

POLITECHNIKA OPOLSKA

WYDZIAŁ INŻYNIERII PRODUKCJI I LOGISTYKI



STRESZCZENIE ROZPRAWY DOKTORSKIEJ

**Badanie produktywności w przedsiębiorstwach
produkcyjnych ze szczególnym uwzględnieniem
procesów logistycznych**

mgr inż. Michaela Rostek

Promotor:

Prof. dr hab. inż. Ryszard Knosala

OPOLE 2019

SPIS TREŚCI

1.	STRESZCZENIE	3
2.	WSTĘP.....	4
3.	TEZA, CELE I ZAKRES PRACY.....	4
3.1.	TEZA I CELE PRACY	5
3.2.	METODY BADAWCZE	6
3.3.	ZAKRES PRACY	8
4.	AUTORSKA METODA BADANIA PRODUKTYWNOŚCI ZE SZCZEGÓLNYM UWZGLĘDNIENIEM PROCESÓW LOGISTYCZNYCH.....	9
4.1.	ZAŁOŻENIA METODY.....	9
4.2.	OPIS METODY BADANIA PRODUKTYWNOŚCI PRZEDSIĘBIORSTWA	9
4.3.	OGRANICZENIA STOSOWANIA METODY	15
5.	WERYFIKACJA METODY.....	16
5.1.	PRZYKŁAD PIERWSZY – ŚREDNIE PRZEDSIĘBIORSTWO Z BRANŻY SPOŻYWCZEJ	16
5.2.	PRZYKŁAD DRUGI – DUŻE PRZEDSIĘBIORSTWO Z BRANŻY ENERGETYCZNEJ	19
5.3.	PRZYKŁAD TRZECI – DRUGIE BADANIE PRODUKTYWNOŚCI W DUŻYM PRZEDSIĘBIORSTWIE Z BRANŻY ENERGETYCZNEJ.....	20
5.4.	PRZYKŁAD CZWARTY – ŚREDNIE PRZEDSIĘBIORSTWO Z BRANŻY MOTORYZACYJNEJ	23
6.	WNIOSKI Z BADAŃ	27
	LITERATURA	29

1. STRESZCZENIE

Słowa kluczowe: dystrybucja, logistyka zwrotna, magazynowanie, procesy logistyczne, produkcja, produktywność, transport, zaopatrzenie.

Zmiany w gospodarce światowej i krajowej sprawiają, że obecnie wzrasta znaczenie zarządzania produkcją i logistyką. Zarówno produktywność, jak i procesy logistyczne w przedsiębiorstwie produkcyjnym są to elementy, które powinny być analizowane i usprawniane. Badając produktywność, należy mieć na uwadze wpływ procesów logistycznych na wynik wyznaczanych wskaźników. Natomiast analizując poszczególne procesy logistyczne w przedsiębiorstwie produkcyjnym, warto skupić się na ich możliwości wpływu na wynik wskaźników produktywności w przedsiębiorstwie. Dlatego podjęto próbę badania produktywności przedsiębiorstwa w aspekcie realizowanych procesów logistycznych. W literaturze produktywność dzieli się ze względu na pracę i kapitał, a także materiały oraz energię. Brakuje natomiast, szczególnego zwrócenia uwagi na logistykę w przedsiębiorstwie oraz prób wskazania jej wpływu na produktywność przedsiębiorstw.

Celem pracy jest prezentacja wyników badań związanych z badaniem produktywności przedsiębiorstwa produkcyjnego ze szczególnym uwzględnieniem procesów logistycznych. Przedstawiono oraz zweryfikowano zaproponowaną autorską metodę badania produktywności w trzech przedsiębiorstwach. W metodzie tej wskaźniki częściowe produktywności odnoszą się do efektywności wykorzystania poszczególnych procesów logistycznych, jako zasobów wejściowych w przedsiębiorstwach produkcyjnych. Zauważono, że procesy logistyczne mają związek z produktywnością. Zmiany w procesach logistycznych przedsiębiorstwa powodowały zmiany wskaźnika produktywności.

Zaproponowany ogólny model badania produktywności został opracowany ze szczególnym uwzględnieniem obszarów logistycznych w przedsiębiorstwie. W przedstawionym modelu można wyróżnić 5 etapów:

- 1) wyodrębnienie procesów,
- 2) przygotowanie danych do analizy,
- 3) analiza i ocena produktywności,
- 4) opracowanie programu poprawy,
- 5) kontrola.

ABSTRACT

Productivity evaluation in manufacturing companies taking into account logistical processes

Keywords: distribution, logistics processes, production, productivity, reverse logistics, supply, transport, warehousing.

Changes in the global and domestic economy cause logistics and production management to be of more and more importance at the moment. Both productivity and logistics processes in a manufacturing enterprise are elements which should be analyzed and improved. When examining productivity, the impact of logistical processes on the performance of the indicators should be taken into account. On the other hand, when analyzing individual logistical processes in a manufacturing enterprise, it is worth to focus on their ability to impact the performance indicators of the enterprise. This is why an attempt was made to examine the productivity of an enterprise in terms of logistics processes. In literature, productivity is divided due to labor and capital, as well as materials and energy. There is no significant focus on logistics in an enterprise and attempts to indicate its impact on the productivity of an enterprise. The objective of productivity is to maximize output and minimize input.

The aim of the dissertation is to present the results of research related to the assessment of the productivity of a manufacturing enterprise taking into account logistic processes. Presentation and verification of the method for assessing productivity in three manufacturing enterprises was carried out. In this method, the partial indicators of productivity regard the efficiency of the use of individual logistic processes as inputs in manufacturing companies. The results have been presented in the article along with the conclusions. It was observed that logistical processes have a relation to productivity. Changes in the company's logistics processes caused changes in the productivity index.

The proposed general model for researching productivity was developed with significant focus on logistic areas in an enterprise. In the presented model, 5 stages can be distinguished:

- 1) extracting processes,
- 2) preparing data for analysis,
- 3) analysis and assessment of productivity,
- 4) developing a productivity improvement program,
- 5) control.

2. WSTĘP

Wzrost produktywności jest postrzegany we współczesnym świecie jako jedno z najważniejszych źródeł wzrostu ekonomicznego, postępu społecznego i poprawy poziomu życia społeczeństwa. Takie podejście spowodowało, że wzrost produktywności stał się w wielu krajach ogólnonarodowym celem realizowanym na masową skalę we wszystkich przedsiębiorstwach, niezależnie od rodzaju produkowanych wyrobów czy świadczonych usług [24, 26]. Produktywność jest istotna dla przedsiębiorstw, ponieważ pozwala ocenić stan rozwoju przedsiębiorstwa, zwracając uwagę na wykorzystane zasoby w procesie produkcji. Dzięki analizie produktywności możliwa jest ocena wpływu zużycia poszczególnych zasobów wejściowych. Dąży się do zwiększania produktywności, tak samo jak innych kategorii ekonomicznych: wydajności, skuteczności i rentowności. W literaturze [4, 14, 17, 18, 19, 21, 22, 34] wymienionych jest wiele wskaźników produktywności, jednak zdawkowo potraktowany jest wpływ logistyki i jej elementów na produktywność. Logistyka jest jednym z elementów w przedsiębiorstwie produkcyjnym, który ma wpływ na produktywność. Do tej pory wskazywano ją jako jeden z aspektów, poprzez który można wpływać na produktywność. Wynika to z faktu, że system logistyczny przedsiębiorstwa wymaga zaangażowania kapitału związanego z infrastrukturą oraz związane jest z utrzymywanymi zapasami w przedsiębiorstwach [2, 6].

W badaniu produktywności przedsiębiorstw głównie skupia się na ocenie produktywności ze względu na wejścia do procesu produkcyjnego, tj. kapitał, praca, energia, materiał. Jednakże coraz większe znaczenie mają procesy logistyczne w przedsiębiorstwach produkcyjnych. W literaturze można znaleźć wskaźniki produktywności dedykowane procesom logistycznym. Brakuje jednak miernika produktywności, który kompleksowo pozwoli ocenić logistykę przedsiębiorstwa w zakresie analizy produktywności. Dlatego podjęto próbę opracowania metody badania produktywności przedsiębiorstwa w aspekcie realizowanych procesów logistycznych.

3. TEZA, CELE I ZAKRES PRACY

Problemem badawczym jest zidentyfikowanie oraz ocena wpływu poszczególnych procesów logistycznych na produktywność przedsiębiorstwa produkcyjnego. Wewnątrz systemu realizowane są różne procesy transformujące wejścia w wyjścia. Zarówno wejścia, jak

i wyjścia pozwalają określić produktywność oraz bezpośrednio wpływają na nią poprzez ilości zużywanych/wykorzystywanych zasobów wejściowych i ilości wyprodukowanych dóbr [8, 17, 20, 23, 25, 32]. Każde działanie realizowane w procesie powinno zwiększać wartość wejścia, czyli generować pewną wartość dodaną. Działania, które nie wnoszą nowych wartości, nie wzbogacają produktu, to działania pozorne i powinny być eliminowane z procesu. Wewnątrz organizacji wyjście jednego procesu stanowi wejście dla innego procesu.

