mają one ograniczony czas trwania, w którym podlegają pewnym prawidłowościom składającym się na ich cykl życia. Cykl ten obejmuje następujące fazy (Trzcieliński, 2008), wyróżnione ze względu na pewność wystąpienia sytuacji sprzyjających (Trzcieliński, Włodarkiewicz-Klimek i Pawłowski, 2013):



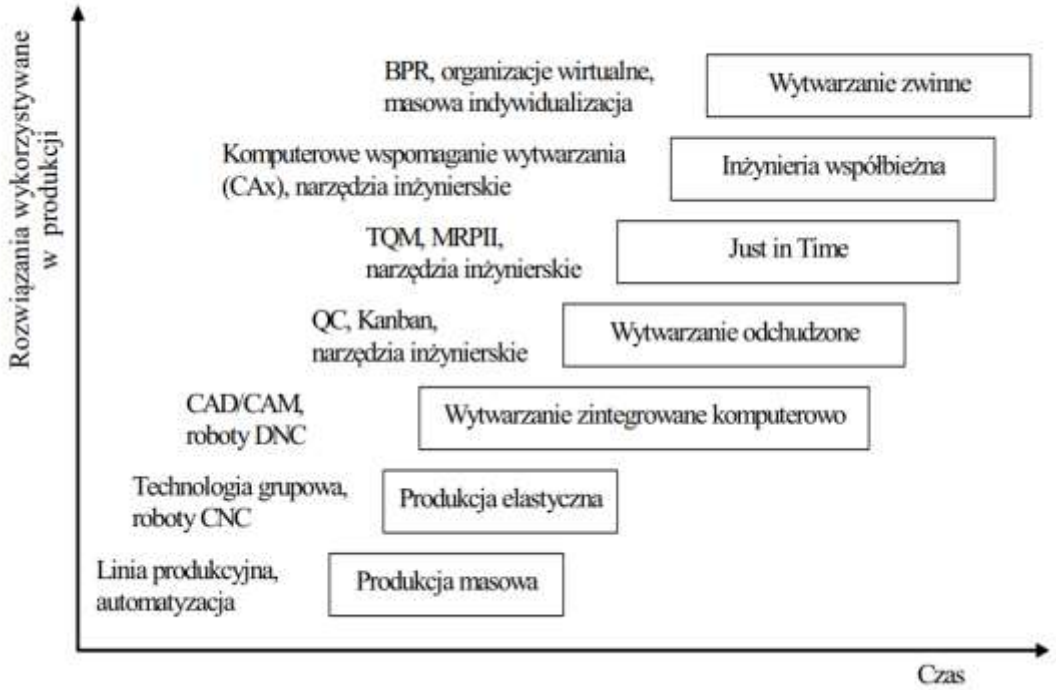
Rysunek 19: Cykl życia okazji. Źródło: (Trzcieliński S. , 2011).

- faza przedembrionalna, w której pojawiają się zapowiedzi przyszłych sytuacji, które mogą być oceniane przez przedsiębiorstwa jako sprzyjające; w otoczeniu przedsiębiorstwa pojawiają się symptomy takich sytuacji lub w przedsiębiorstwie powstają idee i pomysły na podjęcie działań mogących wywołać w otoczeniu sytuacje sprzyjające;
- faza embrionalna, w występują zdarzenia, które wywołują inne zdarzenia formujące sytuację rozpoznawaną przez przedsiębiorstwo jako sprzyjającą;
- faza narodzin w której pojawiają się zdarzenia składające się na sytuację sprzyjającą;
- Faza istnienia, w której nie zachodzą zmiany stanu cech czynników formujących okazję, jeżeli jednak występują, to nie wpływają na zmianę sytuacji sprzyjającej; czas trwania okazji może przyjmować wartości z dużego przedziału, te, które trwają długo, są dostępne dla wielu przedsiębiorstw i dostrzegane w wielu z nich, a w związku z tym mają charakter obiektywny, okazje o krótkim okresie trwania mają zwykle charakter subiektywny, dostrzegane są przez pojedyncze lub nieliczne przedsiębiorstwa; dla przedsiębiorstwa zwinnego stanowią podstawowy repertuar sytuacji sprzyjających;
- faza schyłku, która może wystąpić w wyniku zmian w relacjach: oddziaływania sytuacyjnego, realności celu lub adekwatności zasobów, które istniały w fazie trwania okazji; Zmiana relacji oddziaływania sytuacyjnego następuje w wyniku zmiany stanu cech czynników formujących okazję, w przypadku okazji niezłożonych (jednozdarzeniowych) oznacza to ich zanik, w przypadku okazji złożonych (wielozdarzeniowych) zmiana jest konsekwencją dekompletacji sytuacji sprzyjającej; przyczyną schyłku okazji może być również zmiana celu działania, w wyniku czego sytuacja przestaje być dla niego sprzyjająca; schyłek może być też spowodowany zmianą zasobów, jeżeli w danej sytuacji przestają być one adekwatne do osiągnięcia danego celu.

2.2.2. Zwinne systemy produkcyjne

Produkcja zwinna jest najnowszą z istotnych koncepcji organizacji procesu wytwórczego. Korzysta ona z osiągnięć wcześniejszych koncepcji, przede wszystkim narządzi wytwarzania zintegrowanego komputerowo, wytwarzania odchudzonego, JiT oraz inżynierii współbieżnej. W literaturze szczególnie podkreślany jest związek koncepcji produkcji zwinnej z koncepcją produkcji szczupłej (Trzcieliński, Włodarkiewicz-Klimek i Pawłowski, 2013),

(Motała, Pawłowski, Pawłowski i Trzcieliński, 2008), trudno bowiem wyobrazić sobie w wielu branżach współczesny, efektywny proces produkcyjny bez osiągnięć takich koncepcji jak JiT, czy rozwiązań takich jak komputerowo wspomagane wytwarzanie (Büyüközkan, Dereli i Baykasoğlu, 2004).



Rysunek 20: Rozwój systemów wytwarzania. Źródło: (Walczak, 2010).

Jeżeli szczupłość lub zwinność rozważane są w szerokim ujęciu całego przedsiębiorstwa to przedstawia się je jako strategie przedsiębiorstw. Obydwie one mają zastosowanie do wszystkich rodzajów organizacji, niniejsza praca rozważa jednak jedynie przedsiębiorstwa produkcyjne i ich działalność związaną z szeroko rozumianym obszarem produkcji.

W artykule „Agile manufacturing: a necessary conditions for competing in global markets" (Youssef, 1992), Youssef przedstawia zwinność przedsiębiorstwa produkcyjnego jako strategię prowadzącą do skrócenia czasu reakcji w trzech obszarach: zaspokajania potrzeb klientów, potencjału przedsiębiorstwa oraz zaopatrzenia . Jako najważniejsze silne strony strategii wymienia krótki czas reakcji oraz skrócenie czasu wdrożenia produktu. Szczególną uwagę poświęca zwiększeniu szybkości działania we wszystkich obszarach organizacji.

Yusuf, Sarhadib i Gunasekaran w publikacji "Agile manufacturing: the drivers, concepts and attributes" (Yusuf, Sarhadib i Gunasekaran, 1999) stwierdzają, że zwinne

przedsiębiorstwo produkcyjne charakteryzować musi się zdolnością do przewidywania zmian, adaptacji do nowych warunków oraz właściwej odpowiedzi na zmianę. Zdolności te mają umożliwiać przedsiębiorstwu osiąganie jego celów strategicznych w zmiennym i nieprzewidywalnym otoczeniu. Wymieniono również cechy zwinnego systemu produkcyjnego takie jak: szybkość działania, elastyczność, innowacyjność, proaktywna postawa wobec zmian, wysoki poziom jakości i zdolność do generowania zysku. Wskazano, że cechy te osiągane są w głównej mierze przez korzystanie z szerokiego spektrum rekonfigurowalnych zasobów i stosowania najlepszych praktyk produkcyjnych.

Gunasekaran przedstawia zwinność jako strategię będącą następstwem naturalnego rozwoju koncepcji wytwarzania szczupłego. Definiuje zwinność jako zdolność do przetrwania i rozwoju na konkurencyjnym i zmiennym rynku dzięki szybkości i efektywności działań (Gunasekaran, 1999). Podkreśla on, że nowe wymagania rynku zainicjowały ewolucję firm produkcyjnych działających według strategii lean, dążących do efektywności kosztowej, w kierunku strategii agile skierowanej w stronę elastyczności i szybkości (Gunasekaran, 1998). Podkreśla cechy zwinnego systemu produkcyjnego takie jak partnerstwo tworzone na potrzeby konkretnego projektu, wirtualność organizacji, rekonfigurowalność organizacji i zdolność do masowej indywidualizacji produktu. Opisuje również zwinne systemy produkcyjne jako zdolne do wykorzystywania zyskownych okazji pojawiających się na zmiennym rynku, dzięki wiedzy nt. rynku i zdolności do tworzenia wirtualnych organizacji. Wskazuje szereg możliwych do wykorzystania technologii wspierających osiągnięcie wysokiego poziomu zwinności.

Sharifi i Zhang przedstawiają zwinne wytwarzanie jako poszukiwanie właściwych rozwiązań pozwalających przedsiębiorstwu funkcjonować w burzliwym i nieprzewidywalnym otoczeniu, oraz czerpać ze zmienności otoczenia korzyści (Sharifi i Zhang, 1999), (Sharifi i Zhang, 2001). Jako podstawowe cechy zwinnego przedsiębiorstwa wymieniają zdolność do przewidywania zmian, ich dostrzegania kiedy już zajdą, oraz ich wykorzystywania. Żeby móc efektywnie funkcjonować w turbulentnym otoczeniu i czerpać korzyści z zachodzących w nim zmian przedsiębiorstwo musi posiadać również cechy takie jak: szybkość działania, wysoki poziom kompetencji, elastyczność w działaniu, aktywna postawa wobec zmian. W późniejszych publikacjach (Zhang D. Z., 2011), (Zhang i Sharifi, 2007) wymieniają wśród tych cech również orientację na klienta oraz zdolność do partnerskiej współpracy z innymi podmiotami.

Podsumowując zbiór 73 prac z zakresu zwinnego wytwarzania Sanchez i Nagi (Sanchez i Nagi, 2001) dochodzą do ogólnego wniosku, że zwinne wytwarzanie jest koncepcją strategiczną takiej organizacji przedsiębiorstwa, aby mogło ono funkcjonować w otoczeniu charakteryzującym się ciągłymi i nieprzewidywalnymi zmianami. Przedsiębiorstwo takie musi być zdolne przede wszystkim do rozpoznawania zmian i reagowania na nie oraz dostarczania wartościowych dla klienta, zindywidualizowanych, wysokiej jakości produktów.

W literaturze przedstawia się również zwinne wytwarzania jako integrację elementów z zakresu technologii oraz zarządzania produkcją w celu osiągnięcia zdolności do szybkiego zaspokajania zmiennych potrzeb klientów (Vinodh, Sundararaj, Devadasan, Kuttalingam i Rajanayagam, 2010).

Zestawienie definicji zwinnego wytwarzania zaczerpniętych z najczęściej cytowanych publikacji, wraz z wyróżnionymi kluczowymi elementami, przedstawione zostało w poniższej tabeli.

Tabela 8: Definicje zwinności systemu produkcyjnego.

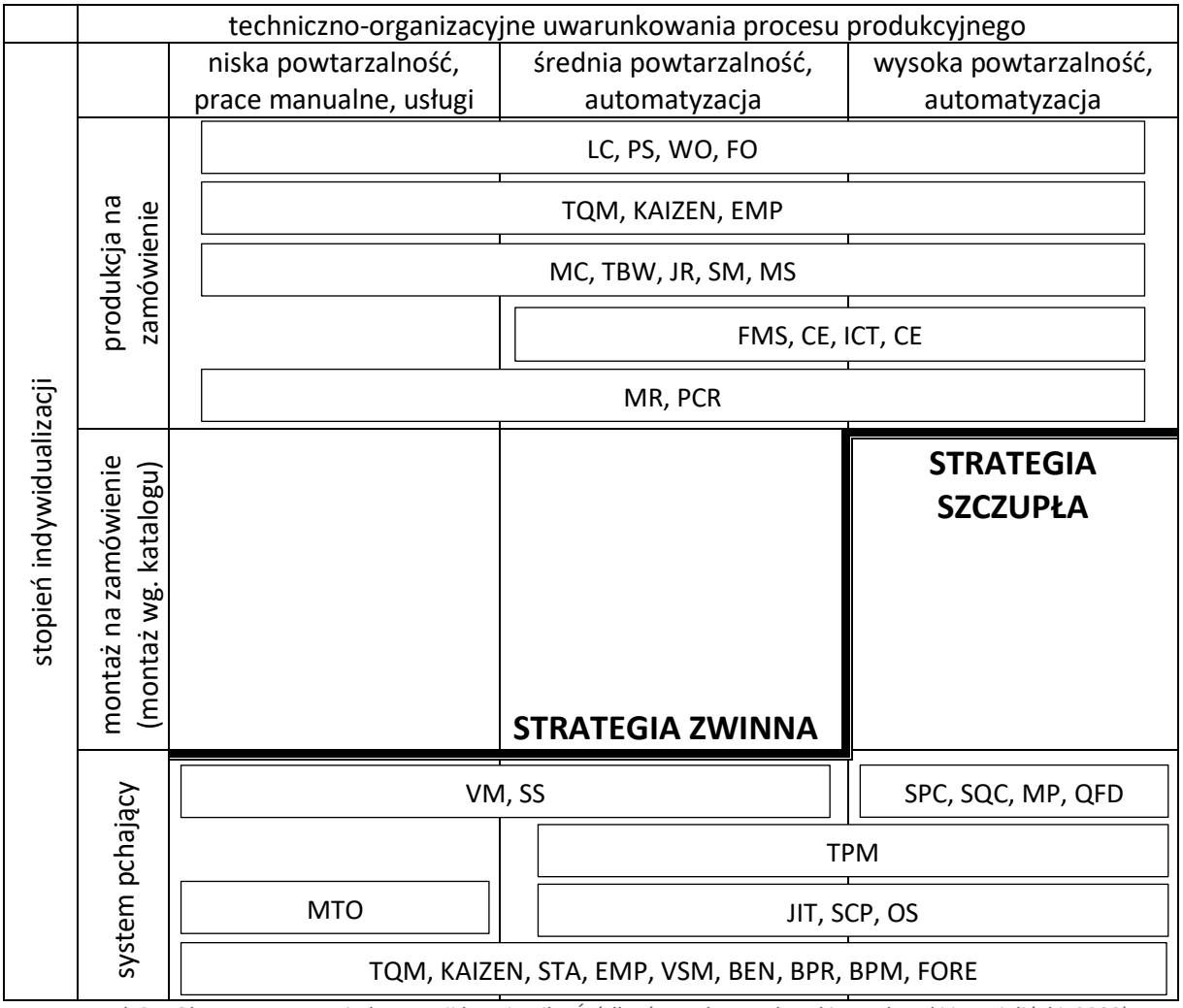
Definicja	Autor / data	Słowa kluczowe
System produkcyjny zdolny do zaspokajania gwałtownie zmieniających się potrzeb rynkowych, i szybkiego przezbrojenia się pomiędzy modelami lub liniami produktowymi, w idealnej sytuacji bez opóźnień, wraz ze zmianą popytu rynkowego.	(Iacocca Institute, 1991)	wyjątkowe zdolności systemu, szybkie zaspokajanie potrzeb, szybkie przezbrojenie systemu.
Zwinne wytwarzanie polega na osiąganiu wysokiej szybkości działania i szybkiego wdrożenia produktu na rynek poprzez jednoczesne, równoległe redukowanie czasów cyklów różnych aktywności.	(Youssef, 1992)	szybkość działania, krótki czas wdrożenia produktu na rynek,
Zwinność oznacza zdolność prowadzenia zyskownej działalności w konkurencyjnym otoczeniu charakteryzującym się wysoką zmiennością i nieprzewidywalnością, poprzez elastyczność w obszarze technologii i organizacji oraz wykorzystanie zaawansowanych technik informatycznych.	(Devor, Graves i Mills, 1997)	zyskowna działalność, odpowiedź na nieprzewidzianą zmianę, elastyczność technologiczna i organizacyjna,
Zwinny system produkcyjny jest zdolny do bardzo szybkiej adaptacji do nowych warunków zachodzących w zmiennym i	(Duguay, Landry i Pasin, 1997)	szybka adaptacja, koordynacja działań,

nieprzewidywalnym otoczeniu i efektywnej koordynacji swoich działań w tych warunkach.		
Zwinność systemu produkcyjnego oznacza wykorzystanie wiedzy nt. rynku i wirtualnych form organizacji do zyskownego wykorzystania okazji pojawiających się w zmiennym otoczeniu.	(Naylor, Naim i Berry, 1999)	wykorzystanie wiedzy nt. rynku, wirtualne formy organizacji, zyskowność,
Zwinne wytwarzanie oznacza zdolność do przetrwania i zyskownej działalności w konkurencyjnym, zmiennym i nieprzewidywalnym otoczeniu poprzez szybką i efektywną reakcję na zachodzące zmiany rynkowe. Reakcje te nakierowane powinny być na tworzenie produktów jak najbardziej zbliżonych do wymagań klienta.	(Gunasekaran, 1998)	zdolność do przetrwania, zyskowność, szybka i efektywna reakcja, nieprzewidywalny, nakierowany na klienta rynek,
Zwinny system produkcyjny tworzy przewagi konkurencyjne oparte na szybkości, elastyczności, innowacyjności, jakości i zyskowności poprzez integrację rekonfigurowalnych zasobów i wykorzystanie najlepszych praktyk, w bogatym w wiedzę środowisku, w celu zapewnienia produktów jak najbardziej zbliżonych do wymagań klienta, w dynamicznie zmieniającym się otoczeniu rynkowym.	(Yusuf, Sarhadib i Gunasekaran, Agile manufacturing: the drivers, concepts and attributes, 1999)	szybkość, elastyczność, innowacyjność, jakość, zyskowność, orientacja na klienta, rekonfigurowalne zasoby, wiedza,
Zwinne wytwarzanie to zestaw cech, zdolności systemu produkcyjnego, dzięki którym może on reagować właściwie i szybko na zmiany zachodzące w jego otoczeniu i czerpać korzyści ze zmian, postrzegając je jako szanse.	(Sharifi i Zhang, 1999)	zestaw zdolności, właściwa I szybka reakcja, zmiany postrzegane jako szanse,
Zwinny system produkcyjny musi być szczupły, elastyczny i zdolny do szybkiego dostosowania się do zmieniającej się sytuacji.	(Sharp, Irani i Desai, 1999)	szczupły, elastyczny, szybko dostosowujący się,
Zwinne wytwarzanie to zwycięska strategia adaptacji i odpowiedzi na zmiany oraz czerpania korzyści z nich poprzez wykorzystanie metod i narzędzi technologii i organizacji na poziomie strategicznym.	(Gunasekaran, 1999)	strategia, dostosowanie, odpowiedź, wykorzystanie metod i narzędzi technologii i organizacji,

Zwinność systemu produkcyjnego jest zdolnością do rozpoznawania zmian w otoczeniu biznesowym i odpowiadania na nie poprzez zapewnienie odpowiednich zasobów.	(Sharifi i Zhang, 1999)	zdolność rozpoznawania zmian, odpowiedź na zmianę,
Zwinny system produkcyjny zdolny jest do osiągnięcia doskonalszych wyników równocześnie pod względem kosztów, jakości, szybkości, elastyczności i innowacyjności produktów.	(Yusuf i Adeleye, 2002)	jakość, szybkość, elastyczność, innowacyjność,
Zwinne wytwarzanie łączy zdolność do szybkiej i efektywnej odpowiedzi na aktualny popyt rynkowy oraz aktywne uczestnictwo w rozwoju przyszłych okazji rynkowych.	(Brown i Bessant, 2003)	szybka odpowiedź, aktywna postawa,
Zwinny system produkcyjny to system zdolny do prowadzenia zyskownej działalności w konkurencyjnym otoczeniu charakteryzującym się ciągłymi i nieprzewidywalnymi zmianami w zakresie szans rynkowych.	(Goldman, Nagel i Preiss, 1995), (Hallgren i Olhager, 2009)	zyskowność,
Zwinne wytwarzanie to program kompleksowo łączący elementy technologiczne i organizacyjne dla osiągnięcia szybkiej odpowiedzi na dynamiczne oczekiwania klientów.	(Vinodh, Sundararaj, Devadasan, Kuttalingam i Rajanayagam, 2010)	szybkość, technologia i organizacja,
Zwinne wytwarzanie jest strategią produkcyjną skupiającą się na zdolności do działania w środowisku gwałtownych zmian.	(Zhang i Gershenson, 2003)	zdolność do działania w zmiennym środowisku.

Źródło: (Izadpanahshahri i Saraji, 2012).

Zwinne wytwarzanie korzysta z szeregu wcześniejszych koncepcji efektywnej organizacji systemów produkcyjnych. Model obszarów zastosowania meta koncepcji przedsiębiorstwa szczupłego i przedsiębiorstwa zwinnego, wraz z koncepcjami i metodami je wspierającymi, zaproponowany przez Motałę uzależnia stosowanie strategii przedsiębiorstwa szczupłego lub przedsiębiorstwa zwinnego od technologiczno-organizacyjnych uwarunkowań procesu produkcyjnego oraz stopnia indywidualizacji produktu (Motała, Pawłowski, Pawłowski i Trzcieliński, 2008).



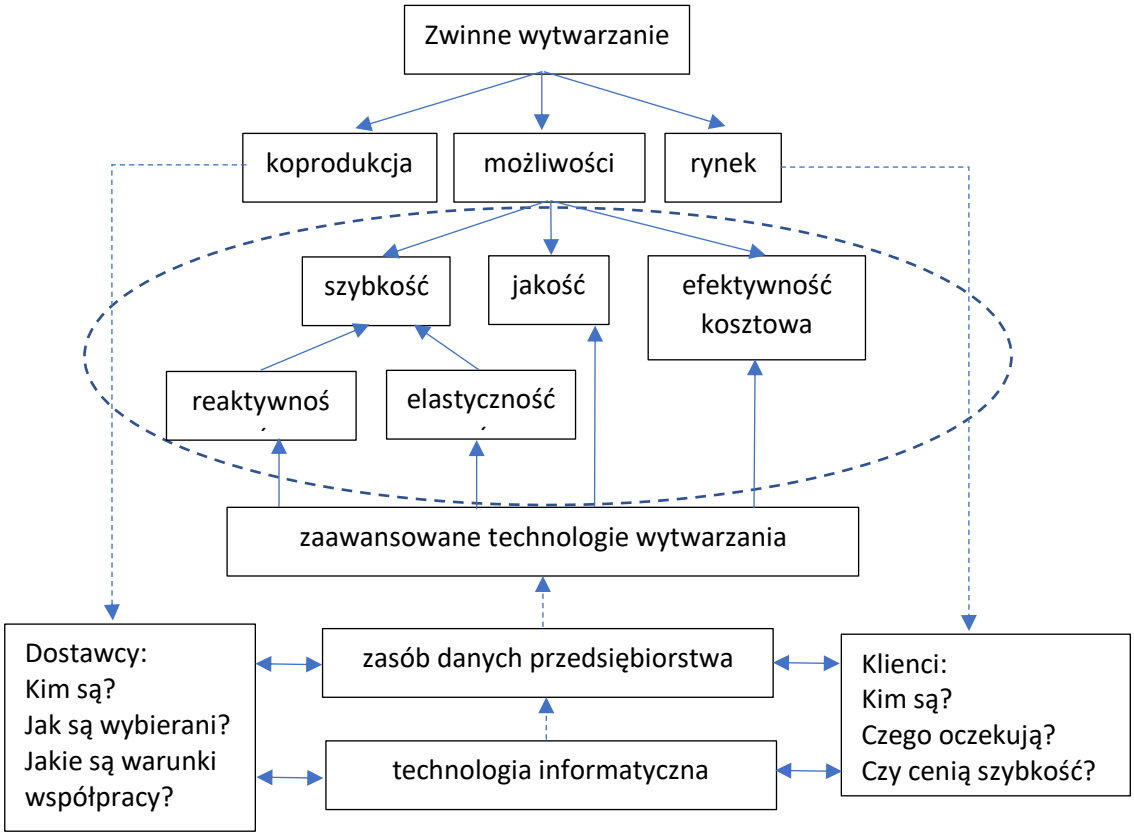
Rysunek 21: Obszary stosowania koncepcji lean i agile. Źródło: (Motała, Pawłowski, Pawłowski i Trzcieliński, 2008)

Wysoki stopień indywidualizacji produktu, niska powtarzalność produkcji oraz przewaga prac manualnych są czynnikami silnie przemawiającymi za implementacją strategii przedsiębiorstwa zwinnego, realizacja produkcji masowej, powtarzalnej, realizowanej w wysoko zautomatyzowanych procesach przemawiają za strategią przedsiębiorstwa szczupłego. Te same koncepcje i metody można znaleźć w opisach obydwu rozważanych w modelu strategii (Brennan, 1994), (Ikonen, Kantola i Kuhmonen, 2000). Wynika to z faktu, że przedsiębiorstwo nie może osiągnąć wysokiego stopnia zwinności posiadając duże zapasy surowców i wyrobów gotowych, realizując nadprodukcję i nie reagując na potrzeby klientów. Dlatego też narzędzia i metody wykorzystywane do osiągnięcia szczupłości są istotne dla budowy zwinności przedsiębiorstwa (Goldman, Nagel i Preiss, 1995).

Jeden z pierwszych opracowanych modeli wytwarzania zwinnego opracowany został przez Youssef w 1992 roku (Youssef, 1992). W modelu tym zwinne wytwarzanie opiera się na trzech filarach:

- cechach wewnętrznych przedsiębiorstwa takich jak szybkość działania, efektywność kosztowa, szybkość reakcji i elastyczność,
- kooperacji
- rynku rozumianym jako klienci

Poprzez integrację tych elementów system produkcyjny zdolny jest do osiągnięcia nowego, nieznanego wcześniej poziomu efektywności.



Rysunek 22: Model zwinnego wytwarzania. Źródło: (Youssef, 1992)

Youssef w prezentacji modelu szczególny nacisk kładzie na szybkość działania zwinnego systemu produkcyjnego. Wyróżnia ten element jako decydujący o zdolności do przetrwania i osiągnięcia przewagi.

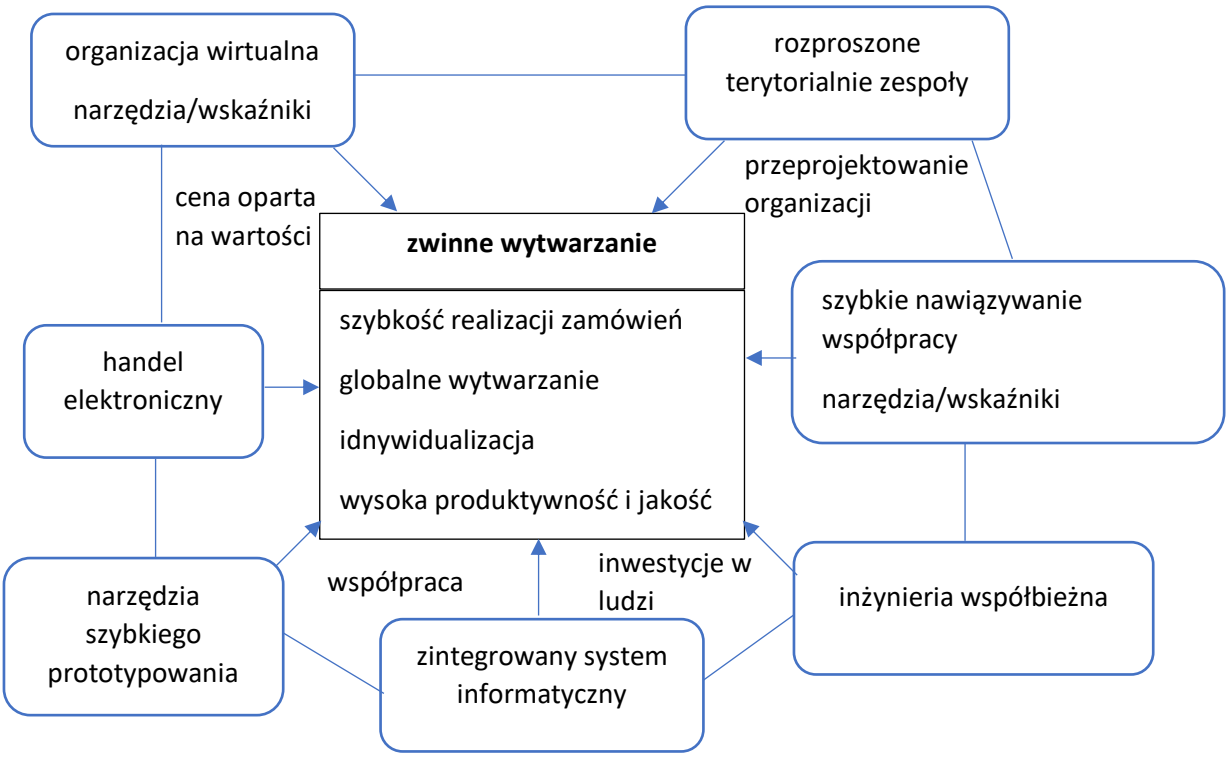
Powszechnie wskazywany w literaturze jest również model opisujący zwinny system produkcyjny opracowany przez Gunasekaran. Autor ten w publikacjach (Gunasekaran, 1998), (Gunasekaran, 1999), (Gunasekaran, 1999) podkreśla 4 elementy charakterystyczne wyróżniające zwinne systemy produkcyjne:

- skupienie na dostarczaniu wartości klientom,
- gotowość na zmiany zachodzące w otoczeniu,

- koncentracja na wiedzy i zdolnościach
- wykorzystywanie wirtualnych form organizacji procesu produkcji.

W zaproponowanym modelu zwinność systemu produkcyjnego budowana jest poprzez elementy takie jak:

- wirtualne formy organizacji,
- rozproszone terytorialnie zespoły,
- handel elektroniczny,
- narzędzia szybkiego prototypowania i przygotowania produkcji,
- zaawansowane narzędzia informatyczne integrujące obszary projektowania, produkcji i zarządzania przedsiębiorstwem,
- inżynierię współbieżną,
- zdolność do szybkiego wchodzenia w partnerskie relacje z innymi podmiotami.

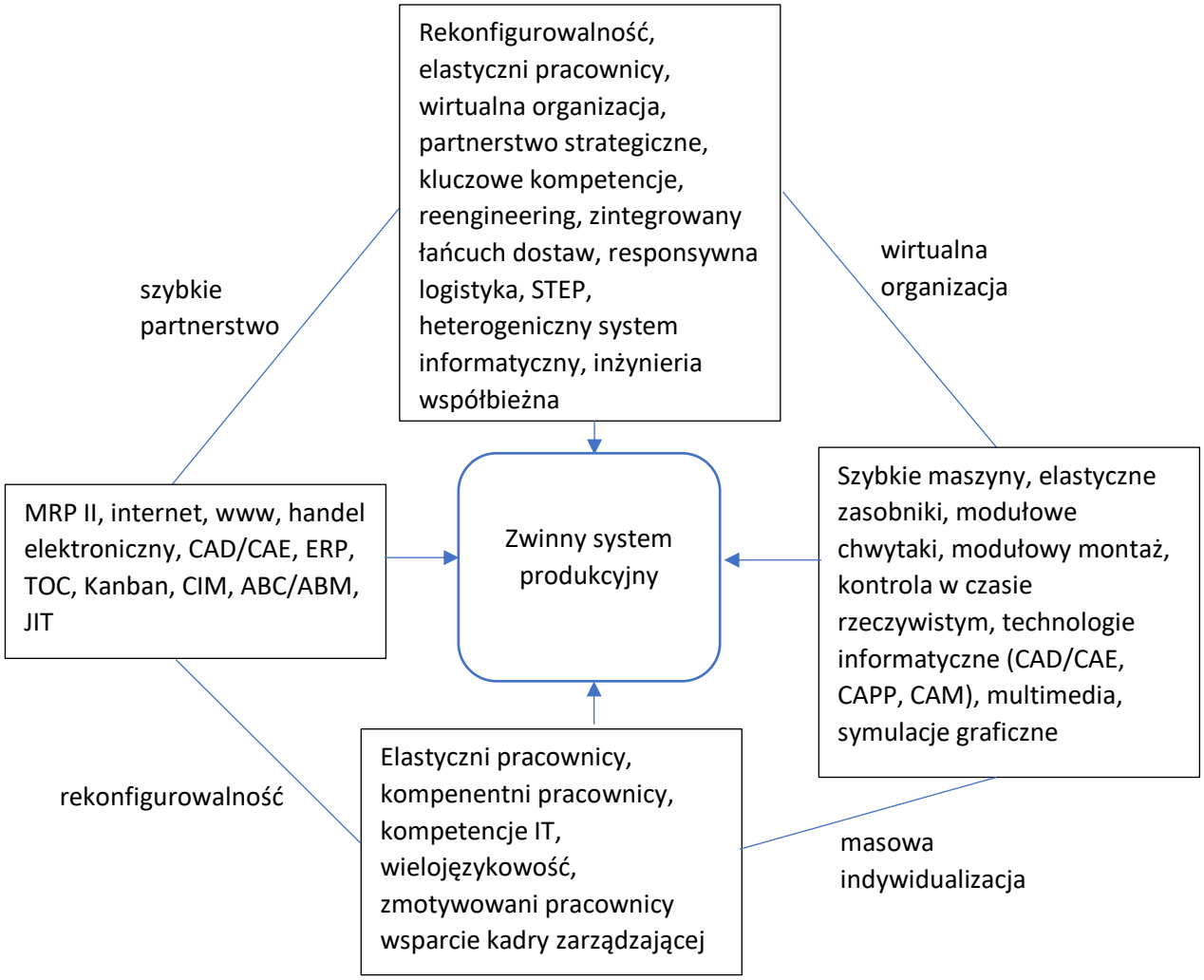


Rysunek 23: Model zwinnego wytwarzania. Źródło: (Gunasekaran, 1999)

Najważniejsza przewaga jaką osiąga zwinny system produkcyjny w porównaniu z tradycyjnymi formami organizacji produkcji to zdolność do szybkiego dostarczenia wysoce

zindywidualizowanego produktu wysokiej jakości przy zachowaniu wysokiej efektywności ekonomicznej (wysokiej marży).

Efektywna budowa zwinności systemu produkcyjnego wg. Gunasekaran koncentrować powinna się w 4 obszarach: strategii, technologii, ludzi i systemów informacyjnych. Dla każdego z obszarów wskazuje szereg narzędzi wspierających jego rozwój.

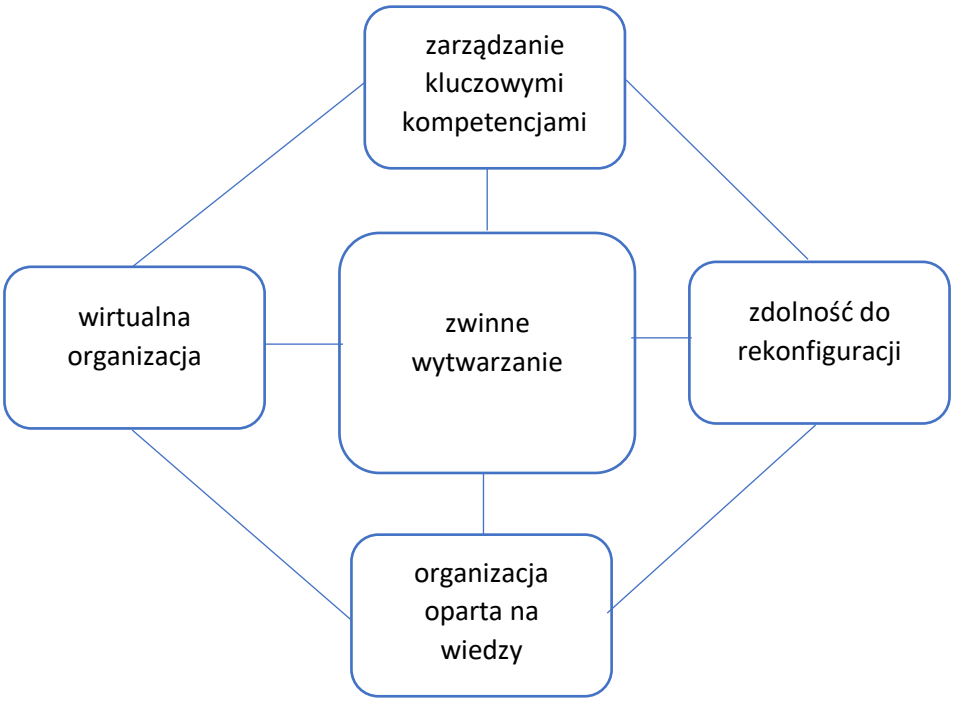


Rysunek 24: Model rozwoju zwinnego systemu produkcyjnego. Źródło: (Gunasekaran, 1999)

Podkreślić należy, że zarówno w modelu zwinnego systemu produkcyjnego jak i w modelu budowy zwinności systemu produkcyjnego autor ten wymienia wiedzę zgromadzoną w organizacji jako jeden z głównych elementów decydujących o zwinności.

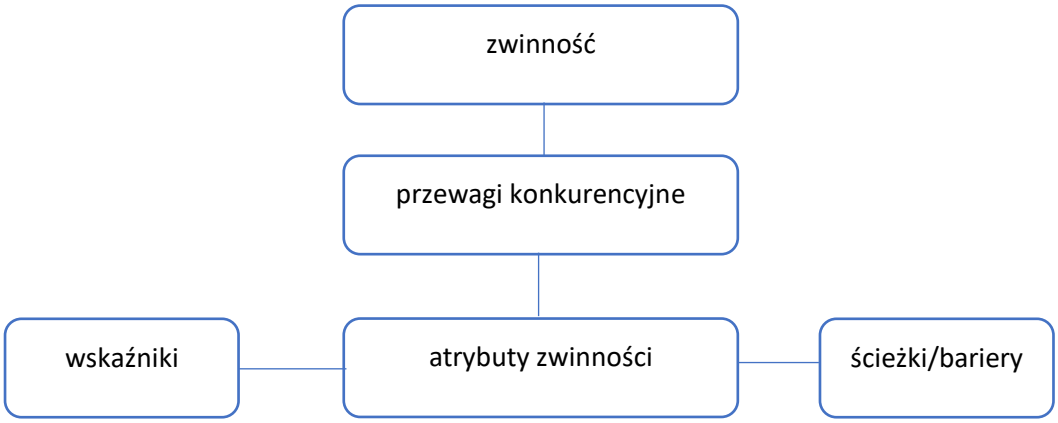
Istotne znaczenie wiedzy widoczne jest również w modelu opracowanym przez Yusuf, Sarhadi i Gunasekaran. W modelu tym zwinność systemu produkcyjnego tworzona jest w oparciu o elementy takie jak zarządzanie kluczowymi kompetencjami, zapewnienie zdolności

do rekonfiguracji systemu produkcyjnego w obliczu zmian, budowę i rozwój organizacji opartej na wiedzy oraz wirtualność organizacji. Autorzy zwracają uwagę na zdolność organizacji do zdobywania wiedzy i korzystania z wiedzy dostępnej w otoczeniu, integracji możliwości technologicznych niezależnych podmiotów i ich bliskiej współpracy jako organizacyjnej całości. Współpraca taka wspierana przez odpowiednie narzędzia informatyczne i organizacyjne stanowi istotę wirtualności systemu produkcyjnego, który z kolei umożliwia współpracującym podmiotom realizację przedsięwzięć których żadne z nich nie byłoby w stanie zrealizować samodzielnie. Wirtualność systemu produkcyjnego wspiera również jego rekonfigurowalność, niezbędną w przypadku zajścia zmian w otoczeniu organizacji lub planów realizacji nowego przedsięwzięcia.



Rysunek 25: Koncepcja zwinnego wytwarzania. Źródło: (Yusuf, Sarhadib i Gunasekaran, 1999)

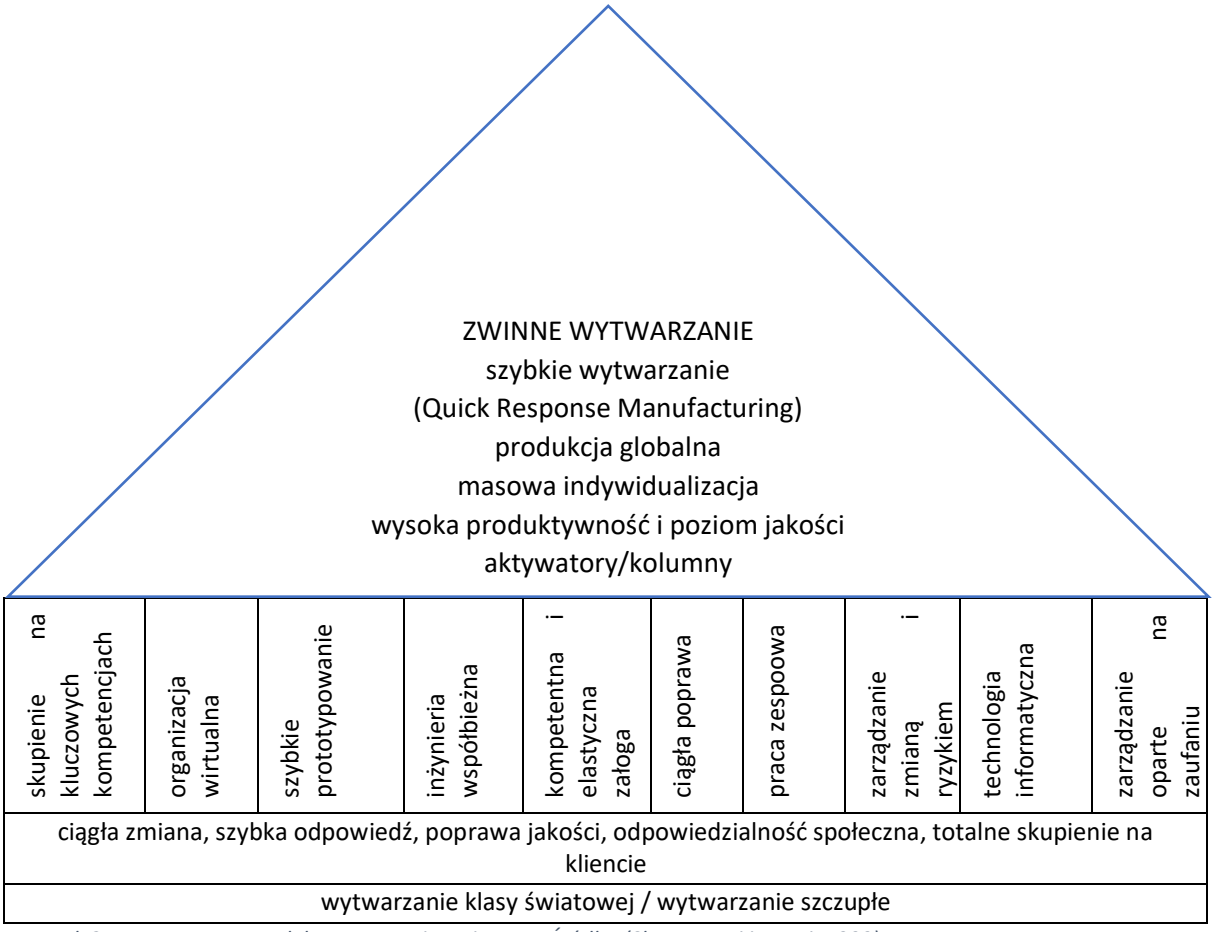
Autorzy ci proponują również model rozwoju zwinności systemu produkcyjnego, skupiony bardziej na procesie zdobywania zwinności niż na konkretnych rozwiązaniach. Model ten stanowi, że w celu osiągnięcia zwinności organizacja musi określić pożądane przewagi konkurencyjne swojego systemu wytwórczego, żeby w kolejnych krokach określić atrybuty jego zwinności, metody jej pomiaru, metody ich osiągnięcia oraz możliwe zagrożenia.



Rysunek 26: Ogólny model budowy zwinności. Źródło: (Yusuf, Sarhadib i Gunasekaran, 1999)

W literaturze popularne jest również spojrzenie na zwinne systemy produkcyjne jako na systemy szczupłe, które nabyły cechy elastyczności oraz responsywności rozumianej jako zdolność do dostrzegania zmian i szybkiego oraz efektywnego na nie reagowania. Przejawia się ono w modelu autorstwa Sharp, Irani i Desai. W modelu tym zwinność przedsiębiorstwa produkcyjnego opiera się na założeniach szczupłej organizacji produkcji i jej narzędziach oraz:

- skupieniu na kluczowych kompetencjach
- wysoko wykwalifikowanej kadrze zdolnej do zdobywania nowej wiedzy i podejmowania nowych zadań w zmieniających się warunkach,
- umiejętności pracy zespołowej,
- dążeniu do doskonałości poprzez ciągłe udoskonalanie,
- umiejętności wykorzystania nowoczesnych technologii informatycznych i komunikacyjnych,
- wykorzystaniu inżynierii współbieżnej,
- wykorzystaniu technik szybkiego prototypowania,
- stosowaniu wirtualnych form organizacji procesu produkcyjnego
- umiejętności zarządzania zmianą i ryzykiem



Rysunek 27: Teoretyczny model wytwarzania zwinnego. Źródło: (Sharp, Irani i Desai, 1999)

Wykorzystanie wirtualnych form organizacji procesu produkcyjnego wymieniane jest w trzech z czterech przedstawionych modeli zwinnego systemu produkcyjnego, jako istotny element budowy zwinności. U podstaw ich rozwoju leżą wyjątkowo niestabilne warunki w jakich zmuszone są funkcjonować współczesne przedsiębiorstwa produkcyjne. Zmienność warunków zewnętrznych postrzegana jest jako główne źródło ryzyka związanego z działalnością produkcyjną. Główne czynniki ryzyka bazują na trudnościach w przewidywaniu przyszłych stanów otoczenia i są związane głownie z:

- ryzykiem inwestycji w rozwój systemu produkcyjnego w warunkach nieprzewidywalnego przyszłego popytu,
- niższym średnim poziomem wykorzystania potencjału produkcyjnego w warunkach zmiennego zapotrzebowania, powodującym wzrost kosztów i obniżenie marży.

Ryzyko związane z rozwojem systemu produkcyjnego dotyczy nie tylko inwestycji w rozwój możliwości produkcyjnych istniejących już wyrobów, ale w szczególności rozwoju systemu produkcyjnego w kontekście wyprowadzenia nowych wyrobów do programu produkcji czy implementacji nowych konkurencyjnych technologii wytwórczych.

Istnieją trzy podstawowe metody ograniczania ryzyka związanego z działalnością produkcyjną prowadzoną w burzliwym i nieprzewidywalnym otoczeniu. Pierwsza z nich polega na dążeniu do przewidywania zmian zachodzących w otoczeniu i jego przyszłego stanu w oparciu o złożone systemy prognozowania, druga bazuje na dążeniu do aktywnego wpływania na kształt otoczenia i determinowania jego przyszłych stanów w oparciu o narzędzia marketingu, trzecia polega na tworzeniu systemu produkcyjnego zdolnego do natychmiastowej i efektywnej adaptacji do nowych warunków w jakich zmuszony jest on funkcjonować. U podstaw tworzenia i rozwoju wirtualnych form organizacji systemów produkcyjnych stoi potrzeba stworzenia systemu produkcyjnego o najwyższym możliwym poziomie zwinności, zdolnego do bardzo szybkiego rekonfigurowania zasobów w celu wykorzystania krótkotrwałych okazji. Rozwiązania te powstały w odpowiedzi na ciągły wzrost szybkości i nieprzewidywalności zmian w otoczeniu przedsiębiorstw produkcyjnych.

2.2.3. Wirtualne jednostki produkcyjne

Wirtualne systemy produkcyjne zdefiniować można jako krótkotrwałe systemy produkcyjne tworzone w celu realizacji okazjonalnych zadań. Powszechnie opisywane są jako część organizacji wirtualnych, w praktyce mogą one występować również jako część systemu produkcyjnego klasycznie zorganizowanego przedsiębiorstwa. Jednostki takie integrują wewnętrzne zasoby przedsiębiorstwa oraz niezależnych podmiotów (przedsiębiorstw, instytucji, organizacji, itp.) w celu efektywnej realizacji wspólnego przedsięwzięcia. Efektywność integracji szerokiego spektrum zasobów niezależnych podmiotów w ramy jednej struktury organizacyjnej ma swoje podstawy w teorii kosztów transakcyjnych (Shulsky i Fukuyama, 1997), (Rautenstrauch , 2002).

Po raz pierwszy koncepcja ta przedstawiona została w 1984 roku (Miles i Snow, 1984), w artykule przedstawiającym grupę współpracujących przedsiębiorstw połączonych narzędziami elektronicznej wymiany danych, nazwaną dynamiczną organizacją sieciową. Z powodu intensywnego wykorzystania technologii informatycznych i telekomunikacyjnych

związaną ze znaczną odległością terytorialną jednostek takiej organizacji, w późniejszych publikacjach przyjęła się nazwa wirtualnych jednostek organizacyjnych. Przykładem jest tu książka Davidowa i Malone „The Virtual Corporation" (Davidow i Malone, 1992). Ponieważ taka forma organizacji procesu produkcyjnego zapewnia nieporównywalnie większą elastyczność systemu produkcyjnego (Mowshowitz, 1994), wirtualne systemy produkcyjne znalazły zastosowanie w wysoce konkurencyjnym środowisku globalnej i szybko zmieniającej się gospodarki.

Opublikowany w 1991 roku przez Iacocca Institute raport "21st Century Manufacturing Enterprise Strategy" (Nagel i Dove, 1991) podkreślał, że nowe, zmienne warunki funkcjonowania przedsiębiorstw produkcyjnych w 21 wieku wymuszą stosowanie nowych struktur organizacyjnych. W pracy tej zwinność opisywana jest jako strategiczna zdolność do prowadzenia zyskownej działalności w zmiennym otoczeniu. Wirtualne przedsiębiorstwo prezentowane jest w raporcie jako współwłasność kilku podmiotów gospodarczych, gdzie każdy z podmiotów deleguje odpowiednią część swoich zasobów w zamian za udział w ewentualnych zyskach.

W raporcie stwierdza się, że wirtualne formy organizacji system produkcyjnego dzięki zdolności do szybkiego nabywania jedynie zasobów potrzebnych do realizacji danego przedsięwzięcia, reprezentują maksymalny możliwy (optymalny) poziom zwinności.

W 1993 roku Byrne zdefiniował wirtualny system produkcyjny jako tymczasową sieć niezależnych przedsiębiorstw (dostawców, klientów, a nawet rywali) szybko łączących się w celu eksploatacji krótkotrwałej okazji. Podmioty połączone są za pomocą technologii informacyjnych w celu współdzielenia kompetencji, kosztów i dostępu do rynku. Wirtualna organizacja nie posiada fizycznego centralnego biura, schematu organizacyjnego, ani hierarchii (Byrne, Brandt i Port, The Virtual Corporation. Structuring and revitalizing the corporation for the 21st century, 1993). Kluczowymi elementami współpracy wirtualnej są:

- intensywne wykorzystywanie otwartych technologii informacyjnych i komunikacyjnych, które łączą partnerów i zastępują kontrakty mechanizmami kontroli społecznej i luźnymi porozumieniami,
- oportunizm w zakresie eksploatacji okazji, wymuszonych przez tymczasowy charakter współpracy i brak umów,
- doskonałość jako cecha, którą można zrealizować poprzez połączenie podstawowych kompetencji partnerów w ramach współpracy opartej na zaufaniu,

- brak granic organizacyjnych pomiędzy podmiotami.

Mowshowitz opisał wirtualną organizację produkcyjną jako tymczasową sieć niezależnych podmiotów współpracujących ze sobą w obszarach komplementarnych kompetencji, posiadających połączone systemy informatyczne, wspólnie realizujących rozwój, wytwarzanie i dystrybuuję produktu (Mowshowitz, 1994) .

Przykład realizacji produkcji w ramach wirtualnego systemu produkcyjnego branży budowy maszyn zaprezentowany został w publikacji autorstwa Niewiadomskiego i Nogalskiego (Niewiadomski i Nogalski, 2012). Autorzy zaproponowali również model współpracy pomiędzy podmiotami w ramach wirtualnego systemu produkcyjnego, który nazwali modelem dyrygenta. Wyróżnili w nim podmiot kreujący wirtualny system produkcyjny – kreatora, któremu przypisali następujące zadania:

- kreowanie pomysłu,
- rozpoznanie niezbędnych kluczowych kompetencji,
- określenie podstawowych zadań, operacji i procesów,
- wyznaczenie partnerów na podstawie wiedzy o ich kompetencjach kluczowych,
- podział zadań i procesów pomiędzy uczestników kooperacji,
- określenie sposobów i zakresu przepływu informacji,
- śledzenie i koordynacja działań,
- kontrola realizacji przedsięwzięcia jako całości.

Podkreślili też rolę czynnika ludzkiego jako podstawowego ogniwa wirtualnej struktury wytwarzania, decydującego o doborze partnerów charakteryzujących się określonymi kompetencjami , wymaganymi w kontekście realizacji danego zadania. Autorzy przedstawili również założenia modelu powiązań kooperantów strategicznych przedsiębiorstw wytwórczych. Model ten jest zbiorem zależności między różnymi podmiotami, mającymi wspólne interesy. W modelu tym wyodrębniono wiodące przedsiębiorstwo (dyrygent), który decyduje o wyborze kooperantów do tworzonej sieci, w zależności od wymagań technologicznych, jakie stawia implementowany produkt niszowy. Partnerzy w sieci to przede wszystkim główni dostawcy, zarówno środków pracy, przedmiotów pracy, technologii, jak i wiedzy. W proponowanym modelu kreator-dyrygent kieruje wszystkimi działaniami marketingowymi oraz kontaktami z klientami w procesie sprzedaży. To właśnie przedsiębiorstwo-dyrygent posiada kluczową wiedzę i zasoby, dzięki którym może tworzyć

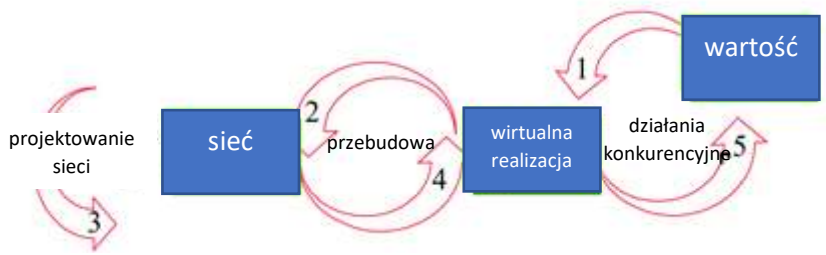
wirtualny wizerunek organizacji. Autorzy zakładają, że to właśnie dyrygent jest kluczową jednostką, ma pozycję dominującą w zakresie kompetencji, stąd to właśnie na nim spoczywa odpowiedzialność za planowanie i realizację wszelkich działań. To właśnie on utrzymuje sieć relacji z rozrzuconymi terytorialnie kooperantami, o mniejszym obszarze aktywności. Kooperanci, uczestnicy sieci charakteryzują się wysokim stopniem substytucyjności. Wobec czego przedsiębiorstwa „satelity" mogą być zastępowane przez inne organizacje, o podobnych kompetencjach kluczowych, które realizują komplementarne funkcje. Niemniej jednak „satelity" są jednostkami integralnymi, kreatorami własnych planów i strategii, jednostkami, które w ramach sieci realizują przyjęte wewnętrzne cele strategiczne. Autorzy przyjmują, iż wszystkie organizacje „satelity" pełnią podobną funkcję – produkcja dóbr (podzespołów) lub usług, składających się na wyrób gotowy implementowany przez kreatora - dyrygenta.

W literaturze wyróżnia się cztery modele koordynacji wirtualnych form organizacji (Bickhoff, Böhmer i Eilenberger, 2003):

- organizacja wirtualna zarządzana przez podmiot centralny, którą można przedstawić jako strukturę scentralizowanej sieci, charakteryzującą się zależnościami hierarchicznymi pomiędzy podmiotami ją tworzącymi. W sieci takiej partnerzy nie są równi, nie jest ona zatem zgodna z koncepcją Davidowa i Malone (Davidow i Malone, 1992), ale w praktyce gospodarczej jest często spotykana (Child i Faulkner, 1998);
- organizacja wirtualna koordynowana przez jednego z partnerów oferującego scentralizowane usługi pozostałym partnerom, przy czym wszyscy partnerzy posiadają równe prawa;
- organizacja wirtualna z niezależnym koordynatorem nie zaangażowanym bezpośrednio w proces tworzenia wartości;
- organizacja wirtualna koordynowana wspólnie przez należące do niej podmioty, przedstawiana jako idealny typ organizacji wirtualnej bez scentralizowanego systemu zarządzania.

Podstawy teoretyczne projektowania i implementacji organizacji wirtualnej zostały zawarte w trójelementowym modelu autorstwa Katzy (Katzy, 1998). W modelu tym przedstawiono mechanizm tworzenia i ciągłej ewolucji wirtualnej jednostki organizacyjnej za pomocą trzech elementów:

- sieć, zawierająca istniejące struktury przemysłowe w skład których wchodzą m.in. relacje z partnerami, zasoby przedsiębiorstw oraz ich wiedza i doświadczenie w zakresie procesów produkcyjnych,
- wirtualna działalność operacyjna, czyli proces kooperacji polegający na łączeniu kompetencji i innych zasobów na czas potrzebny do wytworzenia produktu, który może być zarówno wyrobem jak również usługą,
- produkt postrzegany jako wartość, której chęć ciągłej maksymalizacja implikuje restrukturyzację organizacji wirtualnej.



Rysunek 28: Model projektowania i implementacji organizacji wirtualnej. Źródło: (Katzy, 1998).

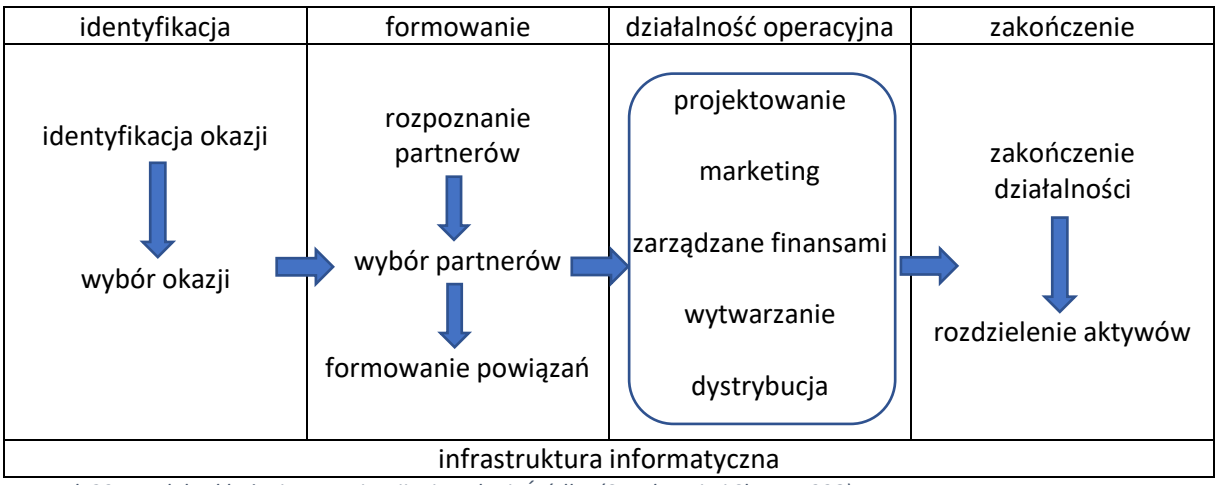
Znając produkt jaki ma zostać wytworzony, możliwe jest podzielenie go na operacje jakie należy wykonać w procesie jego produkcji. Znając operacje możliwe jest określenie zasobów niezbędnych do ich realizacji oraz wybór podmiotów dysponujących takimi zasobami. Posiadając wiedzę na temat podmiotów jakie powinny wchodzić w skład wirtualnego systemu produkcyjnego możliwe jest ustanowienie sieci połączeń pomiędzy tymi podmiotami pozwalającej na ich efektywną kooperację jako jednego podmiotu. Sieć taka podlegać może wielokrotnie restrukturyzacji wymuszanej przez:

- dążenie do optymalizacji procesów produkcyjnych,
- zmiany w technologii,
- konkurencje pomiędzy podmiotami wchodzącymi w skład sieci i przejmowanie operacji technologicznych od partnerów, a także dążenie koordynatora do maksymalizacji efektywności systemu i związane z tym poszukiwanie efektywniejszych podmiotów które mogłyby wejść w skład sieci.

Cykl życia organizacji wirtualnej składa się z 4 głównych faz w których organizacja mierzy się ze specyficznymi problemami i realizuje określone zadania (Strader, Lin i Shaw, 1998):

- identyfikacji okazji
- formowania struktury

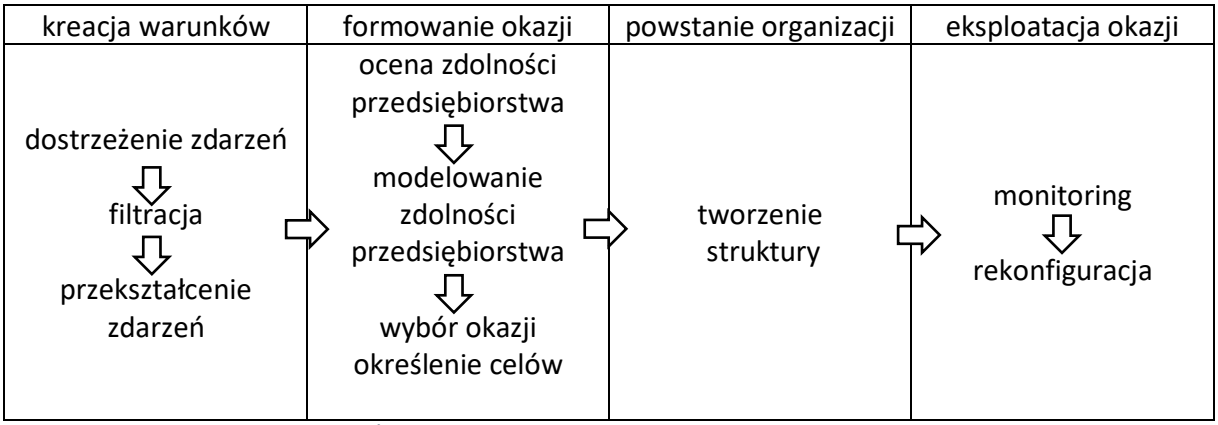
- operacyjna
- zakończenia działalności



Rysunek 29: Model cyklu życia organizacji wirtualnej. Źródło: (Strader, Lin i Shaw, 1998).

Cykl życia organizacji wirtualnej koresponduje z cyklem życia okazji Trzcielińskiego (Trzcieliński S. , 2006). Jest to starszy, ale bardzo podobny model do przedstawionego w rozdziale 2.2, jednak ze względu na nieco odmienną prezentację zagadnienia, autor zdecydował w kontekście produkcji wirtualnej nawiązać do tego modelu. Cykl ten zawiera następujące fazy:

- kreacji warunków do zaistnienia okazji, zawierającą poszukiwanie okazji i oddziaływanie na otoczenie. Faza ta wymaga:
  - zdolności do dostrzegania zdarzeń w otoczeniu,
  - zdolności do filtracji zdarzeń tworzących okazję w kontekście zasobów posiadanych lub dostępnych,
  - przekształcenia się zdarzeń w możliwą do eksploatacji okazję,
- formowania okazji; faza ta zawiera:
  - określenie zdolności przedsiębiorstwa do eksploatacji okazji,
  - modelowanie zasobów niezbędnych do eksploatacji okazji,
  - wybór okazji poprzez określenie celów jakie można dzięki niej zrealizować, oraz działań niezbędnych do ich osiągnięcia;
- powstania modelowej organizacji zdolnej do eksploatacji okazji,
- eksploatacja okazji.



Rysunek 30: Model cyklu życia okazji. Źródło: (Trzcieliński S. , 2006)

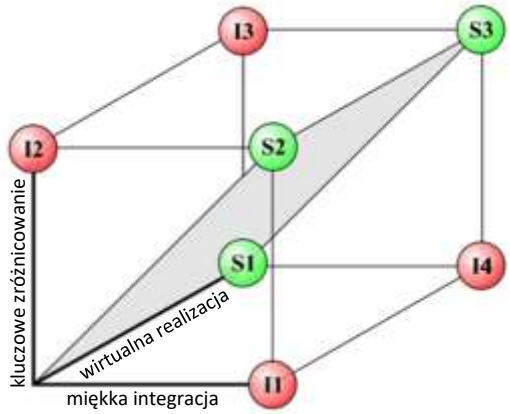
Według Trzcielińskiego cechą organizacji wirtualnych jest to, że nie postrzega ona zmiennego i nieprzewidywalnego otoczenia jako elementu zagrożenia. Zmiany w otoczeniu przedsiębiorstwa są postrzegane przez nie jako kreujące okazje, których eksploatacja jest z kolei strategicznym celem przedsiębiorstwa. Również Brown, Bessant (Brown i Bessant, 2003) oraz Hormozi (Hormozi, 2001) podkreślają, że korzystanie z nadarzających się w otoczeniu okazji zaliczyć należy do podstawowych cech organizacji wirtualnych. Im bardziej otoczenie przedsiębiorstwa jest zmienne, tym więcej występuje w nim okazji i tym lepsze tworzy ono warunki do funkcjonowania w formie wirtualnej.

W 1998 roku Scholz opublikował uniwersalny trójwymiarowy model organizacji wirtualnej (Scholz, 1998) nawiązujący do tradycyjnego modelu autorstwa Lawrence i Lorscha (Lawrence i Lorsch, 1967). Związana z tym modelem teoria kontyngencji opiera się na następujących założeniach (Gospodarek, 2016):

- organizacje generujące wartość stanowią systemy otwarte, które wymagają ostrożnego zarządzania w celu utrzymania równowagi wewnętrznej i dostosowania się do warunków otoczenia,
- nie istnieje jeden, najlepszy sposób budowy organizacji, odpowiednia jej forma zależy od jej celów i zadań oraz możliwych oddziaływań z otoczeniem,
- zarząd musi być zainteresowany przede wszystkim osiągnięciem dobrego dopasowania do zmienności środowiska,
- różne rodzaje lub formy organizacji są potrzebne w zależności od środowiska biznesowego.

Podkreśla ona również znaczenie ukierunkowania na efektywność realizacji zadań zarówno w odniesieniu do wewnętrznych jak i zewnętrznych aspektów funkcjonowania przedsiębiorstwa

(Lawrence i Lorsch, 1967). Scholz w swoim modelu dowodzi, że wirtualność jest ważnym elementem strategii organizacji zwinnej. Nawiązuje on do pojawiających się wcześniej w literaturze etapów ewolucji organizacji w kierunku wirtualizacji. Tworzy on trójwymiarową strukturę w ramach której umieszcza skale kluczowego zróżnicowania, elastycznej integracji i wirtualnej implementacji. Struktura ta uwidacznia różne typy wirtualnych organizacji oraz ewolucyjne ścieżki samej wirtualizacji. W swoich badaniach Scholz określił trzy stabilne stany wirtualizacji (wierzchołki z zielonymi kółkami), które korespondują z efektywnością strategii organizacji zwinnej korzystającej z rozwiązań wirtualnych. Pozostałe wierzchołki symbolizują nieefektywne lub wysoce niestabilne stany wirtualizacji przedsiębiorstwa (Fuks, 2012).



Rysunek 31: Trójwymiarowy model organizacji wirtualnej. Źródło: (Scholz, 1998).

3. Budowa i funkcjonowanie WSP w świetle badań empirycznych

3.1. Metodyka badań

Badanie zrealizowane zostało za pomocą bezpośredniego indywidualnego wywiadu kwestionariuszowego. Kwestionariusz wywiadu przedstawia załącznik 1. Przebadano 47 procesów produkcyjnych realizowanych w formie wirtualnej w 28 przedsiębiorstwach. 24 procesy realizowały produkcję jednostkową, lub małoseryjną, 23 procesy realizowały produkcję seryjną. Respondentami byli pracownicy przedsiębiorstw posiadający pełną wiedzę na temat obszaru produkcji przedsiębiorstwa: właściciele, członkowie zarządu odpowiedzialni za pion produkcji, dyrektorzy, kierownicy i managerowie produkcji. Podczas przeprowadzania badania nie wystąpiły problemy z odbiorem pytań zawartych w kwestionariuszu.

Kwestionariusz oparty jest na pytaniach ze skalą odpowiedzi. Jego celem było zebranie danych których analiza pozwoliłaby na określenie czynników determinujących tworzenie i utrzymywanie wirtualnych systemów produkcyjnych. Zmienne niezależne pogrupowane zostały na: dotyczące otoczenia w jakim funkcjonuje przedsiębiorstwo produkcyjne realizujące badany proces produkcyjny realizowany w formie wirtualnej, dotyczące samego procesu produkcyjnego, oraz produktu wytwarzanego w ramach badanego procesu. W pierwszej części zawarto pytania dotyczące cech otoczenia, procesu i produktu w okresie kiedy decydowano się na rozpoczęcie realizacji procesu w formie wirtualnej. W dalszej części kwestionariusza zawarto pytania dotyczące cech wirtualnego systemu produkcyjnego oraz korzyści jakie przedsiębiorstwo odnosi z jego stosowania. Ponieważ pytania te dotyczą potencjalnych skutków zmiennych niezależnych, odpowiedzi na nie potraktowano jako zmienne zależne. W Trzeciej części kwestionariusza, w przypadkach w których było to możliwe, zadano pytania o cechy otoczenia, procesu i produktu w okresie kiedy decydowano się na przejęcie procesu produkcyjnego realizowanego w formie wirtualnej w ramy wewnętrznych jednostek produkcyjnych przedsiębiorstwa.

Analizę związków zastosowano w celu określenia wpływu zmiennych niezależnych (objaśniających) na zmienne zależne (objaśniane). Analizy statystyczne przeprowadzono z wykorzystaniem pakietu Statistica 10.

W celu sprawdzenia czy zmienne niezależne stanowią rzetelne skale pomiarowe (mierzą to samo zjawisko) zastosowano test alfa-Cronbacha. Wskaźnik Alfa-Cronbacha

przyjmuje wartości od 0 do 1. Im większa wartość tym większa rzetelność skali. Przyjmuje się, że wartości powyżej 0,7 oznaczają prawidłową rzetelność skali. Przedstawione poniżej wyniki potwierdzają rzetelność skal pomiarowych.

Rzetelność skal pomiarowych dla procesów produkcji jednostkowej

1. Otoczenie (pytania 1O1 – 1O5)

```
Liczba pozycji na skali: 5

              Liczba ważnych przyp.: 24
  Liczba przypadków z brak. danych:  0
              Braki danych usuwano:przypadk.

                       PODSUMOWANIE STATYSTYK SKALI
                Śred: 13,958333333                 Suma: 335,00000000
    Odchylenie std.:  3,368384552              Wariancja: 11,346014493
           Skośność:   ,292422437                Kurtoza: -1,504428070
            Minimum: 10,000000000              Maksimum: 19,000000000
     Alfa Cronbacha:   ,703337059    Alfa standaryzowana   ,669170849
                         Średnia kor. między pozycjami:    ,345647274
```

2. Proces (pytania 1Pr1-1Pr7)

```
Liczba pozycji na skali: 7

              Liczba ważnych przyp.: 24
  Liczba przypadków z brak. danych:  0
              Braki danych usuwano:przypadk.

                       PODSUMOWANIE STATYSTYK SKALI
                Śred: 16,500000000                 Suma: 396,00000000
    Odchylenie std.:  5,356832289              Wariancja: 28,695652174
           Skośność:   ,324911398                Kurtoza:  -,531675969
            Minimum:  7,000000000              Maksimum: 27,000000000
     Alfa Cronbacha:   ,707218013    Alfa standaryzowana   ,722727737
                         Średnia kor. między pozycjami:    ,292077558
```

3. Produkt (pytania 1Pro1-1Pro6)

```
Liczba pozycji na skali: 6

              Liczba ważnych przyp.: 24
  Liczba przypadków z brak. danych:  0
              Braki danych usuwano:przypadk.

                       PODSUMOWANIE STATYSTYK SKALI
                Śred: 15,666666667                 Suma: 376,00000000
    Odchylenie std.:  4,340573661              Wariancja: 18,840579710
           Skośność:  -,250426117                Kurtoza: -1,111486975
            Minimum:  8,000000000              Maksimum: 21,000000000
     Alfa Cronbacha:   ,717461538    Alfa standaryzowana   ,678580621
                         Średnia kor. między pozycjami:    ,300631839
```

Rzetelność skal pomiarowych dla procesów produkcji seryjnej

1. Otoczenie (pytania 1O1 – 1O5)

```
Liczba pozycji na skali: 5

              Liczba ważnych przyp.: 23
  Liczba przypadków z brak. danych:  0
              Braki danych usuwano:przypadk.

                       PODSUMOWANIE STATYSTYK SKALI
                Śred: 13,913043478                  Suma: 320,00000000
    Odchylenie std.:  4,155095924              Wariancja: 17,264822134
           Skośność:   ,887661248                Kurtoza:  -,695409565
            Minimum:  9,000000000               Maksimum: 22,000000000
     Alfa Cronbacha:   ,711423993    Alfa standaryzowana   ,715302420
                         Średnia kor. między pozycjami:    ,399440043
```

2. Proces (pytania 1Pr1-1Pr7)

```
Liczba pozycji na skali: 7

              Liczba ważnych przyp.: 23
  Liczba przypadków z brak. danych:  0
              Braki danych usuwano:przypadk.

                       PODSUMOWANIE STATYSTYK SKALI
                Śred: 23,130434783                  Suma: 532,00000000
    Odchylenie std.:  5,404580110              Wariancja: 29,209486166
           Skośność:  -,861710147                Kurtoza:  1,356494299
            Minimum:  8,000000000               Maksimum: 32,000000000
     Alfa Cronbacha:   ,705737483    Alfa standaryzowana   ,682298068
                         Średnia kor. między pozycjami:    ,250428932
```

3. Produkt (pytania 1Pro1-1Pro6)

```
Liczba pozycji na skali: 6

              Liczba ważnych przyp.: 23
  Liczba przypadków z brak. danych:  1
              Braki danych usuwano:przypadk.

                       PODSUMOWANIE STATYSTYK SKALI
                Śred: 11,086956522                  Suma: 255,00000000
    Odchylenie std.:  4,621226160              Wariancja: 21,355731225
           Skośność:  -,148598752                Kurtoza: -1,110437575
            Minimum:  3,000000000               Maksimum: 19,000000000
     Alfa Cronbacha:   ,700499722    Alfa standaryzowana   ,648623225
                         Średnia kor. między pozycjami:    ,259253718
```

Z powyższych analiz wynika, że wszystkie skale są rzetelne.

Ponieważ zmienne zależne, opisujące wirtualny system produkcyjny i korzyści z jego stosowania, przyjmują wartości na skali porządkowej, w celu przeanalizowania ich związku z przyjętymi skalami pomiarowymi, zmiennymi niezależnymi, zastosowano test korelacji rang rho-Spearmana, będący jedna z nieparametrycznych miar monotonicznej zależności statystycznej między zmiennymi losowymi. Dane nie spełniają warunków umożliwiających przeprowadzenie analizy korelacji za pomocą testu r-Pearsona, ze względu na ich porządkowy, a nie ilościowy charakter. Tabele wartości współczynników korelacji rang zawierają załączone

do pracy tabele (załączniki nr 2 i 3). Czerwoną czcionką oznaczona korelacje istotne statystycznie.

Aby sprawdzić czy poziomy (rangi) zmiennych niezależnych mają wpływ na wartości zmiennych zależnych, zastosowano nieparametryczna jednoczynnikową analizę wariancji za pomocą testu Kruskala-Wallisa. Analiza wariancji, w przypadku testów nieparametrycznych, polega na badaniu rozrzutu zmiennej losowej wokół mediany. Test ten weryfikuje hipotezę Ho mówiącą, że mediany we wszystkich grupach odpowiadających poziomom wartości zmiennej niezależnej są równe, wobec hipotezy alternatywnej, że w co najmniej dwóch grupach nie są równe. Jeżeli mediany są równe, to znaczy, że próby (grupy) pochodzą z tej samej populacji i nie występuje pomiędzy nimi statystycznie istotna różnica wpływu na wartości zmiennej zależnej. Jeżeli mediany w co najmniej dwóch grupach (odpowiadających poziomom wartości zmiennej niezależnej) są różne (hipoteza Ho zostaje odrzucona), to możliwe jest badanie które mediany się różnią, czyli które poziomy wartości zmiennej niezależnej mają różny wpływ na wartości zmiennej zależnej. W celu zidentyfikowania tych grup (poziomów wartości) zastosowano test wielokrotnych porównań typu post-hoc. Czerwoną czcionką zaznaczono statystycznie istotne korelacje pomiędzy różniącymi się grupami (poziomami wartości zmiennej niezależnej).

Test Kruskala-Wallisa i wielokrotnych porównań prowadzi do uzyskania jednego z trzech przypadków:

- Hipoteza Ho mówiąca, że mediany we wszystkich grupach wartości zmiennej Y odpowiadających poziomom wartości zmiennej X są równe, zostaje przyjęta. Oznacza to, że poziomy wartości zmiennej X nie mają statystycznie istotnego wpływu na wartości zmiennej Y (p>=0,05).
- Hipoteza Ho zostaje odrzucona, co oznacza że poziomy wartości zmiennej X mają statystycznie istotny wpływ na wartości Y, ale ze względu na niewystarczające dane nie można wskazać poziomów, których wpływ jest różny (p<0,05).
- 3) Hipoteza Ho zostaje odrzucona (p<0,05), a poziomy wartości zmiennej X, których wpływ jest różny, oznaczone są czerwoną czcionką.

Jeżeli analiza wykazała występowanie statystycznie istotnych korelacji między poziomami wartości zmiennej niezależnej, w celu ułatwienia dalszej analizy umieszczono wykres typu

ramka-wąsy, obrazujący poziomy mediany, zakres 25 do 75 percentyla oraz zakresy przypadków nieodstających i odstających

Badania przeprowadzono na grupie 47 celowo wybranych procesów produkcyjnych realizowanych w 28 przedsiębiorstwach. Krótką charakterystykę przedsiębiorstw przedstawiono w poniższych tabelach. W celu identyfikacji, jako nazw przedsiębiorstw użyto skrótów literowych.

Tabela 9: Charakterystyka przedsiębiorstw produkcji jednostkowej i małoseryjnej biorących udział w badaniu.

produkcja jednostkowa		
KEL	dominujący rodzaj działalności	produkcja maszyn poligraficznych
	szacunkowa wartość rocznej sprzedaży	20 mln. PLN
	dominujący rodzaj produkcji	produkcja jednostkowa
PED	dominujący rodzaj działalności	produkcja opakowań szklanych
	szacunkowa wartość rocznej sprzedaży	80 mln. PLN
	dominujący rodzaj produkcji	produkcja małoseryjna
HDO	dominujący rodzaj działalności	produkcja opakowań szklanych
	szacunkowa wartość rocznej sprzedaży	130 mln. PLN
	dominujący rodzaj produkcji	produkcja małoseryjna
DECL	dominujący rodzaj działalności	produkcja opakowań szklanych
	szacunkowa wartość rocznej sprzedaży	230 mln. PLN
	dominujący rodzaj produkcji	produkcja małoseryjna
STO	dominujący rodzaj działalności	produkcja specjalistycznego oprzyrządowania technicznego
	szacunkowa wartość rocznej sprzedaży	60 mln. PLN
	dominujący rodzaj produkcji	produkcja małoseryjna
FER	dominujący rodzaj działalności	produkcja maszyn precyzyjnych
	szacunkowa wartość rocznej sprzedaży	80 mln. PLN
	dominujący rodzaj produkcji	produkcja jednostkowa
DUB	dominujący rodzaj działalności	produkcja specjalistycznych maszyn przemysłowych
	szacunkowa wartość rocznej sprzedaży	84 mln. PLN

	dominujący rodzaj produkcji	produkcja jednostkowa
MAD	dominujący rodzaj działalności	produkcja maszyn do uszlachetniania powierzchni
	szacunkowa wartość rocznej sprzedaży	130 mln. PLN
	dominujący rodzaj produkcji	produkcja jednostkowa
AXI	dominujący rodzaj działalności	produkcja elektroniki przemysłowej
	szacunkowa wartość rocznej sprzedaży	170 mln. PLN
	dominujący rodzaj produkcji	produkcja małoseryjna
SON	dominujący rodzaj działalności	produkcja aparatury techniczno-pomiarowej
	szacunkowa wartość rocznej sprzedaży	280 mln. PLN
	dominujący rodzaj produkcji	produkcja małoseryjna
RAD	dominujący rodzaj działalności	produkcja urządzeń do ważenia
	szacunkowa wartość rocznej sprzedaży	230 mln. PLN
	dominujący rodzaj produkcji	produkcja małoseryjna
AUT	dominujący rodzaj działalności	produkcja maszyn farmaceutycznych
	szacunkowa wartość rocznej sprzedaży	90 mln. PLN
	dominujący rodzaj produkcji	produkcja jednostkowa
KAM	dominujący rodzaj działalności	produkcja maszyn dla przemysłu szklarskiego
	szacunkowa wartość rocznej sprzedaży	190 mln. PLN
	dominujący rodzaj produkcji	produkcja jednostkowa
MAR	dominujący rodzaj działalności	produkcja materiałów do uszlachetniania powierzchni
	szacunkowa wartość rocznej sprzedaży	270 mln. PLN
	dominujący rodzaj produkcji	produkcja małoseryjna
LAR	dominujący rodzaj działalności	produkcja pojazdów użytkowych
	szacunkowa wartość rocznej sprzedaży	330 mln. PLN
	dominujący rodzaj produkcji	produkcja małoseryjna

Źródło: opracowanie własne.

Tabela 10: Charakterystyka przedsiębiorstw produkcji seryjnej i masowej biorących udział w badaniu.

produkcja seryjna		
DEC	dominujący rodzaj działalności	produkcja elementów wyposażenia wnętrz
	szacunkowa wartość rocznej sprzedaży	200 mln. PLN
	dominujący rodzaj produkcji	produkcja wielkoseryjna i masowa
LKU	dominujący rodzaj działalności	produkcja sprzętu gospodarstwa domowego
	szacunkowa wartość rocznej sprzedaży	4 200 mln. PLN
	dominujący rodzaj produkcji	produkcja seryjna i wielkoseryjna
BZM	dominujący rodzaj działalności	produkcja sprzętu gospodarstwa domowego
	szacunkowa wartość rocznej sprzedaży	1 100 mln. PLN
	dominujący rodzaj produkcji	produkcja seryjna
WKU	dominujący rodzaj działalności	produkcja sprzętu gospodarstwa domowego
	szacunkowa wartość rocznej sprzedaży	1 600 mln. PLN
	dominujący rodzaj produkcji	produkcja seryjna
SWT	dominujący rodzaj działalności	produkcja elementów z tworzyw sztucznych
	szacunkowa wartość rocznej sprzedaży	160 mln. PLN
	dominujący rodzaj produkcji	produkcja seryjna
IPR	dominujący rodzaj działalności	produkcja sprzętu gospodarstwa domowego
	szacunkowa wartość rocznej sprzedaży	1 800 mln. PLN
	dominujący rodzaj produkcji	produkcja seryjna
ERP	dominujący rodzaj działalności	produkcja sprzętu gospodarstwa domowego
	szacunkowa wartość rocznej sprzedaży	800 mln. PLN
	dominujący rodzaj produkcji	produkcja seryjna
PSM	dominujący rodzaj działalności	produkcja szyb przednich do samochodów
	szacunkowa wartość rocznej sprzedaży	3 150 mln. PLN
	dominujący rodzaj produkcji	produkcja seryjna
ZKO	dominujący rodzaj działalności	produkcja kosmetyków
	szacunkowa wartość rocznej sprzedaży	280 mln. PLN
	dominujący rodzaj produkcji	produkcja seryjna
OKO	dominujący rodzaj działalności	produkcja kosmetyków
	szacunkowa wartość rocznej sprzedaży	180 mln. PLN
	dominujący rodzaj produkcji	produkcja seryjna
BKO	dominujący rodzaj działalności	produkcja chemii gospodarstwa domowego
	szacunkowa wartość rocznej sprzedaży	2 300 mln. PLN

	dominujący rodzaj produkcji	produkcja wielkoseryjna i masowa
LOD	dominujący rodzaj działalności	produkcja odzieży
	szacunkowa wartość rocznej sprzedaży	5 000 mln. PLN
	dominujący rodzaj produkcji	produkcja wielkoseryjna
MMM	dominujący rodzaj działalności	produkcja artykułów zapachowych
	szacunkowa wartość rocznej sprzedaży	380 mln. PLN
	dominujący rodzaj produkcji	produkcja wielkoseryjna

Źródło: opracowanie własne.

3.2. Wyniki badań

3.2.1. Charakterystyka WSP

Poniżej podano rodzaje podmiotów wchodzących w skład WSP zidentyfikowane w toku badania i wnoszone przez nie kompetencje, wraz z przykładami.

Tabela 11: Rodzaje podmiotów uczestniczących w WSP.