Podczas prowadzenia badań wstępnych zauważono, że niewielkie zmiany w procesach logistycznych mogą przynosić wiele korzyści dla przedsiębiorstwa, dlatego warto zbadać występowanie wpływu procesów logistycznych na produktywność. Stąd też istnieje zasadność przeprowadzenia badań dotyczących produktywności procesów logistycznych z perspektywy zarządzania nimi. Pierwszym krokiem jest opracowanie metody badania produktywności procesów logistycznych oraz zestawów wskaźników, które mogą posłużyć do wyznaczania poszczególnych wskaźników cząstkowych w przedsiębiorstwach produkcyjnych.

3.1. Teza i cele pracy

Prowadzone badania pozwoliły na sformułowanie następującej **tezy rozprawy** doktorskiej:

Istnieje potrzeba opracowania metody badania produktywności przedsiębiorstwa z uwzględnieniem procesów logistycznych, a jej zastosowanie pozwoli na identyfikację słabych stron procesów logistycznych i na późniejsze określenie działań umożliwiających poprawę produktywności przedsiębiorstwa.

W świetle przeprowadzonej analizy aktualnego stanu wiedzy i badań, **celem głównym rozprawy** jest zaproponowanie autorskiej metody badania produktywności przedsiębiorstw produkcyjnych oraz opracowanie zbioru wskaźników produktywności ze szczególnym uwzględnieniem procesów logistycznych.

Do tak określonego celu pracy, sformułowano następujące **zadania badawcze**:

- identyfikacja metod wyznaczania produktywności przedsiębiorstwa,
- analiza procesów realizowanych w przedsiębiorstwie,
- klasyfikacja podprocesów wykonywanych w przedsiębiorstwie do odpowiednich procesów logistycznych,

- wykorzystanie wskaźników do przeprowadzenia oceny produktywności w przedsiębiorstwach,
- znalezienie niesprawnych procesów logistycznych, tj. wykazujących potencjał w poprawie produktywności, wpływających na produktywność przedsiębiorstwa produkcyjnego,
- rekomendacje dla przedsiębiorstw w zakresie usprawniania słabych procesów logistycznych.

Realizacja zadań badawczych jest wspierana poprzez **cele teoretyczno-poznawcze**:

- eksploracja literatury z zakresu produktywności, logistyki, statystyki, prognozowania i ekonometrii,
- uzupełnienie zidentyfikowanej luki w naukach technicznych,
- usystematyzowanie wiedzy z zakresu produktywności w przedsiębiorstwach produkcyjnych,
- zastosowanie metod wskaźnikowych w ocenie produktywności.

Cele uytylitarne pracy:

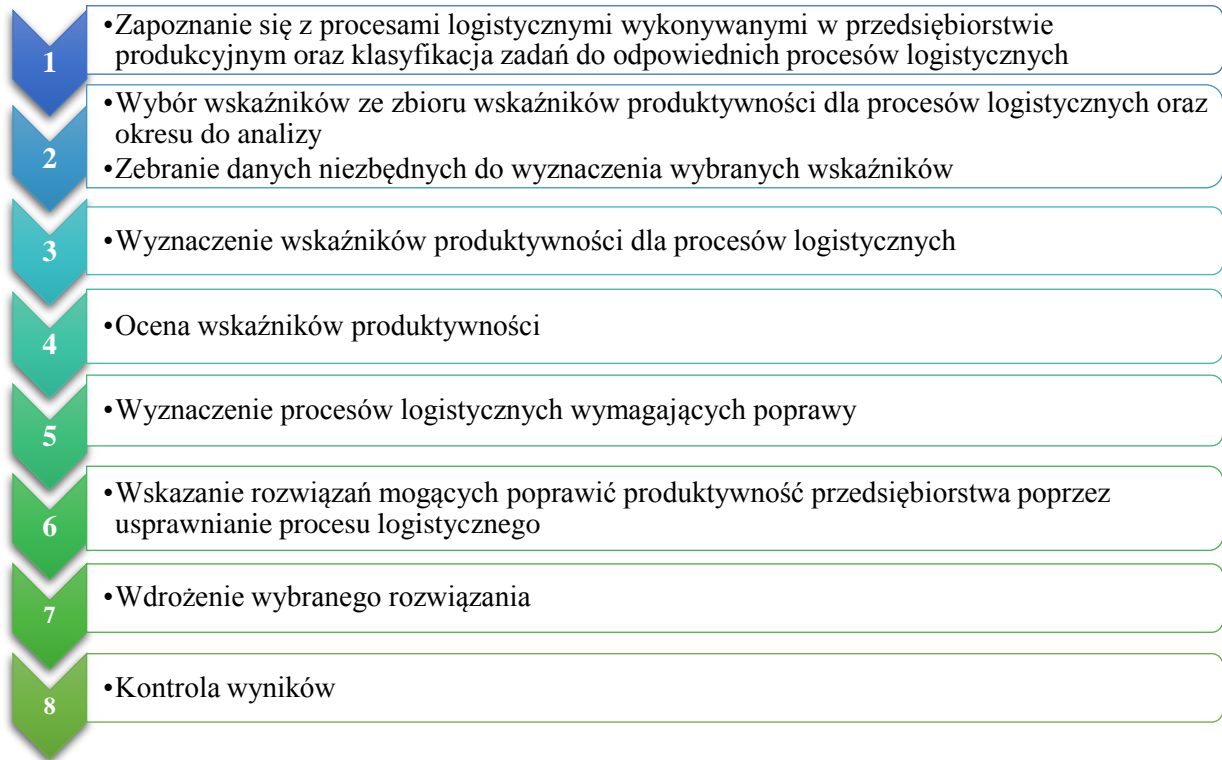
- opracowanie metody badania produktywności ze szczególnym uwzględnieniem procesów logistycznych w przedsiębiorstwach produkcyjnych,
- opracowanie rekomendacji w zakresie procesów logistycznych o niskiej produktywności w przedsiębiorstwach produkcyjnych.

3.2. Metody badawcze

Praca doktorska realizowana była na kilku etapach:

- 1) analiza literatury,
- 2) identyfikacja luki w naukach technicznych,
- 3) propozycja metody badania produktywności ze szczególnym uwzględnieniem procesów logistycznych wraz z opracowaniem założeń i ograniczeń,
- 4) weryfikacja w przedsiębiorstwach,
- 5) wnioskowanie na temat wykonanych badań.

Część praktyczna pracy doktorskiej, związana ze współpracą z przedsiębiorstwami, realizowana była na kilku etapach, które zaprezentowane są na rysunku 3.1.



Rys. 3.1. Koncepcja badania naukowego (opracowanie własne)

Praca wymagała zastosowania wielu metod badawczych. Wykorzystano między innymi [1, 7, 31]: analizę literatury, wywiady pogłębione, metody jakościowe, metody ilościowe, studium przypadków. Podczas realizacji pracy badawczej wykonano analizę literatury z zakresu produktywności, logistyki, procesów logistycznych oraz metod usprawniających efektywność przedsiębiorstwa. Uzupełniona ona została również o literaturę ze statystyki, prognozowania oraz ekonometrii. Pozwoliło to zidentyfikować lukę badawczą oraz sformułować tezę wraz z celami badawczymi pracy.

Metoda została opracowana na podstawie analizy przedsiębiorstw produkcyjnych. Wykorzystywano dane dotyczące przedsiębiorstwa, jako całości oraz szczegółowe związane z poszczególnymi procesami logistycznymi. Analiza studiów przypadku z różnych branż pozwoliła uwzględnić różne aspekty w zależności od warunków, w jakich przedsiębiorstwa funkcjonowały. W związku z wczesnym etapem badań z zakresu wpływu logistyki na produktywność oraz w celu rozpoznania zjawiska w warunkach rzeczywistych zastosowano studium przypadku [7]. Dzięki temu metoda była opracowana w taki sposób, aby miała szerokie zastosowanie. Nie jest dedykowana jednemu przedsiębiorstwu, natomiast jest uniwersalna, ponieważ każde przedsiębiorstwo musi indywidualnie dostosować ją do swoich potrzeb.