Podmiot	**Kompetencje**	**Przykłady**
Jednostka naukowo - badawcza	Unikatowa wiedza, relacje z klientem, unikatowe zasoby materialne i wiedzy	Centralny ośrodek naukowo-badawczy przemysłu gumowego STOMIL posiadający wiedzę o potrzebie swojego klienta, oraz nawiązane relacje w toku wcześniejszej współpracy, posiada wiedzę przydatną do zaspokojenia potrzeby oraz przydatny, unikatowy sprzęt pomiarowy.
Niezależny konsultant	Unikatowa wiedza, relacje z klientem	Pracownik jednego z koncernów przetwarzających aluminium, wysokiej klasy specjalista, doradza firmie z innej branży w projekcie w zakresie procesu obróbki metali nieżelaznych, proponując innowacyjne rozwiązanie techniczne.
Firma doradcza	Kompetencje w zakresie pozyskiwania wsparcia publicznego	Dotacje, zakłady pracy chronionej
Biuro konstrukcyjne	Wiedza nt. specyficznych potrzeb klienta, oraz organiczeń technologicznych	Współpraca w zakresie rozwoju metody produkcji oraz utechnologicznienia konstrukcji

Użytkownik produktu	Wiedza nt. organizacji systemu produkcyjnego w którym funkcjonować ma produkt (maszyna), oraz doświadczenie związane z wcześniej stosowanymi rozwiązaniami	Odporność produktu na specyficzne warunki użytkowania, takie jak np. bardzo mała wilgotność, promieniowanie UV itp., doświadczenie w zastosowaniu materiałów odpornych na te warunki
Zewnętrzne przedsiębiorstwo produkcyjne	Unikatowa wiedza, niższe koszty wynikające z: specjalizacji, wielkość realizowanej produkcji, niższych standardów BHP lub ochrony środowiska.	
Samozatrudnieni	Niższe koszty pracy wynikające z: nieprzestrzegania przepisów prawa pracy, zabezpieczenia społecznego lub podatkowego	
Chałupnicy	Niskie koszty pracy	
Przedsiębiorstwa konkurencyjne	Unikatowe zasoby, wolne moce produkcyjne, specjalizacja	
Przedsiębiorstwa usługowe	Unikatowa wiedza	Przedsiębiorstwa logistyczne, biura księgowe
Koordynator	Sieć sprzedaży, relacje z klientem	

Źródło: opracowanie własne.

Wyniki analizy danych zebranych za pomocą kwestionariusza przedstawiono w poniższych tabelach.

Produkcja jednostkowa. W1 – poziom zaawansowania technologicznego operacji realizowanych w ramach WSP (0 – bardzo niski, 5 – bardzo wysoki).

Tabela 12: W1 wyniki analizy danych, produkcja jednostkowa.

Y	X	rho	ANOVA rang Kruskala-Walisa	Ho		Wielokrotne porównywanie średnich rang dla wszystkich prób					
W 1	1O1	-0,462557	ANOVA rang Kruskala-Wallisa; W1 (PROD_JEDNOSTKOWA.sta) Zmienna niezależna (grupująca): 1O1 Test Kruskala-Wallisa: H (2, N= 24) =7,435768 p =,0243	odrzucona		Wartość p dla porównań wielokrotnych (dwustronnych); W1 (PROD_JEDNOSTKOWA.sta) Zmienna niezależna (grupująca): 1O1 Test Kruskala-Wallisa: H (2, N= 24) =7,435768 p =,0243					
					Zależn a: W1	3	4	5			
					3		0,942914	1,000000			

					4	0,942914		0,032594			
					5	1,000000	0,032594				
	1O2	-0,530172	ANOVA rang Kruskala-Wallisa; W1 (PROD_JEDNOSTKOWA.sta) Zmienna niezależna (grupująca): 1O2 Test Kruskala-Wallisa: H (3, N= 24) =7,162162 p =,0669	przyjęta							
	1O3	-0,645384	ANOVA rang Kruskala-Wallisa; W1 (PROD_JEDNOSTKOWA.sta) Zmienna niezależna (grupująca): 1O3 Test Kruskala-Wallisa: H (5, N= 24) =14,32419 p =,0137	odrzucona		Wartość p dla porównań wielokrotnych (dwustronnych); W1 (PROD_JEDNOSTKOWA.sta) Zmienna niezależna (grupująca): 1O3 Test Kruskala-Wallisa: H (5, N= 24) =14,32419 p =,0137					
					Zależna: W1	0	1	2	3	4	5
					0		1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000
					1	1,000000		1,000000	1,000000	1,000000	0,658203
					2	1,000000	1,000000		0,936560	0,583007	0,025360
					3	1,000000	1,000000	0,936560		1,000000	1,000000
					4	1,000000	1,000000	0,583007	1,000000		1,000000
					5	1,000000	0,658203	0,025360	1,000000	1,000000	
	1O4	-0,652588	ANOVA rang Kruskala-Wallisa; W1 (PROD_JEDNOSTKOWA.sta) Zmienna niezależna (grupująca): 1O4 Test Kruskala-Wallisa: H (2, N= 24) =10,38266 p =,0056	odrzucona		Wartość p dla porównań wielokrotnych (dwustronnych); W1 (PROD_JEDNOSTKOWA.sta) Zmienna niezależna (grupująca): 1O4 Test Kruskala-Wallisa: H (2, N= 24) =10,38266 p =,0056					
					Zależna: W1	0	1	2			
					0		0,153748	0,015570			
					1	0,153748		1,000000			
					2	0,015570	1,000000				
	1Pro2	0,413992	ANOVA rang Kruskala-Wallisa; W1 (PROD_JEDNOSTKOWA.sta) Zmienna niezależna (grupująca): 1Pro2 Test Kruskala-Wallisa: H (3, N= 24) =5,017471 p =,1705	przyjęta							

Źródło: opracowanie własne.

Na podstawie przeprowadzonych analiz w odniesieniu do procesów produkcji jednostkowej i małoseryjnej wyprowadzić można następujące wnioski:

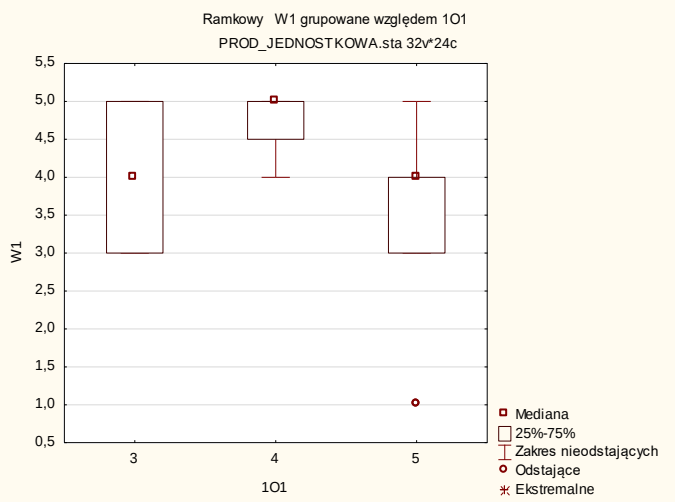
- Wysoka zmienność zapotrzebowania na produkt, wysoka przewidywalność popytu, wysoki poziom konkurencji na rynku danego produktu, oraz łatwy dostęp do zasobów wiedzy w otoczeniu przedsiębiorstwa obniżają poziom zaawansowania

technologicznego operacji realizowanych w ramach wirtualnych systemów produkcyjnych. Zauważyć należy również, że średnia wartość zmienności zapotrzebowania dla procesów produkcji jednostkowej wyniosła 4,5 co odpowiada zapotrzebowaniu wysoce zmiennemu lub nieznanemu, mieszcząc się w zakresie 3-5 (pyt. 1O1).

Tabela 13: Podstawowe dane statystyczne zmiennej 1O1.

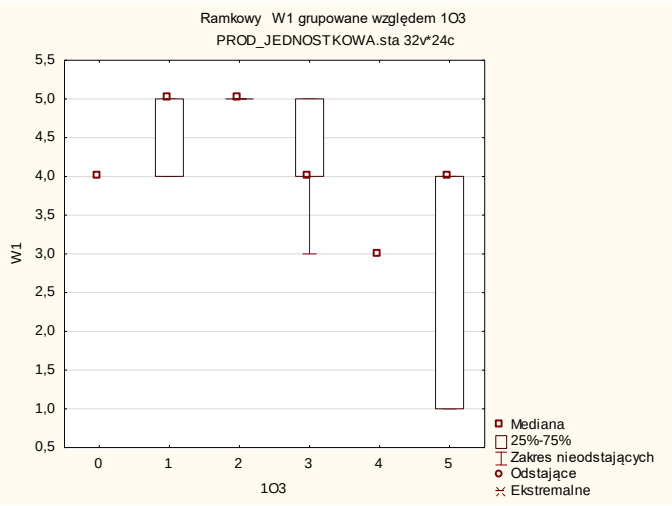
	Statystyki opisowe (PROD_JEDNOSTKOWA.sta)				
Zmienna	N ważnych	Średnia	Minimum	Maksimum	Odch.std
1O1	24	4,500000	3,000000	5,000000	0,659380

Istotna statystycznie różnica w grupach zmiennej 1O1 (poziom zmienności zapotrzebowania), wystąpił między wartościami 4 a 5. Zmienność zapotrzebowania określana jako zapotrzebowanie wysoce zmienne lub nieznane (wartość 5) statystycznie słabiej wpływała na obniżenie stopnia zaawansowania technologicznego operacji realizowanych w ramach WSP niż zmienność określana na poziomie 4.



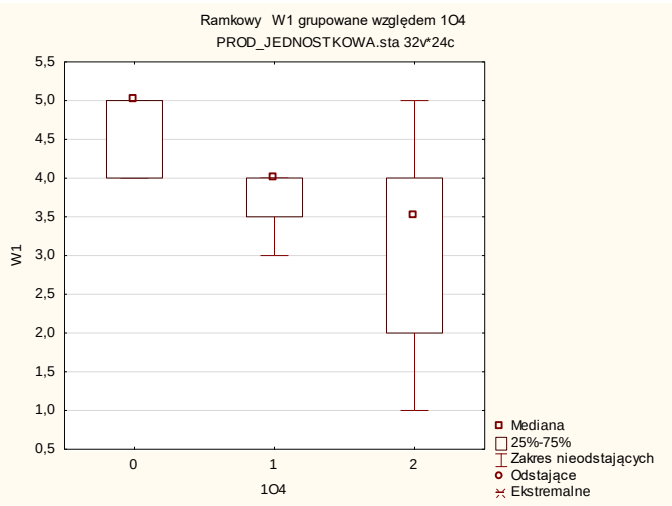
Rysunek 32: Wykres ramka-wąsy zmiennych W1/1O1, produkcja jednostkowa.

W przypadku wpływu intensywności konkurencji wyniki wskazują na istotną statystycznie różnicę we wpływie zmiennej 1O3 pomiędzy jej poziomami 2 (średnia intensywność konkurencji) i 5 (bardzo wysoka intensywność konkurencji).



Rysunek 33: Wykres ramka-wąsy zmiennych W1/1O3, produkcja jednostkowa.

Istotnie różni się również wpływ poziomów zmiennej 1O4 pomiędzy jej poziomami 0 (rekrutacja bardzo trudna) i 2 (rekrutacja średnio trudna).



Rysunek 34: Wykres ramka-wąsy zmiennych W1/1O4, produkcja jednostkowa.

- Im wyższe jest zaawansowanie techniczne produktu tym wyższy jest poziom zaawansowania technologicznego operacji realizowanych w ramach wirtualnych systemów produkcyjnych

Produkcja seryjna. W1 – poziom zaawansowania technologicznego operacji realizowanych w ramach WSP (0 – bardzo niski, 5 – bardzo wysoki).

Tabela 14: W1 wyniki analizy danych, produkcja seryjna.

<table>
<tr><th>Y</th><th>X</th><th>rho</th><th>ANOVA rang Kruskala-Walisa</th><th>Ho</th><th></th><th colspan="6">Wielokrotne porównywanie średnich rang dla wszystkich prób</th></tr>
<tr><td rowspan="19">W1</td><td>1O1</td><td>-0,558680</td><td></td><td>przyjęta</td><td></td><td colspan="6"></td></tr>
<tr><td rowspan="5">1O3</td><td rowspan="5">-0,753279</td><td rowspan="5">ANOVA rang Kruskala-Wallisa; W1 (PROD_SERYJNA.sta)

Zmienna niezależna (grupująca): 1O3

Test Kruskala-Wallisa: H (2, N= 23) =12,60316 p =,0018</td><td rowspan="5">odrzucona</td><td></td><td colspan="6">Wartość p dla porównań wielokrotnych (dwustronych); W1 (PROD_SERYJNA.sta)

Zmienna niezależna (grupująca): 1O3

Test Kruskala-Wallisa: H (2, N= 23) =12,60316 p =,0018</td></tr>
<tr><td>Zależna: W1</td><td>2</td><td>3</td><td>5</td><td></td><td></td><td></td></tr>
<tr><td>2</td><td></td><td>0,668708</td><td>0,006928</td><td></td><td></td><td></td></tr>
<tr><td>3</td><td>0,668708</td><td></td><td>0,014399</td><td></td><td></td><td></td></tr>
<tr><td>5</td><td>0,006928</td><td>0,014399</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr>
<tr><td>1O5</td><td>-0,657195</td><td>ANOVA rang Kruskala-Wallisa; W1 (PROD_SERYJNA.sta)

Zmienna niezależna (grupująca): 1O5

Test Kruskala-Wallisa: H (5, N= 23) =12,39257 p =,0298</td><td>odrzucona</td><td colspan="7"></td></tr>
<tr><td rowspan="6">1Pr1</td><td rowspan="6">0,800911</td><td rowspan="6">ANOVA rang Kruskala-Wallisa; W1 (PROD_SERYJNA.sta)

Zmienna niezależna (grupująca): 1Pr1

Test Kruskala-Wallisa: H (3, N= 23) =15,05333 p =,0018</td><td rowspan="6">odrzucona</td><td></td><td colspan="6">Wartość p dla porównań wielokrotnych (dwustronych); W1 (PROD_SERYJNA.sta)

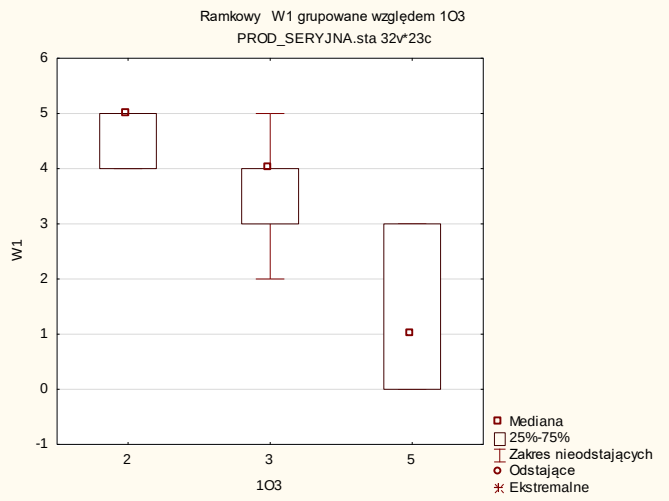
Zmienna niezależna (grupująca): 1Pr1

Test Kruskala-Wallisa: H (3, N= 23) =15,05333 p =,0018</td></tr>
<tr><td>Zależna: W1</td><td>1</td><td>2</td><td>3</td><td>5</td><td></td><td></td></tr>
<tr><td>1</td><td></td><td>1,000000</td><td>1,000000</td><td>0,325990</td><td></td><td></td></tr>
<tr><td>2</td><td>1,000000</td><td></td><td>1,000000</td><td>0,020238</td><td></td><td></td></tr>
<tr><td>3</td><td>1,000000</td><td>1,000000</td><td></td><td>0,031330</td><td></td><td></td></tr>
<tr><td>5</td><td>0,325990</td><td>0,020238</td><td>0,031330</td><td></td><td></td><td></td></tr>
<tr><td>1Pro1</td><td>0,581737</td><td>ANOVA rang Kruskala-Wallisa; W1 (PROD_SERYJNA.sta)
Zmienna niezależna (grupująca): 1Pro1
Test Kruskala-Wallisa: H (4, N= 23) =8,898095 p =,0637</td><td>przyjęta</td><td colspan="7"></td></tr>
</table>

	1Pro2	0,826216	ANOVA rang Kruskala-Wallisa; W1 (PROD_SERYJNA.sta) Zmienna niezależna (grupująca): 1Pro2 Test Kruskala-Wallisa: H (5, N= 23) =16,21748 p =,0063	odrzucona		Wartość p dla porównań wielokrotnych (dwustronych); W1 (PROD_SERYJNA.sta) Zmienna niezależna (grupująca): 1Pro2 Test Kruskala-Wallisa: H (5, N= 23) =16,21748 p =,0063					
					Zależna: W1	0	1	2	3	4	5
					0		1,000000	1,000000	1,000000	0,462601	0,002356
					1	1,000000		1,000000	1,000000	1,000000	1,000000
					2	1,000000	1,000000		1,000000	1,000000	1,000000
					3	1,000000	1,000000	1,000000		1,000000	0,611010
					4	0,462601	1,000000	1,000000	1,000000		1,000000
					5	0,002356	1,000000	1,000000	0,611010	1,000000	
	1Pro3	0,416819	ANOVA rang Kruskala-Wallisa; W1 (PROD_SERYJNA.sta) Zmienna niezależna (grupująca): 1Pro3 Test Kruskala-Wallisa: H (4, N= 23) =9,163939 p =,0571	przyjęta							
	1Pro6	0,652816	ANOVA rang Kruskala-Wallisa; W1 (PROD_SERYJNA.sta) Zmienna niezależna (grupująca): 1Pro6 Test Kruskala-Wallisa: H (2, N= 23) =9,402686 p =,0091	odrzucona		Wartość p dla porównań wielokrotnych (dwustronych); W1 (PROD_SERYJNA.sta) Zmienna niezależna (grupująca): 1Pro6 Test Kruskala-Wallisa: H (2, N= 23) =9,402686 p =,0091					
					Zależna: W1	0	1	2			
					0		0,023101	0,219218			
					1	0,023101		1,000000			
					2	0,219218	1,000000				

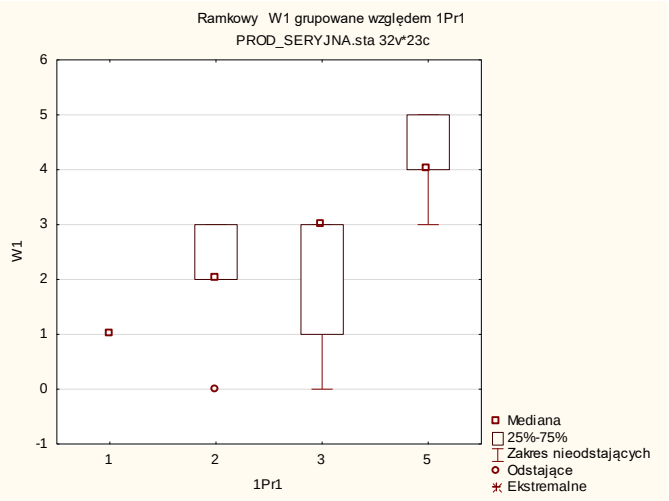
Źródło: opracowanie własne.

- Wysoka zmienność zapotrzebowania na produkt, wysoki poziom konkurencji na rynku wyrobu gotowego, krótki czas życia okazji obniżają poziom zaawansowania technologicznego operacji realizowanych w ramach wirtualnych systemów produkcyjnych. W przypadku poziomu intensywności konkurencji na rynku wyrobu gotowego analiza wskazuje na istotne statystycznie różnice we wpływie na W1 poziomów 5 a 3 i 5 a 2 zmiennej 1O3, co oznacza, że istotne jest czy rynek charakteryzuje się średnim, czy bardzo wysokim poziomem konkurencji



Rysunek 35: Wykres ramka-wąsy zmiennych W1/1O3, produkcja seryjna.

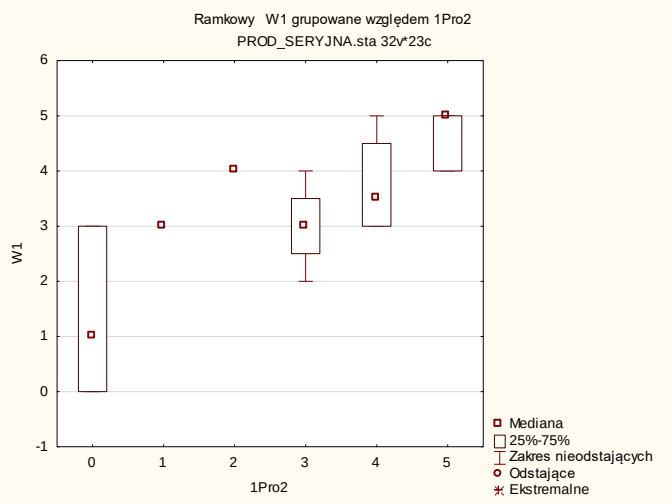
- Duża liczba operacji technologicznych potrzebnych do realizacji procesu produkcji, czyli złożoność technologiczna wyrobu, zwiększa poziom zaawansowania technologicznego operacji realizowanych w ramach wirtualnych systemów produkcyjnych. Analiza wskazuje na istotne różnice pomiędzy wpływem zmiennej 1Pr1 na poziomie 5 a 2 i 5 a 3, czyli między poziomami średnim i bardzo wysokim.



Rysunek 36: Wykres ramka-wąsy zmiennych W1/1Pr1, produkcja seryjna.

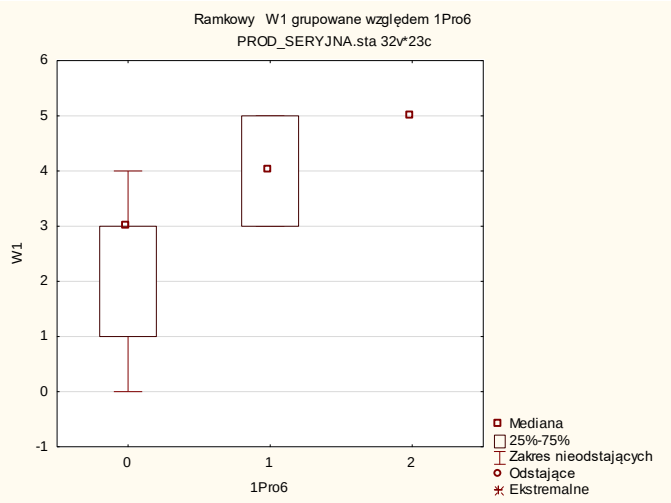
- Częste zmiany modelu wyrobu gotowego, wysokie zaawansowanie techniczne, wysoki poziom wymagań jakościowych, oraz późna faza cyklu życia produktu zwiększa poziom zaawansowania technologicznego operacji realizowanych w ramach wirtualnych systemów produkcyjnych. Występuje istotna statystycznie różnica pomiędzy wpływem

zaawansowania technicznego wyrobu gotowego na poziomie bardzo niskim a wpływem zaawansowania technicznego wyrobu na poziomie bardzo wysokim.



Rysunek 37: Wykres ramka-wąsy zmiennych W1/1Pro2, produkcja seryjna.

Istotne statystycznie różnice wystąpiły również w zakresie wpływu etapu cyklu życia produktu na którym podejmowana była decyzja o realizacji jego produkcji w WSP. Różnice odnotowano w zakresie wartości 0 i 1 co odpowiada etapom badanie i rozwój oraz wprowadzenie na rynek.



Rysunek 38: Wykres ramka-wąsy zmiennych W1/1Pro6, produkcja seryjna.

Tabela 15: Tabela liczńści W2, produkcja jednostkowa.

Tabela liczności: W2 (PROD_JEDNOSTKOWA.sta)						
K-S d=,32268, p<,01 ; Lilliefors p<,01						
	Liczba	Skumulow.	Procent	Skumul. %	% ogółu	Skumulow. %
		Liczba	Ważnych	Ważnych	Przypadki	Ogółu
-,500000<x<=0,000000	1	1	4,16666667	4,16666667	4,16666667	4,16666667
0,000000<x<=,5000000	0	1	0	4,16666667	0	4,16666667
,5000000<x<=1,000000	5	6	20,8333333	25	20,8333333	25
1,000000<x<=1,500000	0	6	0	25	0	25
1,500000<x<=2,000000	2	8	8,33333333	33,3333333	8,33333333	33,3333333
2,000000<x<=2,500000	0	8	0	33,3333333	0	33,3333333
2,500000<x<=3,000000	12	20	50	83,3333333	50	83,3333333
3,000000<x<=3,500000	0	20	0	83,3333333	0	83,3333333
3,500000<x<=4,000000	4	24	16,6666667	100	16,6666667	100
Braki	0	24	0		0	100

- 83% podmiotów wchodzących w skład wirtualnych systemów produkcyjnych realizujących produkcję jednostkową zlokalizowanych jest na terytorium Polski. 25% Zlokalizowanych jest w najbliższym sąsiedztwie koordynatora, w odległości 10km od jego siedziby. Najdalszą lokalizacją jest lokalizacja na terenie Europy.

Tabela 16: Tabela liczności W2, produkcja seryjna.

Tabela liczności: W2 (PROD_SERYJNA.sta)						
K-S d=,17569, p> .20; Lilliefors p<,10						
	Liczba	Skumulow.	Procent	Skumul. %	% ogółu	Skumulow. %
		Liczba	Ważnych	Ważnych	Przypadki	Ogółu
-1,000000<x<=0,00000	3	3	13,0434783	13,0434783	13,0434783	13,0434783
0,000000<x<=1,000000	6	9	26,0869565	39,1304348	26,0869565	39,1304348
1,000000<x<=2,000000	6	15	26,0869565	65,2173913	26,0869565	65,2173913
2,000000<x<=3,000000	4	19	17,3913043	82,6086957	17,3913043	82,6086957
3,000000<x<=4,000000	2	21	8,69565217	91,3043478	8,69565217	91,3043478
4,000000<x<=5,000000	2	23	8,69565217	100	8,69565217	100
Braki	0	23	0		0	100

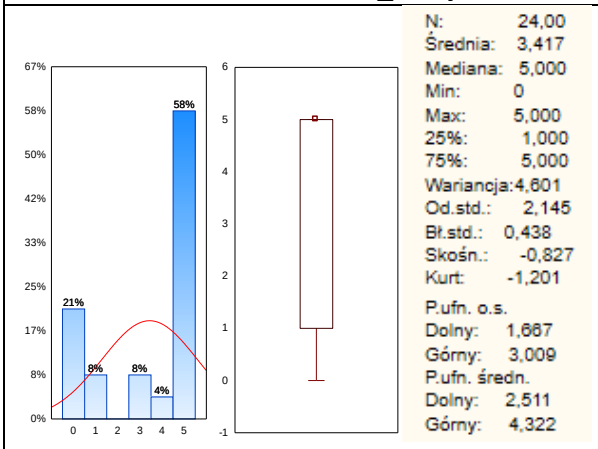
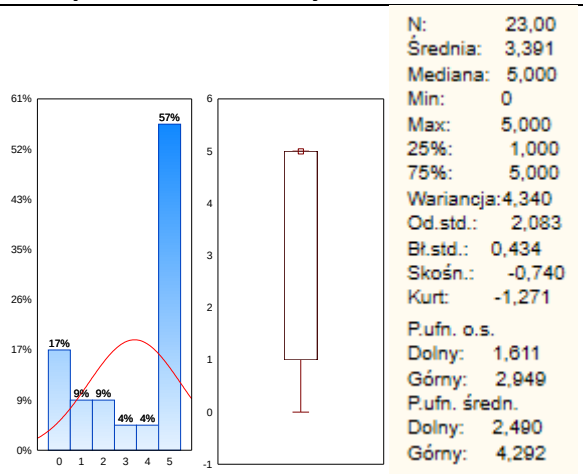
- Przedsiębiorstwa realizujące produkcję seryjną włączają do tworzonych wirtualnych systemów produkcyjnych podmioty zlokalizowane na całym świecie. W większości jednak są to podmioty zlokalizowane w odległości do 100km od siedziby koordynatora.
- Jedynie 8% podmiotów realizujących produkcję jednostkową za pomocą WSP posiada wydzieloną jednostkę organizacyjną odpowiedzialną na te procesy.
- 87% podmiotów realizujących produkcję seryjną za pomocą WSP posiada wydzieloną jednostkę organizacyjną odpowiedzialną na te procesy.

- Jedynie 8% podmiotów realizujących produkcję jednostkową za pomocą WSP korzysta z platformy elektronicznej wymiany danych, integrując w ten sposób zbudowany system produkcyjny.
- 83% podmiotów realizujących produkcję seryjną za pomocą WSP korzysta z platformy elektronicznej wymiany danych, integrując w ten sposób zbudowany system produkcyjny.

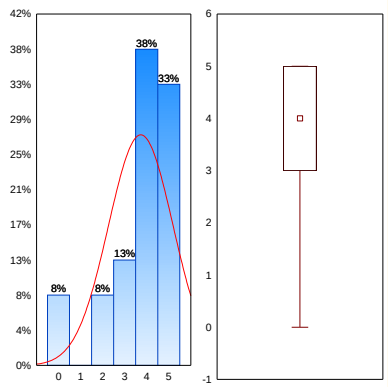
3.2.2. Przesłanki do realizacji procesów produkcji w WSP

Na wykresie słupkowym przedstawiono histogram danej zmiennej, czerwoną linią zaznaczono rozkład normalny zmiennej. Na wykresie typu ramka-wąsy pokazano punkt mediany (50ty percentyl), ramką oznaczono 25ty i 75ty percentyle, wąsami zakres nieodstających.

Tabela 17: Podstawowe statystyki przesłanek dla realizacji produkcji w WSP.

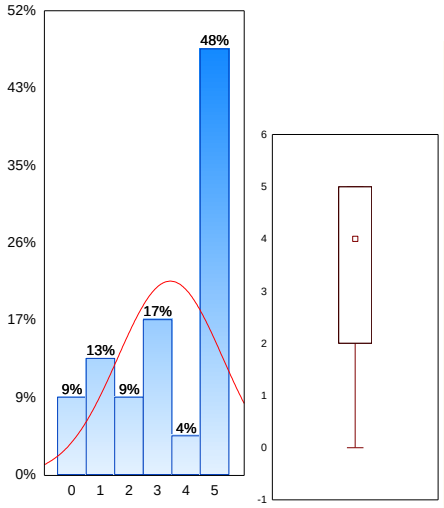
Produkcja jednostkowa	**Produkcja seryjna**
W5_1 Szybkość wdrożenia produktu do oferty	
	
Możliwość szybkiego wdrożenia rozważanego produktu do oferty została oceniona jako czynnik istotny lub bardzo istotny w 62% przypadków, oraz bez znaczenia lub mało istotny w 29% przypadków	Możliwość szybkiego wdrożenia rozważanego produktu do oferty została oceniona jako czynnik istotny lub bardzo istotny w 61% przypadków, oraz bez znaczenia lub mało istotny w 22% przypadków

W5_2 Szybkość reakcji na zmiany popytu



N:	24,00
Średnia:	3,708
Mediana:	4,000
Min:	0
Max:	5,000
25%:	3,000
75%:	5,000
Wariancja:	2,129
Od.std.:	1,459
Bł.std.:	0,298
Skośn.:	-1,460
Kurt:	1,778
P.ufn. o.s.	
Dolny:	1,134
Górny:	2,047
P.ufn. średn.	
Dolny:	3,092
Górny:	4,324

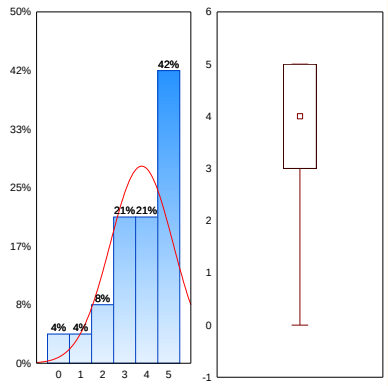
Możliwość szybszej reakcji na zmianę wielkości popytu na produkt została oceniona jako czynnik istotny lub bardzo istotny w 71% przypadków, oraz bez znaczenia lub mało istotny w 8% przypadków



N:	23,00
Średnia:	3,391
Mediana:	4,000
Min:	0
Max:	5,000
25%:	2,000
75%:	5,000
Wariancja:	3,340
Od.std.:	1,828
Bł.std.:	0,381
Skośn.:	-0,641
Kurt:	-1,079
P.ufn. o.s.	
Dolny:	1,413
Górny:	2,587
P.ufn. średn.	
Dolny:	2,601
Górny:	4,182

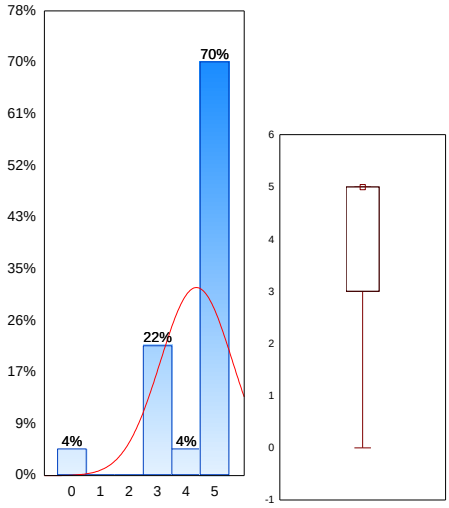
Możliwość szybszej reakcji na zmianę wielkości popytu na produkt została oceniona jako czynnik istotny lub bardzo istotny w 51% przypadków, oraz bez znaczenia lub mało istotny w 22% przypadków

W5_3 Uniezależnienie kosztów produkcji od zmienności zapotrzebowania



N:	24,00
Średnia:	3,750
Mediana:	4,000
Min:	0
Max:	5,000
25%:	3,000
75%:	5,000
Wariancja:	2,022
Od.std.:	1,422
Bł.std.:	0,290
Skośn.:	-1,101
Kurt:	0,705
P.ufn. o.s.	
Dolny:	1,105
Górny:	1,995
P.ufn. średn.	
Dolny:	3,150
Górny:	4,350

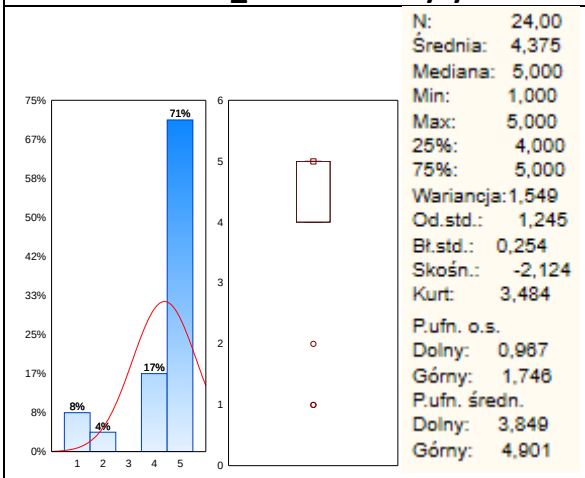
Możliwość uniezależnienia kosztów produkcji od zmian w zapotrzebowaniu na produkt została oceniona jako czynnik istotny lub bardzo istotny w 63% przypadków, oraz bez znaczenia lub mało istotny w 8% przypadków



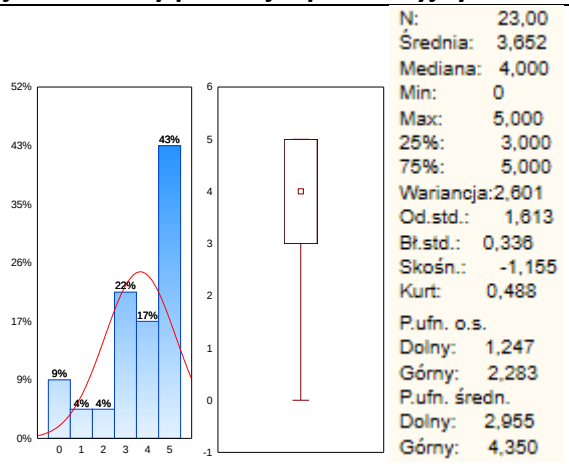
N:	23,00
Średnia:	4,304
Mediana:	5,000
Min:	0
Max:	5,000
25%:	3,000
75%:	5,000
Wariancja:	1,585
Od.std.:	1,259
Bł.std.:	0,263
Skośn.:	-2,133
Kurt:	5,139
P.ufn. o.s.	
Dolny:	0,974
Górny:	1,782
P.ufn. średn.	
Dolny:	3,760
Górny:	4,849

Możliwość uniezależnienia kosztów produkcji od zmian w zapotrzebowaniu na produkt została oceniona jako czynnik istotny lub bardzo istotny w 74% przypadków, oraz bez znaczenia lub mało istotny w 4% przypadków

W5_4 Obniżenie ryzyka inwestycji we własny potencjał produkcyjny

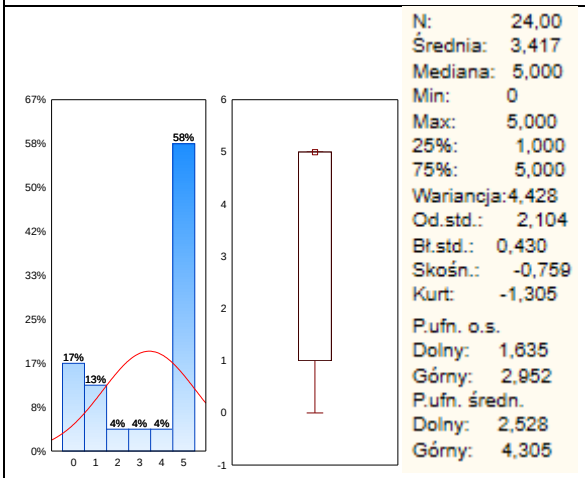


Możliwość zmniejszenia ryzyka inwestycji we własny potencjał produkcyjny została oceniona jako czynnik istotny lub bardzo istotny w 88% przypadków, oraz bez znaczenia lub mało istotny w 12% przypadków

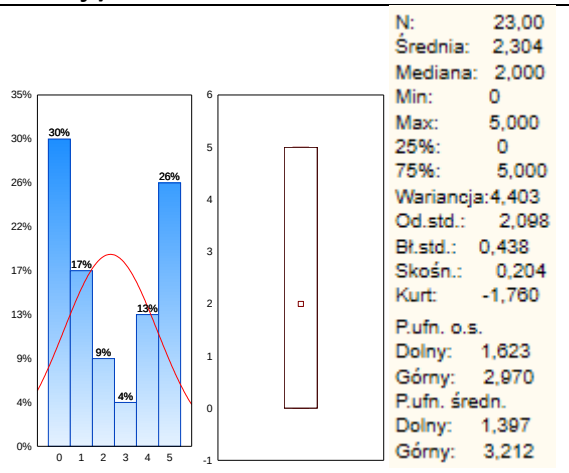


Możliwość zmniejszenia ryzyka inwestycji we własny potencjał produkcyjny została oceniona jako czynnik istotny lub bardzo istotny w 60% przypadków, oraz bez znaczenia lub mało istotny w 13% przypadków

W5_5 Możliwość produkcji bardziej zaawansowanych i innowacyjnych produktów (łączenie kompetencji)

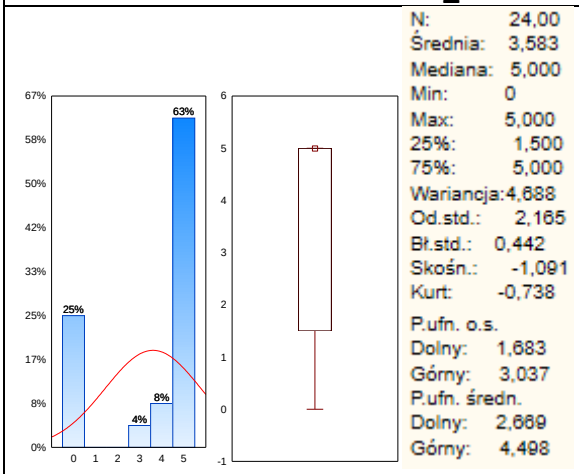


Możliwość produkcji nowocześniejszych lub innowacyjnych produktów została oceniona jako czynnik istotny lub bardzo istotny w 62% przypadków, oraz bez znaczenia lub mało istotny w 30% przypadków

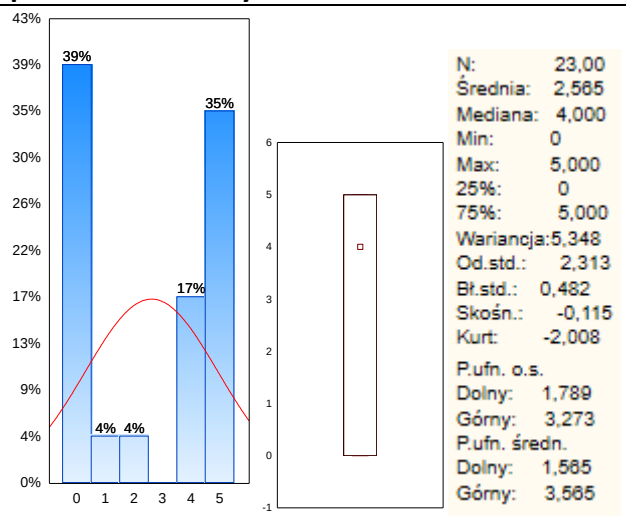


Możliwość produkcji nowocześniejszych lub innowacyjnych produktów została oceniona jako czynnik istotny lub bardzo istotny w 39% przypadków, oraz bez znaczenia lub mało istotny w 47% przypadków

W5_6 Możliwość poszerzenia oferty

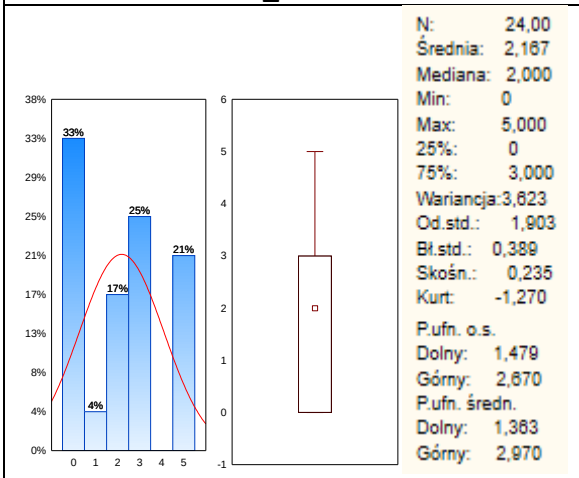


Możliwość poszerzenia oferty została oceniona jako czynnik istotny lub bardzo istotny w 71% przypadków, oraz bez znaczenia lub mało istotny w 25% przypadków

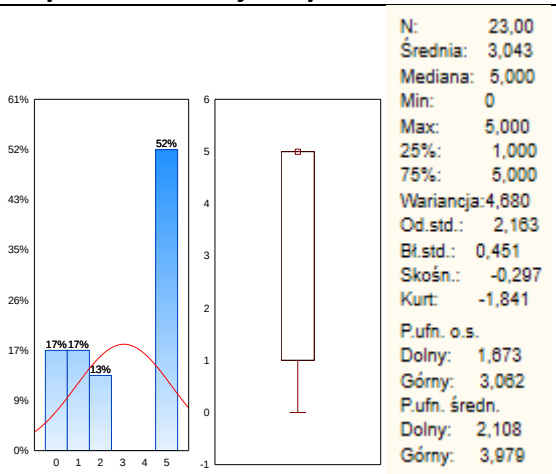


Możliwość poszerzenia oferty została oceniona jako czynnik istotny lub bardzo istotny w 52% przypadków, oraz bez znaczenia lub mało istotny w 43% przypadków

W5_7 Uwolnienie zasobów własnych do realizacji innych zadań

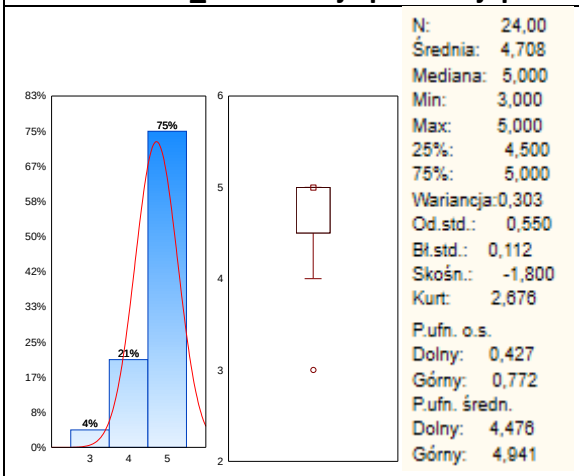


Możliwość uwolnienia zasobów przedsiębiorstwa przydatnych do realizacji innych zadań oceniona jako czynnik istotny lub bardzo istotny w 21% przypadków, oraz bez znaczenia lub mało istotny w 37% przypadków

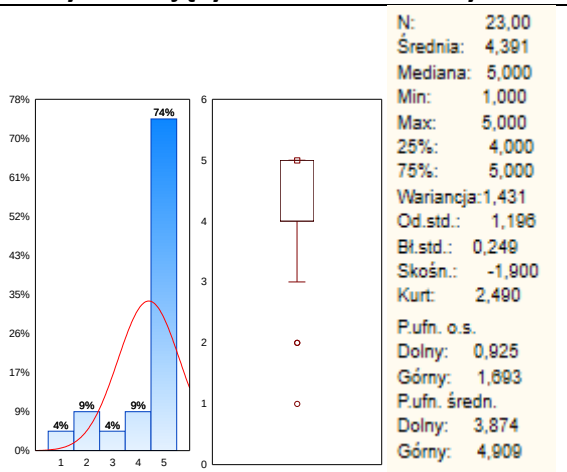


Możliwość uwolnienia zasobów przedsiębiorstwa przydatnych do realizacji innych zadań oceniona jako czynnik istotny lub bardzo istotny w 52% przypadków, oraz bez znaczenia lub mało istotny w 34% przypadków

W5_8 Realizacja produkcji pomimo niewystarczających zasobów własnych

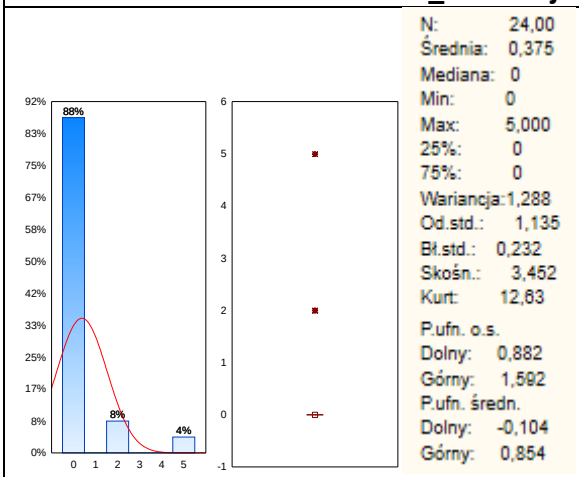


Możliwość zwiększenia potencjału produkcji oceniona została jako czynnik istotny lub bardzo istotny w 86% przypadków oraz nie został wymieniony jako bez znaczenia lub mało istotny

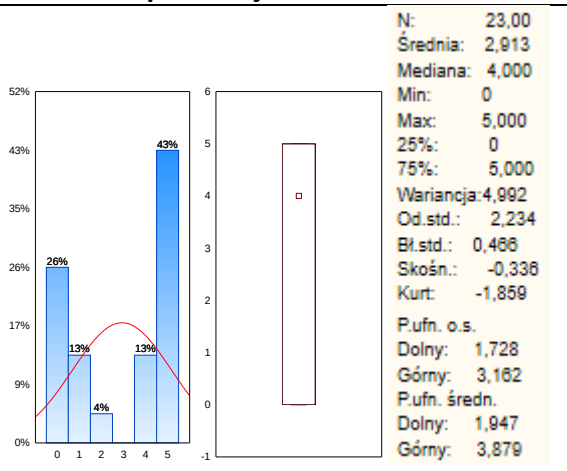


Możliwość zwiększenia potencjału produkcji oceniona została jako czynnik istotny lub bardzo istotny w 83% przypadków, oraz bez znaczenia lub mało istotny w 13% przypadków

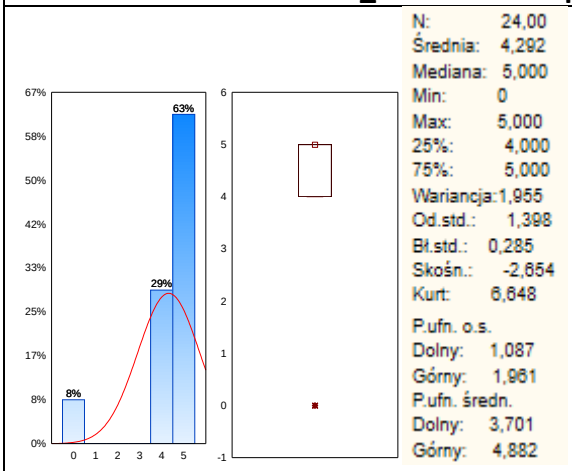
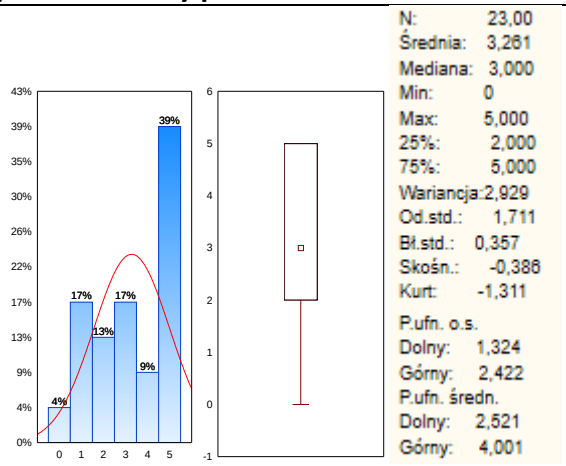
W5_9 Zmniejszenie kosztów produkcji



Możliwość zmniejszenia kosztów produkcji została wymieniona jako czynnik istotny lub bardzo istotny w 4% przypadków oraz bez znaczenia lub mało istotny w 88% przypadków



Możliwość zmniejszenia kosztów produkcji została wymieniona jako czynnik istotny lub bardzo istotny w 56% przypadków oraz bez znaczenia lub mało istotny w 39% przypadków

W5_10 Możliwość pozyskania wiedzy partnerów	
	
Możliwość pozyskania wiedzy na temat procesów realizowanych przez partnerów została wymieniona jako czynnik istotny lub bardzo istotny w 92% przypadków, oraz bez znaczenia lub mało istotny w 8% przypadków	Możliwość pozyskania wiedzy na temat procesów realizowanych przez partnerów została wymieniona jako czynnik istotny lub bardzo istotny w 48% przypadków, oraz bez znaczenia lub mało istotny w 21% przypadków

Źródło: opracowanie własne

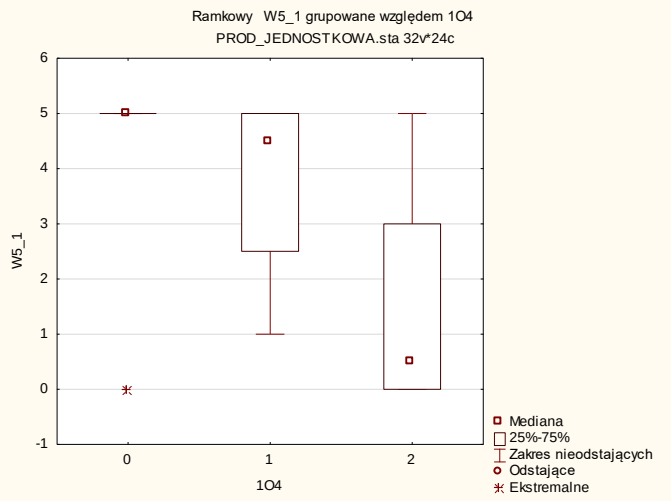
Produkcja jednostkowa. W5_1 – możliwość szybszego wprowadzenia wyrobu na rynek.

Tabela 18: W5_1 wyniki analizy danych, produkcja jednostkowa.

<table>
<tr><th>Y</th><th>X</th><th>rho</th><th>ANOVA rang Kruskala-Walisa</th><th>Ho</th><th></th><th colspan="6">Wielokrotne porównywanie średnich rang dla wszystkich prób</th></tr>
<tr><td rowspan="5">W5_1</td><td>1O2</td><td>-0,5790608</td><td>ANOVA rang Kruskala-Wallisa; W5_1 (PROD_JEDNOSTKOWA.sta)
Zmienna niezależna (grupująca): 1O2
Test Kruskala-Wallisa: H (3, N= 24) =8,019067 p =,0456</td><td>odrzucona</td><td></td><td colspan="6"></td></tr>
<tr><td>1O3</td><td>-0,6363926</td><td>ANOVA rang Kruskala-Wallisa; W5_1 (PROD_JEDNOSTKOWA.sta)
Zmienna niezależna (grupująca): 1O3
Test Kruskala-Wallisa: H (5, N= 24) =11,08960 p =,0496</td><td>odrzucona</td><td></td><td colspan="6"></td></tr>
<tr><td>1O4</td><td>-0,6905873</td><td>ANOVA rang Kruskala-Wallisa; W5_1 (PROD_JEDNOSTKOWA.sta)
Zmienna niezależna (grupująca): 1O4
Test Kruskala-Wallisa: H (2, N= 24) =11,33493 p =,0035</td><td>odrzucona</td><td colspan="7">Wartość p dla porównań wielokrotnych (dwustronnych); W5_1 (PROD_JEDNOSTKOWA.sta)
Zmienna niezależna (grupująca): 1O4
Test Kruskala-Wallisa: H (2, N= 24) =11,33493 p =,0035</td></tr>
<tr><td colspan="5"></td><td>0</td><td>1</td><td>2</td><td colspan="3"></td></tr>
<tr><td colspan="5"></td><td>0</td><td></td><td>1,000000</td><td>0,008230</td><td colspan="3"></td></tr>
<tr><td colspan="5"></td><td>1</td><td>1,000000</td><td></td><td>0,446744</td><td colspan="3"></td></tr>
<tr><td colspan="5"></td><td>2</td><td>0,008230</td><td>0,446744</td><td></td><td colspan="3"></td></tr>
<tr><td>1Pr2</td><td>-0,4171732</td><td>ANOVA rang Kruskala-Wallisa; W5_1 (PROD_JEDNOSTKOWA.sta)
Zmienna niezależna (grupująca): 1Pr2
Test Kruskala-Wallisa: H (3, N= 24) =4,652909 p =,1991</td><td>przyjęta</td><td></td><td colspan="6"></td></tr>
</table>

Źródło: opracowanie własne.

- Im mniej przewidywalny jest popyt na produkt oraz im rzadszym zasobem w otoczeniu przedsiębiorstwa jest wiedza dotycząca inżynierii produkcji rozważanego produktu tym istotniejsza jest w procesie decyzji o realizacji produkcji w formie wirtualnej możliwość szybkiego wprowadzenia produktu na rynek. Istotna statystycznie jest różnica pomiędzy wpływem zmiennej 1O4 dla poziomów 0 i 2 co odpowiada rekrutacji bardzo trudnej i średnio trudnej.



Rysunek 39: Wykres ramka-wąsy zmiennych W5_1/1O4, produkcja jednostkowa

- Im mniejsza jest wielkość partii produkcyjnej rozważanego produktu tym istotniejsza jest w procesie decyzji o realizacji produkcji w formie wirtualnej możliwość szybkiego wprowadzenia produktu na rynek.

Produkcja seryjna. W5_1 – możliwość szybszego wprowadzenia wyrobu na rynek.

Tabela 19: W5_1 wyniki analizy danych, produkcja seryjna.

Y	X	rho	ANOVA rang Kruskala-Walisa	Ho		Wielokrotne porównywanie średnich rang dla wszystkich prób					
W5_1	1O2	-0,489073282	ANOVA rang Kruskala-Wallisa; W5_1 (PROD_SERYJNA.sta) Zmienna niezależna (grupująca): 1O2 Test Kruskala-Wallisa: H (4, N= 23) =6,144856 p =,1886	przyjęta							

Źródło: opracowanie własne.

- Im mniej przewidywalny jest popyt na produkt tym istotniejsza jest w procesie decyzji o realizacji produkcji w formie wirtualnej możliwość szybkiego wprowadzenia produktu na rynek.

Produkcja jednostowa. W5_2 – możliwość szybszej reakcji na zmianę popytu.

Tabela 20: W5_2 wyniki analizy danych, produkcja jednostkowa.

Y	X	rho	ANOVA rang Kruskala-Walisa	Ho		Wielokrotne porównywanie średnich rand dla wszystkich prób					
W5_2	1Pr4	-0,425452939	ANOVA rang Kruskala-Wallisa; W5_2 (PROD_JEDNOSTKOWA.sta) Zmienna niezależna (grupująca): 1Pr4 Test Kruskala-Wallisa: H (3, N= 24) =4,236491 p =,2370	przyjęta							
	1Pr6	-0,473369759	ANOVA rang Kruskala-Wallisa; W5_2 (PROD_JEDNOSTKOWA.sta) Zmienna niezależna (grupująca): 1Pr6 Test Kruskala-Wallisa: H (5, N= 24) =8,311928 p =,1399	przyjęta							

Źródło: opracowanie własne.

- Im mniej stabilnie byłyby obciążone pracą stanowiska utworzone w celu realizacji procesu produkcyjnego wewnątrz przedsiębiorstwa koordynującego i im mniejszy jest poziom wiedzy posiadanej przez przedsiębiorstwo koordynujące na temat technologii wytwarzania produktu tym istotniejsza jest w procesie decyzji o realizacji produkcji w formie wirtualnej możliwość szybkiej reakcji na zmianę popytu.

Produkcja seryjna. W5_2 – możliwość szybszej reakcji na zmianę popytu.

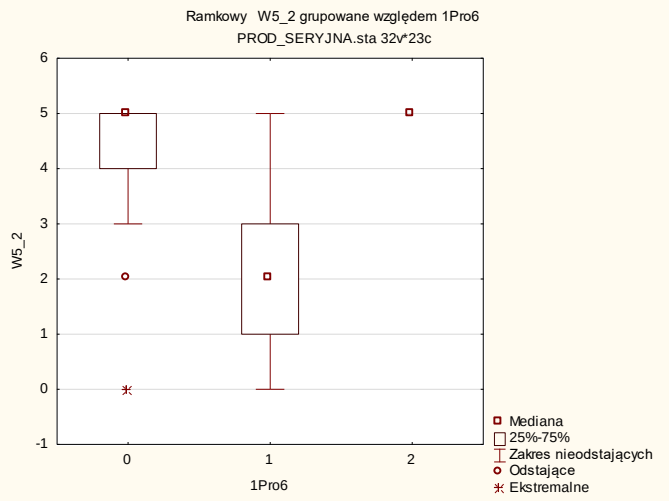
Tabela 21: W5_2 wyniki analizy danych, produkcja seryjna.

Y	X	rho	ANOVA rang Kruskala-Walisa	Ho		Wielokrotne porównywanie średnich rand dla wszystkich prób					
W5_2	1O1	0,506736879	ANOVA rang Kruskala-Wallisa; W5_2 (PROD_SERYJNA.sta) Zmienna niezależna (grupująca): 1O1 Test Kruskala-Wallisa: H (4, N= 23) =6,087919 p =,1927	przyjęta							
	1O5	0,626394686	ANOVA rang Kruskala-Wallisa; W5_2 (PROD_SERYJNA.sta) Zmienna niezależna (grupująca): 1O5	przyjęta							

			Test Kruskala-Wallisa: H (5, N= 23) =10,89664 p =,0535								
	1Pro2	-0,489336191	ANOVA rang Kruskala-Wallisa; W5_2 (PROD_SERYJNA.sta) Zmienna niezależna (grupująca): 1Pro2 Test Kruskala-Wallisa: H (5, N= 23) =13,08198 p =,0226	odrzucona							
	1Pro3	-0,541884478	ANOVA rang Kruskala-Wallisa; W5_2 (PROD_SERYJNA.sta) Zmienna niezależna (grupująca): 1Pro3 Test Kruskala-Wallisa: H (4, N= 23) =6,503542 p =,1646	przyjęta							
	1Pro6	-0,434501367	ANOVA rang Kruskala-Wallisa; W5_2 (PROD_SERYJNA.sta) Zmienna niezależna (grupująca): 1Pro6 Test Kruskala-Wallisa: H (2, N= 23) =7,980621 p =,0185	odrzucona	Wartość p dla porównań wielokrotnych (dwustronnych); W5_2 (PROD_SERYJNA.sta) Zmienna niezależna (grupująca): 1Pro6 Test Kruskala-Wallisa: H (2, N= 23) =7,980621 p =,0185						
					Zależna: W5_2	0	1	2			
						R:14,731	R:7,3889	R:18,000			
					0		0,037640872	1			
					1	0,037640872		0,413238315			
					2	1	0,413238315				

Źródło: opracowanie własne.

- Im wyższa jest zmienność zapotrzebowania na produkt, im krótszy jest przewidywany czas trwania okazji, tym istotniejsza jest w procesie decyzji o realizacji produkcji w formie wirtualnej możliwość szybkiej reakcji na zmianę popytu.
- Im niższe jest zaawansowanie techniczne produktu, im niższy jest poziom wymagań jakościowych dotyczących produktu, im wcześniejsza jest faza cyklu życia produktu, tym istotniejsza jest w procesie decyzji o realizacji produkcji w formie wirtualnej możliwość szybkiej reakcji na zmianę popytu. . Istotna statystycznie jest różnica pomiędzy wpływem zmiennej 1Pro6 (faza cyklu życia produktu) dla poziomów 0 i 1 co odpowiada etapom badań i rozwoju oraz wprowadzenia na rynek.



Rysunek 40: Wykres ramka-wąsy zmiennych W5_2/1Pro6, produkcja seryjna.

Produkcja jednostkowa. W5_3 – możliwość uniezależnienia kosztów od zmienności popytu.

Tabela 22: W5_3 wyniki analizy danych, produkcja jednostkowa.

Y	X	rho	ANOVA rang Kruskala-Walisa	Ho		Wielokrotne porównywanie średnich rand dla wszystkich prób					
W5_3	1Pr4	-0,58216004	Test mediany, ogólna mediana= 4,00000; W5_3 (PROD_JEDNOSTKOWA.sta) Zmienna niezależna (grupująca): 1Pr4 Chi kwadrat= 9,885714 df = 3 p = ,0196	odrzucona							
	1Pr6	-0,438514363	ANOVA rang Kruskala-Wallisa; W5_3 (PROD_JEDNOSTKOWA.sta) Zmienna niezależna (grupująca): 1Pr6 Test Kruskala-Wallisa: H (5, N= 24) =5,266116 p =,3843	przyjęta							

Źródło: opracowanie własne.

- Im mniej stabilne byłoby obciążenie utworzonych stanowisk roboczych pracą, w przypadku organizacji procesu produkcyjnego wewnątrz przedsiębiorstwa koordynującego, oraz im mniejsza jest posiadana przez przedsiębiorstwo wiedza na temat technologii wytwarzania wyrobu, tym istotniejszy jest w procesie decyzji o realizacji produkcji w formie wirtualnej mniejszy wpływ zmian popytu na koszty produkcji.

Produkcja seryjna. W5_3 – możliwość uniezależnienia kosztów od zmienności popytu.

Zebrane dane nie dostarczają informacji w tym zakresie.

Produkcja jednostkowa. W5_4 – ograniczenie ryzyka inwestycji w rozbudowę własnej produkcji.

Tabela 23: W5_4 wyniki analizy danych, produkcja jednostkowa.

Y	X	rho	ANOVA rang Kruskala-Walisa	Ho		Wielokrotne porównywanie średnich rand dla wszystkich prób					
W5_4	1O4	-0,456677098	ANOVA rang Kruskala-Wallisa; W5_4 (PROD_JEDNOSTKOWA.sta) Zmienna niezależna (grupująca): 1O4 Test Kruskala-Wallisa: H (2, N= 24) =5,176171 p =,0752	przyjęta							
	1Pr7	-0,464004548	ANOVA rang Kruskala-Wallisa; W5_4 (PROD_JEDNOSTKOWA.sta) Zmienna niezależna (grupująca): 1Pr7 Test Kruskala-Wallisa: H (3, N= 24) =5,759573 p =,1239	przyjęta							
	1Pro2	0,440040456	ANOVA rang Kruskala-Wallisa; W5_4 (PROD_JEDNOSTKOWA.sta) Zmienna niezależna (grupująca): 1Pro2 Test Kruskala-Wallisa: H (3, N= 24) =7,138119 p =,0676	przyjęta							

Źródło: opracowanie własne.

- Im mniejsze są zasoby wiedzy w otoczeniu przedsiębiorstwa, tym istotniejsza jest w procesie decyzji o realizacji produkcji w formie wirtualnej możliwość minimalizacji ryzyka związanego z rozbudową własnego potencjału produkcyjnego.
- Im bardzie symetryczna jest siła ekonomiczna partnerów wchodzących w skład wirtualnego systemu produkcyjnego, tym istotniejsza jest w procesie decyzji o realizacji produkcji w formie wirtualnej możliwość minimalizacji ryzyka związanego z rozbudową własnego potencjału produkcyjnego.
- Im wyższe jest zaawansowanie techniczne wyrobu produkowanego w ramach WSP, tym istotniejsza jest w procesie decyzji o realizacji produkcji w formie wirtualnej możliwość minimalizacji ryzyka związanego z rozbudową własnego potencjału produkcyjnego.

Produkcja seryjna. W5_4 – ograniczenie ryzyka inwestycji w rozbudowę własnej produkcji.

Tabela 24: W5_4 wyniki analizy danych, produkcja seryjna.

Y	X	rho	ANOVA rang Kruskala-Walisa	Ho		Wielokrotne porównywanie średnich rand dla wszystkich prób					
W5_4	1Pr6	-0,622239529	Test mediany, ogólna mediana= 4,00000; W5_4 (PROD_SERYJNA.sta) Zmienna niezależna (grupująca): 1Pr6 Chi kwadrat= 11,47051 df = 5 p = ,0428	odrzucona								
	1Pr7	-0,500276155	ANOVA rang Kruskala-Wallisa; W5_4 (PROD_SERYJNA.sta) Zmienna niezależna (grupująca): 1Pr7 Test Kruskala-Wallisa: H (4, N= 23) =5,947702 p =,2031	przyjęta								
	1Pro3	-0,428849911	Test mediany, ogólna mediana= 4,00000; W5_4 (PROD_SERYJNA.sta) Zmienna niezależna (grupująca): 1Pro3 Chi kwadrat= 10,73065 df = 4 p = ,0298	odrzucona								

Źródło: opracowanie własne.

- Im niższy jest poziom wiedzy posiadanej przez przedsiębiorstwo dotyczącej technologii wytwarzania wyrobu oraz im mniejszą posiada ono przewagę ekonomiczną nad partnerami, tym istotniejsza jest w procesie decyzji o realizacji produkcji w formie wirtualnej możliwość minimalizacji ryzyka związanego z rozbudową własnego potencjału produkcyjnego.
- Im niższy jest poziom wymagań jakościowych dotyczących produktu tym istotniejsza jest w procesie decyzji o realizacji produkcji w formie wirtualnej możliwość minimalizacji ryzyka związanego z rozbudową własnego potencjału produkcyjnego.

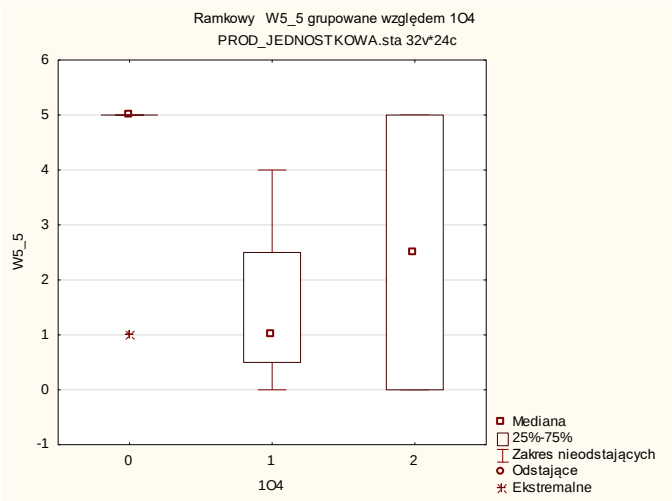
Produkcja jednostkowa. W5_5 – możliwość produkcji nowocześniejszych, innowacyjnych produktów.

Tabela 25: W5_5 wyniki analizy danych, produkcja jednostkowa.

Y	X	rho	ANOVA rang Kruskala-Walisa	Ho		Wielokrotne porównywanie średnich rang dla wszystkich prób					
W5_5	1O4	-0,561075	ANOVA rang Kruskala-Wallisa; W5_5 (PROD_JEDNOSTKOWA.sta) Zmienna niezależna (grupująca): 1O4 Test Kruskala-Wallisa: H (2, N= 24) =10,66990 p =,0048	odrzucona	Wartość p dla porównań wielokrotnych (dwustronnych); W5_5 (PROD_JEDNOSTKOWA.sta) Zmienna niezależna (grupująca): 1O4 Test Kruskala-Wallisa: H (2, N= 24) =10,66990 p =,0048						
						0	1	2			
					0		0,032173	0,096327			
					1	0,032173		1,000000			
					2	0,096327	1,000000				
	1Pr2	-0,420886	ANOVA rang Kruskala-Wallisa; W5_5 (PROD_JEDNOSTKOWA.sta) Zmienna niezależna (grupująca): 1Pr2 Test Kruskala-Wallisa: H (3, N= 24) =5,758524 p =,1240	przyjęta							
	1Pr6	-0,4212299	ANOVA rang Kruskala-Wallisa; W5_5 (PROD_JEDNOSTKOWA.sta) Zmienna niezależna (grupująca): 1Pr6 Test Kruskala-Wallisa: H (5, N= 24) =6,657725 p =,2474	przyjęta							
	1Pr7	-0,4841312	ANOVA rang Kruskala-Wallisa; W5_5 (PROD_JEDNOSTKOWA.sta) Zmienna niezależna (grupująca): 1Pr7 Test Kruskala-Wallisa: H (3, N= 24) =6,010575 p =,1111	przyjęta							
	1Pro6	-0,4595295	ANOVA rang Kruskala-Wallisa; W5_5 (PROD_JEDNOSTKOWA.sta) Zmienna niezależna (grupująca): 1Pro6 Test Kruskala-Wallisa: H (2, N= 24) =5,390521 p =,0675	przyjęta							

Źródło: opracowanie własne.

- Im rzadsze są zasoby wiedzy w zakresie inżynierii produkcji rozważanego wyrobu w otoczeniu przedsiębiorstwa, tym istotniejsza w procesie decyzji o realizacji produkcji w formie wirtualnej jest możliwość pozyskania zasobów niezbędnych do realizacji produkcji nowoczesnych i innowacyjnych produktów przy wykorzystaniu wirtualnych form organizacji procesu produkcji. Dane wykazują istotną statystycznie różnicę we wpływie zmiennej dotyczącej wiedzy w otoczeniu przedsiębiorstwa (1O4) między jej poziomami 0 i 1.



Rysunek 41: Wykres ramka-wąsy zmiennych W5_5/1O4, produkcja jednostkowa.

- Im mniejsza jest wielkość serii produkcyjnej rozważanego wyrobu, im mniejszy jest poziom posiadanej przez przedsiębiorstwo wiedzy nt. technologii produkcji rozważanego wyrobu oraz im silniejsi partnerzy są dostępni w otoczeniu przedsiębiorstwa, tym istotniejsza w procesie decyzji o realizacji produkcji w formie wirtualnej jest możliwość pozyskania zasobów niezbędnych do realizacji produkcji nowoczesnych i innowacyjnych produktów przy wykorzystaniu wirtualnych form organizacji procesu produkcji.
- Im we wcześniejszej fazie cyklu życia produktu znajduje się rozważany produkt, tym istotniejsza w procesie decyzji o realizacji produkcji w formie wirtualnej jest możliwość pozyskania zasobów niezbędnych do realizacji produkcji nowoczesnych i innowacyjnych produktów przy wykorzystaniu wirtualnych form organizacji procesu produkcji.

Produkcja seryjna. W5_5 – możliwość produkcji nowocześniejszych, innowacyjnych produktów.

Tabela 26: W5_5 wyniki analizy danych, produkcja seryjna.

Y	X	rho	ANOVA rang Kruskala-Walisa	Ho		Wielokrotne porównywanie średnich rand dla wszystkich prób					
W5_5	1O2	-0,528768992		przyjęta							
	1O5	0,57679434	Test mediany, ogólna mediana= 2,00000; W5_5 (PROD_SERYJNA.sta) Zmienna niezależna (grupująca): 1O5 Chi kwadrat= 11,19923 df = 5 p = ,0476	odrzucona							
	1Pr7	-0,58827287	Test mediany, ogólna mediana= 2,00000; W5_5 (PROD_SERYJNA.sta) Zmienna niezależna (grupująca): 1Pr7 Chi kwadrat= 9,978462 df = 4 p = ,0408	odrzucona							
	1Pro6	-0,464320897	ANOVA rang Kruskala-Wallisa; W5_5 (PROD_SERYJNA.sta) Zmienna niezależna (grupująca): 1Pro6 Test Kruskala-Wallisa: H (2, N= 23) =5,846216 p =,0538	przyjęta							

Źródło: opracowanie własne.

- Im niższa jest przewidywalność popytu na rozważany produkt, im krótszy jest przewidywany czas życia okazji, tym istotniejsza w procesie decyzji o realizacji produkcji w formie wirtualnej jest możliwość pozyskania zasobów niezbędnych do realizacji produkcji nowoczesnych i innowacyjnych produktów przy wykorzystaniu wirtualnych form organizacji procesu produkcji.
- Im we wcześniejszej fazie cyklu życia produktu znajduje się rozważany produkt, tym istotniejsza w procesie decyzji o realizacji produkcji w formie wirtualnej jest możliwość pozyskania zasobów niezbędnych do realizacji produkcji nowoczesnych i innowacyjnych produktów przy wykorzystaniu wirtualnych form organizacji procesu produkcji.

Produkcja jednostkowa. W5_6 – możliwość poszerzenia oferty.

Tabela 27: W5_6 wyniki analizy danych, produkcja jednostkowa.

Y	X	rho	ANOVA rang Kruskala-Walisa	Ho		Wielokrotne porównywanie średnich rand dla wszystkich prób						
W5_6	1O4	-0,477670		przyjęta								
	1Pr2	-0,408055		przyjęta								
	1Pr6	-0,420893		przyjęta								
	1Pr7	-0,416882		przyjęta								
	1Pro4	-0,517495		przyjęta								
	1Pro6	-0,471573		przyjęta								

Źródło: opracowanie własne.

- Im trudniej dostępny jest zasób wiedzy na temat inżynierii produkcji danego wyrobu, tym istotniejsza w procesie decyzji o realizacji produkcji w formie wirtualnej jest możliwość poszerzenia oferty produktów.
- Im mniejsza jest seria produkcyjna rozważanego wyrobu, im mniejszy jest poziom wiedzy posiadanej przez przedsiębiorstwo na temat technologii produkcji wyrobu, im mniejsza jest przewaga ekonomiczna przedsiębiorstwa nad partnerami tym istotniejsza w procesie decyzji o realizacji produkcji w formie wirtualnej jest możliwość poszerzenia oferty produktów.
- W przypadku przedsiębiorstw realizujących produkcję jednostkową nie poszerzają one swojej oferty, realizując produkcję wyrobów komplementarnych do swoich głównych wyrobów, w ramach WSP.
- Im we wcześniejszej fazie cyklu życia produktu znajduje się rozważany produkt, tym istotniejsza w procesie decyzji o realizacji produkcji w formie wirtualnej jest możliwość poszerzenia oferty produktów.

Produkcja seryjna. W5_6 – możliwość poszerzenia oferty.

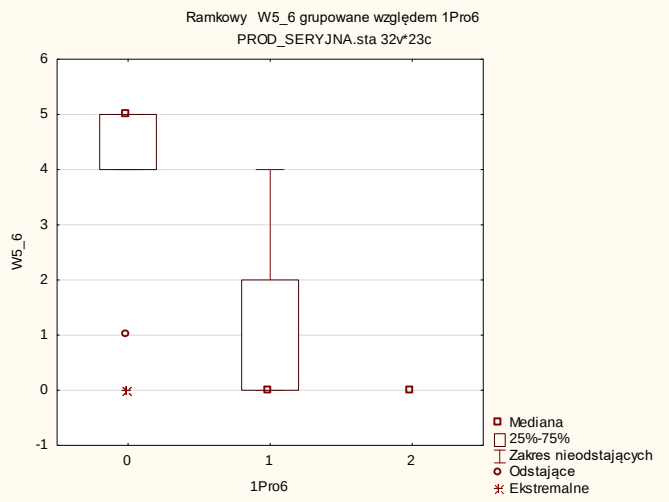
Tabela 28: W5_6 wyniki analizy danych, produkcja seryjna.

<table>
<tr><th>Y</th><th>X</th><th>rho</th><th>ANOVA rang Kruskala-Walisa</th><th>Ho</th><th></th><th colspan="6">Wielokrotne porównywanie średnich rang dla wszystkich prób</th></tr>
<tr><td rowspan="5">W5_6</td><td>1O5</td><td>0,532539</td><td>ANOVA rang Kruskala-Wallisa; W5_6 (PROD_SERYJNA.sta) Zmienna niezależna (grupująca): 1O5 Test Kruskala-Wallisa: H (5, N= 23) =11,49470 p =,0424</td><td>odrzucona</td><td></td><td colspan="6"></td></tr>
<tr><td>1Pr3</td><td>0,440774</td><td>ANOVA rang Kruskala-Wallisa; W5_6 (PROD_SERYJNA.sta) Zmienna niezależna (grupująca): 1Pr3 Test Kruskala-Wallisa: H (3, N= 23) =5,969826 p =,1131</td><td>przyjęta</td><td></td><td colspan="6"></td></tr>
<tr><td>1Pr7</td><td>-0,476848</td><td>ANOVA rang Kruskala-Wallisa; W5_6 (PROD_SERYJNA.sta) Zmienna niezależna (grupująca): 1Pr7 Test Kruskala-Wallisa: H (4, N= 23) =6,147845 p =,1884</td><td>przyjęta</td><td></td><td colspan="6"></td></tr>
<tr><td rowspan="4">1Pro6</td><td rowspan="4">-0,661256</td><td rowspan="4">Test mediany, ogólna mediana= 4,00000; W5_6 (PROD_SERYJNA.sta) Zmienna niezależna (grupująca): 1Pro6 Chi kwadrat= 9,435897 df = 2 p = ,0089</td><td rowspan="4">odrzucona</td><td></td><td colspan="6">Wartość p dla porównań wielokrotnych (dwustronych); W5_6 (PROD_SERYJNA.sta) Zmienna niezależna (grupująca): 1Pro6 Test Kruskala-Wallisa: H (2, N= 23) =9,643557 p =,0081</td></tr>
<tr><td></td><td>0</td><td>1</td><td>2</td><td></td><td></td><td></td></tr>
<tr><td>0</td><td></td><td>0,018404</td><td>0,394495</td><td></td><td></td><td></td></tr>
<tr><td>1</td><td>0,018404</td><td></td><td>1,000000</td><td></td><td></td><td></td></tr>
<tr><td>2</td><td>0,394495</td><td>1,000000</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr>
</table>

Źródło: opracowanie własne.

- Im krótszy jest przewidywany czas życia okazji, im większe znaczenie ma szybkość wdrożenia produktu, tym istotniejsza w procesie decyzji o realizacji produkcji w formie wirtualnej jest możliwość poszerzenia oferty produktów.
- Im wyższych nakładów inwestycyjnych wymagałoby rozpoczęcie produkcji rozważanego wyrobu w ramach wewnętrznych jednostek produkcyjnych przedsiębiorstwa, i im silniejsi ekonomiczne są dostępni w otoczeniu przedsiębiorstwa partnerzy mogący wejść w skład wirtualnego systemu produkcyjnego, tym istotniejsza w procesie decyzji o realizacji produkcji w formie wirtualnej jest możliwość poszerzenia oferty produktów.

- Im we wcześniejszej fazie cyklu życia produktu znajduje się rozważany produkt, tym istotniejsza w procesie decyzji o realizacji produkcji w formie wirtualnej jest możliwość poszerzenia oferty produktów. Istotna statystycznie różnica występuje pomiędzy wpływem zmiennej 1Pro6 na poziomach 0 i 1 co odpowiada odpowiednio fazom badań i rozwoju oraz wprowadzenia na rynek.



Rysunek 42: Wykres ramka-wąsy zmiennych W5_6/1Pro6, produkcja seryjna.

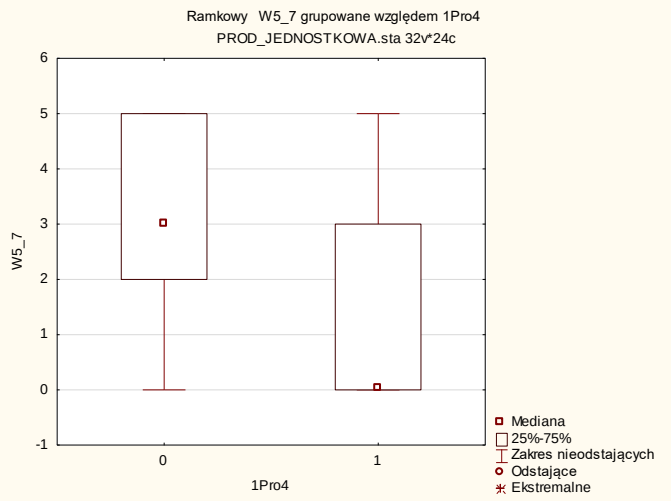
Produkcja jednostkowa. W5_7 – możliwość uwolnienia zasobów własnych do realizacji innych zadań.

Tabela 29: W5_7 wyniki analizy danych, produkcja jednostkowa.

Y	X	rho	ANOVA rang Kruskala-Walisa	Ho	Wielokrotne porównywanie średnich rand dla wszystkich prób						
W5_7	1Pro4	-0,441924	ANOVA rang Kruskala-Wallisa; W5_7 (PROD_JEDNOSTKOWA.sta) Zmienna niezależna (grupująca): 1Pro4 Test Kruskala-Wallisa: H (1, N= 24) =4,491826 p =,0341	odrzucona	Wartość p dla porównań wielokrotnych (dwustronnych); W5_7 (PROD_JEDNOSTKOWA.sta) Zmienna niezależna (grupująca): 1Pro4 Test Kruskala-Wallisa: H (1, N= 24) =4,491826 p =,0341						
						0	1				
					0		0,040404				
					1	0,040404					

Źródło: opracowanie własne.

- Przedsiębiorstwa produkcji jednostkowej statystycznie nie realizują procesów produkcyjnych wyrobów komplementarnych do swoich głównych wyrobów w ramach WSP w celu uwolnienia własnych zasobów produkcyjnych.



Rysunek 43: Wykres ramka-wąsy zmiennych W5_7/1Pro4, produkcja jednostkowa.

Produkcja seryjna. W5_7 – możliwość uwolnienia zasobów własnych do realizacji innych zadań.

Tabela 30: W5_7 wyniki analizy danych, produkcja seryjna.

Y	X	rho	ANOVA rang Kruskala-Walisa	Ho		Wielokrotne porównywanie średnich rand dla wszystkich prób					
W5_7	1O2	0,445852	ANOVA rang Kruskala-Wallisa; W5_7 (PROD_SERYJNA.sta) Zmienna niezależna (grupująca): 1O2 Test Kruskala-Wallisa: H (4, N= 23) =5,353319 p =,2529	przyjęta							
	1Pr5	-0,543729	ANOVA rang Kruskala-Wallisa; W5_7 (PROD_SERYJNA.sta) Zmienna niezależna (grupująca): 1Pr5 Test Kruskala-Wallisa: H (4, N= 23) =10,01880 p =,0401	odrzucona							

Źródło: opracowanie własne.

- Im bardziej przewidywalny jest popyt na produkt, którego produkcja ma odbywać się w ramach WSP, tym istotniejsza w procesie decyzji o realizacji produkcji w formie wirtualnej jest możliwość uwolnienia własnych wewnętrznych zasobów przedsiębiorstwa do realizacji innych zadań
- Im mniejsza jest skala realizacji procesu produkcyjnego rozważanego wyrobu, , tym istotniejsza w procesie decyzji o realizacji produkcji w formie wirtualnej jest możliwość

uwolnienia własnych wewnętrznych zasobów przedsiębiorstwa do realizacji innych zadań

Produkcja jednostkowa. W5_8 – możliwość realizacji produkcji pomimo ograniczonych zasobów własnych.

Tabela 31: W5_8 wyniki analizy danych, produkcja jednostkowa.

Y	X	rho	ANOVA rang Kruskala-Walisa	Ho		Wielokrotne porównywanie średnich rand dla wszystkich prób					
W5_8	1O2	-0,437342	ANOVA rang Kruskala-Wallisa; W5_8 (PROD_JEDNOSTKOWA. sta) Zmienna niezależna (grupująca): 1O2 Test Kruskala-Wallisa: H (3, N= 24) =5,670269 p =,1288	przyjęta								
	1O4	-0,413477	ANOVA rang Kruskala-Wallisa; W5_8 (PROD_JEDNOSTKOWA. sta) Zmienna niezależna (grupująca): 1O4 Test Kruskala-Wallisa: H (2, N= 24) =3,932749 p =,1400	przyjęta								
	1Pro1	0,601563	ANOVA rang Kruskala-Wallisa; W5_8 (PROD_JEDNOSTKOWA. sta) Zmienna niezależna (grupująca): 1Pro1 Test Kruskala-Wallisa: H (4, N= 24) =10,12632 p =,0384	odrzucona								
	1Pro5	0,512883	ANOVA rang Kruskala-Wallisa; W5_8 (PROD_JEDNOSTKOWA. sta) Zmienna niezależna (grupująca): 1Pro5 Test Kruskala-Wallisa: H (4, N= 24) =6,484942 p =,1657	przyjęta								

Źródło: opracowanie własne.

- Im mniej przewidywalny jest popyt oraz im trudniej jest pozyskać wiedzę z zakresu inżynierii produkcji rozważanego produkt tym istotniejsza jest w procesie decyzji o realizacji produkcji w formie wirtualnej możliwość jej realizacji pomimo ograniczonych zasobów własnych przedsiębiorstwa.
- Im częściej wprowadzane są zmiany modelu wyrobu gotowego, oraz im wyższy jest stopień indywidualizacji wyrobu gotowego, tym istotniejsza jest w procesie decyzji o realizacji produkcji w formie wirtualnej możliwość jej realizacji pomimo ograniczonych zasobów własnych przedsiębiorstwa.