3.3. Zakres pracy

Praca składa się z części teoretyczno-poznawczej oraz praktycznej. Po wstępie, przedstawiono tezę, cele i zakres pracy wraz z metodami badawczymi. Wskazano cel główny wraz z celami badawczymi, teoretyczno-poznawczymi oraz utylitarnymi. W rozdziale 2 przedstawiono podstawowe pojęcia z zakresu produkcji, logistyki, produktywności oraz wykorzystanie metod prognozowania. Nawiązano do znaczenia procesów logistycznych oraz badania ich efektywności, w tym produktywności. Wyjaśniono pojęcie efektywności procesów oraz związanych z nią mierników. Kolejny podrozdział poświęcony został produktywności przedsiębiorstwa. Zawiera on, poza definicją, treści związane z czynnikami wpływającymi na nią, a także metody oceny oraz sposoby poprawy produktywności. Zaprezentowano podstawowe podejścia do problemu badania produktywności przedsiębiorstwa. Przedostatni podrozdział przedstawia klasyfikację procesów logistycznych oraz charakterystykę podstawowych procesów logistycznych w przedsiębiorstwie produkcyjnym. Przedstawiono w nim także zagadnienie produktywności procesów logistycznych. Podrozdział o prognozowaniu zawiera przegląd metod dla szeregów czasowych, które mogą być wykorzystywane do prognozowania wskaźnika produktywności w przedsiębiorstwie, w celu analizy trendów wskaźników produktywności. Rozdział zakończono podsumowaniem i wnioskami z przeglądu dotychczasowego stanu wiedzy, gdzie wskazano lukę w naukach technicznych.

Kolejny rozdział poświęcony jest szczegółowemu opisowi metody badania produktywności w przedsiębiorstwie produkcyjnym ze szczególnym uwzględnieniem procesów logistycznych. Rozdział ten zawiera założenia metody oraz opis poszczególnych etapów realizacji badania produktywności przedsiębiorstw. Ostatnie podrozdziały poświęcono przedstawieniu ograniczeń stosowania metody oraz podsumowaniu.

Rozdział czwarty zawiera studia przypadków z przedsiębiorstw, w których przeprowadzono weryfikację metody. Każdy z podrozdziałów poświęcony został jednemu przypadkowi i zawiera charakterystykę badanego podmiotu oraz przedstawiono procedurę badania produktywności ze szczególnym uwzględnieniem procesów logistycznych wraz z realizacją tegoż badania w przedsiębiorstwie. Wnioski z badań oraz kierunki dalszych badań znajdują się na końcu. W pracy zamieszczony został również słownik ważniejszych pojęć stosowanych w pracy, wykaz wykorzystywanej literatury wraz ze spisem tabel oraz spisem rysunków.

4. AUTORSKA METODA BADANIA PRODUKTYWNOŚCI ZE SZCZEGÓLNYM UWZGLĘDNIENIEM PROCESÓW LOGISTYCZNYCH

Poszukiwania obszarów wymagających usprawnień w przedsiębiorstwach produkcyjnych, na podstawie badania produktywności ze szczególnym uwzględnieniem logistyki w celu jej usprawnienia, pozwoliły w konsekwencji opracować metodę badania produktywności dla procesów logistycznych w przedsiębiorstwach produkcyjnych. W tym celu produktywność procesów logistycznych proponuje się definiować jako stosunek produktu wytworzonego i sprzedanego w rozpatrywanym okresie do wykorzystywanych i/lub zużywanych w tym okresie logistycznych zasobów wejściowych.

4.1. Założenia metody

Metoda badania produktywności przedsiębiorstw produkcyjnych związana jest z pewnymi założeniami. Oto one:

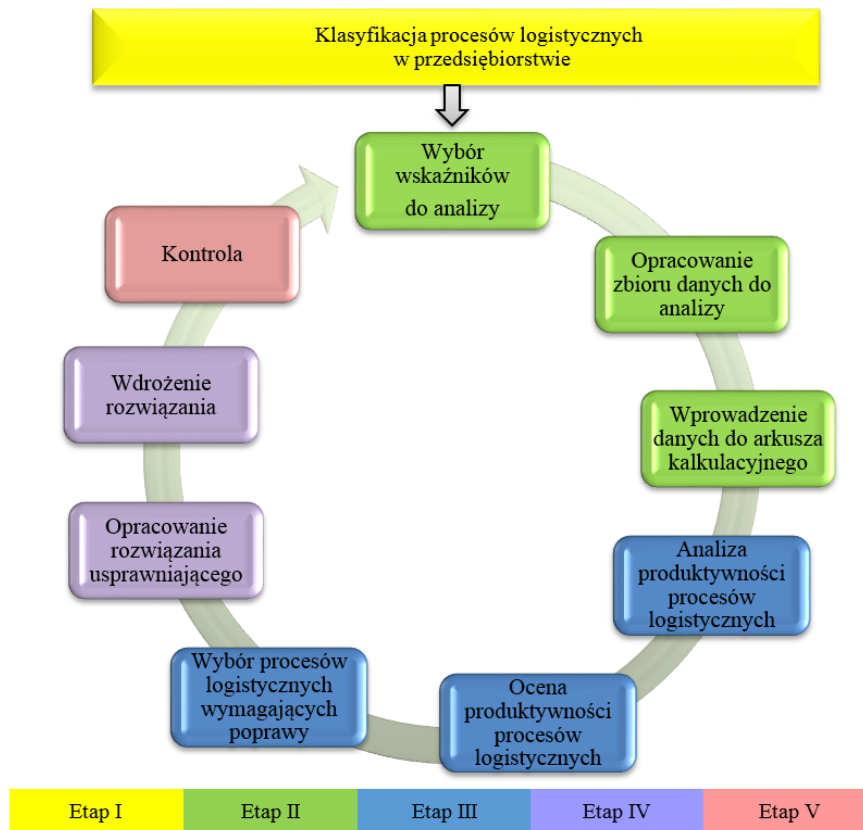
- 1) **logistyka jest potencjalnym czynnikiem wpływającym na produktywność przedsiębiorstwa,**
- 2) **metoda dotyczy przedsiębiorstw produkcyjnych,**
- 3) **badany jest logistyczny system przedsiębiorstwa,**
- 4) **jest dedykowana przede wszystkim średnim i dużym przedsiębiorstwom,**
- 5) **zakłada się, że stosowanie metody jest procesem ciągłym,**
- 6) **w przedsiębiorstwie dokonuje się podziału logistyki według faz przepływu,**
- 7) **indywidualne podejście do każdego przedsiębiorstwa oraz do każdorazowo wykonywanego badania.**

4.2. Opis metody badania produktywności przedsiębiorstwa

Zaproponowany cykl badania produktywności (rys. 4.1) został opracowany ze szczególnym uwzględnieniem procesów logistycznych w przedsiębiorstwie. W przedstawionym modelu można wyróżnić 5 etapów:

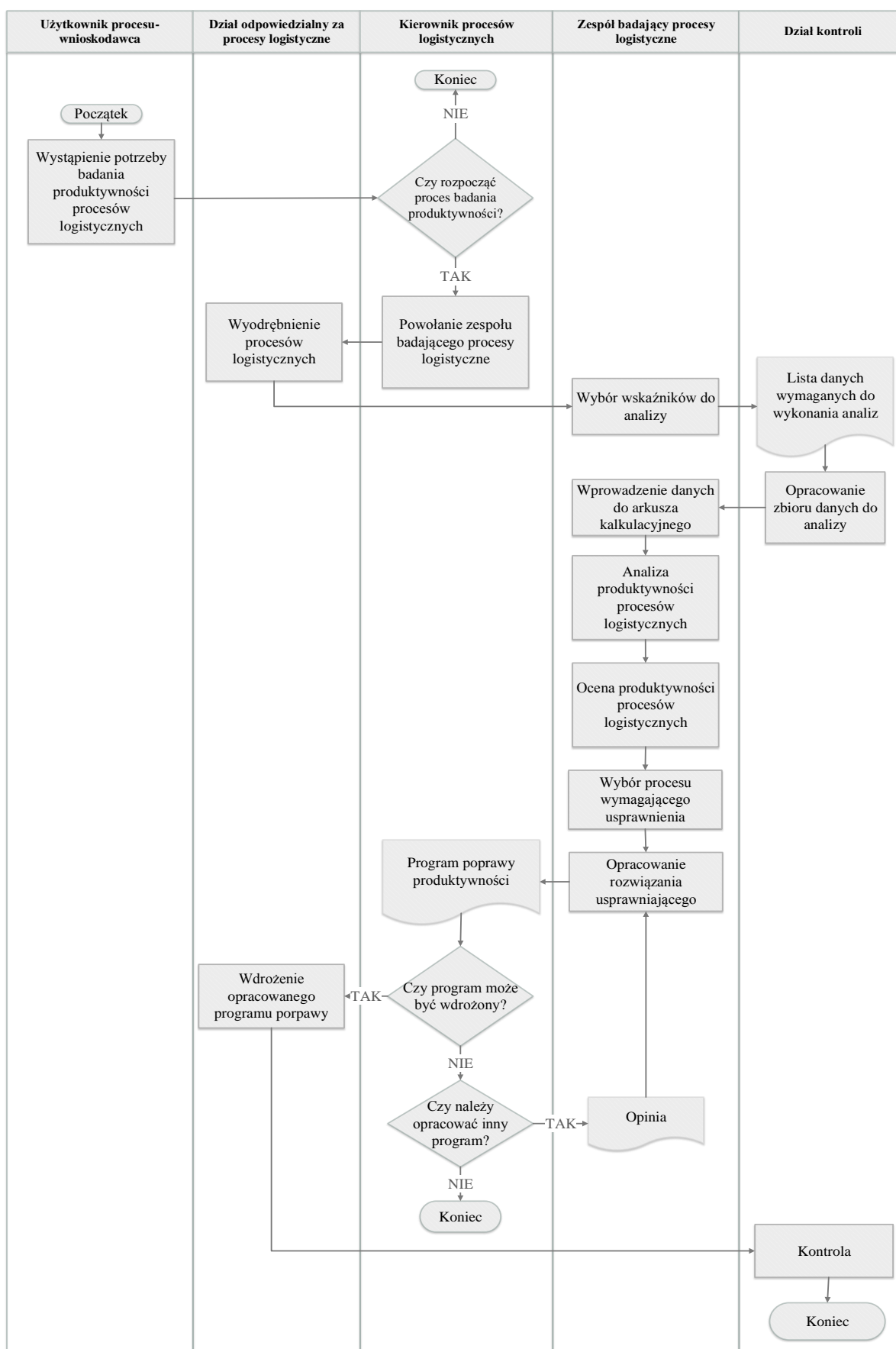
- 1) **klasyfikacja procesów,**
- 2) **przygotowanie danych do analizy,**
- 3) **analiza i ocena produktywności,**

- 4) opracowanie programu poprawy,
- 5) kontrola.