Produkcja seryjna. W5_8 – możliwość realizacji produkcji pomimo ograniczonych zasobów własnych.

Tabela 32: W5_8 wyniki analizy danych, produkcja seryjna.

Y	X	rho	ANOVA rang Kruskala-Walisa	Ho		Wielokrotne porównywanie średnich rand dla wszystkich prób					
W5_8	1O3	0,452091	ANOVA rang Kruskala-Wallisa; W5_8 (PROD_SERYJNA.sta) Zmienna niezależna (grupująca): 1O3 Test Kruskala-Wallisa: H (2, N= 23) =4,533401 p =,1037	przyjęta							
	1Pr1	-0,530395	ANOVA rang Kruskala-Wallisa; W5_8 (PROD_SERYJNA.sta) Zmienna niezależna (grupująca): 1Pr1 Test Kruskala-Wallisa: H (3, N= 23) =6,922886 p =,0744	przyjęta							
	1Pro1	-0,642225	ANOVA rang Kruskala-Wallisa; W5_8 (PROD_SERYJNA.sta) Zmienna niezależna (grupująca): 1Pro1 Test Kruskala-Wallisa: H (4, N= 23) =17,26226 p =,0017	odrzucona							
	1Pro2	-0,469417	ANOVA rang Kruskala-Wallisa; W5_8 (PROD_SERYJNA.sta) Zmienna niezależna (grupująca): 1Pro2 Test Kruskala-Wallisa: H (5, N= 23) =5,531924 p =,3545	przyjęta							
	1Pro3	-0,568491	ANOVA rang Kruskala-Wallisa; W5_8 (PROD_SERYJNA.sta) Zmienna niezależna (grupująca): 1Pro3 Test Kruskala-Wallisa: H (4, N= 23) =8,238806 p =,0832	przyjęta							

Źródło: opracowanie własne.

- Im wyższy jest poziom konkurencji na rynku rozważanego wyrobu gotowego tym istotniejsza jest w procesie decyzji o realizacji produkcji w formie wirtualnej możliwość jej realizacji pomimo ograniczonych zasobów własnych przedsiębiorstwa.
- Im mniejsza jest ilość operacji technologicznych w których produkowany jest rozważany wyrób tym istotniejsza jest w procesie decyzji o realizacji produkcji w formie wirtualnej możliwość jej realizacji pomimo ograniczonych zasobów własnych.
- Im rzadziej wprowadzane są zmiany modelu wyrobu gotowego, im mniej zaawansowany technicznie jest produkt, im mniejszy jest poziom wymagań jakościowych dla produktu, tym istotniejsza jest w procesie decyzji o realizacji produkcji w formie wirtualnej możliwość jej realizacji pomimo ograniczonych zasobów własnych przedsiębiorstwa.

Produkcja jednostkowa. W5_9 – możliwość zmniejszenia kosztów produkcji.

Tabela 33: W5_9 wyniki analizy danych, produkcja jednostkowa.

Y	X	rho	ANOVA rang Kruskala-Walisa	Ho		Wielokrotne porównywanie średnich rand dla wszystkich prób					
W5_9	1O3	-0,497819	ANOVA rang Kruskala-Wallisa; W5_9 (PROD_JEDNOSTKOWA.sta) Zmienna niezależna (grupująca): 1O3 Test Kruskala-Wallisa: H (5, N= 24) =9,759596 p =,0823	przyjęta							

Źródło: opracowanie własne.

- Im niższy jest poziom konkurencji na rynku rozważanego wyrobu gotowego tym istotniejsza jest w procesie decyzji o realizacji produkcji w formie wirtualnej możliwość obniżenia kosztów jego wytwarzania.

Produkcja seryjna. W5_9 – możliwość zmniejszenia kosztów produkcji.

Brak zależności istotnych statystycznie

Produkcja jednostkowa. W5_10 – możliwość zdobycia wiedzy na temat procesu technologicznego.

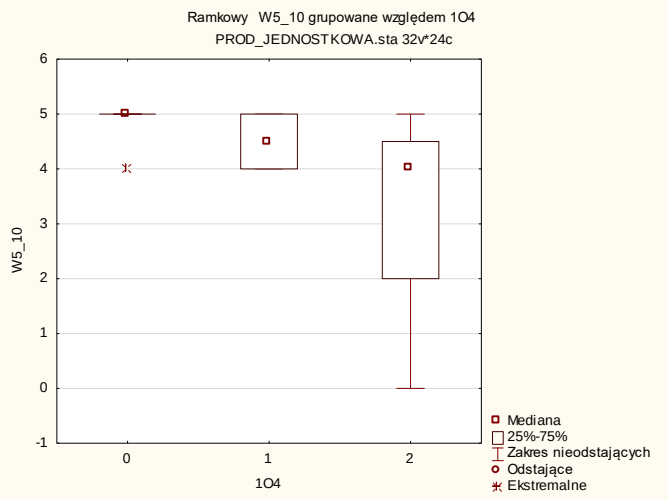
Tabela 34: W5_10 wyniki analizy danych, produkcja jednostkowa.

<table>
<tr><th>Y</th><th>X</th><th>rho</th><th>ANOVA rang Kruskala-Walisa</th><th>Ho</th><th></th><th colspan="6">Wielokrotne porównywanie średnich rand dla wszystkich prób</th></tr>
<tr><td rowspan="3">W5_10</td><td>1O2</td><td>-0,508774</td><td>ANOVA rang Kruskala-Wallisa; W5_10 (PROD_JEDNOSTKOWA.sta) Zmienna niezależna (grupująca): 1O2 Test Kruskala-Wallisa: H (3, N= 24) =6,321047 p =,0970</td><td>przyjęta</td><td></td><td colspan="6"></td></tr>
<tr><td>1O4</td><td>-0,643080</td><td>ANOVA rang Kruskala-Wallisa; W5_10 (PROD_JEDNOSTKOWA.sta) Zmienna niezależna (grupująca): 1O4 Test Kruskala-Wallisa: H (2, N= 24) =9,517281 p =,0086</td><td>odrzucona</td><td colspan="7">Wartość p dla porównań wielokrotnych (dwustronnych); W5_10 (PROD_JEDNOSTKOWA.sta) Zmienna niezależna (grupująca): 1O4 Test Kruskala-Wallisa: H (2, N= 24) =9,517281 p =,0086</td></tr>
<tr><td></td><td>0</td><td>1</td><td>2</td><td></td><td></td><td></td></tr>
<tr><td>0</td><td></td><td>0,784717</td><td>0,026323</td><td></td><td></td><td></td></tr>
<tr><td>1</td><td>0,784717</td><td></td><td>1,000000</td><td></td><td></td><td></td></tr>
<tr><td>2</td><td>0,026323</td><td>1,000000</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr>
</table>

	1Pr2	-0,418633	ANOVA rang Kruskala-Wallisa; W5_10 (PROD_JEDNOSTKOWA.sta) Zmienna niezależna (grupująca): 1Pr2 Test Kruskala-Wallisa: H (3, N= 24) =4,190061 p =,2417	przyjęta							
	1Pro2	0,553486	ANOVA rang Kruskala-Wallisa; W5_10 (PROD_JEDNOSTKOWA.sta) Zmienna niezależna (grupująca): 1Pro2 Test Kruskala-Wallisa: H (3, N= 24) =11,17748 p =,0108	odrzucona							
	1Pro6	-0,461699	ANOVA rang Kruskala-Wallisa; W5_10 (PROD_JEDNOSTKOWA.sta) Zmienna niezależna (grupująca): 1Pro6 Test Kruskala-Wallisa: H (2, N= 24) =5,884182 p =,0528	przyjęta							

Źródło: opracowanie własne.

- Im mniej przewidywalny jest popyt na rozważany produkt, oraz im trudniej jest pozyskać przedsiębiorstwu wiedzę na temat jego inżynierii produkcji tym istotniejsza jest w procesie decyzji o realizacji produkcji w formie wirtualnej możliwość pozyskania wiedzy na temat procesu produkcji wyrobu poprzez kontakty z partnerami w ramach WSP. Poziomy zmiennej 1O4 dotyczącej możliwości pozyskania wiedzy z otoczenia przedsiębiorstwa wykazują statystycznie istotną różnicę w oddziaływaniu na zmienną W5_10 na poziomach 0 i 2 odpowiadających rekrutacji (możliwości pozyskania wiedzy z otoczenia) bardzo trudnej oraz średnio trudnej.



Rysunek 44: Wykres ramka-wąsy zmiennych W5_10/1O4, produkcja jednostkowa.

- Im mniejsza jest wielkość serii produkcyjnej rozważanego produktu, tym istotniejsza jest w procesie decyzji o realizacji produkcji w formie wirtualnej możliwość pozyskania wiedzy na temat procesu produkcji wyrobu poprzez kontakty z partnerami w ramach WSP.
- Im wyższe jest zaawansowanie techniczne produktu oraz im wcześniejszy jest etap cyklu jego życia tym istotniejsza jest w procesie decyzji o realizacji produkcji w formie wirtualnej możliwość pozyskania wiedzy na temat procesu produkcji wyrobu poprzez kontakty z partnerami w ramach WSP.

Produkcja seryjna. W5_10 – możliwość zdobycia wiedzy na temat procesu technologicznego.

Tabela 35: W5_10 wyniki analizy danych, produkcja seryjna.

Y	X	rho	ANOVA rang Kruskala-Walisa	Ho		Wielokrotne porównywanie średnich rang dla wszystkich prób					
W5_10	1O2	0,442731	ANOVA rang Kruskala-Wallisa; W5_10 (PROD_SERYJNA.sta) Zmienna niezależna (grupująca): 1O2 Test Kruskala-Wallisa: H (4, N= 23) =6,886334 p =,1420	przyjęta							
	1O5	-0,463128	ANOVA rang Kruskala-Wallisa; W5_10 (PROD_SERYJNA.sta) Zmienna niezależna (grupująca): 1O5 Test Kruskala-Wallisa: H (5, N= 23) =5,692017 p =,3374	przyjęta							

Źródło: opracowanie własne.

- Im bardziej przewidywalny jest popyt na rozważany produkt oraz im dłuższy jest przewidywany czas życia okazji, tym istotniejsza jest w procesie decyzji o realizacji produkcji w formie wirtualnej możliwość pozyskania wiedzy na temat procesu produkcji wyrobu poprzez kontakty z partnerami w ramach WSP.

3.3. Podsumowanie wyników badań – odpowiedzi na pytania badawcze

3.3.1. Czynniki wpływające na decyzje o realizacji produkcji w ramach WJP

H1 - 1O1 zmienność zapotrzebowania na produkt

Wyniki przeprowadzonych badań kwestionariuszowych nie wskazują na zmienność zapotrzebowania jako istotny czynnik wpływający na decyzję przedsiębiorstw o realizacji procesów produkcji jednostkowej w formie wirtualnej. Przedsiębiorstwa w tym przypadku nie

stosują WJP w celu ograniczenia wpływu zmienności zapotrzebowania na którykolwiek z przebadanych aspektów ich działalności. W trakcie wywiadów z przedstawicielami przedsiębiorstw podkreślali oni, że sama zmienność zapotrzebowania nie tworzy istotnych problemów w zakresie efektywności systemu produkcyjnego. Jeżeli zapotrzebowanie jest zmienne, ale przewidywalne, jak ma to miejsce w przypadku produktów sezonowych, stosują oni inne rozwiązania. Wskazują oni natomiast, że na obniżenie efektywności systemu produkcyjnego realizowanego wewnątrz przedsiębiorstwa wpływ ma połączenie wysokiej zmienności z niską przewidywalnością zapotrzebowania.

W przypadku procesów produkcji seryjnej i masowej zmienność zapotrzebowania (pyt. 1O1) jest istotnym czynnikiem wpływającym na tendencję to realizacji procesów produkcji w ramach WSP. Przedsiębiorstwa te dążąc do efektywności kosztowej działają najczęściej w myśl filozofii produkcji szczupłej i posiadają odpowiednie kompetencje w organizacji takich procesów produkcyjnych. Rozwiązania produkcji szczupłej nie są jednak efektywne w warunkach zmiennego zapotrzebowania, jednym z głównych założeń produkcji szczupłej jest dążenie do tzw. poziomowania popytu, czyli podejmowania działań dążących do minimalizacji zmienności zapotrzebowania. Jeżeli działania takie okazują się nieskuteczne, a przedsiębiorstwo nie posiada samo odpowiednich kompetencji w organizacji zwinnych procesów produkcyjnych wewnątrz przedsiębiorstwa, korzysta w takiej sytuacji z rozwiązań wirtualnych. Dzięki zastosowaniu WSP przedsiębiorstwom udaje się szybciej reagować na zmiany popytu (pyt. 5W2).

Hipoteza odrzucona w przypadku przedsiębiorstw realizujących produkcję jednostkową i małoseryjną i przyjęta w przypadku przedsiębiorstw realizujących produkcję seryjną i masową.

H2 – 1O2 przewidywalność popytu na produkt

Zarówno w przypadku procesów produkcji jednostkowej jak i seryjnej przewidywalność popytu ma istotny wpływ na decyzje o realizacji procesów produkcji w ramach WSP. Wspólnym dla obydwu przypadków celem korzystania z WSP jest chęć szybszego wprowadzenia nowych lub zmodernizowanych produktów na rynek (pyt. W5_1). W przypadku procesów produkcji jednostkowej WSP pozwalają również, w warunkach niskiej przewidywalności zapotrzebowania, na utrzymywanie zasobów przedsiębiorstwa na niskim

poziomie, gwarantującym wysoki poziom ich wykorzystania i jednocześnie na realizację zamówień w przypadku dynamicznego wzrostu zapotrzebowania (pyt. W5_8). Jednocześnie przedsiębiorstwa w tym przypadku poprzez współpracę z partnerami zdobywają wiedzę z zakresu inżynierii produkcji danego produktu. Zwrócić uwagę należy na to, że w przypadku produkcji jednostkowej, im bardziej przewidywalne jest zapotrzebowanie, tym istotniejsze jest dla przedsiębiorstw zdobywanie wiedzy w ramach współpracy w WSP. Celem tego dążenia jest przejęcie w przyszłości zadań realizowanych przez partnerów.

W przypadku procesów produkcji seryjnej w warunkach niskiej przewidywalności popytu WSP stosowane są w celu realizacji produkcji nowoczesnych, innowacyjnych produktów, jakich przedsiębiorstwo nie byłoby w stanie wytworzyć samodzielnie ze względu na ograniczone zasoby, a inwestycje związane z ich pozyskaniem obarczone byłyby w tych warunkach zbyt dużym ryzykiem. Możliwości takie stwarza łączenie kompetencji i zasobów partnerów działających w ramach WSP. W warunkach wysokiej przewidywalności popytu WSP używane są do realizacji produkcji u wyspecjalizowanych partnerów posiadających przewagę w postaci zasobów wiedzy lub niższych kosztów wytworzenia, i zwolnienia zasobów własnych przedsiębiorstwa potrzebnych do realizacji innych zadań. Im wyższa jest przewidywalność zapotrzebowania, tym przedsiębiorstwo bardziej zainteresowane jest pozyskiwaniem wiedzy w zakresie inżynierii produkcji w ramach współpracy w WSP.

Hipoteza przyjęta zarówno w przypadku przedsiębiorstw realizujących produkcję jednostkową i małoseryjną jak również przedsiębiorstw realizujących produkcję seryjną i masową.

H3 – 1O3 intensywność konkurencji na rynku produktu

W przypadku procesów produkcji jednostkowej niska intensywność konkurencji na rynku produktu gotowego wzmacnia tendencję do realizacji produkcji w ramach WSP. Przedsiębiorstwa realizujące takie procesy w ramach WSP szybciej wprowadzają nowe wyroby na rynek oraz zmniejszają koszty produkcji poprzez realizację procesów u partnerów wchodzących w skład WSP.

Wśród przebadanych procesów produkcji seryjnej i masowej nie było takich, dla których rynek produktu charakteryzowałby się niską intensywnością konkurencji.

Przypuszczać można, że procesy takie występują rzadko, a jeżeli przedsiębiorstwu uda się znaleźć taką niszę rynkową, zagospodarowuje ją samodzielnie. W przypadku procesów realizujących produkcję produktów których rynek charakteryzuje się wysoką intensywnością konkurencji, przedsiębiorstwa realizują ich produkcję w ramach WSP ze względu na ograniczone zasoby własne.

Hipoteza przyjęta w przypadku przedsiębiorstw realizujących produkcję jednostkową i małoseryjną i odrzucona w przypadku przedsiębiorstw realizujących produkcję seryjną i masową.

H4 – 1O4 podaż wiedzy w otoczeniu

Podaż wiedzy w otoczeniu przedsiębiorstwa realizującego produkcję jednostkową ma istotny wpływ na decyzję o realizacji produkcji danego produktu w ramach WSP. W warunkach niskiej podaży wiedzy i związanych z tym problemach z pozyskaniem niezbędnych do samodzielnej realizacji procesów produkcyjnych kompetencji, dzięki realizacji produkcji w ramach WSP przedsiębiorstwa zyskują możliwość szybszego wprowadzenia produktu na rynek, zmniejszają ryzyko inwestycji we własny potencjał produkcyjny, mogą zaoferować nowocześniejsze i bardziej innowacyjne produkty, poszerzają swoją ofertę, realizują produkcję pomimo ograniczonych zasobów oraz w toku współpracy z partnerami zdobywają wiedzę na temat procesów produkcyjnych realizowanych w ramach WSP.

Badania nie ujawniły zależności pomiędzy podażą wiedzy w otoczeniu przedsiębiorstwa a celami jakie osiągają przedsiębiorstwa realizując produkcję seryjną w ramach WSP.

Hipoteza przyjęta w przypadku przedsiębiorstw realizujących produkcję jednostkową i małoseryjną i odrzucona w przypadku przedsiębiorstw realizujących produkcję seryjną i masową.

H5 - 1Pr1 rozdrobnienie technologiczne produktu

Zebrane w toku badań dane nie wykazują istotnej statystycznie korelacji pomiędzy ilością operacji technologicznych w których produkowany jest rozważany wyrób a czynnikami wpływającymi na decyzję o realizacji produkcji w formie WSP.

Hipoteza odrzucona zarówno w przypadku przedsiębiorstw realizujących produkcję jednostkową i małoseryjną jak również przedsiębiorstw realizujących produkcję seryjną i masową.

H6 -1Pro2 zaawansowanie techniczne produktu

Stopień zaawansowania technicznego wyrobu gotowego w przypadku produkcji jednostkowej jest istotny w procesie podejmowania decyzji o realizacji produkcji w ramach WSP. Dzięki realizacji produkcji w ramach WSP przedsiębiorstwa zmniejszają ryzyko inwestycji w rozbudowę własnego systemu produkcyjnego, oraz w toku współpracy z partnerami tworzącymi WSP zdobywają wiedzę na temat procesu produkcji.

W odniesieniu do procesów produkcji seryjnej i masowej nie można potwierdzić, że wysokie zaawansowanie techniczne produktu wzmacnia tendencję do realizacji procesów produkcyjnych w WSP, zebrane dane wskazują natomiast, że czynnikami istotnymi, w przypadku kierowania do produkcji w ramach WSP wyrobów o niskim stopniu zaawansowania technicznego, są: możliwość szybszego reagowania na zmiany popytu oraz możliwość realizacji produkcji pomimo ograniczonych zasobów.

Hipoteza przyjęta w przypadku przedsiębiorstw realizujących produkcję jednostkową i małoseryjną i odrzucona w przypadku przedsiębiorstw realizujących produkcję seryjną i masową.

H7 – 1Pro1 częstotliwość wprowadzania zmian modelu

Wysoka częstotliwość wprowadzania zmian w modelu wyrobu gotowego w przypadku produkcji jednostkowej wpływa pozytywnie na decyzję o realizacji procesów produkcji w ramach WSP. Rozwiązanie to umożliwia przedsiębiorstwom realizację produkcji pomimo

posiadania ograniczonych zasobów własnych, potrzebnych do częstego wprowadzania zmian modelu produktu.

Zebrane w toku badań dane nie wykazują istotnej statystycznie korelacji pomiędzy częstotliwością zmian modelu wyrobu gotowego a czynnikami wpływającymi na decyzję o realizacji produkcji w formie WSP.

Hipoteza przyjęta w przypadku przedsiębiorstw realizujących produkcję jednostkową i małoseryjną i odrzucona w przypadku przedsiębiorstw realizujących produkcję seryjną i masową.

H8 – 1Pro3 poziom wymagań jakościowych

Zebrane w toku badań dane nie wykazują zależności pomiędzy poziomem wymagań jakościowych a czynnikami wpływającymi na decyzję o realizacji produkcji w formie WSP zarówno w przypadku procesów produkcji jednostkowej jak i seryjnej. Zauważyć należy, że w przypadku produkcji jednostkowej 65% przypadków scharakteryzowanych zostało jako przypadki z wysokimi lub bardzo wysokimi wymaganiami jakościowymi, w przypadku produkcji seryjnej wskaźnik ten wyniósł 67%.

Hipoteza odrzucona zarówno w przypadku przedsiębiorstw realizujących produkcję jednostkową i małoseryjną jak również przedsiębiorstw realizujących produkcję seryjną i masową.

H9 – 1Pro4 wyroby komplementarne

50% zidentyfikowanych procesów produkcyjnych realizujących produkcję jednostkową w ramach WSP dotyczyło produktów komplementarnych. W przypadku procesów realizujących produkcję seryjną wskaźnik ten wyniósł jedynie 9%.

Hipoteza przyjęta w przypadku przedsiębiorstw realizujących produkcję jednostkową i małoseryjną i odrzucona w przypadku przedsiębiorstw realizujących produkcję seryjną i masową.

H10 – 1Pro5 stopień indywidualizacji produktu

W przypadku procesów realizujących produkcje jednostkową wysoki stopień indywidualizacji produktu wpływa pozytywnie na decyzję o ich realizacji w ramach WSP. Przedsiębiorstwa realizują w ten sposób produkcję wyrobu pomimo tego, że własne zasoby przedsiębiorstwa nie umożliwiają realizacji wszystkich potrzebnych operacji.

W przypadku procesów produkcji seryjnej zebrane w toku badań dane nie wykazują wpływu indywidualizacji produktu na decyzję o realizacji produkcji w formie WSP.

Hipoteza przyjęta w przypadku przedsiębiorstw realizujących produkcję jednostkową i małoseryjną i odrzucona w przypadku przedsiębiorstw realizujących produkcję seryjną i masową.

H11 – 1Pr2 wielkość partii produkcyjnej

W przypadku procesów realizujących produkcje jednostkową i małoseryjną im mniejsza jest wielkość partii produkcyjnej tym ważniejsze są w procesie podejmowania decyzji o realizacji produkcji w ramach WSP możliwość szybkiej reakcji na zmianę popytu, możliwość realizacji produkcji nowocześniejszych i bardziej innowacyjnych produktów, poszerzenia oferty oraz zdobycia wiedzy na temat procesów realizowanych przez partnerów w ramach WSP.

W przypadku procesów realizujących produkcję seryjną zebrane w toku badań dane nie wykazują wpływu wielkości partii produkcyjnej na decyzję o realizacji produkcji w formie WSP.

Hipoteza przyjęta w przypadku przedsiębiorstw realizujących produkcję jednostkową i małoseryjną i odrzucona w przypadku przedsiębiorstw realizujących produkcję seryjną i masową.

H12 – 1Pr3 inwestycyjne bariery wejścia

W przypadku procesów produkcji seryjnej wysokie inwestycyjne bariery wejścia wpływają na decyzję o realizacji procesów produkcyjnych w WSP. Przedsiębiorstwa decydują się na realizację produkcji w ramach WSP w celu poszerzenia swojej oferty.

Hipoteza odrzucona w przypadku przedsiębiorstw realizujących produkcję jednostkową i małoseryjną i przyjęta w przypadku przedsiębiorstw realizujących produkcję seryjną i masową.

H13 – 1Pr6 poziom posiadanej wiedzy

Zarówno w przypadku procesów produkcji jednostkowe jak również seryjnej niski poziom wiedzy na temat procesu produkcji rozważanego wyrobu wpływa na decyzję o realizacji procesów produkcyjnych w ramach WSP. Przedsiębiorstwa realizujące procesy produkcji jednostkowej dzięki ich realizacji w ramach WSP szybciej reagują na zmiany popytu, zmienny popyt w mniejszym stopniu wpływa na koszty produkcji, oferują nowocześniejsze i bardziej innowacyjne produkty oraz poszerzają swoją ofertę. Przedsiębiorstwa realizujące procesy produkcji seryjnej w warunkach niskiego poziomu posiadanej wiedzy w tym zakresie, dzięki ich realizacji w ramach WSP ograniczają ryzyko nieudanych inwestycji w rozbudowę własnego potencjału produkcyjnego.

Hipoteza przyjęta zarówno w przypadku przedsiębiorstw realizujących produkcję jednostkową i małoseryjną jak również przedsiębiorstw realizujących produkcję seryjną i masową.

H14 – 1Pr4 stabilność wykorzystania stanowisk

W przypadku procesów produkcji jednostkowej niska stabilność wykorzystania stanowisk wpływała na decyzje o realizacji produkcji w ramach WSP. Przedsiębiorstwa dzięki realizacji procesów produkcji w ramach WSP szybciej reagowały na zmiany popytu oraz uniezależniały koszty produkcji od jego zmian.

W przypadku procesów produkcji seryjnej zebrane w toku badań dane nie wykazują wpływu stabilności wykorzystania stanowisk na decyzję o realizacji produkcji w formie WSP.

Hipoteza przyjęta w przypadku przedsiębiorstw realizujących produkcję jednostkową i małoseryjną i odrzucona w przypadku przedsiębiorstw realizujących produkcję seryjną i masową.

H15 – 1Pr5 skala procesu z perspektywy przedsiębiorstwa

Skala realizacji procesu produkcyjnego z perspektywy przedsiębiorstwa, w przypadku procesów produkcji seryjnej, wpływa na decyzje o realizacji produkcji w ramach WSP. W przypadku małej skali procesu produkcji danego wyrobu, ze względu na nieproporcjonalnie duże zaangażowanie zasobów do realizacji takiego procesu, poprzez jego realizację w ramach WSP przedsiębiorstwo odnosi korzyść w postaci uwolnienia własnych zasobów produkcji i możliwości wykorzystania ich do realizacji innych zadań.

W przypadku procesów produkcji jednostkowej skala procesu nie była istotna w świetle zgromadzonych w toku badań danych.

Hipoteza odrzucona w przypadku przedsiębiorstw realizujących produkcję jednostkową i małoseryjną i przyjęta w przypadku przedsiębiorstw realizujących produkcję seryjną i masową.

H16 – 1O5 istotność szybkości wdrożenia

Istotność potrzeby szybkiego wdrożenia procesu produkcyjnego, w przypadku procesów produkcji seryjnej, wpływa na decyzję o jego realizacji w ramach WSP. Poprzez wdrożenie procesu produkcji w ramach WSP przedsiębiorstwa mogą szybciej reagować na zmiany popytu, oferować nowocześniejsze i bardziej innowacyjne produkty, poszerzać ofertę i zdobywać wiedzę na temat realizowanego we współpracy z partnerami procesu.

W przypadku procesów produkcji jednostkowej istotność szybkości wdrożenia procesu w świetle przeprowadzonych badań nie wpływała na decyzję o jego realizacji w ramach WSP.

Hipoteza odrzucona w przypadku przedsiębiorstw realizujących produkcję jednostkową i małoseryjną i przyjęta w przypadku przedsiębiorstw realizujących produkcję seryjną i masową.

H17 – 1Pro2 zaawansowanie technologiczne operacji

Stopień zaawansowania technologicznego operacji procesu produkcyjnego, w przypadku procesów produkcji jednostkowej, wpływa na decyzję o jego realizacji w ramach WSP. Dzięki realizacji procesu w WSP przedsiębiorstwa, w przypadku procesów o wysokim poziomie zaawansowania technologicznego operacji, obniżają ryzyko nieudanych inwestycji we własny potencjał produkcyjny oraz zdobywają wiedzę na temat procesu produkcyjnego realizowanego we współpracy z partnerami.

W przypadku procesów produkcji seryjnej na podstawie zebranych danych nie można potwierdzić hipotezy o wpływie zaawansowania technologicznego operacji realizowanych w ramach danego procesu produkcyjnego na decyzję o jego realizacji w WSP.

Hipoteza przyjęta w przypadku przedsiębiorstw realizujących produkcję jednostkową i małoseryjną i odrzucona w przypadku przedsiębiorstw realizujących produkcję seryjną i masową.

Podsumowanie wyników weryfikacji hipotez szczegółowych zawarto w poniższej tabeli:

Tabela 36: Podsumowanie wyników weryfikacji hipotez szczegółowych.

Hipoteza szczegółowa	**Produkcja jednostkowa i małoseryjna**	**Produkcja seryjna i masowa**
H1: wysoka zmienność zapotrzebowania na produkt końcowy wzmacnia tendencję do realizacji procesów produkcyjnych w WSP	Nie potwierdzona	Potwierdzona
H2: niska przewidywalność popytu na produkt końcowy wzmacnia tendencję do realizacji procesów produkcyjnych w WSP	Potwierdzona	Potwierdzona
H3: niski poziom konkurencyjności rynku produktu gotowego wzmacnia tendencję do realizacji procesów produkcyjnych w WSP	Potwierdzona	Nie potwierdzona

H4: niska podaż wiedzy dotyczącej procesu na rynku pracy wzmacnia tendencję do realizacji procesów produkcyjnych w WSP	Potwierdzona	Nie potwierdzona
H5: wysokie rozdrobnienie technologiczne produktu gotowego wzmacnia tendencję do realizacji procesów produkcyjnych w WSP	Nie potwierdzona	Nie potwierdzona
H6: wysokie zaawansowanie techniczne produktu wzmacnia tendencję do realizacji procesów produkcyjnych w WSP	Potwierdzona	Nie potwierdzona
H7: potrzeba wprowadzania częstych zmian modelu wyrobu gotowego wzmacnia tendencję do realizacji procesów produkcyjnych w WSP	Potwierdzona	Nie potwierdzona
H8: Wysokie wymagania jakościowe dotyczące wyrobu gotowego wzmacniają tendencję do realizacji procesów produkcyjnych w WSP	Nie potwierdzona	Nie potwierdzona
H9: istnieje tendencja do produkcji wyrobów komplementarnych w ramach WSP	Potwierdzona	Nie potwierdzona
H10: wysoki stopień indywidualizacji wyrobu gotowego wzmacnia tendencję do realizacji procesów produkcyjnych w ramach WSP	Potwierdzona	Nie potwierdzona
H11: małoseryjna lub jednostkowa wielkość produkcji wzmacnia tendencję do realizacji procesów produkcyjnych w WSP	Potwierdzona	Nie potwierdzona
H12: wysokie inwestycyjne bariery wejścia wzmacniają tendencję do realizacji procesów produkcyjnych w WSP	Nie potwierdzona	Potwierdzona
H13: niski poziom wiedzy na temat procesu wzmacnia tendencję do realizacji procesów produkcyjnych w WSP	Potwierdzona	Potwierdzona
H14: wysoka zmienność wykorzystania stanowisk wzmacnia tendencję do realizacji procesów produkcyjnych w WSP	Potwierdzona	Nie potwierdzona
H15: mała skala realizacji procesu produkcji wzmacnia tendencję do realizacji procesów w WSP	Nie potwierdzona	Potwierdzona
H16: potrzeba szybkiego wdrożenia procesu produkcji wzmacnia tendencję do jego realizacji w WSP	Nie potwierdzona	Potwierdzona
H17: wysoki poziom zaawansowania technologicznego operacji procesu wzmacnia tendencję do jego realizacji w ramach WSP	Potwierdzona	Nie potwierdzona

Źródło: opracowanie własne.

Wyniki badań wskazują na wyraźne różnice w funkcjonowaniu WSP tworzonych przez koordynatorów nastawionych na realizację produkcji jednostkowej i małoseryjnej oraz nastawionych na realizację produkcji seryjnej i masowej. Inne są zarówno czynniki wpływające na decyzję o realizacji produkcji w ramach WSP, jak również cele jakie przy pomocy WSP

przedsiębiorstwa te realizują. Z siedemnastu postawionych hipotez szczegółowych jedna została potwierdzona w obydwu typach produkcji, czternaście zostało potwierdzonych w jednym z typów produkcji, dwie hipotezy szczegółowe nie zostały potwierdzone. Przeprowadzone badania nie wykazały wpływu wysokiego rozdrobnienia technologicznego produktu gotowego, rozumianego jako duża ilość różnych technologicznie operacji potrzebnych do wytworzenia produktu, ani wysokich wymagań jakościowych dotyczących produktu na decyzję o realizacji procesu produkcyjnego w ramach WSP.

3.3.2. Budowa wirtualnych systemów produkcyjnych

Na podstawie przeprowadzonych badań wyróżnić można następujące podmioty wchodzące w skład WSP:

- Koordynator – jest nim podmiot zarządzający WSP. W przypadku przedsiębiorstw realizujących produkcję seryjną jest nim zazwyczaj wydzielona do tego celu jednostka organizacyjna. Właściciel podmiotu koordynującego jest jednocześnie w tym przypadku sprzedawcą produktów wytwarzanych w ramach WSP. W przypadku przedsiębiorstw realizujących produkcję jednostkową występują przypadki, w których to inny podmiot wchodzący w skład WSP realizuje funkcje sprzedażową.
- Dostawcy wiedzy – są nimi podmioty takie jak jednostki naukowo badawcze, niezależni konsultanci, biura konstrukcyjne, firmy doradcze. Podmioty te posiadają zasoby wiedzy niezbędne do realizacji procesu produkcji w WSP. Podmioty te występują często w przypadku realizacji jednostkowej produkcji wyrobów o wysokim stopniu zaawansowania technicznego.
- Dilerzy – są nimi podmioty pełniące funkcje sprzedażowe. Podmioty te posiadają unikalny zasób relacji z klientem, nie posiadając przy tym własnych zasobów produkcyjnych, nie są również zainteresowane funkcją koordynatora WSP. Wśród przebadanych przypadków występują takie w których funkcja dilera łączy się z funkcją dostawcy wiedzy.
- Partnerzy – niezależne przedsiębiorstwa wchodzące w skład WSP, posiadające zasoby, których nie są w stanie w pełni zagospodarować. Posiadają zazwyczaj wąskie, pogłębione kompetencje w zakresie swojej specjalizacji. Warunki współpracy z

koordynatorem cechuje symetria praw i obowiązków. Podmioty te realizują procesy takie jak konstruowanie, wytwarzanie, produkcja oprogramowania, walidacja itp. Główne źródła przewagi tych podmiotów to kompetencje w zakresie technologii wytwarzania, bariery inwestycyjne, dostęp do unikalnych źródeł zaopatrzenia, itp.

- Dostawcy – podmioty dostarczające istotne komponenty do procesu produkcyjnego WSP. Komponenty te mogą być ważne ze względu na ich udział w koszcie wytworzenia, lub zgodności ze specyfikacją wymagań klienta. Są oni często również istotnymi dostawcami wiedzy.
- Dostawcy usług – podmioty wchodzące w skład WSP świadczące usługi pomocnicze, takie jak usługi logistyczne, informatyczne, księgowe, prawne, itp.
- Chałupnicy – są nimi podmioty których istnienie opiera się na współpracy z koordynatorem WSP. Ich główną przewagą są niskie koszty pracy, realizują proste, pracochłonne operacje montażowe. Warunki współpracy w zakresie praw i obowiązków są niesymetryczne na korzyść koordynatora WSP i odzwierciedlają jego przewagę ekonomiczną i organizacyjną. Główne źródła niższych kosztów pracy to:
    - nieprzestrzeganie przepisów prawa pracy, zabezpieczenia społecznego lub prawa podatkowego,
    - nieprzestrzeganie przepisów z zakresu BHP,
    - lokalizacja na obszarach o wyższym bezrobociu i niższej średniej płacy,
    - dotacje.

Powyższa lista zawiera podmioty zidentyfikowane w trakcie badań. Nie wszystkie rodzaje podmiotów muszą wchodzić w skład WSP, ich wybór zależy od zadania jakie zamierza zrealizować podmiot kreujący. Jeden podmiot może łączyć kompetencje kilku z wymienionych rodzajów podmiotów.

3.3.3. Rola WSP w przedsiębiorstwach produkcyjnych

Wyniki przeprowadzonych badań wskazują na odmienne role WSP w przedsiębiorstwach realizujących produkcję jednostkową i małoseryjną oraz w przedsiębiorstwach realizujących produkcję seryjną i masową.

W obydwu przypadkach WSP wykorzystywane były w celach:

- szybkiego wdrożenia produktu do oferty, czyli uruchomienia efektywnego procesu produkcyjnego, bądź w przypadku produkcji jednostkowej szybkiej realizacji produkcji danego produktu,
- zapewnienia możliwości szybkiej reakcji na zmiany popytu, co zarówno w przypadku przedsiębiorstw realizujących produkcję jednostkową jak i seryjną pozwala na osiągnięcie wysokiego poziomu obsługi zamówień przy zmiennym popycie,
- uniezależnienia kosztów produkcji od zmienności zapotrzebowania,
- obniżenia ryzyka inwestycji w rozbudowę potencjału produkcyjnego,
- realizacji produkcji pomimo niewystarczających zasobów własnych przedsiębiorstwa.

Podstawową cechą WSP jest łączenie zasobów i kompetencji podmiotów wchodzących w jej skład. Zidentyfikowanie podmiotów które mogłyby wejść w skład WSP, oraz ustalenie zasad funkcjonowania WSP jest procesem znacznie krótszym niż budowa własnego potencjału produkcyjnego poprzez inwestycje w zakup maszyn i urządzeń, pozyskanie kompetentnych pracowników itp., dzięki czemu czas potrzebny na uruchomienie procesu produkcyjnego może być znacząco skrócony dzięki zastosowaniu WSP.

W większości branż przemysłu naturalnym jest dążenie do maksymalizacji wykorzystania swojego potencjału produkcyjnego i związanego z tym pełnego obciążenia posiadanych zasobów w postaci maszyn czy ludzi. Warunki takie pozwalają osiągać wysoką efektywność ekonomiczną procesu produkcji, nie pozwalają jednak na realizację dodatkowych zamówień w przypadku nagłego wzrostu zapotrzebowania na produkt, oraz na utrzymanie zakładanej efektywności ekonomicznej w przypadku nagłego spadku popytu. W przypadku realizacji produkcji w ramach WSP ryzyko związane ze zmiennością zapotrzebowania na produkt jest współdzielone pomiędzy partnerów tworzących WSP. Ze względu m.in. na presję konkurencyjną, elastyczność cenowa podmiotów wchodzących w skład WSP jest wyższa niż elastyczność kosztowa wewnętrznie zorganizowanego systemu produkcyjnego, dzięki czemu koordynatorowi WSP udaje się utrzymać koszty produkcji danego produktu na stałym poziomie w przypadku nagłego spadku popytu oraz realizować zamówienia w przypadku nagłego wzrostu zapotrzebowania poprzez np. włączanie do WSP kolejnych partnerów.

Inwestycje związane z rozbudową potencjału produkcyjnego przedsiębiorstwa, zwłaszcza kiedy działa ono w zmiennym i nieprzewidywalnym otoczeniu, obarczone są dużym ryzykiem. Inwestycje związane np. z zakupem maszyn, hali, rekrutacją specjalistów, itp., są kosztowne i długotrwałe, a opierają się na przewidywaniach dotyczących przyszłego popytu, które nie muszą się zrealizować. Organizacja procesu produkcji w ramach WSP, opierająca się na pozyskaniu zasobów będących w posiadaniu partnerów obarczona jest znacznie mniejszymi kosztami inwestycji, a także możliwa jest do zrealizowania w znacznie krótszym czasie. Te dwa czynniki, czyli obniżenie wielkości inwestycji i skrócenie czasu potrzebnego do jej realizacji są głównymi elementami obniżającymi ryzyko związane z rozbudową potencjału produkcyjnego przedsiębiorstwa.

Przedsiębiorstwo może również nie być w stanie ze względu np. na ograniczone zasoby ludzkie, czy finansowe, w rozsądnym czasie przeprowadzić szeregu inwestycji niezbędnych do realizacji produkcji danego wyrobu w ramach własnych, wewnętrznych jednostek produkcyjnych. Okoliczności takie również skłaniają przedsiębiorstwa, zarówno realizujące produkcję jednostkową jak i seryjną do wykorzystania WSP w celu realizacji produkcji danego produktu.

Istotne równice w zakresie ról jakie pełnią WSP w przedsiębiorstwach realizujących produkcję jednostkową w porównaniu z zakładami realizującymi produkcję seryjną występują w zakresach:

- wykorzystania WSP w celu produkcji bardziej zaawansowanych i innowacyjnych produktów, poprzez łączenie kompetencji partnerów,
- wykorzystania WSP w celu uwolnienia zasobów własnych przedsiębiorstwa koordynującego niezbędnych do realizacji innych zadań,
- wykorzystania WSP w celu zmniejszenia kosztów produkcji
- wykorzystania WSP w celu pozyskania wiedzy w zakresie inżynierii produkcji rozważanego produktu.

W 62% przypadków przedsiębiorstwo realizując produkcję jednostkową korzysta z możliwości produkcji bardziej zaawansowanych lub innowacyjnych produktów w ramach WSP niż byłoby to możliwe w przypadku organizacji procesu produkcyjnego w całości w ramach wewnętrznych jednostek produkcyjnych przedsiębiorstwa. Cechą współczesnych

przedsiębiorstw realizujących produkcję jednostkową lub małoseryjną jest produkcja wysoce specjalistycznych i zindywidualizowanych produktów o wysokim stopniu zaawansowania technicznego. Potencjał produkcyjny przedsiębiorstwa w tym zakresie, uzależniony silnie od możliwości pozyskania kompetencji w wąskich, specjalistycznych dziedzinach i jest istotnym elementem przewagi konkurencyjnej. Korzystanie z WSP przez te przedsiębiorstwa pozwala im na powiększanie dostępnego zasobu kompetencji i konkurowanie nie poprzez niższe koszty wytworzenia, ale poprzez oferowanie bardziej zaawansowanych lub innowacyjnych produktów. Możliwość ta była w przeprowadzanym badaniu wykorzystywana jedynie w 39% przypadków dotyczących produkcji seryjnej.

Istotnym celem decydującym o realizacji produkcji w ramach WSP w przypadku produkcji seryjnej była możliwość uwolnienia zasobów przedsiębiorstwa i wykorzystania ich do realizacji innych zadań. Działające procesy produkcyjne były zatem przenoszone do WSP a uwolnione w ten sposób zasoby kierowane do realizacji istotniejszej z punktu widzenia przedsiębiorstwa produkcji lub realizacji wdrożeń kolejnych produktów.

W większości przebadanych przypadków istotnym elementem decydującym o realizacji produkcji w ramach WSP była możliwość obniżenia kosztów produkcji. Realizacja procesów produkcji w zakładach wąsko wyspecjalizowanych partnerów oraz posiadających przewagę niższych kosztów pracy chałupników okazuje się być efektywniejsza kosztowo niż ich realizacja w ramach wewnętrznych jednostek organizacyjnych przedsiębiorstwa.

W zdecydowanej większości przypadków produkcji jednostkowej koordynator WSP nastawiony był w toku współpracy na pozyskiwanie wiedzy na temat procesów produkcyjnych realizowanych w zewnętrznych podmiotach i zwiększanie w ten sposób własnych zasobów wiedzy. W przypadku realizacji produkcji seryjnej koordynator znacznie rzadziej korzystał z tej możliwości.

4. Praktyczne implikacje wyników badań

4.1. Model wirtualnej jednostki produkcyjnej

Badania jednoznacznie wskazują na możliwość efektywnego, komplementarnego współistnienia, w ramach jednego przedsiębiorstwa, klasycznie zorganizowanych jednostek produkcyjnych wraz z jednostkami produkcyjnymi zorganizowanymi w formie wirtualnej. Rozwiązanie takie tworzy kompletny system produkcyjny, łączący wysoką efektywność kosztową charakterystyczną dla systemów produkcyjnych zorganizowanych w oparciu o filozofię produkcji szczupłej, z wysokim poziomem elastyczności charakteryzującym zwinne systemy produkcyjne. Rozwiązanie to jest odpowiedzią na sprzeczne wymagania otoczenia przedsiębiorstwa związane nie tylko z samym produktem, jego ceną, zaawansowaniem technicznym, coraz krótszym cyklem życia, kompletnością oferty i potrzebą indywidualizacji, ale również związane z dostępnością oraz kosztami pozyskania zasobów takich jak kapitał ludzki.

Wirtualne jednostki produkcyjne (WJP) mogą pozytywnie wpływać na zwinność zarówno przedsiębiorstw wyspecjalizowanych w realizacji procesów produkcji jednostkowej i małoseryjnej jak również wyspecjalizowanych w realizacji procesów produkcji seryjnej i masowej. Dzięki włączeniu do systemu produkcyjnego przedsiębiorstwa WJP i realizacji w jej ramach wybranych procesów produkcyjnych może ono w przypadku produkcji jednostkowej i małoseryjnej osiągać szereg korzyści.

Jedną z nich jest możliwości szybszego wprowadzania na rynek nowych produktów, szczególnie w warunkach nieprzewidywalnego popytu (korelacja 1O2/W5_1). W przypadku produktu nowego cały proces produkcyjny, zaczynający się, jak ma to miejsce w wielu poznanych w ramach badań przedsiębiorstwach produkujących specjalistyczne maszyny, od opracowania koncepcji produktu, poprzez opracowanie jego szczegółowej konstrukcji, produkcję oprogramowania, projekt elektryczny, inwestycje związane z nabyciem niezbędnych zasobów, opracowanie technologii, wytworzenie części, montaż szafy elektrycznej, montaż maszyny itd. zajmuje najczęściej więcej czasu niż klient jest skłonny czekać na realizację zamówienia. Rozwiązanie polegające na opracowaniu procesu produkcji standardowego produktu z możliwym wyposażeniem opcjonalnym w warunkach nieprzewidywalnego popytu jest inwestycją obarczoną znaczącym ryzykiem. Przedsiębiorstwa korzystają więc z WJP do szybkiego zdobywania dostępu do potrzebnych zasobów, aby móc

na tyle przyspieszyć proces produkcji produktu, by możliwe było jego rozpoczęcie po zdobyciu zamówienia na dany produkt (korelacja 1Pr2/W5_1).

Intensywna konkurencja na rynku wyrobu gotowego w przypadku produkcji jednostkowej i małoseryjnej osłabia tendencję do realizacji produkcji w ramach WJP (korelacje 1O3/W5_1; 1O3/W5_9). Wysoka intensywność konkurencji obniża możliwy to uzyskania poziom marż, a realizacja produkcji w ramach WJP związana jest z dodatkowymi kosztami w zakresie np. logistyki czy marż partnerów). WJP najlepiej sprawdzają się, w przypadku produkcji jednostkowej, w zakresie produkcji zindywidualizowanych, wysoko zaawansowanych technicznie wyrobów, przy zakupie których to uzyskiwane parametry techniczne, jakość wykonania, czy poziom obsługi posprzedażowej (np. serwis) a nie cena, będą najistotniejszymi elementami wpływającymi na decyzję klienta.

Realizacja procesów produkcji jednostkowej i małoseryjnej w ramach WJP jest stosowana kiedy przedsiębiorstwo chce szybko reagować na zmiany popytu, ale utworzenie odpowiedniej ilości stanowisk roboczych, czy utrzymywanie odpowiedniej wielkości zasobów ludzkich wiązałoby się z niskim średnim poziomem ich wykorzystania (korelacja 1Pr4/W5_2) i jednocześnie wysokimi kosztami w okresach przeciążenia stanowisk związanymi np. z dodatkowym wynagrodzeniem za pracę w nadgodzinach. Sytuacja taka występuje np. w przypadku produktów sezonowych takich jak maszyny rolnicze. Przedsiębiorstwo stosując WJP w takich warunkach odnosi również korzyść w postaci uniezależnienia kosztów produkcji od zmiennego zapotrzebowania (korelacja 1Pr4/W5_3). Badania wskazują, że warunkom tym często towarzyszy niski poziom wiedzy na temat realizowanych zewnętrznie procesów produkcyjnych
(korelacje 1Pr6/W5_2; 1Pr6/W5_3), gdyż warunki niskiej stabilności zapotrzebowania nie wpływają korzystnie na jej gromadzenie w przedsiębiorstwie.

Ważnym zastosowaniem WJP w przedsiębiorstwach realizujących produkcję jednostkową i małoseryjną jest ograniczanie ryzyka inwestycji w rozbudowę własnego potencjału produkcyjnego przedsiębiorstwa. Zostało ono wskazane w badaniu jako istotne lub bardzo istotne w 88% przypadków. Zastosowanie to jest szczególnie istotne w przypadku produkcji produktów w wysokim stopniu zaawansowania technicznego (korelacja 1Pro2/W5_4) w warunkach trudności z pozyskaniem wiedzy (kompetencji) na temat rozważanego procesu produkcji (korelacja 1O4/W5_4). W warunkach takich rośnie ryzyko

nieudanych inwestycji związanych z pozyskaniem zasobów ludzkich, zakupem maszyn, urządzeń czy nawet szczególnie drogich materiałów do produkcji, które jest postrzegane przez przedsiębiorstwo jako dodatkowy koszt rozbudowy własnego potencjału produkcyjnego. Metodą na ograniczenie tego ryzyka jest realizacja procesu produkcji w ramach WJP i włączenie do tego procesu kompetentnych partnerów posiadających niezbędne zasoby w postaci wiedzy i wyposażenia.

Wirtualne jednostki produkcyjne pozwalają również przedsiębiorstwom na wdrażanie nowocześniejszych i bardziej innowacyjnych produktów niż byłoby to możliwe realizując proces produkcyjny wyłącznie z wykorzystaniem zasobów własnych przedsiębiorstwa. W warunkach braków we własnych zasobach wiedzy w przedsiębiorstwie (korelacja 1Pr6/W5_5), problemów z rekrutacją osób posiadających potrzebne do realizacji procesu kompetencje (korelacja 1O4/W5_5), małej wielkości serii produkcyjnej, jak ma to często miejsce w przypadku produkcji jednostkowej lub małoseryjnej wysoce specjalistycznych maszyn, oraz wdrażania do produkcji nowego produktu znajdującego się w jednej z początkowych faz życia (korelacja 1Pro6/W5_5), realizacja procesu produkcji w WJP gromadzącej kompetencje zewnętrznych partnerów oraz przedsiębiorstwa koordynującego wokół danego procesu pozwala na realizację produkcji nowocześniejszych i bardziej innowacyjnych produktów niż byłoby to możliwe w sytuacji gdy przedsiębiorstwo zdecydowałoby się na samodzielną realizację.

Przedsiębiorstwa często również dostrzegają możliwość wykorzystania WJP w celu poszerzenia swojej oferty o wyroby których produkcji nie są skłonne podjąć się samodzielnie. W warunkach braków we własnych zasobach wiedzy w przedsiębiorstwie (korelacja 1Pr6/W5_6), problemów z rekrutacją osób posiadających potrzebne do realizacji procesu kompetencje (korelacja 1O4/W5_6) oraz małej wielkości partii produkcyjnej (korelacja 1Pr2/W5_6), WJP postrzegane są jako efektywniejsze we wdrożeniu (korelacja 1Pro6/W5_6) i realizacji produkcji produktów będących poszerzeniem dotychczasowej oferty przedsiębiorstwa, niż wewnętrznie zorganizowane jednostki produkcyjne.

Dzięki swej specyfice polegającej na łączeniu zasobów współpracujących przedsiębiorstw i innych podmiotów mogących zaoferować wartościowe w rozważanym procesie produkcji zasoby, WJP pozwalają przedsiębiorstwom je stosującym na realizację zadań produkcyjnych pomimo ograniczonych zasobów, których braki w tradycyjnie

zorganizowanym systemie produkcyjnym uniemożliwiały by ją. Jako istotna lub bardzo istotna, funkcja ta wymieniona została w 86% przebadanych przypadków. Jako szczególnie istotne czynniki decydujące o zastosowaniu WJP w perspektywie tej funkcji, badania wskazują na niską przewidywalność popytu (korelacja 1O2/W5_8), która zmusza przedsiębiorstwa do utrzymywania zasobów na niskim poziomie i zwiększa ryzyko inwestycji we własny potencjał produkcyjny, braki w podaży wiedzy w otoczeniu przedsiębiorstwa w postaci problemów z rekrutacją kompetentnych specjalistów (korelacja 1O4/W5_8), częstych zmian w modelach wyrobu gotowego (korelacja 1Pro1/W5_8) implikujących konieczność modyfikacji systemu produkcyjnego lub pozyskania nowych zasobów, oraz wysokiego stopnia indywidualizacji produktu (korelacja 1Pro5/W5_8) implikującego konieczność posiadania dodatkowych zasobów produkcyjnych, które prawdopodobnie nie będą stabilnie obciążone pracą. Połączenie w ramach WJP wielu podmiotów pozwala na uzyskanie niskim kosztem, szybkiego dostępu do unikalnych zasobów wiedzy, oraz zasobów materialnych umożliwiając efektywną realizację produkcji wyrobów o niskiej przewidywalności popytu. Organizacja taka osiąga bardzo wysoki stopień elastyczności systemu produkcyjnego, rozumianej jako zdolność do efektywnej odpowiedzi na nieprzewidzianą zmianę. Klasycznie rozumiana elastyczność systemu produkcyjnego opisywana jako zdeterminowana odpowiedź na przewidzianą zmianę zakładała przewidzenie możliwych przyszłych zadań produkcyjnych i budowę systemu produkcyjnego zdolnego do ich efektywnej realizacji. Jeżeli jednak przedsiębiorstwo działa w warunkach niskiej przewidywalności istotnych cech otoczenia jaką jest popyt na produkty przedsiębiorstwa, celem przedsiębiorstwa staje się osiągnięcie wysokiego poziomu elastyczności rozumianej właśnie jako zdolność do efektywnej odpowiedzi na nieprzewidzianą zmianę, czyli zdolność do prowadzenia zyskownej działalności w zmiennym i nieprzewidywalnym otoczeniu.

W 92% przebadanych przypadków procesów produkcyjnych realizujących produkcję jednostkową lub małoseryjną WJP wykorzystywane były przez przedsiębiorstwa do zdobywania wiedzy na temat realizowanych w nich procesów produkcyjnych. Zastosowanie to jest szczególnie istotne w warunkach nieprzewidywalnego popytu i początkowej fazy cyklu życia produktu (korelacje 1O2/W5_10; 1Pro6_W5_10). Istotne są również problemy z pozyskaniem odpowiednich kadr (korelacja 1O4/W5_10), mała wielkość partii produkcyjnej (korelacja 1Pr2/W5_10) oraz wysokie zaawansowanie techniczne produktu (korelacja

1Pro2/W5_10). W warunkach takich przedsiębiorstwo nie posiada zarówno wszystkich potrzebnych zasobów materialnych jak i całej potrzebnej wiedzy, aby móc samodzielnie realizować proces produkcji, a kosztowne i długotrwałe inwestycje w jej pozyskanie, takie jak rekrutacje, badania przemysłowe, itp., w warunkach niskiej przewidywalności zapotrzebowania obarczone są wysokim ryzykiem. Będąca cechą WJP bliska współpraca z podmiotami posiadającymi potrzebne do realizacji procesu kompetencje nie tylko umożliwia efektywne wdrożenie zaawansowanego technicznie produktu do produkcji, ale również w toku współpracy pozyskanie wiedzy na temat procesu produkcyjnego dotyczącej np. wykorzystywanych materiałów do produkcji, maszyn, operacji technologicznych itp.

Najrzadziej wymienianymi funkcjami WJP w przypadku przedsiębiorstw realizujących procesy produkcji jednostkowej i małoseryjnej były: uwolnienie zasobów własnych do realizacji innych zadań, wymieniane jako funkcja istotna lub bardzo istotna w 21% przypadków, oraz mało istotna lub nie istotna w 37% przypadków, oraz funkcja zmniejszania kosztów produkcji, wymieniona jako istotna lub bardzo istotna w 4% przypadków oraz mało istotna lub nieistotna w 88% przypadków. Wyniki te uprawniają do stwierdzenia, że w świetle przeprowadzonych badań WJP nie są wykorzystywane do obniżenia kosztów produkcji jednostkowej i małoseryjnej wyrobów znajdujących się w programie produkcji przedsiębiorstwa, lecz wykorzystywane są do realizacji produkcji bardziej atrakcyjnych dla klienta produktów, która nie byłaby efektywna lub możliwa gdyby przedsiębiorstwo korzystało jedynie z własnych zasobów.

W przypadku przedsiębiorstw realizujących produkcję seryjną i masową, funkcja WJP polegająca na umożliwieniu szybszego wprowadzania nowych lub zmodernizowanych wyrobów na rynek wymieniona została jako istotna lub bardzo istotna w 61% przypadków. Czynnikiem mającym istotny wpływ na zastosowanie WJP do realizacji powyższej funkcji były warunki niskiej przewidywalności popytu na produkt (korelacja 1O2/W5_1). W warunkach takich przedsiębiorstwu zależy na możliwości eksploatacji dostrzeżonej okazji rynkowej, a ponieważ czas jej trwania nie jest znany, chce ono jak najszybciej rozpocząć jej eksploatację i w zależności od dalszego rozwoju sytuacji w otoczeniu rynkowym, mogącym zmierzać np. w kierunku zwiększenia przewidywalności zapotrzebowania, lub zakończenia istnienia okazji, w późniejszym czasie podjąć decyzję nt. docelowej formy realizacji procesu produkcyjnego rozważanego produktu.

Często występującą przesłanką do realizacji procesu produkcyjnego produkcji seryjnej lub masowej (51% przypadków) w ramach WJP, jest potrzeba zwiększenia szybkości reakcji na zmiany w popycie na produkt. Jest ona wzmacniania przez działalność przedsiębiorstwa w warunkach niskiej stabilności zapotrzebowania (korelacja 1O1/W5_2), oraz przez potrzebę szybkiego wdrożenia produktu. Istotne są również niski poziom zaawansowania technicznego produktu oraz niski poziom wymagań jakościowych i wczesny etap cyklu życia produktu. Sytuacja taka występuje np. w przypadku produktów sezonowych na popyt których dodatkowo wpływa czynnik mody. W przypadku produktów sezonowych przedsiębiorstwa chętnie wprowadzają nowe wyroby w początkowym okresie przewidywanego sezonowego wzrostu zapotrzebowania. Ma to miejsce nie tylko w przypadku produktów których popyt zależy od pór roku, ale również tych których popyt łączy się z jednorazowymi wydarzeniami sportowymi, kulturalnymi lub społecznymi. Produkty te jeżeli spełniają przesłanki niskiego zaawansowania technicznego i niskich wymagań jakościowych, oraz przewidywalnej zmienności zapotrzebowania, chętnie wdrażane są do produkcji (początkowy etap krótkiego cyklu życia) w ramach WJP.

W 74% przebadanych przypadków procesów produkcji seryjnej i masowej jako istotną przesłankę do realizacji produkcji w ramach WJP przedsiębiorstwa wskazywały chęć uniezależnienia kosztów produkcji od zmian w zapotrzebowaniu. Wyniki badań nie pozwalają jednak na określenie cech otoczenia, produktu ani procesu produkcyjnego, które wykazywały by istotną statystycznie zależność między tymi cechami a powyższą funkcją WJP.

Rzadziej niż w przypadku procesów produkcji jednostkowej i małoseryjnej (88% przypadków) przedsiębiorstwa realizując procesy produkcji seryjnej i masowej (60% przypadków) wskazują jako istotną korzyść, z zastosowania WJP, polegającą na obniżeniu ryzyka związanego z inwestycją w rozbudowę własnego potencjału produkcyjnego. Istotnym czynnikiem wpływającym na zastosowanie tej funkcji jest niski poziom wiedzy w przedsiębiorstwie na temat realizowanych zewnętrznie procesów (korelacja 1Pr6/W5_4), oraz niski poziom wymagań jakościowych dotyczących produktu (korelacja 1Pro3/W5_4). Jest to sytuacja odmienna niż w przypadku procesów produkcji jednostkowej i małoseryjnej. W przypadku procesów produkcji seryjnej i masowej przedsiębiorstwa nie chcą podejmować ryzyka inwestycji we własny potencjał produkcyjny nie ze względu na zaawansowanie produktu, czy procesów technologicznych, ale ze względu na to, że w otoczeniu

przedsiębiorstwa istnieją już konkurenci posiadający odpowiednie zasoby materialnie i zasoby wiedzy, którzy osiągnęli wysoką efektywność swoich procesów produkcyjnych. To właśnie obawa o efektywność procesu produkcji, którego uruchomienie w ramach wewnętrznych jednostek produkcyjnych przedsiębiorstwa wymaga kosztownych inwestycji w ich potencjał produkcyjny, w warunkach problemów z rekrutacją kompetentnych pracowników, w przypadku produktów o niskim poziomie wymagań jakościowych, gdzie o decyzji zakupowej najczęściej decyduje cena a nie przewagi związane z jakością czy poziomem zaawansowania technicznego, jest istotnym czynnikiem wpływającym na decyzję o realizacji procesu produkcji w ramach WJP.

Zdecydowanie rzadziej (39% przypadków) niż w przypadku procesów produkcji jednostkowej i małoseryjnej (62% przypadków) w procesach produkcji seryjnej i masowej przedsiębiorstwa korzystały z WJP w celu wprowadzenia do oferty nowocześniejszych i bardziej innowacyjnych produktów. Na istotność powyższej funkcji w procesie decyzji przedsiębiorstwa o realizacji procesu produkcji w ramach WJP wpływały: niska przewidywalność popytu (korelacja 1O2/W5_5), potrzeba szybkiego wdrożenia produktu do oferty (korelacja 1O5/W5_5) i niski poziom posiadanej przez przedsiębiorstwo wiedzy na temat procesu produkcji rozważanego wyrobu. Potrzebę szybkiego wdrożenia nowoczesnego, innowacyjnego produktu w warunkach nieprzewidywalnego zapotrzebowania uzasadnia chęć eksploatacji dostrzeżonej okazji rynkowej o nieznanym czasie trwania. Jeżeli dodatkowo sytuacja ma miejsce w warunkach braków w zasobach wiedzy przedsiębiorstwa odnośnie procesu produkcji rozważanego wyrobu, WJP posiadające zdolność do szybkiego zdobywania dostępu do wiedzy, kompetencji czy zasobów materialnych partnerów mogą być efektywniejszą formą realizacji procesu produkcji takiego wyrobu niż tradycyjnie zorganizowane wewnątrz przedsiębiorstwa jednostki produkcyjne.

W przypadku procesów produkcji seryjnej i masowej przedsiębiorstwa zdecydowanie rzadziej korzystają z WJP w celu poszerzenia swojej oferty. Jest to element istotny w 52% przypadków procesów produkcji seryjnej i masowej i 71% przypadków procesów produkcji jednostkowej i małoseryjnej. Jeżeli funkcja ta jest istotna to na decyzję o wykorzystaniu WJP wpływa potrzeba szybkiego wdrożenia produktu (korelacja 1O5_w5_6), wysokie nakłady inwestycyjne jakie przedsiębiorstwo musiałoby ponieść organizując proces produkcji w

ramach własnych wewnętrznych jednostek produkcyjnych (korelacja 1Pr3/W5_6), oraz początkowy etap cyklu życia produktu (korelacja 1Pro6/W5_6).

Zdecydowanie częściej w porównaniu z procesami produkcji jednostkowej i małoseryjnej (21% przypadków) WJP są wykorzystywane przez przedsiębiorstwa przy realizacji procesów produkcji seryjnej i masowej w celu uwolnienia wewnętrznych zasobów przedsiębiorstwa do realizacji innych zadań (52% przypadków). Możliwość ta wykorzystywana jest szczególnie w warunkach wysokiej przewidywalności popytu na produkt (korelacja 1O2/W5_7) i małej skali rozważanych procesów z punktu widzenia przedsiębiorstwa (korelacja 1Pr5/W5_7). Realizowane w małej skali procesy produkcji produktów angażują nieproporcjonalnie większą ilość zasobów przedsiębiorstwa. Rzadko, czy okresowo realizowane procesy generują problemy związane z utrudnionym nabywaniem kompetencji przez pracowników w zakresie jego wydajności czy efektywności ekonomicznej, długotrwałym przezbrojeniem maszyn i urządzeń i uzyskaniem stabilnego procesu produkcyjnego. Przedsiębiorstwa chętnie realizują takie procesy we współpracy z partnerami zewnętrznymi w ramach WJP, gdyż eliminując kłopotliwe procesy ograniczają w ten sposób możliwość generowania zakłóceń w istotniejszych dla nich prowadzonych wewnętrznie procesach (związanych np. ze wspólnymi dla procesów maszynami czy zasobami ludzkimi) oraz zmniejszają obciążenie zasobów, dzięki czemu bez dodatkowych inwestycji mogą realizować istotniejsze procesy w większej skali.

Przedsiębiorstwa realizujące procesy produkcji seryjnej i masowej wykorzystują WJP do realizacji procesów produkcyjnych pomimo ograniczonych zasobów własnych (83% przebadanych przypadków). W przypadku potrzeby realizacji produkcji w warunkach niewystarczających zasobów czynnikami istotnie wpływającym na realizację procesu w WJP jest wysoka intensywność konkurencji na rynku produktu, mała ilość operacji technologicznych w procesie produkcji, niska częstotliwość zmian modelu produktu, niskie zaawansowanie techniczne produktu oraz niski poziom wymagań jakościowych. Podczas wywiadów z przedstawicielami przedsiębiorstw w których prowadzone były badania uzyskiwano wyjaśnienie tych zależności, mówiące, że podejmują oni decyzję w sytuacji w której przedsiębiorstwu zależy na posiadaniu produktu w swojej ofercie, nie jest jednak w stanie zorganizować procesu inwestycji i dalej produkcji w sposób gwarantujący jego efektywność ekonomiczną. Decyduje się więc na realizację produkcji w ramach WJP świadome

tego, że zyskowność tej działalności będzie niska lub bliska zeru, odniesie ono jednak korzyści w innych obszarach takich jak kompletność oferty, co często jest warunkiem koniecznym nawiązania współpracy handlowej z odbiorcami jego produktów.

W przeciwieństwie do procesów produkcji jednostkowej i małoseryjnej (4% przypadków), Przedsiębiorstwa realizując procesy produkcji seryjnej i masowej używają WJP w celu zmniejszenia kosztów produkcji rozważanych produktów (56% przypadków). W przypadku procesów produkcji seryjnej i masowej występują operacje technologiczne, których realizacja u wyspecjalizowanych partnerów jest efektywniejsza ekonomicznie niż w wewnętrznych jednostkach produkcyjnych przedsiębiorstwa. Przedsiębiorstwa realizujące produkcję jednostkową i małoseryjną postrzegają korzystanie z zewnętrznych zasobów bardziej jako sposób na osiągnięcia wyższego zaawansowania technicznego produktu, niż na obniżenie kosztów jego produkcji, choć zapewne czynniki te idą ze sobą w parze również w tym przypadku.

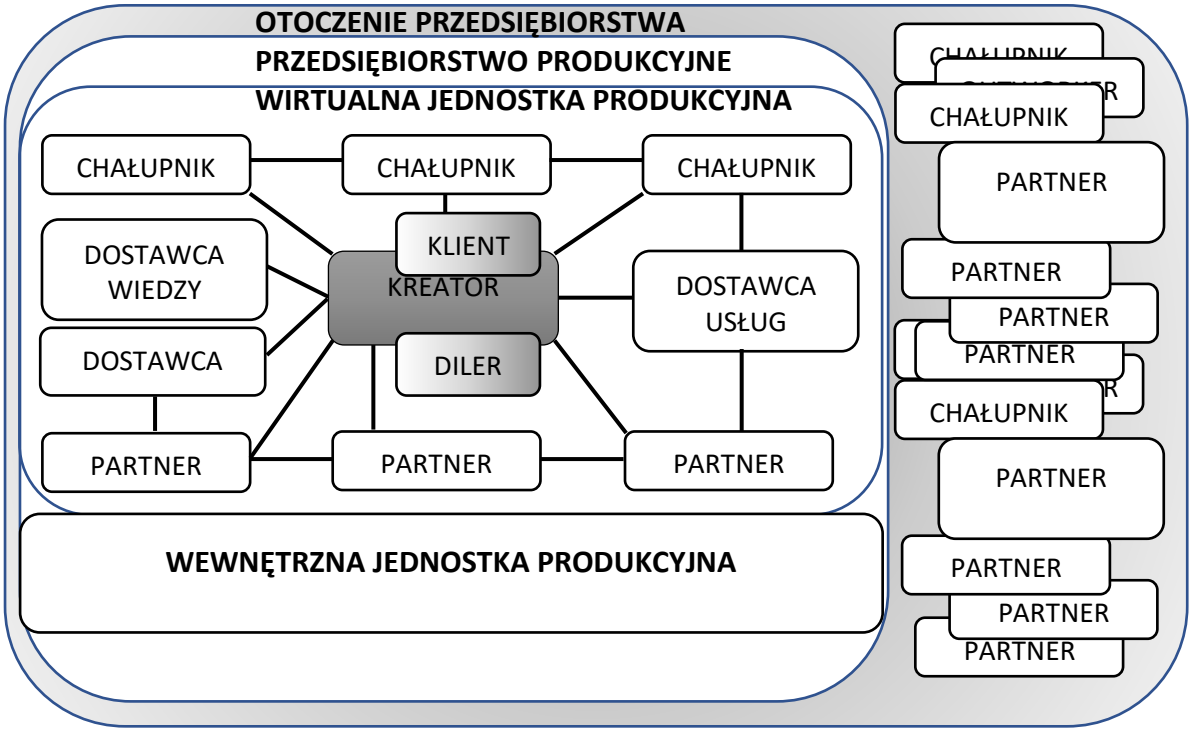
Podobnie jak w przypadku procesów produkcji jednostkowej i małoseryjnej (92% przypadków), przedsiębiorstwa realizując procesy produkcji seryjnej i masowej w ramach WJP korzystają z możliwości zdobycia wiedzy na temat realizowanych zewnętrznie operacji, funkcja ta jest jednak znacznie rzadziej zaliczana przez nie do istotnych (48% przypadków). Na istotność tej możliwości wpływa wysoka przewidywalność popytu (korelacja 1O2/W5_10), oraz potrzeba szybkiego wprowadzenia produktu do oferty (korelacja 1O5/W5_10). W warunkach takich przedsiębiorstwo zmuszone potrzebą szybkiego wprowadzenia produktu do oferty, do rozpoczęcia produkcji w ramach WJP, potrafiąc przewidzieć przyszłe zapotrzebowanie na produkt jest szczególnie zainteresowane zdobywaniem wiedzy na temat realizowanych zewnętrznie operacji, gdyż przewiduje, że w przyszłości proces ten będzie realizować samodzielnie.

Badania wykazały istnienie 11 rodzajów podmiotów mogących wchodzić w skład wirtualnej jednostki produkcyjnej, lub szerzej wirtualnego systemu produkcyjnego. Są nimi:

- Kreator WJP, czyli przedsiębiorstwo tworzące wirtualny system produkcyjny i zarządzający nim. Łączy on zasoby i kompetencje pozostałych podmiotów w celu eksploatacji okazji.

- Diler, czyli podmiot który dostrzegł okazję, lecz sam nie posiada kompetencji, lub niezbędnych do jej eksploatacji zasobów. Nawiązuje więc współpracę z podmiotem kreującym, któremu udostępnia okazję w zamian za udział w jej zyskownej eksploatacji. Jest on również dostawcą zasobów wiedzy na temat samej okazji i możliwości jej efektywnej eksploatacji. Funkcję taką na przykład pełnią ośrodki naukowo-badawcze, które nawiązały z przedsiębiorstwem współpracę w zakresie badań przemysłowych, i po ich zakończeniu pomagają klientowi w znalezieniu podmiotu zdolnego do wykonania urządzenia w oparciu o wyniki ich badań. Mogą nimi być również podobnie działający niezależni konsultanci jacy funkcjonują np. w branży drzewnej, czy nawet przedsiębiorstwa konkurencyjne, które same nie posiadają w ofercie odpowiednich produktów, są więc skłonne udostępnić informację nt. zauważonej okazji w zamian za udział w jej zyskownej eksploatacji.
- Klient, najczęściej użytkownik, lub w przypadku produkcji masowej dystrybutor produktu. W przypadku produkcji jednostkowej wysoko specjalistycznych maszyn rolą klienta jest nie tylko przedstawienie wymagań dotyczących produktu, ale również aktywne uczestniczenie w procesach jego projektowania, uruchamiania, testowania, instalacji, walidacji itp. Staje się on więc ważnym elementem systemu produkcyjnego posiadającego unikalny zasób wiedzy na temat specyfiki własnego procesu produkcyjnego do którego np. włączona ma być zakupiona maszyna. Bez udostępnienia tego zasobu realizacja produkcji nie byłaby możliwa.
- Dostawca wiedzy, najczęściej jednostka naukowo-badawcza, specjalistyczna firma doradcza, lub samodzielny ekspert. Mogą nimi być również biura konstrukcyjne przygotowujące dokumentację produktu. Podmioty te specjalizują się w dostarczaniu wiedzy z wąskich, specjalistycznych dziedzin. W ramach realizacji jednego procesu produkcyjnego może zachodzić potrzeba włączenia do WJP kilku takich podmiotów.
- Dostawca, w przypadku produkcji zaawansowanych technicznie wyrobów, dostawcy komponentów do produkcji nie tylko realizują zamówienia na wybrane produkty, ale również aktywnie uczestniczą w ich optymalnym doborze, często popartym licznymi testami i próbami lub przeprowadzają szkolenia dla kadry inżynierskiej w zakresie np. technologii montażu, programowania, strojenia, czy serwisowania. Są to więc podmioty czynnie włączone w realizację procesu produkcyjnego w ramach WJP.

- Dostawca usług to podmiot realizujący usługi np. z zakresu specjalistycznej logistyki, obsługi informatycznej, czy inne, który swoim działaniem pokrywa znaczną część WJP.
- Partner, jest to podmiot realizujący zleconą mu przez koordynatora część procesu produkcji realizowanej w WJP. Cechują go najczęściej wąskie, pogłębione kompetencje w dziedzinie jego działalności. Warunki współpracy pomiędzy partnerem a kreatorem charakteryzuje symetria praw i obowiązków.
- Chałupnik, jest to podmiot realizujący zleconą mu przez kreatora część procesu produkcyjnego. Współpraca z kreatorem stanowi podstawę funkcjonowania podmiotu. Warunki współpracy odzwierciedlają przewagę ekonomiczno-organizacyjną kreatora. Jego podstawową przewagą konkurencyjną są niskie koszty pracy, których źródłem jest najczęściej nie przestrzeganie przepisów z zakresu bezpieczeństwa i higieny pracy czy zabezpieczenia społecznego, lokalizacja na obszarach o niższym wynagrodzeniu, ulgi i dotacje, itp.
-



Rysunek 45: Model struktury WJP. Źródło: opracowanie własne.

4.2. Modele cyklu życia wirtualnej jednostki produkcyjnej

W świetle przeprowadzonych badań stwierdzić można, że WJP realizują odmienne cele w przypadku procesów produkcji jednostkowej w porównaniu z procesami produkcji seryjnej i masowej. Propozycję modelu cyklu życia WJP realizującej okazjonalne cele charakterystyczne dla produkcji jednostkowej i małoseryjnej przedstawia poniższa grafika. Jest ona modyfikacją grafiki prezentowanej w rozdziale 2.2, obrazującą cykl życia WJP realizującej procesy produkcji jednostkowej i małoseryjnej.

Tabela 37: Model cyklu życia WJP realizującej produkcję jednostkową i małoseryjną.

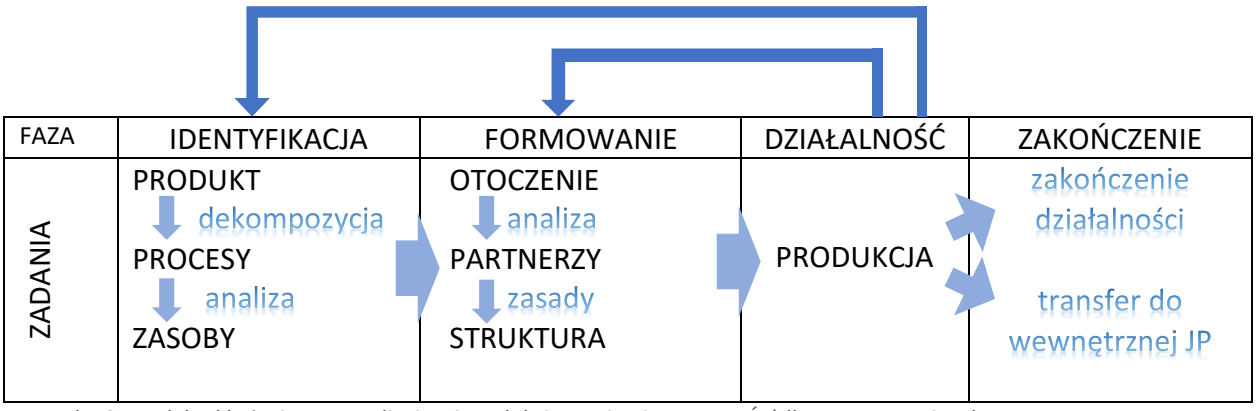
FAZA	IDENTYFIKACJA	FORMOWANIE	DZIAŁALNOŚĆ	ZAKOŃCZENIE
ZADANIA	PRODUKT ↓ dekompozycja PROCESY ↓ analiza ZASOBY	OTOCZENIE ↓ analiza PARTNERZY ↓ zasady STRUKTURA	PRODUKCJA	zakończenie działalności podsumowanie projektu

Źródło: opracowanie własne, na podstawie (Trzcieliński S. , 2006).

WJP tworzone do osiągnięcia okazjonalnego, specyficznego celu, jakim jest realizacja procesu produkcji jednostkowej zindywidualizowanego produktu, eksploatacji pojedynczej okazji jaka pojawiła się w otoczeniu przedsiębiorstwa, są stabilne w okresie swojej działalności operacyjnej, i rozpadają się po zakończeniu realizacji procesu. W przypadku produkcji zaawansowanych technicznie, zindywidualizowanych produktów, takich jak np. specjalistyczne maszyny, okazja powinna zostać wykorzystana możliwie szybko, WJP ma więc ograniczony czas na realizację powierzonego jej procesu produkcyjnego. Zmiana w funkcjonowaniu systemu produkcyjnego, taka jak np. wymiana partnera podczas trwania realizacji procesu produkcji, postrzegana jest jako niepowodzenie, skutek błędu popełnionego we wcześniejszych fazach cyklu życia WJP, krytyczny czynnik ryzyka w projekcie, zagrażający jego powodzeniu.

Odmiennym przypadkiem są WJP tworzone w celu zwiększenia zwinności system produkcyjnego przedsiębiorstwa realizującego produkcję seryjną lub masową. Cel ich istnienia można opisać jako optymalizacja gry rynkowej. WJP tworzone mogą być jako stały element system produkcyjnego przedsiębiorstwa, element strategii przedsiębiorstwa dążącego do zwiększenia poziomu swojej zwinności, I pełnić komplementarną role w stosunku do posiadanych jednostek produkcyjnych. Zwinność jest w tym przypadku elementem strategii będącej konsekwencją dążenia do efektywnej ekonomicznie działalności w warunkach zmiennego i nieprzewidywalnego otoczenia, oraz jednocześnie wypełniać luki w zasobach lub

kompetencjach przedsiębiorstw, takie jak umiejętność efektywnej rekrutacji talentów, czy zasoby wiedzy. Jako element strategii zwinność przedsiębiorstwa produkcyjnego dotyka jego celów, struktur, procesów i zasobów, nie jest natomiast rozważana jako lokalne usprawnienie, konkretna technologia, czy metoda (Handy, 1995). O wyborze jednostki produkcyjnej do której skierowany zostanie proces produkcyjny, a dalej konkretne operacje, decydują przede wszystkim kompetencje i zasoby oraz stabilność i przewidywalność zapotrzebowania.



Rysunek 46: Model cyklu życia WJP realizującej produkcję seryjną i masową. Źródło: opracowanie własne.

Ciągły pomiar efektywności realizacji procesu w ramach WJP oraz obserwacja otoczenia w kierunku możliwości współpracy z partnerami o wyższej efektywności implikują zmiany w strukturze WJP podczas realizacji procesu produkcji.

Bliska współpraca z kompetentnymi partnerami sprzyja dostrzeganiu przez przedsiębiorstwo nowych możliwości w zakresie doskonalenia technologii produkcji, co implikować będzie potrzebę ponownej, okresowej analizy procesu produkcji skutkującej pojawieniem się potrzeby uzupełnienia lub wymiany zasobów produkcji WJP. Bliska współpraca kompetentnych partnerów może również być źródłem wielu pomysłów na nowe lub udoskonalone produkty, wprowadzających kolejne zmiany w WJP.

Ponieważ realizacja procesów produkcyjnych w ramach WJP postrzegana jest jako związana z dodatkowymi kosztami do których należą m.in. marże partnerów, czy koszty dodatkowych procesów logistycznych, procesy te poddawane sią ciągłej kontroli pod względem ich efektywności ekonomicznej, i przewidywanej efektywności w przypadku ich realizacji w ramach wewnętrznego system produkcyjnego przedsiębiorstwa. Każda zmiana w otoczeniu przedsiębiorstwa, oraz w jego wnętrzu (np. zakończenie inwestycji, pozyskanie zasobu wiedzy, itp.), jest przesłanką do ponownej analizy. Przedsiębiorstwo korzystające z WJP powiększa również w ten sposób własne zasoby wiedzy, a wzrost kompetencji

przedsiębiorstwa w zakresie realizacji rozważanego procesu produkcji wraz ze wzrostem wielkości i przewidywalności zapotrzebowania skłaniają osoby zarządzające do przeniesienia procesu produkcji z WJP do

Różnice pomiędzy zaprezentowanymi dwoma typami WJP podsumowano w poniższej tabeli:

Tabela 38: Porównanie cech WJP realizujących produkcję jednostkową i małoseryjną z WJP realizującymi produkcję seryjną i masową.

	Ilość eksploatowanych okazji	Stabilność struktury	Długość cyklu życia	Postrzeganie zmian w trakcje cyklu życia	Horyzont planowania
WJP realizująca produkcję jednostkową i małoseryjną	pojedyncza okazja	stabilna	krótka	zagrożenie	produkcja na zamówienie
WJP realizująca produkcję seryjną i masową	kilka okazji	nie stabilna	długa	okazja	planowanie krótkookresowe

Źródło: opracowanie własne.

WJP realizująca produkcję jednostkową lub małoseryjną eksploatuje zazwyczaj pojedynczą, krótkotrwałą okazję rynkową, taką jak zapotrzebowanie na zindywidualizowaną maszynę, tworzy więc krótkotrwały, stabilny wirtualny system produkcyjny w celu realizacji postawionego przed nią zadania. Ewentualna zmiana w otoczeniu takiej jednostki produkcyjnej lub w jej wnętrzu taka jak np. bankructwo zamawiającego, czy któregoś z partnerów, problem z dostępnością komponentów wskutek kataklizmu lub innego zdarzenia losowego, itp., traktowana jest jako zagrożenie dla realizacji celu WJP, poprzez np. zwiększenie ryzyka, że maszyna nie zostanie wyprodukowana na czas lub zgodnie z założonym budżetem.