Rys. 4.1. Cykl badania produktywności przedsiębiorstw produkcyjnych ze szczególnym uwzględnieniem procesów logistycznych [por. 30]

Badanie produktywności ze szczególnym uwzględnieniem procesów logistycznych w przedsiębiorstwie może być realizowane jako jedno z procesów zarządczych w przedsiębiorstwie. Przed podjęciem realizacji tak rozumianego procesu należy zdecydować, kto będzie odpowiedzialny za wykonanie oceny produktywności procesów logistycznych. Najlepiej jest zaangażować do tego zadania kilka osób, które znają bardzo dobrze przedsiębiorstwo oraz realizowane w nim procesy. W tym celu opracowano procedurę badania produktywności procesów logistycznych (rys. 4.2). Przedstawiony schemat postępowania może być indywidualnie dostosowany do przedsiębiorstwa. Dział odpowiedzialny za procesy logistyczne i/lub działy przedsiębiorstwa, które są odpowiedzialne za realizację i prawidłowe działanie poszczególnych procesów logistycznych, zajmują się klasyfikacją realizowanych procesów logistycznych. Jest to pierwszy etap proponowanej metody badania produktywności w przedsiębiorstwach produkcyjnych ze szczególnym uwzględnieniem procesów logistycznych.



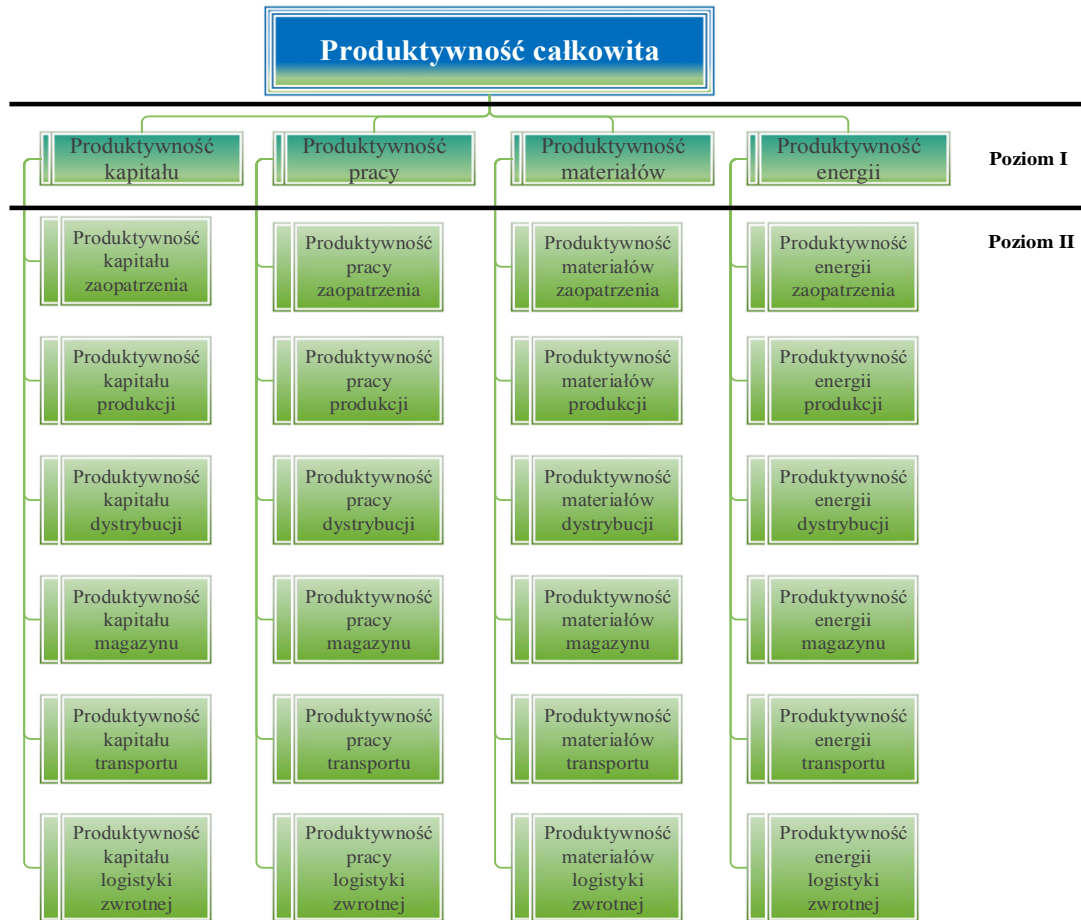
Rys. 4.2. Procedura badania produktywności ze szczególnym uwzględnieniem procesów logistycznych [27]

Etap drugi oraz częściowo trzeci przedstawionej metody, realizowany jest przez zespół zajmujący się badaniem procesów logistycznych. Do tego zespołu powinny zostać powołane osoby, które są związane z realizacją poszczególnych procesów logistycznych w przedsiębiorstwie. Wskazane jest, aby w skład zespołu wchodziła przynajmniej jedna osoba zajmująca się poszczególnymi obszarami logistyki, czyli po jednym reprezentancie związanym z: zaopatrzeniem, dystrybucją, logistyką produkcji, magazynowaniem, transportowaniem, obsługą logistyki zwrotnej.

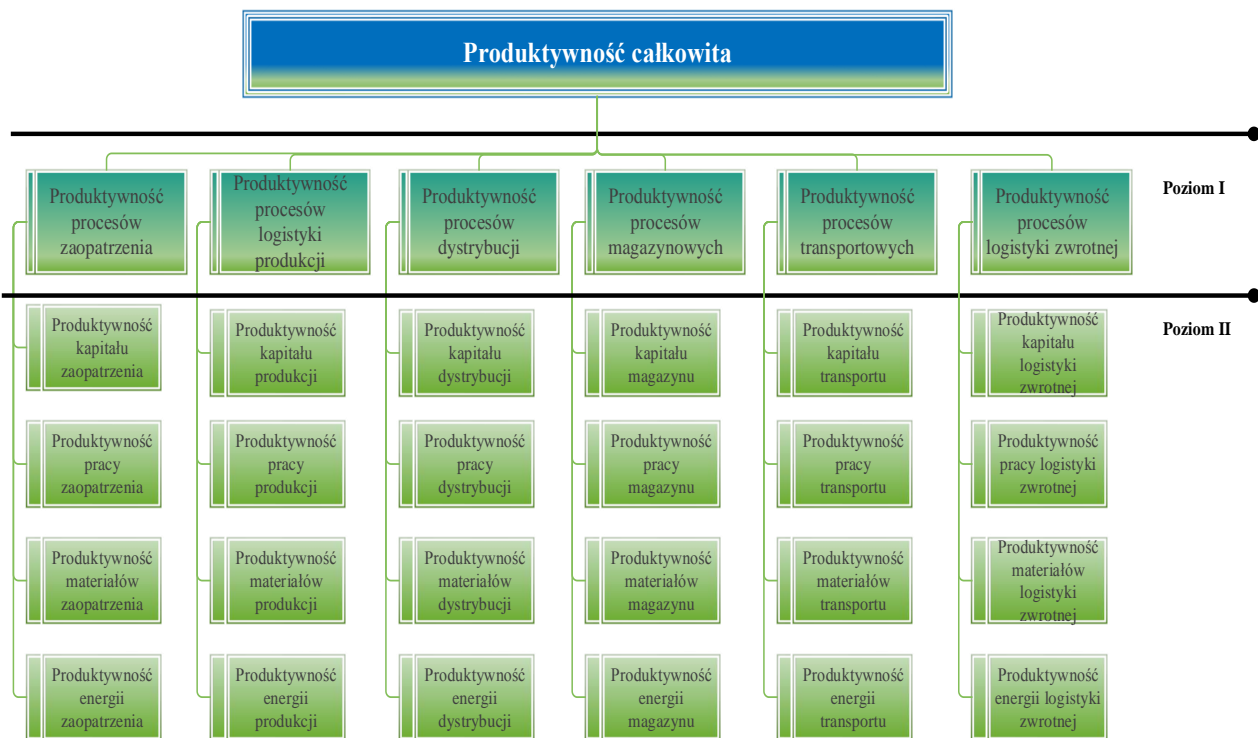
Etap drugi rozpoczyna się od wyboru wskaźników do analizy. W autorskiej metodzie zaproponowano dwie klasyfikacje wskaźników produktywności (rys. 4.3 i rys. 4.4). Podstawą pierwszego sposobu wyróżnienia wskaźników cząstkowych były wykorzystywane zasoby. Chcąc badać produktywność ze szczególnym uwzględnieniem procesów logistycznych, postanowiono zaproponować drugi sposób, w którym podstawowym kryterium podziału wskaźników są procesy logistyczne realizowane w przedsiębiorstwie, a kolejny poziom uszczegółowienia dotyczy wykorzystywanych zasobów do realizacji poszczególnych procesów logistycznych.