W przypadku WJP realizujących produkcję seryjną lub masową koordynator takiego systemu zainteresowany jest jednoczesną eksploatacją jak największej ilości okazji. Tworzy on system produkcyjny o długim cyklu życia, lecz niestabilny w czasie swojego funkcjonowania. Trwałość istnienia wirtualnego systemu produkcyjnego tworzy tendencję do wydzielenia w strukturze organizacyjnej przedsiębiorstwa odpowiedniej jednostki organizacyjnej. Warto zauważyć, że w 87% przypadków przebadanych procesów produkcyjnych realizujących produkcję seryjną lub masową w ramach WJP przedsiębiorstwo koordynujące posiadało wydzieloną jednostkę organizacyjną zarządzającą pracą WJP (pyt. W4). Sytuacja taka miała

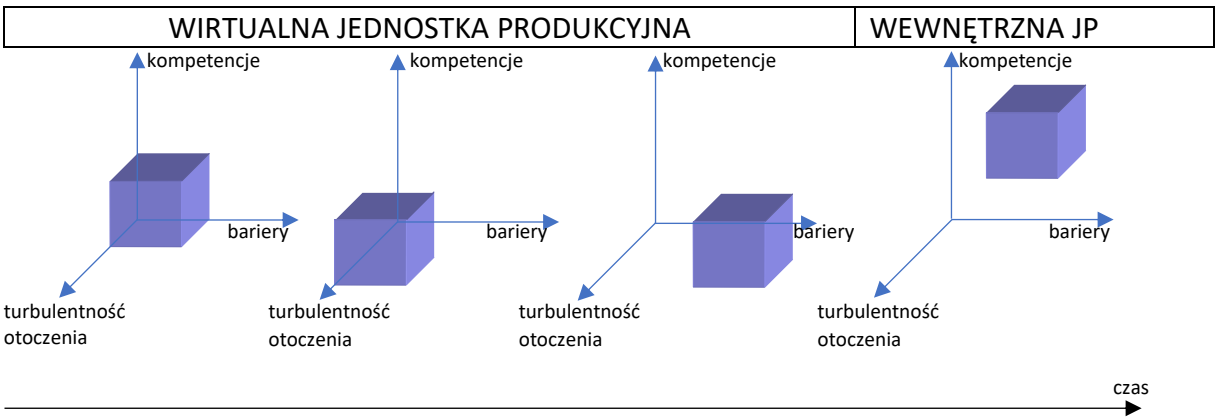
miejsce tylko w 1% przypadków które dotyczyły procesów produkcji jednostkowej i małoseryjnej. Zmiana w otoczeniu przedsiębiorstwa jest postrzegana w tym przypadku nie jako zagrożenie, lecz jako szansa na znalezienie kolejnej okazji i przebudowę systemu produkcyjnego w celu jej zyskownej eksploatacji. WJP w przypadku przedsiębiorstw realizujących procesy produkcji seryjnej i masowej mogą znaleźć zastosowanie w przypadku wyrobów w produkcji których przedsiębiorstwo nie posiada wystarczających kompetencji, występują wysokie bariery wejścia, takie jak bariery inwestycyjne czy dostępu do surowca, czy bariery prawne związane z koncesjami czy pozwoleniami, zapotrzebowanie jest niestabilne, lub nieprzewidywalne w perspektywie okresu niezbędnego do przeprowadzenia inwestycji potrzebnych do wdrożenia procesu w ramach wewnętrznych jednostek produkcyjnych. WJP wykorzystywane są również do realizacji produkcji pilotażowych partii nowych produktów. Umożliwiają one bowiem ich produkcję bez ponoszenia przez przedsiębiorstwo istotnych wydatków inwestycyjnych, oraz bez wprowadzania zakłóceń w bieżącej działalności produkcyjnej. W przypadku trudności z przewidzeniem popytu na nowy produkt spowodowanych specyfiką rynku, czy kosztami badań, pilotażowa partia produkcyjna realizowana w ramach WJP służy do badania odpowiedzi klientów na nowy produkt. W przypadku pozytywnego przyjęcia przez rynek przedsiębiorstwo może w dalszej perspektywie podjąć decyzję o implementacji produkcji wyrobu w jednej z posiadanych jednostek produkcyjnych. Zdolność WJP do bardzo szybkiej budowy systemu produkcyjnego wykorzystywana jest również do szybkiego wprowadzania produktu na rynek w sytuacji w której konkurent zaprezentował już nowy produkt, który wzbudził zainteresowanie odbiorców. Odbiorcy mogę w takie sytuacji uzależniać dalszą współpracę od dostarczenia im podobnego produktu. W tych warunkach możliwość szybkiego wprowadzenia produktu na rynek jest podstawową przesłanką do realizacji procesu produkcji w ramach WJP. Próba organizacji procesu produkcji w ramach wewnętrznych jednostek produkcyjnych przedsiębiorstwa, jeżeli wiązała by się z inwestycjami związanymi z zakupem maszyn, czy pozyskaniem kompetentnej kadry, zajęłaby znacznie więcej czasu.

4.3. Model transferu produkcji

Zakończenie realizacji procesu produkcji w ramach WJP może być efektem decyzji przedsiębiorstwa o jego definitywnym zakończeniu, lub o zmianie miejsca jego realizacji z WJP

na wewnętrzną jednostkę produkcyjną przedsiębiorstwa. Wewnętrzna jednostka produkcyjna przedsiębiorstwa będącego koordynatorem WSP może również wchodzić w skład WSP, tzn. realizować wybrane operacje. Przejmowanie operacji z zewnętrznych podmiotów postępuje zazwyczaj stopniowo, w ramach możliwości organizacyjnych przedsiębiorstwa oraz stopniowego nabywania niezbędnych kompetencji. W trakcie realizacji procesu produkcji w ramach WJP, poprzez bliską współpracę z podmiotami posiadającymi kompetencje potrzebne do jego realizacji, przedsiębiorstwo koordynujące zdobywa wiedzę na temat wykorzystywanych zasobów, technologii produkcji itp. Zmienić mogą się również warunki otoczenia przedsiębiorstwa takie jak wzrost zapotrzebowania, wzrost jego stabilności czy przewidywalności związany np. z pozyskaniem większej ilości klientów, zmniejszyć mogą się również bariery wejścia związane z wielkością niezbędnych inwestycji. Zmiany te prowadzić mogą do sytuacji w której realizacja rozważanego procesu w ramach wewnętrznie zorganizowanych jednostek produkcyjnych przedsiębiorstwa będzie bardziej efektywna niż jego realizacja w ramach WJP.

Sytuacja ta odnosić może się nie tylko do produktu, ale również do technologii wytwarzania. Jeżeli rozważać WJP jako macierz rodzajów technologii i produktów, zmiany w otoczeniu i w samym przedsiębiorstwie prowadzić mogą do sytuacji w której uzasadnione będzie rozpoczęcie realizacji wybranych procesów technologicznych w wewnętrznych jednostkach produkcyjnych, które również mogą być podmiotem uczestniczącym w realizacji wirtualnie zorganizowanych procesów produkcji.



Rysunek 47: Model transferu procesu lub technologii produkcji pomiędzy WJP i wewnętrzną JP. Źródło: opracowanie własne.

Istotnym, obok realizacji samego procesu produkcyjnego, celem utworzenia WJP może być zatem możliwość realizacji zadania polegającego na zdobyciu kompetencji niezbędnych

do uruchomienia produkcji danego wyrobu, lub wdrożenia technologii w ramach wewnętrznej jednostki produkcyjnej, bądź też realizacja celu możliwie jak najszybszego wprowadzenia produktu do sprzedaży. Szybki czas wdrożenia wyrobu do produkcji i wprowadzenia go do oferty, dzięki rozpoczęciu produkcji w ramach WJP, może być istotnym elementem długotrwałej przewagi konkurencyjnej i może być rozwiązaniem korzystnym pomimo obniżenia marży przedsiębiorstwa w początkowym okresie sprzedaży.

Przesłanką do rozpoczęcia realizacji procesu produkcji w formie wirtualnej z zamiarem jego transferu w późniejszym okresie do wewnętrznej jednostki produkcyjnej przedsiębiorstwa może być również niepewność co do przyszłych warunków otoczenia przedsiębiorstwa. W oczekiwaniu na ich stabilizację, bądź zajście istotnego wydarzenia określającego przyszły stan otoczenia (np. zapowiedziane wprowadzenie regulacji prawnej, której ostateczna forma nie jest jeszcze znana), optymalnym działaniem może być realizacja produkcji w ramach WJP, do czasu zajścia istotnych wydarzeń wpływających na przyszły stan otoczenia, nie rezygnując jednocześnie z korzyści jakie niesie ze sobą posiadanie funkcjonującego procesu produkcyjnego rozważanego produktu.

5. Zakończenie

Zwinność przedsiębiorstw produkcyjnych wymienia się w literaturze przedmiotu jako pożądany, istotny czynnik wpływający na efektywność ich funkcjonowania, szczególnie w warunkach turbulentnego, czyli zmiennego i nieprzewidywalnego otoczenia. Otoczenie takie staje się środowiskiem funkcjonowania coraz większej liczby przedsiębiorstw. Coraz szybszy postęp techniczny, intensywna konkurencja czy dynamiczne zmiany społeczno-gospodarcze istotnie przyczyniają się do wzrostu skali, szybkości i nieprzewidywalności zmian. Wirtualne formy organizacji uznaje się za najbardziej sprzyjające osiąganiu wysokiego stopnia zwinności. W literaturze przedmiotu często łączy się zwinne formy organizacji produkcji z procesami produkcji jednostkowej, wysoko zaawansowanych technicznie, zindywidualizowanych produktów, jednak problemy związane ze zmiennością i nieprzewidywalnością otoczenia dotykają również przedsiębiorstw realizujących produkcję seryjną lub masową, których wewnętrzne systemy produkcyjne zorganizowane są w myśl koncepcji lean production. W celu osiągnięcia przewagi konkurencyjnej dążą one do poszerzania swojego programu produkcji, niejednokrotnie poddając nowe produkty indywidualizacji lub produkując je w krótkich, okazjonalnych seriach. Nastawione na maksymalną efektywność kosztową systemy produkcyjne zorganizowane w myśl koncepcji produkcji szczupłej nie są odpowiednim miejscem realizacji tego typu potrzeb.

Motywem do podjęcia problemu wyrażonego w tytule niniejszej rozprawy było przekonanie autora o istnieniu możliwości komplementarnego współdziałania w ramach jednego przedsiębiorstwa wewnętrznej jednostki produkcyjnej oraz jednostki produkcyjnej zorganizowanej w formie wirtualnej, świadomość istotności problemu budowania zwinności przedsiębiorstw produkcyjnych, oraz bardzo mała ilość publikacji badań w tym zakresie. Sytuacja ta wskazywała na lukę poznawczą, której próbę częściowego wypełnienia podjęto w niniejszej rozprawie. Postawione we wstępie pracy cele poznawcze polegające na opracowaniu istoty wirtualnych jednostek produkcyjnych, oraz określeniu ich roli w przedsiębiorstwach produkcyjnych, a także opracowanie modelu cyklu życia wirtualnej jednostki produkcyjnej zostały zrealizowane w rozdziałach 3.3.2., 3.3.3. i 4.2. Cele praktyczne, zmierzające do wsparcia kardy zarządzającej przedsiębiorstw, polegające na określeniu czynników wewnętrznych przedsiębiorstwa produkcyjnego i jego otoczenia wypływających na efektywność wirtualnych jednostek produkcyjnych , oraz opracowanie podejść do tworzenia

wirtualnych jednostek produkcyjnych i zarządzania cyklem ich życia zrealizowane zostały w rozdziałach 3.3.1., 3.3.3 oraz 4.3.

W toku badań stwierdzono, że możliwość komplementarnego współistnienia klasycznie zorganizowanych wewnętrznych jednostek produkcyjnych oraz WJP w ramach jednego przedsiębiorstwa nie tylko istnieje, ale jest z powodzeniem stosowana zarówno w przypadku przedsiębiorstw realizujących procesy produkcji seryjnej i masowej jak również, jak często wskazuje się w literaturze, jednostkowej i małoseryjnej. Wykorzystanie wirtualnych form organizacji systemów produkcyjnych jest zagadnieniem stosunkowo nowym, zarówno w obszarze teorii jak również praktyki gospodarczej, nie przejęto więc jeszcze w praktyce gospodarczej spójnego związanego z tym zagadnieniem nazewnictwa, powszechnego w naukach ekonomicznych i naukach o zarządzaniu. Konieczne było więc w toku badań kwalifikowanie jednostek organizacyjnych na podstawie ich cech i funkcji, a nie np. nazewnictwa czy umiejscowienia w strukturze organizacyjnej przedsiębiorstwa.

Na uwagę zasługuje przedstawiona w wynikach badań różnica w czynnikach wpływających na podjęcie decyzji o realizacji procesu produkcji w ramach WJP pomiędzy procesami produkcji jednostkowej i małoseryjnej oraz seryjnej i masowej.

Uzyskane w badaniach wyniki nie wykazały ujętego w hipotezach szczegółowych wpływu poziomu rozdrobnienia technologicznego wyrobu gotowego oraz wpływu wysokiego poziomu wymagań jakościowych, na decyzję o realizacji procesu produkcji w WJP, ani w przypadku procesów produkcji jednostkowej i małoseryjnej, ani w przypadku procesów produkcji seryjnej i masowej. Przeznaczenie wirtualnych systemów produkcyjnych do realizacji procesów produkcji produktów o wysokim poziomie wymagań jakościowych jest często wskazywane w literaturze przedmiotu. Ze względu na ograniczoną w przedstawionym badaniu próbę nadawczą, należy w przyszłych badaniach opartych na liczniejszych i bardziej reprezentatywnych próbach ponownie poddać weryfikacji powyższe hipotezy szczegółowe. Badania takie pozwoliłyby również na pełniejsze wskazanie różnic we wpływach poszczególnych poziomów badanych czynników na proces podejmowania decyzji o realizacji produkcji w ramach WJP.

Niniejsza rozprawa częściowo uzupełnia, lukę badawczą dotyczącą możliwości wykorzystania WJP w celu budowy zwinności przedsiębiorstw produkcyjnych. Z tego punktu widzenia praca może być szczególnie interesująca dla:

- badaczy zajmujących się tematyką zwinności przedsiębiorstw,
- członków zarządów przedsiębiorstw produkcyjnych, oraz dyrektorów i kierowników jednostek produkcyjnych.

Bibliografia

Abebe, M. A. (2007). To integrate or not to integrate: factors affecting the adoption of virtual integration strategy in organizations. *Business Strategy Series, Vol. 8, No. 3*, 196–202.

Ackoff, R. L. (1971). Towards a system of system concepts. *Management Science, July*, 661-671.

agilemanifesto.org. (2017, 03 04). Retrieved from http://agilemanifesto.org/iso/pl/manifesto.html

Ansoff, H. I. (1985). *Zarządzanie strategiczne.* Warszawa: PWE.

Appelbaum, E., & Batt, R. (1994). *The new American workplace.* New York: ILR Press.

Arrow, K. J. (1985). *Granice organizacji.* Warszawa: PWN.

Bickhoff, N., Böhmer, C., & Eilenberger, G. (2003). *Mit Virtuellen Unternhemen zum Erfolg - Ein Quick-Check für Manager.* New York: Heidelberg.

Biniasz, D. (2005). Wirtualizacja działalności przedsiębiorstw z wykorzystaniem technologii multimedialnych na przykładzie przemysłu meblarskiego. *Zarządzanie Przedsiębiorstwem, nr 2.*

Bogalski, B., & Niewiadomski, P. (2017). PRÓBA OCENY CZYNNIKÓW DETERMINUJĄCYCH ELASTYCZNOŚĆ JEDNOSTKI WYTWÓRCZEJ - UJĘCIE PRAKTYCZNE. *STUDIA OECONOMICA POSNANIENSIA, vol.5, no.9*, 87-106.

Bolden, R., Waterson, P., Warr, P., Clegg, C., & Wall, T. (1997). A new taxonomy of modern manufacturing practices. *International Journal of Operation and Management, 17/11*, 1112-1130.

Borowski, J. (2013). Teoria przedsiębiorstwa w świetle teorii ekonomii i zarządzania. *Optimum. Studia Ekonomiczne Nr 3 (63)*, 78-91.

Brennan, L. (1994). The formation of structures, roles and interactions within agile manufacturing systems. In P. T. Kidd, & W. Karwowski, *Advances in agile manufacturing. Proceedings og the International Conference on Human Aspects of Advanced Manufacturing* (pp. 61-62). Amsterdam: IOS Press.

Brown, S., & Bessant, J. (2003). The manufacturing strategy-capabilities links in mass customization and agile manufacturing - an exploratory study. *International Journal Of Operation & Production Management, vol. 23, no. 7*, 707-730.

Brzeziński, M. (2002). *Organizacja i sterowanie produkcją. Projektowanie systemów produkcyjnych i procesów sterowania produkcją. Metody i narzędzia organizowania i sterowania produkcją w przedsiębiorstwach obecnych i przyszłych.* Warszawa: Placet.

Brzozowski, M. (2014). *Ewolucja pojmowania wirtualności i definiowanie organizacji wirtualnej.* Retrieved from Nowoczesne Koncepcje i Metody Zarządzania Strategicznego: www.witczak.pl/wp-content/uploads/2015/08/9.%20KZ%20MP%20Brzozowski.pdf

Burke, G., & Peppard, J. (1995). *Examining business process re-engineering: current perspectives and research directions.* London: Kogan Page.

Büyüközkan, G., Dereli, T., & Baykasoğlu, A. (2004). A survey on the methods and tools of concurrent new product development and agile manufacturing. *Journal of Intelligent Manufacturing, 15*, 730-740.

Byrne, J. A. (1993). The virtual corporation. *Business Week, (02)*, 36-41.

Byrne, J. A., Brandt, R., & Port, O. (1993). The Virtual Corporation. Structuring and revitalizing the corporation for the 21st century. *Business Week*, 98-102.

Child, J., & Faulkner, D. (1998). *Strategies of Cooperation - Managing Aliances, Networks, and Joint Ventures.* Oxford: Oxford University Press.

Crocitto, M., & Youssef, M. (2003). The Human Side of Organizational Agility. *Industrial Management & Data Systems, 103/(6)*, 388-397.

Darabi, H., Banerjee, P., & Liang, S. (2006). Supervisory control framework for collaborative virtual manufacturing. *International Journal of Industrial and Systems Engineering, Vol. 1, No. 4*, 429–445.

D'Aveni, R. (1994). *Hypercompetition: The dynamics of strategic maneuvering.* New York: Free Press.

Davidow, W. H., & Malone, M. S. (1993). *The virtual corporation, Structuring and Revitalizing the Corporation for the 21st Century.* New York: Harper-Collins.

Davidow, W. S., & Malone, M. S. (1992). *The Virtual Corporation: Customization and instantaneous response in manufacturing and service.* New York: Harper-Collins Publishers.

Davidrajuh, R. (2003). Realizing a new e-commerce tool for formation of a virtual enterprise. *Industrial Management and Data Systems, Vol. 103, No. 6*, 434–445.

Dawson, P. (1994). *Organizational change: A processual approach.* London: Paul Chapman.

Denning, S. (2012, 08 24). *How Manufacturing Can Learn From Software To Become Agile*. Retrieved from Forbes: https://www.forbes.com/sites/stevedenning/2012/09/24/how-manufacturing-can-learn-from-software-to-become-agile/#5fd8e8dcbd6b

Devor, R., Graves, R., & Mills, J. (1997). Agile manufacturing research: accomplishments and opportunities. *IIE Transactions, vol. 29, no. 10*, 813-823.

Dołhasz, M., Fudaliński, J., & Kosala, M. (2009). *Podstawy zarządzania. Koncepcje-strategie-zastosowania.* Warszawa: Wydawnictwo Naukowe PWN.

Doz, Y., & Kosonen, M. (2008). *Fast strategy.* Harlow: Wharton School Publishing.

Duguay, C. R., Landry, S., & Pasin, F. (1997). From mass production to flexible/agile production. *International Journal of Operations & Production Management, vol. 17, no. 12*, 1183-1195.

Faratash, K., & Davoudi, S. (2012). The important role of strategic agility in firms capability and performance. *International Journal of Engineering and Management Research, 12(2)*.

Fuks, K. (2012). *Wirtualne klastry przedsiębiorstw do pozyskiwania zasobów na rnkach elektronicznych. Rozprawa doktorska.* Poznań: Uniwersytet ekonomiczny w Poznaniu.

Główny Urząd Statystyczny. (2017). *Rocznik Statystyczny Przemysłu.* Warszawa: Zakład Wydawnictw Statystycznych.

Godziszewski, B., Haffer, M., Stankiewicz, M. J., & Sudoł, S. (2011). *Przedsiębiorstwo. Teoria i praktyka.* Warszawa: Polskie Wydawnictwo Ekonomiczne.

Goldman, S., & Preiss, K. (1991). *21st century manufacturing enterprise strategy: an industry led view.* Richmond: Lehigh University.

Goldman, S., Nagel, R., & Preiss, K. (1995). *Agile competitors and virtual organizations.* New York: Van Nostrad Reinhold.

Gornowicz, M., Romaniuk, K., & Szczubełek, G. (2014). *Ekonomika produkcji.* Olsztyn: EXPOL.

Gorynia, M. (1998). *Zachowania przedsiębiorstw w okresie transformacji. Mikroekonomia przejścia.* Poznań: AE.

Gospodarek, T. (2016). *Zarządzanie zmianami.* Retrieved from gospodarek.eu: http://gospodarek.eu/wyklady/Zarzadzanie%20zmianami%20wyklad.pdf

Grenier, R., & Metes, G. (1995). *Going virtual: Moving your organization into the 21st century.* New Jersey: Prentice Hall.

Griffin, R. W. (2017). *Podstawy zarządzania organizacjami.* Warszawa: Wydawnictwo Naukowe PWN.

Grudzewski, W. M., & Hejduk, I. (2002). *Przedsiębiorstwo wirtualne.* Warszawa: Difin.

Grudzewski, W. M., & Hejduk, I. (2011). Przedsiębiorstwo przyszłości. Zmiany paradygmatów zarządzania. *Master of Business Administration, nr1 (116)*.

Guisinger, A., & Ghorashi, B. (2004). Agile manufacturing practices in the specialty chemical industry: an overview of the trends and results of a specific case study. *International Journal of Operations and Production Management, Vol. 24, No. 6*, 625-635.

Gunasekaran, A. (1998). Agile manufacturing: enablers and an implementation framework. *International Journal of Production Research, vol. 36, no. 5*, 1223-1247.

Gunasekaran, A. (1999). Agile manufacturing: a framework for research and development. *International Journal of Production Economics, Vol. 62*, 87–105.

Gunasekaran, A. (1999). Design and implementation of agile manufacturing systems. *International Journal of Production Economics, vol.62, no.1*, 1-6.

Hale, R., & Whitlaw, P. (1997). *Towards the virtual organisation.* London: McGraw-Hill.

Hallgren, M., & Olhager, J. (2009). Lean and agile manufacturing: External and internal drivers and performance outcome. *International Journal of Operations & Production Management, vol. 29*, 976-993.

Hamrol, A. (1998). *Zarządzanie jakością. Teoria i praktyka.* Warszawa: Państwowe Wydawnictwo Naukowe.

Handy, C. (1995). Trust and the virtual organization. *Harvard Business Review, vol 73(3), May-June*, 40-50.

Hormozi, A. M. (2001). Agile manufacturing: The next logical step. *Benchmarking: An International Journal, Vol. 8, No. 2*, 132-143.

Ikonen, I., Kantola, J., & Kuhmonen, M. (2000). Approach to agile manufacturing for multinational manufacturing corporation. In T. Marek, & W. Karwowski, *Human aspects of advanced manufacturing: Agility and hybrid automation-III* (pp. 113-116). Kraków: Institute of Management, Jagiellonian University.

Izadpanahshahri, S., & Saraji, S. (2012). The Role of Product Architecture in The Agile Manufacturing Firms. *School of Engineering in Jönköping*, 21-22.

Janusz, W., & Kozioł, K. (2007). *Determinanty działalności innowacyjnej przedsiębiorstw.* Warszawa: Wydawnictwo Ekonomiczne.

Jin-Hai, L., Anderson, A. R., & Harrison, R. T. (2003). The evolution of agile manufacturing. *Business Process Management Journal, 9*, 179-189.

Katzy, B. R. (1998). Design and Implementation of Virtual Organisations. *Working Paper Series University BW Munich*.

Kidd, P. T. (1994). Agile Manufacturing: Key Issues. In P. T. Kidd, & W. Karwowski, *Advances in Agile Manufacturing.* Amsterdam: IOS Press.

Kisielnicki, J. (2014, 11 10). *Analiza strategiczna wirtualnej organizacji i kierunki jej rozwoju, wykład XIV.* Retrieved from Podstawy organizacji i zarządzanie pkt. 5: http://edu.pjwstk.edu.pl/wyklady/poz/scb/index.html

Klimczak, B. (2004). *Zmiany instytucjonalne w polskiej gospodarce rynkowej.* Warszawa: PTE.

Komisja Europeiska. (2010, 11 28). *EUR-Lex Access to European Union law*. Retrieved from https://eur-lex.europa.eu/legal-content/PL/TXT/?uri=LEGISSUM%3Aet0005

Komisja Europeiska. (2010, 03 03). *Strategia na rzecz inteligentnego i zrównoważonego rozwoju sprzyjającemu włączeniu społecznemu*. Retrieved from Komunikat Komisji Europa 2020: http://ec.europa.eu/eu2020/pdf/1_PL_ACT_part1_v1.pdf

Komisja Europejska. (2017). *European Innovation Scoreboard.*

Komisja Europejska. (2018). *Dokumenty informacyjne o Unii Europejskiej*. Retrieved from Parlament Europejski: http://www.europarl.europa.eu/ftu/pdf/pl/FTU_2.4.1.pdf

Koźmiński, A. K., & Piotrowski, W. (2004). *Zarządzanie.* Warszawa: Wydawnictwo Naukowe PWN.

Krupski, R. (2011). Okazje w zarządzaniu strategicznym przedsiębiorstwa. *Organizacja i Kierowanie 4(147)*, 11-24.

Krupski, R., Niemczyk, J., & Stańczyk-Hugiet, E. (2009). *Koncepcje strategii organizacji.* Warszawa: PWE.

Kuhn, J. (2006). Evolution of a worldwide production network. *Journal of Manufacturing Technology Management, Vol. 17, No. 8*, 1099–1116.

Kumar, A., & Motwani, J. (1995). A methodology for assessing time-based competitive advantage of manufacturing firms. *International Journal of Operations & Production Management, 15*, 36-53.

Kusa, R. (2018, 01 24). *studylibpl.* Retrieved from https://studylibpl.com/doc/1089828/koncepcje-zarz%C4%85dzania---wydzia%C5%82-zarz%C4%85dzania-agh

Lamkull, D. (2014). *Virtual manufacturing. Enabler for learning factories.* Volvo Cars Group.

Lau, H. C., Wong, C. W., Ngai, E. W., & Hui, I. (2003). Quality management framework for a virtual enterprise network: a multi-agent approach. *Managing Service Quality, Vol. 13, No. 4*, 300–309.

Lawrence, P., & Lorsch, J. (1967). Differentiation and Integration in Complex Organizations. *Administrative Science Quarterly 12*, pp. 1-30.

Lichtarski, J. (1999). *PODSTAWY NAUKI O PRZEDSIĘBIORSTWIE.* Wrocław: Wydawnictwo Akademii Ekonomicznej.

Lis, S., Santarek, K., & Strzelczak, S. (1994). *Organizacja elastycznych systemów produkcyjnych.* Warszawa: Wydawnictwo Naukowe PWN.

Liwowski, B., & Kozłowski, R. (2007). *Podstawowe zagadnienia związane z produkcją.* Kraków: Oficyna a Wolters Kluwer business.

Marsh, E. R. (1974). The Harmonogram of Karol Adamiecki. *Academy of Management Proceedings*, 5-20.

Martyniak, Z. (1992). *Historia myśli organizatorskiej.* Kraków: Akademia Ekonomiczna w Krakowie.

Matusiak, M. (2015). WYBRANE ZAGADNIENIA FUNKCJONOWANIA ORGANIZACJI WIRTUALNYCH - WYMIAR TEORETYCZNY I EMPIRYCZNY. *Zeszyty Naukowe Uniwersytetu Szczecińskiego*, 193-220.

Meredith, S., & Francis, D. (2000). Journey towards agility: the agile wheel explored. *The TQM Magazine, 12(2)*, 137-143.

Meredith, S., & Francis, D. (2000). Journey towards agility: The agile wheel explored. *The TQM Magazine, 12(2)*.

Mertens, P., Griese, J., & Ehrenberg, D. (1998). *Virtuelle Unternehmen und Informationsverarbeitung.* Berlin: Springer.

Miles, R. E., & Snow, C. C. (1984). Fit, Failure and The Hall of Fame. *California Management Review 26(3)*, 10-28.

Mintzberg, H. (1979). *The structuring of organizations: a synthesis of the research.* Englewood Cliffs: Prentice-Hall.

Motała, D., Pawłowski, E., Pawłowski, K., & Trzcieliński, S. (2008). Designing an Effective Management System for Enterprises. *Human Factors and Ergonomics in Manufacturing Vol. 18(5)*, 1-24.

Mowshowitz, A. (1994). Virtual Organization: A Vision of Management in the Information Age. *The Information Society, 10*, 267-288.

Nagel, R. N., & Dove, R. (1991). *21st Century Manufacturing Enterprise Strategy An Industry Led View of Agile Manufacturing.* Bethlehem: Iacocca Institute, Lehigh University.

Najda-Janoszka, M. (2010). *Organizacja wirtualna. Teoria i praktyka.* Warszawa: Difin.

Naylor, J. B., Naim, M. M., & Berry, D. (1999). Leagility: integrating the lean and agile manufacturing paradigms in the total supply chain. *International Journal of Production Economics, vol. 62,*, 107-118.

Niedzielski, P., & Rychlik, K. (2007). *Innowacje i kreatywność.* Szczecin: Uniwersytet Szczeciński.

Niewiadomski, P. (2016). *Determinanty elastyczności funkcjonowania przedsiębiorstwa produkcyjnego sektora maszyn.* Poznań: Wydawnictwo Politechniki Poznańskiej.

Niewiadomski, P., & Sterna, K. (2009). Nowe podejście do ochrony środowiska i eliminacji marnotrawstwa. In M. (. Wyrwicka, *Marnotrawstwo. Przejawy i sposoby minimalizacji.* (p. 92). Poznań: Wydawnictwo Politechniki Poznańskiej.

Niewiadomski, Z., & Nogalski, B. (2012, 4). Koncepcja zwinnego zakładu wytwórczego – modelowanie wirtualnej struktury organizacyjnej w procesie wytwarzania. *Organizacja i Zarządzanie : kwartalnik naukowy*, pp. 97-118.

Noga, A. (2011). *Teorie przedsiębiorstw.* Warszawa: PWE.

North, D. C. (1990). *Institutions, Institutional Change and Economic Performance.* Cambridge: Cambridge University Press.

Obłój, K. (2014). *Strategia organizacji.* Warszawa: Polsie Wydawnictwo Ekonomiczne.

Pająk, E. (2000). *Zaawansowane technologie współczasnych systemów produkcyjnych.* Poznań: Wydawnictwo Politechniki Poznańskiej.

Pasternak, K. (2005). *Zarys zarządzania produkcją.* Warszawa: PWE.

Pepper, K., Waterson, P., Clegg, C., Bolden, R., Warr, P., & Wall, T. (1998). Manufacturing practicies in the UK. The current picture. In W. Karwowski, & R. Goonetilleke, *Manufacturing agility and hybrid automation* (pp. 127-130). Santa Monica: IEA Press.

Poniatowska-Jaksch, M. (2015). Przedsiębiorstwo Przemysłowe w Polsce. In M. Poniatowska-Jaksch, *Przedsiębiorstwo Przemysłowe w Polsce* (pp. 13-28). Warszawa: Szkoła Główna Handlowa.

Presley, A., & Liles, D. (2001). A holon-based process modeling methodology. *International Journal of Operations and Production Management, Vol. 21, Nos. 5–6*, 565-581.

Presley, A., Sarkis, J., Liles, D., & Barnett, W. (2001). Engineering the Virtual Enterprise. *International Journal of Flexible Manufacturing Systems, Vol. 13, No. 2*, 145-162.

PricewaterhouseCoopers. (2014). *Global Annual Review.* PwC.

Ragby, C., Day, M., Forrester, P., & Burnett, J. (2000). Agile supply: rethinking systems. *International Journal of Agile Management Systems*, 178-186.

Rautenstrauch , T. (2002). THE VIRTUAL CORPORATION: A STRATEGIC OPTION FOR SMALL AND MEDIUM-SIZED ENTERPRISES (SME'S). *Conference: Association of Small Business and Entrepreneurship.* Bielefeld: University of Applied Sciences Bielefeld.

Rogowski, A. (2010). *Podstawy organizacji i zarządzania produkcją w przedsiębiorstwie.* Warszawa: Cedewu.

Saabeel, W., Verduijn, T. M., Hagdorn, L., & Kumar, K. (2002, 4). A MODEL OF VIRTUAL ORGANISATION: A STRUCTURE AND PROCESS PERSPECTIVE. *Electronic Journal of Organizational Virtualness* , 1-16.

Sajdak, M. (2013). Innowacyjność jako niezbędna cecha zwinnego przedsiębiorstwa. *Nauki o Zarządzaniu 1(14)*, 69-89.

Sambamurthy, V., Grover, V., & Bharadwaj, A. S. (2003). Shaping Agility Through Digital Options: Reconceptualizing the Role of Information Technology in Contemporary Firms. *MIS Quarterly, 27(2)*, 237-263.

Sanchez, L. M., & Nagi, R. (2001). A review of agile manufacturing systems. *International Journal of Production Research, vol. 39, no. 16*, 3561-3600.

Santarek, K., & Strzelczak, S. (1989). *Elastyczne systemy produkcyjne.* Warszawa: WNT.

Santarek, K., & Strzelczak, S. (1989). *Elastyczne systemy produkcyjne.* Warszawa: WNT.

Sarkis, J., Talluri, S., & Gunasekaran, A. (2007). A strategic model for agile virtual enterprise partner selection. *International Journal of Operations and Production Management, Vol. 27, No. 11*, 1213–1234.

Sawik, T. (1992). *Optymalizacja dyskretna w elastycznych systemach produkcyjnych.* Warszawa: WNT.

Sawik, T., & Łebkowski, P. (1992). *Elastyczne systemy produkcyjne.* Kraków: Wydawnictwo Akademii Górniczo-Hutniczej.

Scholz, C. (1998, Januar). *TOWARDS THE VIRTUAL CORPORATION: A COMPLEX MOVE ALONG THREE AXES.* Retrieved from University of Saarland: http://1v.com/wp-content/uploads/2018/05/62-Towards-the-virtual-corporation.pdf

Schumpeter, J. (1960). *Teoria rozwoju gospodarczego.* Warszawa: PWN.

Sharifi, H., & Zhang, Z. (1999). A methodology for achieving agility in manufacturing organisations: An introduction. *International Journal of Production Economics, vol. 62*, 7-22.

Sharifi, H., & Zhang, Z. (2001). Agile manufacturing in practice - Application of a methodology. *International Journal of Operations & Production Management, vol. 21, no. 5-6*, 772-794.

Sharp, J., Irani, Z., & Desai, S. (1999). Working towards agile manufacturing in the UK industry. *ELSEVIER SCIENCE BV, vol. 62, no. 1-2*, 155-169.

Shulsky, A., & Fukuyama, F. (1997). *The "Virtual Corporation" and Army Organization,.* RAND Corporation.

Skołud, B., Krenczyk, D., & Olender, M. (2017). TWORZENIE WIRTUALNYCH SIECI PRODUKCYJNYCH. In R. Knosala, *Innowacje w Zarządzaniu i Inżynierii Produkcji* (pp. 87-93). Opole: Oficyna Wydawnicza Polskiego Towarzystwa Zarządzania Produkcją.

Sobczyk, G. (2004). *Ekonomika małych przedsiębiorstw.* Warszawa: Difin.

Storey, D. J. (1994). *Understanding the Small Business Sector.* London: Routledge.

Storey, J., Emberson, C., & Reade, D. (2005). The barriers to customer responsive supply chain management. *International Journal of Operations & Production Management, 25(3)*, 242-260.

Strader, T. J., Lin, F. R., & Shaw, M. J. (1998). Information infrastructure for electronic virtual organization management. *Decision Support Systems, 23*, 75-94.

Szatkowski, K. (2016). *Nowoczesne zarządzanie produkcją. Ujęcie procesowe.* Warszawa: Wydawnictwo Naukowe PWN.

Trzcieliński, S. (2005). Modele zwinności przedsiębiorstwa. In S. Trzcieliński, *Nowoczesne przedsiębiorstwo.* Poznań: Wydawnictwo Politechniki Poznańskiej.

Trzcieliński, S. (2006). *Zarządzanie we współczesnym przedsiębiorstwie.* Poznań: Wydawnictwo Politechniki Poznańskiej.

Trzcieliński, S. (2007). *Agile Enterprise. Concepts and Some Results of Research.* Madison: IEA Press.

Trzcieliński, S. (2011). *Przedsiębiorstwo zwinne.* Poznań: Wydawnictwo Politechniki Poznańskiej.

Trzcieliński, S., & Trzcielińska, J. (2010). Some Elements of Theory of Opportunities. *Human Factors and Ergonomics in Manufacturing & Service Industries*, 124-131.

Trzcieliński, S., Włodarkiewicz-Klimek, H., & Pawłowski, K. (2013). *Współczesne koncepcje zarządzania.* Poznań: Wydawnictwo Politechniki Poznańskiej.

Ulbrych, M. (2017). Główne tendencje w rozwoju handlu zagranicznego wyrobami polskiego przetwórstwa przemysłowego. *Horyzonty Polityki, 8(22)*, 151-168.

Venkatraman, N., & Henderson, J. C. (1998). Real strategies for virtual organizing. *Solan Management Review, Fall*, 33-47.

Vinodh, S., Sundararaj, G., Devadasan, S., Kuttalingam, D., & Rajanayagam, D. (2010). Amalgamation of mass customisation and agile manufacturing concepts: the theory and implementation study in an electronics switches manufacturing company. *International Journal of Production Research, vol. 48, no. 7*, 2141-2164.

Wadhwa, S., & Rao, K. S. (2003). Flexibility and agility for enterprise synchronization: Knowledge and innovation management towards flexagility. *Studies in Informatics and Control 12(2)*, 111-128.

Wagner, H. (1980). *Badania operacyjne.* Warszawa: PWE.

Walczak, M. (2010). Systemy zwinne w organizacji produkcji. *Acta Universitatis Lodziensis Folia Oeconomica 234*, 347-360.

Webster, M., & Sugden, D. (2003). Implementation of virtual manufacturing by a technology licensing company International Journal of Operations and Production Management, Vol. 23, No. 5, pp.448–469. *International Journal of Operations and Production Management, Vol. 23, No. 5*, 448–469.

Weill, P. D., & Subramani, M. R. (2002). Building IT Infrastructure for Strategic Agility. *MIT Sloan Management Review, 10*, 57-65.

Wichowska, A. (2014). Elastyczne systemy produkcyjne. In G. Szczubełek, *Zintegrowane systemy wytwarzania.* Olsztyn: EXPOL.

Wildeman, L. (1998). Alliances and networks: the next generation. *International Journal of Technology Management, 15*, 96-108.

Włodarkiewicz-Klimek, H. (2016). Koncepcja i Modele Zwinnego Przedsiębiorstwa. *Zeszyty Naukowe Politechniki Poznańskiej Nr 71*, 213-225.

Włodarkiewicz-Klimek, H. (2018). *Kapitał ludzki w kształtowaniu zwinności przedsiębiorstw opartych na wiedzy.* Poznań: Wydawnictwo Politechniki Poznańskiej.

Womack, J. P., Jones, D. T., & Roos, D. (1990). *The machine that changed the world.* New York: Rawson Associates.

Worley, C. G., & Lawler III, E. E. (2010). Agility and Organization Design: A Diagnostic Framework. *Organizational Dynamics 39(2)*, 194-204.

Wüthrich, H. A., & Phillip, A. (1998). Virtuelle Unternehmensnetwerke: Agilität als Alternative zur Unternehmensgrösse? *Praxis Aktuell, 11*, 38-48.

Youssef, M. A. (1992). Agile manufacturing: a necessary conditions for competing in global markets. *Industrial Engineering, vol. 24, no. 12*, 18-20.

Yusuf, Y., & Adeleye, E. (2002). A comparative study of lean and agile manufacturing with a related survey of current practices in the UK. *International Journal of Production Research , vol. 40, no. 17*, 4545-4562.

Yusuf, Y., Sarhadib, M., & Gunasekaran, A. (1999). Agile manufacturing: the drivers, concepts and attributes. *International Journal of Production Economics, vol. 62, no. 1*, 33-43.

Zawadzka, L. (2007). *Współczesne problemy i kierunki rozwoju elastycznych systemów produkcyjnych.* Gdańsk: Wydawnictwo Politechniki Gdańskiej.

Zawadzka, L., Badurek, J., & Łopatowska, J. (2012). *SYSTEMY PRODUKCYJNE NOWEJ GENERACJI.* Gdańsk: Wydawnictwo Politechniki Gdańskiej.

Zhang, D. Z. (2011). Towards theory building in agile manufacturing strategies-Case studies of an agility taxonomy. *International Journal of Production Economies, vol. 131*, 303-312.

Zhang, D., & Sharifi, H. (2000). A Methodology for Achieving Agility in Manufacturing Organizations. *International Journal of Operations & Production Management, April*, 496-512.

Zhang, D., & Sharifi, H. (2007). Towards theory building in agile manufacturing strategy: A taxonomical approach. *IEEE Transactions on Engineering Management, vol. 54, no. 2* , 351-370.

Zhang, Y., & Gershenson, K. (2003). An Initial Study of Direct Relationships between Lifecycle Modularity and Life-cycle Cost. *Concurrent Engineering: Research and Applications vol. 11, no. 2*.