Opracowano zbiory wskaźników produktywności dla zaproponowanych podziałów. Są to uniwersalne zbiory, zawierające wskaźniki, które są możliwe do zastosowania w większości przedsiębiorstw. Sugeruje się wybór jednego wskaźnika dla każdego procesu logistycznego. W razie potrzeby należy wykonać analizę bardziej szczegółową, w której dla przynajmniej jednego procesu wyznacza się wskaźniki z II poziomu.

Do działu kontrolingu przekazuje się opracowaną listę danych wymaganych do analiz, czyli do wyznaczenia wskaźników, które mają zostać przeanalizowane. Lista ta jest opracowywana przez zespół badający produktywność. Osoby odpowiedzialne za kontroling w przedsiębiorstwie po otrzymaniu listy mają za zadanie przygotowanie zbioru wymaganych danych. W tym celu zostało opracowane narzędzie, które ma temu służyć. W pracy [29] przedstawiono przykładowy arkusz, który można dostosować do potrzeb wykonywanej analizy. Dla każdego procesu występującego w przedsiębiorstwie należy wypełnić kartę wejść i wyjść procesu logistycznego. Dane należy wprowadzić do arkusza kalkulacyjnego przez zespół osób zajmujących się analizą procesów logistycznych, i po wyznaczeniu wartości wskaźników, poddać analizie pod kątem produktywności przedsiębiorstwa ze szczególnym uwzględnieniem procesów logistycznych.



Rys. 4.3. Podział I wskaźników produktywności ze względu na wykorzystywane zasoby (opracowanie własne)



Rys. 4.4. Podział wskaźników produktywności ze względu na procesy logistyczne (opracowanie własne)

Kolejnym krokiem jest ocena produktywności wspomnianych procesów, na podstawie której dokonuje się wyboru procesu wymagającego usprawnienia. Dla tego procesu opracowuje się rozwiązanie poprawiające. Spadek produktywności procesu logistycznego w dłuższym okresie, bądź brak stabilności, wskazuje na konieczność interwencji. Stąd też opracowano klasyfikację, która może skrócić czas poszukiwania rozwiązania satysfakcjonującego. Podział wskazuje, które metody mogą przyczynić się do poprawy produktywności odpowiedniego procesu logistycznego. Wyróżniono również kilka metod i narzędzi, które mogą być stosowane dla każdego procesu logistycznego. W tabeli 1 przedstawiono opracowaną klasyfikację, w której wyróżnione koncepcje, metody i narzędzia zostały podzielone według zastosowania służącego poprawie odpowiednich procesów logistycznych, a przez to również i ich produktywności.

Tabela 1. Klasyfikacja koncepcji, metod i narzędzi służących poprawie produktywności w podziale na procesy logistyczne

ZAOPATRZENIE	DYSTRYBUCJA
JIT, EWZ, odnawianie zapasu na poziomie informacyjnym, odnawianie zapasów w oparciu o przegląd okresowy, system MIN-MAX, ABC/XYZ, CRM, analiza make or buy	ABC, OEE, POK, JIT, DRP, CRM, VMI, ECR, QR, ABC/XYZ
PRODUKCJA	MAGAZYNOWANIE
SMED, CONWIP, FIFO, FEFO, RFID, 3R, OEE, AP, LP, TQM, CRP, DRP, OPT, CIM, FMS, ABC/XYZ	ABC/XYZ, VMI, FIFO, FEFO, LIFO, RFID, system MIN-MAX, odnawianie zapasu na poziomie informacyjnym, odnawianie zapasów w oparciu o przegląd okresowy, OEE, WMS, VMI, OMS, pick-up, ADC, kody kreskowe
TRANSPORT	LOGISTYKA ZWROTNA
TMS, GPS	RFID, kody kreskowe
WSZYSTKIE PROCESY	
MRP, ERP, EDI, TOC, BPR, Benchmarking, LM, TQM, kanban, Poka-Yoke, 5S, kaizen, TPM	

UWAGA: Zastosowane skróty metod/koncepcji znajdują się w części literaturowej rozprawy doktorskiej.

Źródło: Opracowanie własne na podstawie [3, 5, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 22, 28, 33]

W wyniku realizacji zadań zespołu powinien powstać dokument: *program poprawy produktywności*, który przekazywany jest do oceny kierownikowi procesów logistycznych. Jego zadaniem jest ocena przedstawionego programu oraz podjęcie decyzji, czy należy go wdrożyć. Implementacją zajmuje się komórka odpowiedzialna za procesy logistyczne, którą zazwyczaj kieruje właśnie kierownik procesów logistycznych. W przypadku braku akceptacji przez kierownika przedstawionego programu, podejmowana jest kolejna decyzja, której efektem jest opinia kierownika zawierająca informacje o tym, czy poprawić program oraz co wymaga korekty lub czy przygotować nowy program poprawy?

Ostatni etap przedstawionej metody to kontrola, która realizowana jest przez dział kontrolingu w przedsiębiorstwie. Kontrola powinna zakończyć się raportem końcowym wraz z wnioskami. Po tym etapie cykl badania produktywności w przedsiębiorstwie dla procesów logistycznych jest zakończony. Zgodnie z podejściem do zarządzania procesami wskazane jest wykonanie badania ponownie. Dlatego powołany zespół badający procesy logistyczne może zostać rozwiązany, zmieniony lub działać nieprzerwalnie.

4.3. Ograniczenia stosowania metody

Badanie produktywności przedsiębiorstwa ze szczególnym uwzględnieniem procesów logistycznych, zgodnie z opisaną w tym rozdziale metodą, może być stosowane w przedsiębiorstwach produkcyjnych. Ograniczeniem wynikającym z założeń stosowania przedstawionej metody jest wielkość przedsiębiorstwa. Metoda została opracowana z myślą o średnich i dużych przedsiębiorstwach. Na etapie prowadzenia badań wstępnych zauważono, że w przedsiębiorstwach mikro i małych metoda jest zbyt pracochłonna do wdrożenia oraz wymaga zaangażowania pracowników, którzy w takich przedsiębiorstwach nie mają czasu na wykonywanie dodatkowych zadań. Na ogół w takich podmiotach nie dokonuje się tak rozbudowanych analiz. Innym argumentem za wykluczeniem mikro i małych przedsiębiorstw do stosowania metody jest fakt, że przedsiębiorstwa produkcyjne z rozbudowanym systemem logistycznym, według klasyfikacji są głównie średnimi lub dużymi przedsiębiorstwami.

Nieodzownym elementem stosowania różnych metod są pewne zagrożenia w ich zastosowaniu. Należy mieć na uwadze, że wiele błędów może wynikać z niekompetencji pracowników, którzy stosują daną metodę. Przy doborze osoby lub osób, które mają dokonać badania produktywności ze szczególnym uwzględnieniem procesów logistycznych w przedsiębiorstwie, należy brać pod uwagę ich wiedzę z zakresu produktywności, logistyki oraz znajomość przedsiębiorstwa wraz z realizowanymi procesami wewnętrznymi. Duże znaczenie mają również relacje w zespole, ponieważ konflikty spowodują, że pracownicy tracą obiektywizm, który jest niezbędny.

Poza doбором niewłaściwych osób, zagrożeniem są błędy metodyczne. Najczęściej wymienia się tutaj zagrożenie błędami pomiarów. Mogą one wynikać ze zwykłego błędu ludzkiego lub z błędnej interpretacji wskaźników, które będą wyznaczane. W tej sytuacji, stosowanie opisanej metody z powodzeniem, będzie od początku nieskuteczne.

Niepodważalnym zagrożeniem są relacje trade-off, które należy brać pod uwagę już na etapie opracowywania programu poprawy produktywności. Wprowadzone zmiany mogą powodować poprawę w pewnym obszarze i pogorszenie w innym obszarze. Warto jednak pamiętać, że pogorszenie się w minimalnym wymiarze jednego wskaźnika nie musi być negatywnym zjawiskiem, jeśli dzięki zmianom uzyskamy znaczącą poprawę innego (nadrzędnego) wskaźnika. Przeciwwagą relacji trade-off są relacje trade-up, które wskazują, że wywołując pozytywny efekt w jednym aspekcie dochodzi do poprawy także innego obszaru.