Spis tabel

Tabela 1: Współczesne uwarunkowania rozwoju światowego przemysłu. 14
Tabela 2: Podział procesów wytwórczych. 48
Tabela 3: Cechy typów produkcji. 51
Tabela 4: Korzyści związane z wdrożeniem ESP. 66
Tabela 5: Analiza SWOT hipotetycznej organizacji wirtualnej. 74
Tabela 6: Definicje zwinności. 78
Tabela 7: Rodzaje okazji. 95
Tabela 8: Definicje zwinności systemu produkcyjnego. 101
Tabela 9: Charakterystyka przedsiębiorstw produkcji jednostkowej i małoseryjnej biorących udział w badaniu. 123
Tabela 10: Charakterystyka przedsiębiorstw produkcji seryjnej i masowej biorących udział w badaniu. 125
Tabela 11: Rodzaje podmiotów uczestniczących w WSP. 126
Tabela 12: W1 wyniki analizy danych, produkcja jednostkowa. 127
Tabela 13: Podstawowe dane statystyczne zmiennej 1O1. 129
Tabela 14: W1 wyniki analizy danych, produkcja seryjna. 131
Tabela 15: Tabela liczności W2, produkcja jednostkowa. 135
Tabela 16: Tabela liczności W2, produkcja seryjna. 135
Tabela 17: Podstawowe statystyki przesłanek dla realizacji produkcji w WSP. 136
Tabela 18: W5_1 wyniki analizy danych, produkcja jednostkowa. 142
Tabela 19: W5_1 wyniki analizy danych, produkcja seryjna. 143
Tabela 20: W5_2 wyniki analizy danych, produkcja jednostkowa. 144
Tabela 21: W5_2 wyniki analizy danych, produkcja seryjna. 144
Tabela 22: W5_3 wyniki analizy danych, produkcja jednostkowa. 146
Tabela 23: W5_4 wyniki analizy danych, produkcja jednostkowa. 147
Tabela 24: W5_4 wyniki analizy danych, produkcja seryjna. 148
Tabela 25: W5_5 wyniki analizy danych, produkcja jednostkowa. 149
Tabela 26: W5_5 wyniki analizy danych, produkcja seryjna. 151
Tabela 27: W5_6 wyniki analizy danych, produkcja jednostkowa. 152
Tabela 28: W5_6 wyniki analizy danych, produkcja seryjna. 153
Tabela 29: W5_7 wyniki analizy danych, produkcja jednostkowa. 154
Tabela 30: W5_7 wyniki analizy danych, produkcja seryjna. 155
Tabela 31: W5_8 wyniki analizy danych, produkcja jednostkowa. 156
Tabela 32: W5_8 wyniki analizy danych, produkcja seryjna. 157
Tabela 33: W5_9 wyniki analizy danych, produkcja jednostkowa. 158
Tabela 34: W5_10 wyniki analizy danych, produkcja jednostkowa. 158
Tabela 35: W5_10 wyniki analizy danych, produkcja seryjna. 160
Tabela 36: Podsumowanie wyników weryfikacji hipotez szczegółowych. 169
Tabela 37: Model cyklu życia WJP realizującej produkcję jednostkową i małoseryjną. 187
Tabela 38: Porównanie cech WJP realizujących produkcję jednostkową i małoseryjną z WJP realizującymi produkcję seryjną i masową. 189

Spis rysunków

Rysunek 1: Struktura alternatywnych teorii przedsiębiorstwa. Źródło: (Noga, 2011) 30
Rysunek 2: Hierarchia potrzeb wg. A. Maslowa. Źródło: (Griffin, 2017) 37
Rysunek 3: Model 7s. Źródło (McKinsey, 2003) 41
Rysunek 4: Proces produkcji (Pająk, 2009) 48
Rysunek 5: Przykładowa struktura technologiczna komórek produkcyjnych. 52
Rysunek 6: Przykładowa struktura przedmiotowa komórek produkcyjnych 52
Rysunek 7: Elementy elastycznych systemów produkcyjnych. Źródło: (Wichowska, 2014) 62
Rysunek 8: Model zintegrowany organizacji wirtualnej. Źródło: (Matusiak, 2015). 73
Rysunek 9: Model wdrażania zwinności. Źródło: (Zhang i Sharifi, 2000). 83
Rysunek 10: Metodologia rozwoju zwinności przedsiębiorstwa. Źródło: (Zhang i Sharifi, 2000). 84
Rysunek 11: Model oceny zwinności. Źródło: (Zhang i Sharifi, 2000). 85
Rysunek 12: Model analizy potrzeb przedsiębiorstwa w zakresie zwinności. Źródło: (Zhang i Sharifi, 2000). 85
Rysunek 13: Model analizy zwinności przedsiębiorstwa. Źródło: (Zhang i Sharifi, 2000). 86
Rysunek 14: Model zwinności i wydajności. Źródło: (Worley i Lawler III, 2010). 86
Rysunek 15: Model zwinnego przedsiębiorstwa opartego na wiedzy. Źródło: (Włodarkiewicz-Klimek, 2018). 88
Rysunek 16: Pasmo wykorzystanych okazji rynkowych - obserwacja w chwili t_1. Źródło: (Trzcieliński S. , 2011). 89
Rysunek 17: Dwa stożki paradygmatów strategii organizacji. Źródło: (Krupski, Niemczyk i Stańczyk-Hugiet, 2009). 92
Rysunek 18: Model relacji między sytuacją, celem i zasobami podmiotu działania. Źródło: (Trzcieliński S. , 2011) 97
Rysunek 19: Cykl życia okazji. Źródło: (Trzcieliński S. , 2011). 97
Rysunek 20: Rozwój systemów wytwarzania. Źródło: (Walczak, 2010). 99
Rysunek 21: Obszary stosowania koncepcji lean i agile. Źródło: (Motała, Pawłowski, Pawłowski i Trzcieliński, 2008) 104
Rysunek 22: Model zwinnego wytwarzania. Źródło: (Youssef, 1992) 105
Rysunek 23: Model zwinnego wytwarzania. Źródło: (Gunasekaran, 1999) 106
Rysunek 24: Model rozwoju zwinnego systemu produkcyjnego. Źródło: (Gunasekaran, 1999) 107
Rysunek 25: Koncepcja zwinnego wytwarzania. Źródłó: (Yusuf, Sarhadib i Gunasekaran, 1999) 108
Rysunek 26: Ogólny model budowy zwinności. Źródło: (Yusuf, Sarhadib i Gunasekaran, 1999) 109
Rysunek 27: Teoretyczny model wytwarzania zwinnego. Źródło: (Sharp, Irani i Desai, 1999) 110
Rysunek 28: Model projektowania i implementacji organizacji wirtualnej. Źródło: (Katzy, 1998). 115
Rysunek 29: Model cyklu życia organizacji wirtualnej. Źródło: (Strader, Lin i Shaw, 1998). 116
Rysunek 30: Model cyklu życia okazji. Źródło: (Trzcieliński S. , 2006) 117
Rysunek 31: Trójwymiarowy model organizacji wirtualnej. Źródło: (Scholz, 1998). 118
Rysunek 32: Wykres ramka-wąsy zmiennych W1/1O1, produkcja jednostkowa. 129
Rysunek 33: Wykres ramka-wąsy zmiennych W1/1O3, produkcja jednostkowa. 130
Rysunek 34: Wykres ramka-wąsy zmiennych W1/1O4, produkcja jednostkowa. 130
Rysunek 35: Wykres ramka-wąsy zmiennych W1/1O3, produkcja seryjna. 133
Rysunek 36: Wykres ramka-wąsy zmiennych W1/1Pr1, produkcja seryjna. 133
Rysunek 37: Wykres ramka-wąsy zmiennych W1/1Pro2, produkcja seryjna. 134
Rysunek 38: Wykres ramka-wąsy zmiennych W1/1Pro6, produkcja seryjna. 134
Rysunek 39: Wykres ramka-wąsy zmiennych W5_1/1O4, produkcja jednostkowa 143
Rysunek 40: Wykres ramka-wąsy zmiennych W5_2/1Pro6, produkcja seryjna. 146

Rysunek 41: Wykres ramka-wąsy zmiennych W5_5/1O4, produkcja jednostkowa. 150
Rysunek 42: Wykres ramka-wąsy zmiennych W5_6/1Pro6, produkcja seryjna.....154
Rysunek 43: Wykres ramka-wąsy zmiennych W5_7/1Pro4, produkcja jednostkowa.....155
Rysunek 44: Wykres ramka-wąsy zmiennych W5_10/1O4, produkcja jednostkowa. 159
Rysunek 45: Model struktury WJP. Źródło: opracowanie własne.....186
Rysunek 46: Model cyklu życia WJP realizującej produkcję seryjną i masową. Źródło: opracowanie własne.....188
Rysunek 47: Model transferu procesu lub technologii produkcji pomiędzy WJP i wewnętrzną JP. Źródło: opracowanie własne. 191

Spis równań

Równanie 1: Efekt synergii. 40
Równanie 2: Wzór na elastyczność marszrut technologicznych. 57
Równanie 3: Ogólna postać modelu optymalizacyjnego. Źródło: (Brzeziński, 2002). 64
Równanie 4: Suma zadań w modelu zamkniętym sieci masowej obsługi. Źródło: (Brzeziński, 2002)...64
Równanie 5:Bystrość przedsiębiorstwa. Źródło: (Trzcieliński S. , 2007). 90
Równanie 6: Elastyczność przedsiębiorstwa. Źródło: (Trzcieliński S. , 2007) 90
Równanie 7: Inteligencja przedsiębiorstwa. Źródło: (Trzcieliński S. , 2007) 91
Równanie 8: Spryt przedsiębiorstwa. Źródło: (Trzcieliński S. , 2007).....91
Równanie 9: Zwinność przedsiębiorstwa. Źródło: (Trzcieliński S. , 2007) 91

Wykaz załączników

1. Kwestionariusz wywiadu
2. Korelacja rang Spermana dla zmiennych dotyczących procesów produkcji jednostkowej
3. Korelacja rang Spermana dla zmiennych dotyczących procesów produkcji seryjnej

Załącznik 1. Kwestionariusz wywiadu.

DECORA S.A.

	METRYKA RESPONDENTA	
M1	**Stanowisko**	
	zarząd przedsiębiorstwa	4
	wyższa kadra kierownicza	3
	średnia kadra kierownicza	2
	niższa kadra kierownicza	1
M2	**Rok urodzenia**	1979
M3	**Staż w firmie [lata]**	7
M4	**Wykształcenie**	
	podstawowe	1
	zawodowe	2
	średnie	3
	wyższe	4
	METRYKA PRZEDSIĘBIORSTWA	
M5	**Dominujący przedmiot działalności**	produkcja elementów wykończenia wnętrz
M6	**Wielkość przychodów**	
	do 1 mln. PLN	1
	do 10 mln. PLN	2
	do 50 mln. PLN	3
	do 200 mln. PLN	4
	powyżej 200 mln. PLN	5
M7	**Zasięg rynku**	
	rynek krajowy	1
	rynek europeiski	2
	rynek globalny	3
M8	**Typ powiązań z kapitałem zagranicznym**	
	brak powiązań	1
	spółka stowarzyszona	2
	spółka zależna	3
	posiadająca zależne podmioty zagraniczne	4
M9	**Proszę określić dominujący rodzaj realizowanej produkcji**	
	ciągła	5
	masowa	4
	wielkoseryjna	3
	średnioseryjna	2
	małoseryjna	1
	jednostkowa	0
M10	**Czy przedsiębiorstwo realizuje bądź realizowało w przeszłości procesy produkcyjne poza własnym zakładem/zakładami**	
	tak	1
	nie	0
M11	**Czy istnieje wyspecjalizowana komórka organizacyjna realizująca procesy produkcji poza zakładem**	
	tak	1
	nie	0
P1	**Proszę wskazać zewnętrzne podmioty zaangażowane w procesy produkcji oraz źródło ich przewagi [każda unikatowa para jest nowym rekordem]**	

DECORA S.A.

przykładowe podmioty	przykładowe przewagi
jednostki naukowo-badawcze	niższe koszty pracy wynikające z lokalizacji
niezależni konsultanci	niższe koszty pracy wynikające z nieprzestrzegania przepisów prawa pracy, zabezpieczenia społecznego lub podatkowego
specjalistyczne firmy doradcze	pomoc publiczna wynikająca ze statusu zakładu pracy chronione lub podobnego
biura konstrukcyjne	możliwość wykorzystania innych form pomocy publicznej [np.. dotacje, ulgi, itp..]
użytkownik	unikalna wiedza
zewnętrzne przedsiębiorstwa produkcyjne	doświadczenie / optymalne procesy
samozatrudnieni	niższe standardy BHP lub ochrony środowiska
przedsiębiorstwa usługowe, serwisowe	niższe koszty wynikające z wielkości realizowanej produkcji
biuro techniczno-handlowe	kontakt/relacja z klientem
przedsiębiorstwa konkurencyjne	

jednostki naukowo-badawcze	unikatowa wiedza
niezależni konsultanci	unikatowa wiedza
zewnętrzne przedsiębiorstwa produkcyjne	niższe koszty pracy wynikające z nieprzestrzegania przepisów prawa pracy, zabezpieczenia społecznego lub podatkowego
zewnętrzne przedsiębiorstwa produkcyjne	niższe koszty wynikające z wielkości realizowanej produkcji
zewnętrzne przedsiębiorstwa produkcyjne	niższe standardy BHP lub ochrony środowiska
samozatrudnieni	niższe koszty pracy wynikające z nieprzestrzegania przepisów prawa pracy, zabezpieczenia społecznego lub podatkowego

inne, proszę wymienić:

P2

Proszę wymienić wyroby gotowe dla których chociaż jedna operacja technologiczna procesu produkcji realizaowana jest, lub niedawno jeszcze była (nie dawniej niż 2 lata temu), poza zakładem.	
1	Karnisze
2	Rolety
3	Akcesoria do listew przypodłogowych
4	Kleje
5	Listwy progowe
6	

Odpowiadając na poniższe pytania proszę brać pod uwagę okres w którym decydowano o realizacji procesu produkcji na zewnątrz zakładu

1O1

Pytania \ Produkty	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**
Proszę określić poziom zmienności zapotrzebowania na produkt 0-zapotrzebowanie stałe 5-zapotrzebowanie wysoce zmienne lub nieznane	3	5	4	1	2	

DECORA S.A.

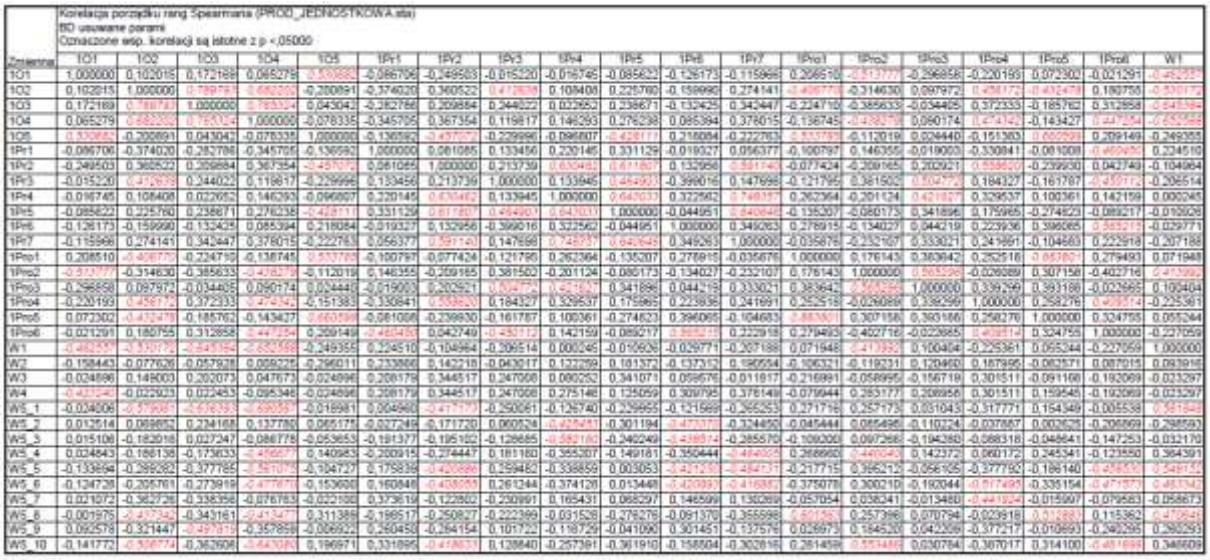
	OTOCZENIE						
1O2		Czy przyszły popyt na produkt można przewidzieć 0-absolutnie nie 5-z pewnością tak	1	0	1	3	2	
1O3		Jak ocenia Pan/Pani intensywność konkurencji na rynku tego wyrobu 0-brak konkurencji 5-wysoce intensywna konkurencja	5	5	0	5	5	
1O4		Jak ocenia Pan/Pani możliwość rekrutacji specjalistów z zakresu inżynierii produkcji rozważanego wyrobu (technolog, inżynier procesu, kierownik liniowy) 0-rekrutacja bardzo trudna 5-rekrutacja łatwa]	3	4	2	2	3	
1O5		Jak istotne było szybkie wdrożnie produktu przy podejmowaniu decyzji o realizacji procesu technologicznego przy udziale zewnętrznych partnerów 0-brak znaczenia 5-czynnik decydujący	4	5	5	0	5	
1Pr1	PROCES	Z perspektywy zakładu, jak ocenia Pani/Pan ilość operacji technologicznych w których produkowany jest rozważany wyrób 0-pojedyńcza operacja 5-bardzo duża liczba operacji	5	3	2	1	4	
1Pr2		Proszę wskazać wielkość produkcji rozważanego produktu 0-produkcja jednostkowa 1-produkcja mało seryjna 2-produkcja średnio seryjna 3-produkcja wielkoseryjna 4-produkcja masowa 5-produkcja ciągła	1	1	2	2	2	
1Pr3		Z perspektywy zakładu jak ocenia Pani/Pan wielkość nakładów inwestycyjnych niezbędnych do rozpoczęcia realizacji wszystkich operacji technologicznych wewnątrz zakładu 0-brak nakładów 5-bardzo wysokie nakłady	5	3	5	4	5	
1Pr4		W przypadku realizacji operacji technologicznych w ramach zakładu czy utworzone staowiska byłyby stabilnie obciążone pracą? 0-brak stabilności\bardzo wysoka zmienność obciążenia 5-stabilne obciążenie	0	3	4	0	4	
1Pr5		Jak ocenia Pani/Pan skalę realizacji procesu produkcyjnego rozważanego wyrobu 0-bardzo mała 5-bardzo duża	3	3	3	1	3	

DECORA S.A.

1Pr6		Jaki jest poziom posiadanej przez organizację wiedzy nt. realizowanych zewnętrznie operacji technologicznych 0-brak wiedzy 5-pełna wiedza	1	5	4	0	3	
1Pr7		Posiadamy przewagę ekonomiczną nad partnerami 0-zdecydowanie nie 5-zdecydowanie tak	5	5	5	0	2	
1Pro1	PRODUKT	Jak często wprowadzane są zmiany modelu wyrobu gotowego? 0-nie są wprowadzanie 1-nie częściej niż co 10 lat 2-nie częściej niż co 5 lat 3-nie częściej niż co rok 4-nie częściej niż co pół roku 5-częściej niż co pół roku	5	3	5	2	3	
1Pro2		Do jakiej grupy zakwalifikuje Pani/Pan produkt pod względem jego zaawansowania technicznego 0-bardzo niskie zaawansowanie techniczne 5-bardzo wysokie zaawansowanie techniczne	0	0	3	0	3	
1Pro3		Poziom wymagań jakościowych dotyczących wyrobu ocenia Pani/Pan jako 0-bardzo niski 5-bardzo wysoki	4	4	4	3	5	
1Pro4		Czy rozważany produkt jest wyrobem komplementarnym do któregoś z Państwa głównych produktów? [TAK/NIE]	NIE	NIE	TAK	TAK	NIE	
1Pro5		Czy produkt poddawany jest indywidualizacji? 0-brak indywidualizacji 5-wysoki stopień indywidualizacji	0	5	0	0	0	
1Pro6		Na jakim etapie cyklu życia produktu zdecydowali Państwo o realizacji jego produkcji w ramach zewnętrznych jednostek? 0-badania i rozwój 1-wprowadzenie na rynek 2-wzrost produkcji 3-stabilizacja produkcji 4-spadek produkcji	0	0	1	0	0	
W1		**Jaki jest poziom zaawansowania technologicznego operacji realizowanych w ramach zewnętrznych jednostek** **0-bardzo niski** **5-bardzo wysoki**	4	3	3	1	2	

W2	Procesy produkcyjne realizujemy we współpracy z podmiotami zlokalizowanymi: 0-w najbliższym sąsiedctwie (do 1km) 1-w odległości do 10km 2-w odległości do 100km 3-na terenie Polski 4-na terenie Europy 5-na świecie	1	0	1	3	5	
W3	Czy przedsiębiorstwo posiada wydzieloną jednostkę organizacyjną nazdorującą realizację produkcji w ramach współpracy [TAK/NIE]	TAK	TAK	TAK	TAK	TAK	
W4	Czy podmioty współpracujące korzystają ze wspólnej platformy elektronicznej wymiany danych [TAK/NIE]	TAK	TAK	TAK	TAK	TAK	
	Proszę ocenić czy poszczególne stwierdzenia są prawdziwe w odniesieniu do rozważanego procesu. Realizujemy proces produkcji z udziałem zewnętrznych partnerów gdyż dzięki temu: 0-zdecydowanie nie 5-zdecydowanie tak						
W5_1	szybciej wprowadzamy nowe lub zmodernizowane wyroby na rynek	5	0	0	5	0	
W5_2	szybciej reagujemy na zmiany popytu	5	5	2	5	0	
W5_3	zmienny popyt mniej wpływa na koszty produkcji	5	5	5	5	3	
W5_4	nie ryzykujemy nieudanych inwestycji w rozbudowę własnej produkcji	3	4	4	5	4	
W5_5	oferujemy nowocześniejsze, bardziej innowacyjne produkty	5	0	0	5	3	
W5_6	poszerzamy ofertę	5	0	0	5	5	
W5_7	Zwalniamy własne zasoby do realizacji innych zadań	5	5	5	5	5	
W5_8	Realizujemy produkcję pomimo ograniczonych zasobów	5	5	5	5	5	
W5_9	Zmniejszamy koszty produkcji	5	5	5	0	0	
W5_10	zdobywamy wiedzę nt. procesu produkcyjnego 0-zdecydowanie nie 5-zdecydowanie tak	5	2	5	0	5	

Załącznik 2. Korelacja rang Spermana dla zmiennych dotyczących procesów produkcji jednostkowej



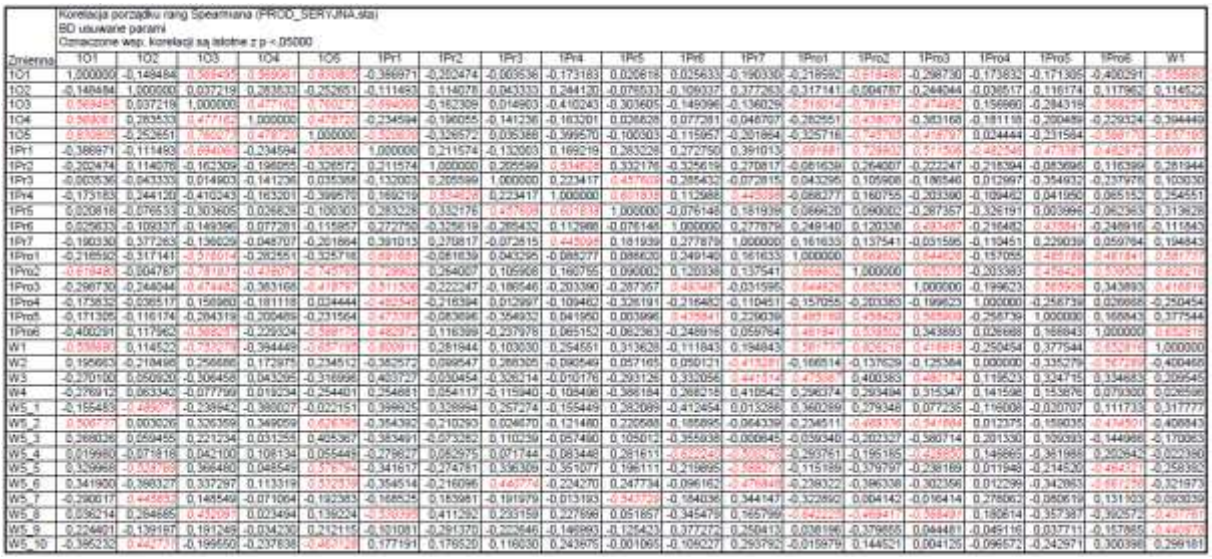
Korelacja porządku rang Spearmana (PROD_JEDNOSTKOWA.sta)
BD usuwane parami
Oznaczone wsp. korelacji są istotne z p <,05000

Zmienna	1O1	1O2	1O3	1O4	1O5	1Pr1	1Pr2	1Pr3	1Pr4	1Pr5	1Pr6	1Pr7	1Pro1	1Pro2	1Pro3	1Pro4	1Pro5	1Pro6	W1
1O1	1,000000	0,102015	0,172188	0,065279	-0,296011	-0,096706	-0,249503	-0,015220	-0,016745	-0,085622	-0,126173	-0,115966	0,206510	-0,313777	-0,298858	-0,220195	0,072302	-0,021291	-0,452351
1O2	0,102015	1,000000	0,149003	-0,579061	-0,069852	-0,374020	0,360522	0,417639	0,106408	0,225780	-0,159990	0,274141	-0,406771	-0,314630	0,097972	0,456172	-0,432478	0,180755	-0,530172
1O3	0,172188	0,149003	1,000000	-0,636393	-0,234168	-0,027247	0,359884	0,244522	0,022652	0,238671	-0,132435	0,342447	-0,224710	-0,385633	-0,034405	0,372333	-0,185762	0,312858	-0,643894
1O4	0,065279	-0,579061	-0,636393	1,000000	-0,278335	-0,345705	0,367354	0,119817	0,148293	0,276298	0,085394	0,376015	-0,136745	-0,438278	0,080174	0,474141	-0,143427	0,447554	-0,652588
1O5	-0,296011	-0,069852	-0,234168	-0,278335	1,000000	-0,130592	-0,457057	-0,229996	-0,096807	-0,428117	0,216084	-0,222763	0,511781	-0,120219	0,026440	-0,151303	0,665293	0,209149	-0,249355
1Pr1	-0,096706	-0,374020	-0,282788	-0,345705	-0,130592	1,000000	0,081085	0,133456	0,220145	0,331129	-0,019027	0,056377	-0,100797	0,146355	-0,018003	-0,330841	-0,081008	-0,460450	0,224510
1Pr2	-0,249503	0,360522	0,359884	0,367354	-0,457057	0,081085	1,000000	0,213739	0,630483	0,611867	0,132956	0,591140	-0,077424	-0,269165	0,202921	0,558520	-0,239930	0,042749	-0,104964
1Pr3	-0,015220	0,417639	0,244022	0,119817	-0,229996	0,133456	0,213739	1,000000	0,133945	0,454903	-0,399016	0,147698	-0,121795	0,381502	0,632750	0,184327	-0,161787	-0,459172	-0,206514
1Pr4	-0,016745	0,106408	0,022652	0,148293	-0,096807	0,220145	0,630483	0,133945	1,000000	0,640931	0,322562	0,748157	0,262364	-0,201134	0,421837	0,329537	0,100361	0,142159	0,000245
1Pr5	-0,085622	0,225780	0,238671	0,276298	-0,428117	0,331129	0,611867	0,454903	0,640931	1,000000	-0,044951	0,840846	-0,135207	-0,080173	0,341896	0,175965	-0,274823	-0,089217	-0,010626
1Pr6	-0,126173	-0,159990	-0,132435	0,085394	0,216084	-0,019027	0,132956	-0,399016	0,322562	-0,044951	1,000000	0,349263	0,276915	-0,134027	0,044219	0,223936	0,396065	-0,183215	-0,029771
1Pr7	-0,115966	0,274141	0,342447	0,376015	-0,222763	0,056377	0,591140	0,147698	0,748157	0,840846	0,349263	1,000000	-0,035876	-0,233107	0,333021	0,241991	-0,104863	0,222918	-0,207188
1Pro1	0,206510	-0,406771	-0,224710	-0,136745	0,511781	-0,100797	-0,077424	-0,121795	0,262364	-0,135207	0,276915	-0,035876	1,000000	0,176143	0,383942	0,252516	-0,663801	0,279493	0,071948
1Pro2	-0,313777	-0,314630	-0,385633	-0,438278	-0,120219	0,146355	-0,269165	0,381502	-0,201124	-0,080173	-0,134027	-0,232107	0,176143	1,000000	0,563596	-0,026089	0,307158	-0,402716	-0,413992
1Pro3	-0,298858	0,097972	-0,034405	0,080174	0,026440	-0,018003	0,202921	0,632750	0,421837	0,341896	0,044219	0,333021	0,383942	0,563596	1,000000	0,391299	0,393186	-0,022665	0,109404
1Pro4	-0,220193	0,456172	0,372333	0,474141	-0,151303	-0,330841	0,558520	0,184327	0,329537	0,175965	0,223936	0,241991	0,252516	-0,026089	0,391299	1,000000	0,258276	0,499514	-0,225361
1Pro5	0,072302	-0,432478	-0,185762	-0,143427	0,665293	-0,081008	-0,239930	-0,161787	0,100361	-0,274823	0,396065	-0,104863	0,663801	0,307158	0,393186	0,258276	1,000000	0,324755	0,055244
1Pro6	-0,021291	0,180755	0,312858	0,447554	0,209149	-0,460450	0,042749	-0,459172	0,142159	-0,089217	0,183215	0,222918	0,279493	-0,402716	-0,022665	0,499514	0,324755	1,000000	-0,227059
W1	-0,452351	-0,530172	-0,643894	-0,652588	-0,249355	0,224510	-0,104964	-0,206514	0,000245	-0,010626	-0,029771	-0,207188	0,071948	-0,413992	0,109404	-0,225361	0,055244	-0,227059	1,000000
W2	-0,158443	-0,077626	-0,057928	0,009225	-0,296011	0,233866	0,142218	-0,043017	0,122259	0,181372	-0,137312	0,190554	-0,106321	-0,119231	0,120460	0,187995	-0,082571	0,087015	0,093916
W3	-0,024896	0,149003	0,202073	0,047673	-0,024896	0,208179	0,344517	0,247008	0,080252	0,341071	0,059576	-0,011817	-0,216991	-0,058995	-0,156719	0,301511	-0,091168	-0,192069	-0,023297
W4	-0,022923	-0,022923	0,022453	-0,095346	-0,024896	0,208179	0,344517	0,247008	0,275148	0,125059	0,309795	0,378149	-0,079944	0,283177	0,208958	0,301511	0,159545	-0,192069	-0,023297
W5_1	-0,024006	-0,579061	-0,636393	-0,690587	-0,018981	0,004960	-0,477173	-0,250061	-0,126740	-0,229955	-0,121569	-0,265253	-0,045444	0,257173	0,031043	-0,317771	0,154349	-0,005538	0,581848
W5_2	0,012514	0,069852	0,234168	0,137780	0,065175	-0,027249	-0,171720	0,060524	-0,425453	-0,301194	-0,473370	-0,324450	-0,045444	0,055496	-0,110224	-0,037887	0,002625	-0,206869	-0,298593
W5_3	0,015106	-0,182016	0,027247	-0,086778	-0,053653	-0,191377	-0,195102	-0,128685	-0,582160	-0,240249	-0,438514	-0,285570	-0,109200	0,097266	-0,194280	-0,088318	-0,048641	-0,147253	-0,032170
W5_4	0,024843	-0,186138	-0,179633	-0,466677	0,140983	-0,260915	-0,274447	0,181160	-0,355207	-0,149181	-0,350444	-0,464005	0,268660	-0,440040	0,142372	0,060172	0,345341	-0,123550	0,364391
W5_5	-0,133694	-0,289282	-0,377785	-0,561075	-0,104727	0,175839	-0,420886	0,259482	-0,338859	0,003053	-0,421230	-0,484131	-0,217715	0,396212	-0,056105	-0,377792	-0,186140	-0,459530	0,549152
W5_6	-0,124728	-0,205761	-0,273919	-0,477671	-0,153600	0,160846	-0,408055	0,261244	-0,374128	0,013448	-0,420893	-0,416882	-0,375078	0,300210	-0,192044	-0,517495	-0,335154	-0,471573	0,463342
W5_7	0,021072	-0,362726	-0,338356	-0,076763	-0,022100	0,373619	-0,122802	-0,230991	0,165431	0,068297	0,146599	0,130269	-0,057054	0,038241	-0,013480	-0,441924	-0,015997	-0,079583	-0,058673
W5_8	-0,001975	-0,437342	-0,343161	-0,413477	0,311389	-0,186517	-0,250827	-0,222399	-0,031528	-0,276276	-0,091370	-0,355598	-0,601563	0,257396	0,070794	-0,023918	0,512883	0,115362	-0,470646
W5_9	0,092578	-0,321447	-0,497819	-0,357859	-0,006922	0,260450	-0,284154	0,101722	-0,118729	-0,041090	0,301451	-0,137576	0,028973	0,184520	0,042209	-0,377217	-0,010693	0,314100	-0,260293
W5_10	-0,141772	-0,508774	-0,362606	-0,643080	0,196971	0,331895	-0,418633	0,128840	-0,257391	-0,361910	-0,158504	-0,302816	0,281459	-0,553486	0,030784	-0,387017	0,314100	-0,461699	0,346609

Korelacja porządku rang Spearmana (PROD_JEDNOSTKOWA.sta)
BD usuwane parami
Oznaczone wsp. korelacji są istotne z p <,05000

Zmienna	W2	W3	W4	W5_1	W5_2	W5_3	W5_4	W5_5	W5_6	W5_7	W5_8	W5_9	W5_10
1O1	-0,158443	-0,024896	-0,022923	-0,024006	0,012514	0,015106	0,024843	-0,133694	-0,124728	0,021072	-0,001975	0,092578	-0,141772
1O2	-0,077626	0,149003	-0,022923	-0,579061	0,069852	-0,182016	-0,186138	-0,289282	-0,205761	-0,362726	-0,437342	-0,321447	-0,508774
1O3	-0,057928	0,202073	0,022453	-0,636393	0,234168	0,027247	-0,173633	-0,377785	-0,273919	-0,338356	-0,343161	-0,497819	-0,362606
1O4	0,009225	0,047673	-0,095346	-0,690587	0,137780	-0,086778	-0,456677	-0,561075	-0,477670	-0,076763	-0,413477	-0,357859	-0,643080
1O5	-0,296011	-0,024896	-0,024896	-0,018981	0,065175	-0,053653	0,140983	-0,104727	-0,153600	-0,022100	0,311389	-0,006922	0,196971
1Pr1	0,233866	0,208179	0,208179	0,004960	-0,027249	-0,191377	-0,200915	0,175839	0,160848	0,373619	-0,186517	0,260450	0,331895
1Pr2	0,142218	0,344517	0,344517	-0,417173	-0,171720	-0,195102	-0,274447	-0,420886	-0,408055	-0,122802	-0,250827	-0,284154	-0,418633
1Pr3	-0,043017	0,247008	0,247008	-0,250081	0,060524	-0,128685	0,181160	0,259482	0,261244	-0,230991	-0,222399	0,101722	0,128840
1Pr4	0,122259	0,080252	0,275148	-0,126740	-0,425453	-0,582160	-0,355207	-0,338859	-0,374128	0,165431	-0,031528	-0,118729	-0,257391
1Pr5	0,181372	0,341071	0,125059	-0,229955	-0,301194	-0,240249	-0,149181	0,003053	0,013448	0,068297	-0,276276	-0,041090	-0,361910
1Pr6	-0,137312	0,059576	0,309795	-0,121569	-0,473370	-0,438514	-0,350444	-0,421230	-0,420893	0,146599	-0,091370	0,301451	-0,158504
1Pr7	0,190554	-0,011817	0,378149	-0,265253	-0,324450	-0,285570	-0,464005	-0,484131	-0,416882	0,130269	-0,355598	-0,137576	-0,302816
1Pro1	-0,106321	-0,216991	-0,079944	0,271716	-0,045444	-0,109200	0,268660	-0,217715	-0,375078	-0,057054	0,601563	0,028973	0,281459
1Pro2	-0,119231	-0,058995	0,283177	0,257173	0,085498	0,097266	0,440040	0,395212	0,300210	0,038241	0,257398	0,184520	0,553486
1Pro3	0,120460	-0,156719	0,208958	0,031043	-0,110224	-0,194280	0,142372	-0,056105	-0,192044	-0,013480	0,070794	0,042209	0,030784
1Pro4	0,187995	0,301511	0,301511	-0,317771	-0,037887	-0,088318	0,060172	-0,377792	-0,517495	-0,441924	-0,023918	-0,377217	-0,387017
1Pro5	-0,082571	-0,091168	0,159545	0,154349	0,002625	-0,048641	0,245341	-0,186140	-0,335154	-0,015997	0,512883	-0,010693	0,314100
1Pro6	0,087015	-0,192069	-0,192069	-0,005538	-0,206869	-0,147253	-0,123550	-0,459530	-0,471573	-0,079583	0,115362	-0,240295	-0,461699
W1	0,093916	-0,023297	-0,023297	0,581848	-0,298593	-0,032170	0,364391	0,549152	0,463342	-0,058673	0,470646	0,260293	0,346609
W2	1,000000	-0,152457	0,035182	0,270865	-0,039297	0,306712	0,019601	-0,085280	-0,261667	-0,035346	-0,286846	-0,079474	-0,166680
W3	-0,152457	1,000000	0,454545	-0,464788	-0,068540	-0,102711	0,190498	0,244090	0,227720	-0,360325	-0,158656	-0,113735	-0,165488
W4	0,035182	0,454545	1,000000	-0,379169	-0,068540	-0,102711	-0,163284	-0,122045	-0,113860	-0,090081	-0,245195	-0,113735	0,229137
W5_1	0,270865	-0,464788	-0,379169	1,000000	-0,209279	0,224690	0,500707	0,462508	0,320284	0,058832	0,551442	0,306047	0,329984
W5_2	-0,039297	-0,068540	-0,068540	-0,209279	1,000000	0,330067	0,023652	-0,058276	-0,014307	0,039382	-0,140157	-0,510128	0,157559
W5_3	0,306712	-0,102711	-0,102711	0,224690	0,330067	1,000000	0,300354	0,038303	0,012176	-0,100598	0,064881	-0,184026	0,021574
W5_4	0,019601	0,190498	-0,163284	0,500707	0,023652	0,300354	1,000000	0,581815	0,392288	-0,562638	0,496171	0,009930	0,301365
W5_5	-0,085280	0,244090	-0,122045	0,462508	-0,058276	0,038303	0,581815	1,000000	0,935823	-0,152679	0,305938	0,305378	0,351479
W5_6	-0,261667	0,227720	-0,113860	0,320284	-0,014307	0,012176	0,392288	0,935823	1,000000	-0,069992	0,243872	0,284898	0,348102
W5_7	-0,035346	-0,360325	-0,090081	0,058832	0,039382	-0,100598	-0,562638	-0,152679	-0,069992	1,000000	-0,151256	0,087655	-0,076472
W5_8	-0,286846	-0,158656	-0,245195	0,551442	-0,140157	0,064881	0,496171	0,305938	0,243872	-0,151256	1,000000	-0,048621	0,384408
W5_9	-0,079474	-0,113735	-0,113735	0,306047	-0,510128	-0,184026	0,009930	0,305378	0,284898	0,087655	-0,048621	1,000000	0,286670
W5_10	-0,166680	-0,165488	0,229137	0,329984	0,157559	0,021574	0,301365	0,351479	0,348102	-0,076472	0,384408	0,286670	1,000000

Załącznik 3. Korelacja rang Spermana dla zmiennych dotyczących produkcji seryjnej



Korelacja porządku rang Spearmana (PROD_SERYJNA.sta)
BD usuwane parami
Oznaczone wsp. korelacji są istotne z p <,05000

Zmienna	W2	W3	W4	W5_1	W5_2	W5_3	W5_4	W5_5	W5_6	W5_7	W5_8	W5_9	W5_10
1O1	0,195663	-0,270100	-0,276912	-0,155483	*0,506737*	0,268026	0,019980	0,329968	0,341900	-0,290017	0,036214	0,224401	-0,395232
1O2	-0,218498	0,050920	0,063342	*-0,489073*	0,003026	0,059455	-0,071818	*-0,528769*	-0,398327	*0,445852*	0,284685	-0,139197	*0,442731*
1O3	0,256686	-0,306458	-0,077799	-0,238942	0,326359	0,221234	0,042100	0,366480	0,337297	0,148549	*0,452091*	0,191249	-0,199550
1O4	0,172975	0,043295	0,019234	-0,380027	0,349059	0,031255	0,108134	0,048549	0,113319	-0,071064	0,023494	-0,034230	-0,237838
1O5	0,234512	-0,316996	-0,254401	-0,022151	*0,626395*	0,405367	0,055449	*0,576794*	*0,532539*	-0,192383	0,139224	0,212115	*-0,463128*
1Pr1	-0,382572	0,403727	0,254881	0,399925	-0,354392	-0,383491	-0,279827	-0,341617	-0,354514	-0,168525	*-0,530395*	-0,101081	0,177191
1Pr2	0,099547	-0,030454	0,054117	0,328994	-0,210293	-0,073282	0,082975	-0,274781	-0,216096	0,183981	0,411292	-0,291370	0,176520
1Pr3	0,288305	-0,326214	-0,115940	0,257274	0,024670	0,110239	0,071744	0,336309	*0,440774*	-0,191979	0,233159	-0,222646	0,116030
1Pr4	-0,090549	-0,010176	-0,108498	-0,155449	-0,121480	-0,057490	-0,083448	-0,351077	-0,224270	-0,013193	0,227898	-0,146993	0,243975
1Pr5	0,057165	-0,293126	-0,386184	0,282089	0,220588	0,105012	0,281611	0,196111	0,247734	*-0,543729*	0,051857	-0,125423	-0,001065
1Pr6	0,050121	0,332056	0,268218	-0,412454	-0,185895	-0,355938	*-0,622240*	-0,219895	-0,096162	-0,184036	-0,345479	0,377272	-0,109227
1Pr7	*-0,415281*	*0,441514*	0,410542	0,013288	-0,064339	-0,000645	*-0,500276*	*-0,588273*	*-0,476848*	0,344147	0,165799	0,250413	0,293792
1Pro1	-0,166514	*0,475067*	0,296374	0,360289	-0,234511	-0,039340	-0,293761	-0,115189	-0,239322	-0,322892	*-0,642225*	0,038196	-0,015979
1Pro2	-0,137629	0,400383	0,293494	0,279348	*-0,489336*	-0,202327	-0,195185	-0,379797	-0,396338	0,004142	*-0,469417*	-0,379855	0,144521
1Pro3	-0,125384	*0,480174*	0,315347	0,077235	*-0,541884*	-0,380714	*-0,428850*	-0,238189	-0,302356	-0,016414	*-0,568491*	0,044481	0,004125
1Pro4	0,000000	0,119523	0,141598	-0,116008	0,012375	0,201330	0,146865	0,011948	0,012299	0,278062	0,180814	-0,049116	-0,096572
1Pro5	-0,335279	0,324715	0,153876	-0,020707	-0,159035	0,109393	-0,361988	-0,214520	-0,342863	-0,080619	-0,357387	0,037711	-0,242971
1Pro6	*-0,567269*	0,334683	0,079300	0,111733	*-0,434501*	-0,144966	0,202642	*-0,464321*	*-0,661256*	0,131103	-0,392572	-0,157865	0,300398
W1	-0,400468	0,209545	0,026598	0,317777	-0,408843	-0,170063	-0,022390	-0,258392	-0,321973	-0,093039	*-0,437761*	*-0,440978*	0,299181
W2	1,000000	-0,228731	-0,026509	-0,064069	0,102337	0,106752	0,091914	0,402754	*0,577712*	-0,283392	0,078820	-0,210553	-0,249702
W3	-0,228731	1,000000	*0,844097*	0,086275	-0,372728	-0,252667	-0,399346	*-0,509823*	*-0,463070*	*0,433563*	-0,226920	0,030820	0,030299
W4	-0,026509	*0,844097*	1,000000	0,114986	*-0,441570*	-0,299334	*-0,473105*	*-0,461872*	-0,283442	*0,563752*	0,011201	0,027385	0,116660
W5_1	-0,064069	0,086275	0,114986	1,000000	0,090005	-0,015571	0,164490	0,225831	0,143304	-0,102340	0,004965	-0,017052	-0,103994
W5_2	0,102337	-0,372728	*-0,441570*	0,090005	1,000000	*0,637590*	0,209913	0,392308	0,274046	-0,393577	0,052777	0,334916	*-0,549119*
W5_3	0,106752	-0,252667	-0,299334	-0,015571	*0,637590*	1,000000	0,236546	0,273288	0,129518	-0,190848	0,045504	0,069328	-0,408299
W5_4	0,091914	-0,399346	*-0,473105*	0,164490	0,209913	0,236546	1,000000	0,326042	0,194615	-0,168636	0,186223	-0,281560	-0,012140
W5_5	0,402754	*-0,509823*	*-0,461872*	0,225831	0,392308	0,273288	0,326042	1,000000	*0,872416*	*-0,547395*	-0,064436	-0,022504	-0,382427
W5_6	*0,577712*	*-0,463070*	-0,283442	0,143304	0,274046	0,129518	0,194615	*0,872416*	1,000000	*-0,423540*	0,107618	-0,145064	-0,199005
W5_7	-0,283392	*0,433563*	*0,563752*	-0,102340	-0,393577	-0,190848	-0,168636	*-0,547395*	*-0,423540*	1,000000	*0,521306*	-0,168342	*0,438258*
W5_8	0,078820	-0,226920	0,011201	0,004965	0,052777	0,045504	0,186223	-0,064436	0,107618	*0,521306*	1,000000	-0,045611	0,333478
W5_9	-0,210553	0,030820	0,027385	-0,017052	0,334916	0,069328	-0,281560	-0,022504	-0,145064	-0,168342	-0,045611	1,000000	-0,240901
W5_10	-0,249702	0,030299	0,116660	-0,103994	*-0,549119*	-0,408299	-0,012140	-0,382427	-0,199005	*0,438258*	0,333478	-0,240901	1,000000