5. WERYFIKACJA METODY

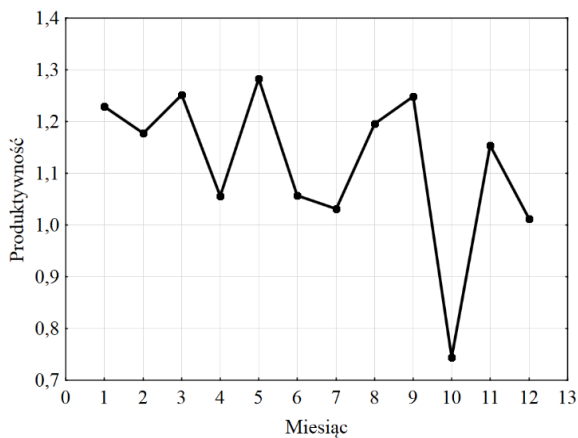
Opracowaną autorską metodę badania produktywności przedsiębiorstw produkcyjnych ze szczególnym uwzględnieniem procesów logistycznych zweryfikowano w trzech przedsiębiorstwach. Dobrano dwa przedsiębiorstwa średnie oraz jedno duże, gdyż takim dedykowana jest metoda. Dodatkowo przedsiębiorstwa te pochodzą z różnych branż gospodarki narodowej. Jedno z branży spożywczej, czyli produktów szybkorotujących. Drugie jest dużym przedsiębiorstwem działającym globalnie w branży energetycznej. Trzecie przedsiębiorstwo zajmuje się produkcją naczep.

Metoda w swoim opisie zawiera dwa sposoby podziału wskaźników służących ocenie produktywności. W przedsiębiorstwie pierwszym ocena produktywności została wykonana według dwóch sposobów podziału, co stanowi przykład pierwszy. Przykład drugi przedstawia wyniki przeprowadzonego badania dla przedsiębiorstwa drugiego. Przykład trzeci został zrealizowany w przedsiębiorstwie drugim po weryfikacji pierwszego wprowadzonego usprawnienia. Ostatni przykład zrealizowany został w przedsiębiorstwie trzecim.

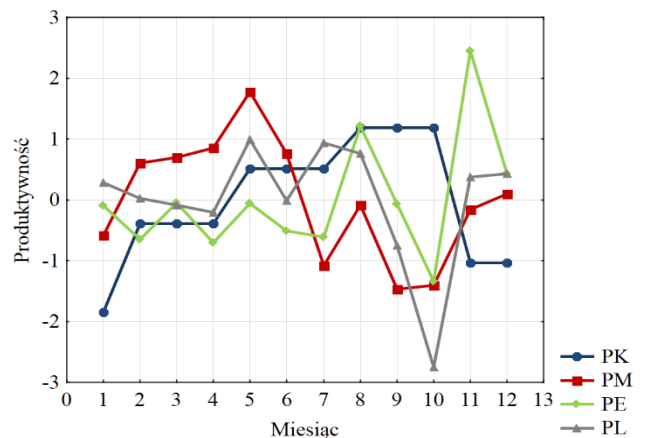
5.1. Przykład pierwszy – średnie przedsiębiorstwo z branży spożywczej

W pierwszym przedsiębiorstwie badanie zostało przeprowadzone zgodnie z opisaną metodą. Zrealizowano wszystkie kroki, począwszy od dostosowania ogólnej procedury do warunków w przedsiębiorstwie. W badanym przedsiębiorstwie po zapoznaniu się z procesami oraz możliwościami zebrania danych postanowiono wyznaczyć wskaźniki dla 12 miesięcy. Badanie prowadzono w latach 2011 - 2012. Wyznaczono wskaźniki produktywności całkowitej (PC) oraz cząstkowej dla następujących zasobów: kapitału (PK), materiałów (PM), energii (PE) oraz pracy (PL). Wyniki zaprezentowano na rysunku 5.1 i rysunku 5.2. Badanie produktywności wykonano zgodnie z pierwszym sposobem podziału wskaźników opracowanej

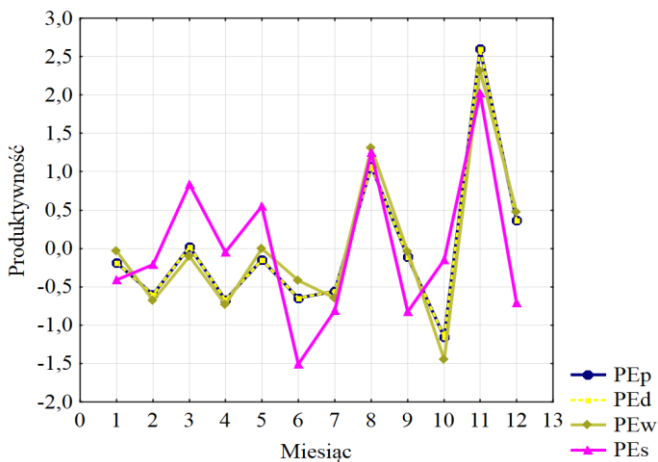
metody. Na kolejnym poziomie szczegółowości postanowiono przeanalizować cząstkowe wskaźniki dla produktywności energii z podziałem na logistyczne procesy (rys. 5.3): dystrybucji (PEd), produkcji (PEp), magazynu (PEw) i zaopatrzenia (PEs). W drugim sposobie podziału wskaźników według zaproponowanej metody, poza wyznaczeniem produktywności całkowitej przedsiębiorstwa (PC), postanowiono wyznaczyć następujące produktywności cząstkowe dla logistycznych procesów (rys. 5.4): dystrybucji (PD), produkcji (PP), magazynu (PW) i zaopatrzenia (PS). Rysunki 5.2, 5.3 i 5.4 przedstawiają wyniki wskaźników produktywności po standaryzacji wykonanej w programie STATISTICA.



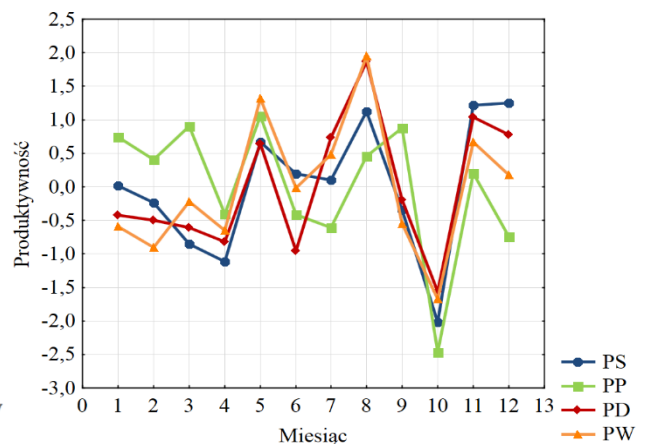
Rys. 5.1. Produktywność całkowita dla przedsiębiorstwa pierwszego – wartości rzeczywiste (opracowanie własne)



Rys. 5.2. Produktywności cząstkowe dla przedsiębiorstwa pierwszego uwzględniające podział ze względu na zasoby - wartości po standaryzacji (opracowanie własne)



Rys. 5.3. Produktywności cząstkowe energii dla poszczególnych procesów logistycznych w przedsiębiorstwie pierwszym - wartości po standaryzacji (opracowanie własne)



Rys. 5.4. Produktywności cząstkowe dla przedsiębiorstwa pierwszego uwzględniające podział ze względu na procesy logistyczne - wartości po standaryzacji (opracowanie własne)

Badanie produktywności pierwszym sposobem wykazało, że najgorszą produktywnością charakteryzuje się produktywność energii procesów magazynowych. Głównie analizowano zmienność danych (tab. 2) oraz kierunek zmian wskaźników produktywności w czasie. Natomiast drugi sposób wykazał, że należy poszukiwać możliwości zmian w dystrybucji.

Kierownik badania, znając procesy oraz wiedząc, że wahania energii zależą przede wszystkim od stanu magazynu, które są zależne od zamówień i sposobu realizacji procesów dystrybucyjnych, postanowił zastanowić się nad możliwościami usprawnień w procesach dystrybucji w pierwszej kolejności.

Spośród kilku pomysłów postanowiono szczegółowo zastanowić się nad zatrudnieniem dodatkowego pracownika. Było to rozwiązanie realne z punktu widzenia kierownictwa przedsiębiorstwa. Rozwiązanie to pozwoliłoby usprawnić prace dotychczasowego zespołu oraz skupić się na pozyskaniu nowych zleceń. Dodatkowa osoba w zespole mogłaby pomóc podnieść poziom obsługi klienta. Po stronie negatywnych aspektów zanotowano wzrost kosztów związany z zatrudnieniem nowego pracownika. Poprawa funkcjonowania procesów dystrybucji pozwoli zmniejszyć koszty energii, jeżeli doprowadzi to do zmniejszenia wykorzystania magazynu, czyli obniży koszty zużywanej energii i powinno poprawić jej produktywność. Rozwiązanie to zostało zaakceptowane.

Tabela 2. Współczynniki zmienności produktywności cząstkowych w przedsiębiorstwie pierwszym

	Średnia	Odchylenie standardowe	Współczynnik zmienności
PC	1,12	0,15	13,48%
PK	598,26	36,26	6,06%
PM	1,32	0,11	8,66%
PE	116,76	20,3	17,39%
PL	8,73	0,87	9,92%
PEp	80,92	12,65	15,63%
PEd	1565,6	244,65	15,63%
PEw	67,35	12,8	19,01%
PEs	2,22	0,34	15,17%
PS	154,27	19,32	12,52%
PP	1,16	0,16	13,72%
PD	125,29	18,89	15,08%
PW	79,64	11,61	14,57%

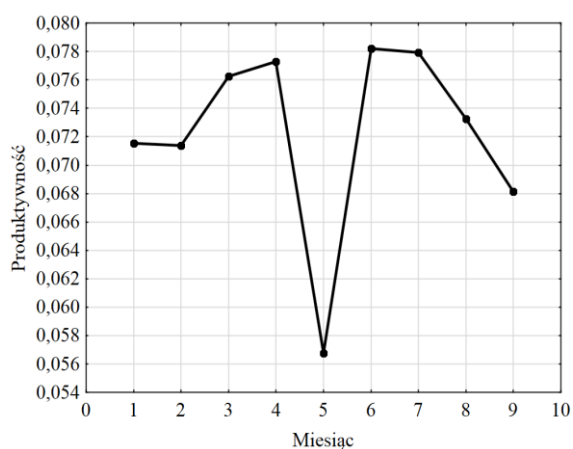
Źródło: Opracowanie własne

Wdrożenie rozwiązania nastąpiło od szesnastego miesiąca. Kontrola po trzech miesiącach wykazała, że już w kolejnych miesiącach widoczne były pozytywne tendencje, czyli stopniowy wzrost produktywności procesów dystrybucji, aż do 14% miesięcznie. Poza wzrostem kosztów procesów, który to efekt był spodziewany, zanotowano również wzrost przychodów ze sprzedaży o niecałe 20% w porównaniu do miesiąca poprzedzającego wprowadzenie

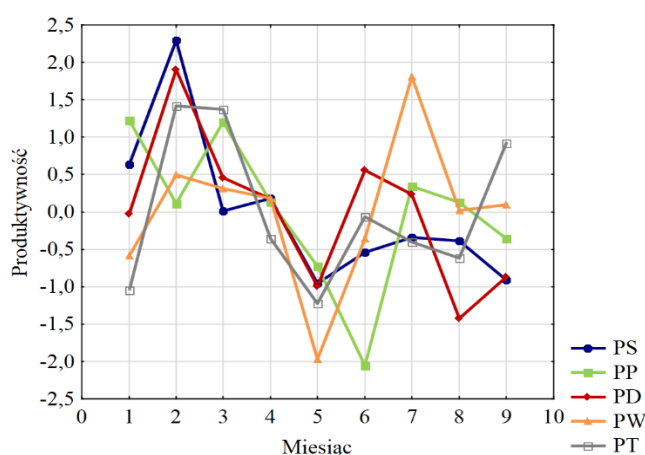
usprawnienia. Dla wskaźnika produktywności całkowitej po lekkim załamaniu zanotowano wzrost wartości. Poza procesami dystrybucji na produktywność całkowitą wpływają pozostałe procesy, dlatego wzrost nie był znaczący.

5.2. Przykład drugi – duże przedsiębiorstwo z branży energetycznej

W drugim przedsiębiorstwie przed przystąpieniem do realizacji cyklu badania produktywności dostosowano procedurę do warunków w przedsiębiorstwie. Pominięto etap klasyfikacji procesów logistycznych, gdyż w przedsiębiorstwie zostało to już wykonane. Następnie przeprowadzono badanie produktywności zgodnie z kolejnymi etapami opisanej metody. Zastosowano drugi podział wskaźników produktywności. A zebrano dane dla dziewięciu miesięcy z przełomu lat 2014 i 2015. Rozpoczęto od wyznaczenia wskaźników produktywności całkowitej (PC) oraz produktywności cząstkowych dla procesu: zaopatrzenia (PS), produkcji (PP), dystrybucji (PD), magazynu (PW) i transportu (PT). Wyniki przedstawiono na rysunku 5.5 – wartości rzeczywiste oraz na rysunku 5.6 – wartości po standaryzacji w programie STATISTICA.



Rys. 5.5. Produktywność całkowita dla przedsiębiorstwa drugiego – wartości rzeczywiste (opracowanie własne)



Rys. 5.6. Produktywności cząstkowe dla przedsiębiorstwa drugiego uwzględniające podział ze względu na procesy logistyczne - wartości po standaryzacji (opracowanie własne)

Analiza produktywności cząstkowych wskazuje, że wszystkie wskaźniki załamały się w piątym miesiącu, poza produkcją, która odnotowała największy spadek w szóstym miesiącu. Znaczący spadek wartości wskaźnika produktywności cząstkowej odnotowano dla procesów zaopatrzeniowych – o 3,4 jednostki, co stanowi ponad 25%. Procesy te charakteryzują się także wysoką zmiennością (tab. 3), prawie 20%. Produktywność procesów magazynowych poprawiała

się w ciągu dziewięciu miesięcy i jest najstabilniejsza, gdyż jej wskaźnik zmienności wynosi około 10%. Procesy transportowe wyróżniają się największą zmiennością, ponad 25%. Przez dziewięć miesięcy obserwowano wzrost produktywności procesów transportowych. Najwyższy spadek wartości wskaźnika produktywności dla procesów zaopatrzeniowych jest wystarczającym argumentem za wyborem tych procesów do dalszej analizy, celem znalezienia słabego miejsca logistycznego.

Podczas opracowywania rozwiązania usprawniającego skupiono się na lepszym planowaniu dostaw. Postanowiono zweryfikować dostawców oraz pracowników pracujących przy rozładunkach dostaw. W sposób bardziej czytelny opisano strefę rozładunku dostaw, co ułatwiło odnajdywanie pracownikom docelowego miejsca danego surowca i doprowadziło do skrócenia czasu rozładunku. Strefę rozładunku pozwolono zaplanować pracownikom, którzy dokonywali rozładunku.

Tabela 3. Współczynniki zmienności produktywności cząstkowych w przedsiębiorstwie drugim

PRODUKTYWNOŚĆ	PS	PP	PD	PW	PT
ŚREDNIA	11,728	4,985	4,078	8,109	1,632
ODCHYLENIE STANDARDOWE	2,232	0,837	0,510	0,833	0,411
WSPÓLCZYNNIK ZMIENNOŚCI	19,04%	16,78%	12,51%	10,27%	25,19%

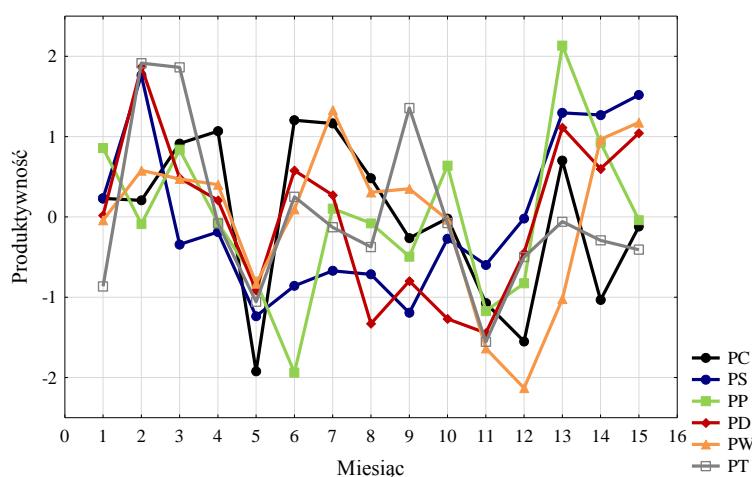
Źródło: Opracowanie własne

Kontrolę postanowiono przeprowadzić po czterech miesiącach od rozpoczęcia stosowania w pełni przygotowanych rekomendacji. Po zebraniu danych za okres piętnastu miesięcy zweryfikowano zasadność wprowadzonych zmian. Z przedstawionych wyników wynika, że procesy zaopatrzeniowe wykazują się wyższą produktywnością. W ostatnim miesiącu kontrolowanego okresu wartość ta była porównywalna do drugiego miesiąca. Daje to wzrost o 68% w porównaniu z miesiącem dziewiątym. Produktywność całkowita w tym samym czasie wzrosła o 4,5%. Warto zauważyć, że od wdrożenia usprawnień (12 miesięcy) dla wskaźnika produktywności całkowitej nie odnotowano spadku poniżej wartości zanotowanej dla dwunastego miesiąca.

5.3. Przykład trzeci – drugie badanie produktywności w dużym przedsiębiorstwie z branży energetycznej

Kolejny przykład mający na celu weryfikację opracowanej metody badania produktywności, ze szczególnym uwzględnieniem procesów logistycznych, został przeprowadzony w również przedsiębiorstwie drugim, po etapie kontroli pierwszego

usprawnienia. Cykl badania produktywności rozpoczęto od przygotowania danych do analizy. Krok ten polegał na zaktualizowaniu wcześniejszego zbioru danych o wartości dla kolejnych miesięcy. Drugi cykl badania dotyczył analizy i oceny produktywności w okresie piętnastu miesięcy. Dane do badania pochodziły z lat 2014 - 2016. Pierwszymi wskaźnikami cząstkowymi, wyznaczonymi w przedsiębiorstwie, poza produktywnością całkowitą (PC), były wartości produktywności: zaopatrzenia (PS), produkcji (PP), dystrybucji (PD), magazynu (PW) i transportu (PT). Wyniki po standaryzacji przedstawiono na rysunku 5.7.



Rys. 5.7. Wskaźniki produktywności dla przedsiębiorstwa drugiego dla 15 miesięcy – wartości po standaryzacji (opracowanie własne)

W celu podjęcia lepszych decyzji zarządczych w ramach wyboru procesu do usprawnień, postanowiono wykonać prognozy dla wskaźników produktywności, ponieważ wnioskowanie na podstawie współczynnika zmienności (tab. 4) nie pozwoliło jednoznacznie wskazać procesu logistycznego, który można było uznać za najsłabsze ogniwo. Dla produktywności całkowitej prognoza została wyznaczona na podstawie modelu Holta. Najniższymi błędami charakteryzuje się model o parametrach: $\alpha=0$ i $\beta=0$. Średni bezwzględny błąd wskazuje na nieznaczne jego niedoszacowanie. Wskaźniki cząstkowe prognozowano w oparciu o średnią ruchomą 4-elementową. Wykonano prognozy dla 2-, 3-, 4- i 5-elementowego modelu średniej ruchomej. W każdym z przypadków produktywności cząstkowej 4-elementowa średnia ruchoma pozwoliła budować prognozy obarczone najmniejszym błędem. Na podstawie prognozowanych wartości (tab. 5) oraz z analizy zmiany wartości wskaźników w kolejnym okresie zdecydowano, że usprawnienia wymagają logistyczne procesy magazynowania. Pomimo ich nieznacznego ustabilizowania się, przewiduje się 22% spadek w szesnastym okresie.

Tabela 4. Współczynniki zmienności produktywności cząstkowych w przedsiębiorstwie drugim

Produktywność	Średnia	Odchylenie standardowe	Współczynnik zmienności
PC	0,07	0,007	9,82%
PS	12,587	2,416	19,19%
PP	5,167	0,982	19,01%
PD	4,054	0,53	13,08%
PW	7,677	1,454	18,94%
PT	1,515	0,365	24,10%

Źródło: Opracowanie własne

Tabela 5. Prognoza wskaźników produktywności w przedsiębiorstwie drugim - wyniki

	PC	PS	PP	PD	PW	PT
ME	-0,00030	0,20020	0,06757	-0,01964	-0,12599	-0,08338
MPE	-1,37%	0,09%	0,24%	-1,12%	-4,92%	-6,41%
MAPE	7,51%	9,82%	15,78%	8,98%	15,02%	15,68%
MSE	0,00004	2,39092	0,82184	0,18090	1,86632	0,08726
RMSE	0,00641	1,54626	0,90655	0,42532	1,36613	0,29539
Prognoza	0,06887	15,04418	5,70701	4,36093	7,31076	1,39980
Zmiana	-0,00026	-1,21456	0,57833	-0,24717	-2,07800	0,03430
Zmiana w procentach	-0,37%	-7,47%	11,28%	-5,36%	-22,13%	2,51%

Źródło: Opracowanie własne

Skupiono się na rozwiązaniach pozwalających obniżyć koszty utrzymania zapasów. W celu poprawienia funkcjonowania magazynu wykonano analizę ABC/XYZ zapasów przechowywanych w magazynie. Pozwoliła ona nie tylko zgrupować zapasy oraz podjąć odpowiednie decyzje zarządcze, ale skłoniła kierownictwo do zrewidowania utrzymywanych ilości zapasów. Przede wszystkim zmniejszono utrzymywane poziomy zapasów z grupy C, czyli sporadycznie używanych. W przedsiębiorstwie funkcjonuje magazyn produkcji w toku. W tym magazynie teoretycznie powinny znajdować się surowce, materiały, półprodukty, które będą niezbędne w ostatnim procesie produkcyjnym, jakim jest montaż. W tej kwestii postanowiono przeorganizować pracę na tym stanowisku i dostarczać półprodukty bezpośrednio przed ich użyciem. Spowodowało to ograniczenie kosztów zapasów produkcji w toku. Produkcja również została dostosowana do tego rozwiązania.

Po trzech miesiącach od funkcjonowania nowych zasad przeprowadzono etap kontroli osiągniętych efektów. Zestawiono ze sobą wszystkie cząstkowe wskaźniki produktywności za okres dwudziestu miesięcy. Wdrożone zasady pozwoliły w okresie czterech miesięcy obniżyć koszty zapasów produkcji w toku o 12%. Zanotowano 20% spadek ogólnej wartości materiałów przechowywanych w magazynach. Poziom produkcji w ostatnich miesiącach wzrósł, stąd też

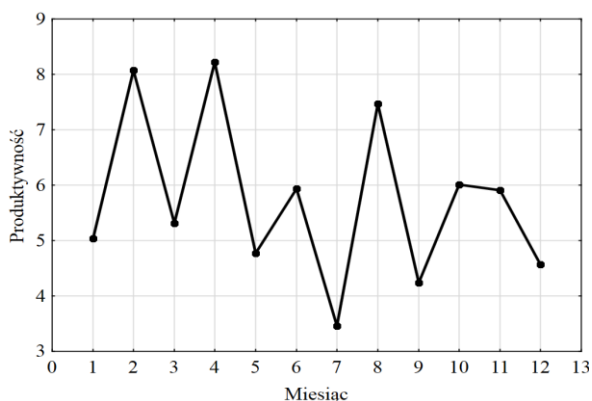
nieznaczny wzrost ogólnych kosztów magazynowych. Ogólnie produktywność magazynowania, a także transportu uległa poprawie w badanym okresie. W ostatnich miesiącach zauważono poprawę produktywności procesów produkcyjnych. Zaistniała sytuacja świadczy o coraz lepszym wykorzystaniu posiadanych zasobów. W tym przypadku analizowane są procesy logistyczne, stąd wniosek, że funkcjonowanie procesów logistycznych jest coraz lepsze.

5.4. Przykład czwarty – średnie przedsiębiorstwo z branży motoryzacyjnej

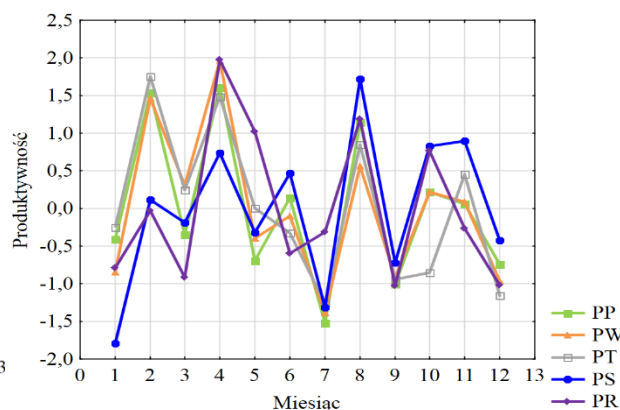
Weryfikacji dokonano w trzecim przedsiębiorstwie. Jest to średnie przedsiębiorstwo z branży motoryzacyjnej. Przedsiębiorstwo to zajmuje się produkcją naczip w jednym z polskich województw. Jest prężnie rozwijającym się w swojej dziedzinie. Weryfikacji opracowanej metody dokonano w drugim średniej wielkości przedsiębiorstwie, w którym realizowane są logistyczne procesy związane z zaopatrzeniem, produkcją, transportem, magazynowaniem oraz gospodarką odpadami. Przeprowadzono kolejne etapy zgodnie z zaproponowaną metodą badania produktywności przedsiębiorstwa. Każdy z tych etapów został zrealizowany według opracowanej procedury badania produktywności dla przedsiębiorstwa trzeciego.

Analiza i ocena produktywności realizowana była na dwóch poziomach w okresie 12 miesięcy, dla danych z przełomu lat 2017 i 2018. Najpierw wyznaczono wskaźniki produktywności: całkowitej (PC) oraz cząstkowe dla realizowanych procesów logistycznych: zaopatrzenia (PS), produkcji (PP), magazynu (PW), transportu (PT) i gospodarki odpadami (PR). Wyniki przedstawiono na rysunku 5.8 i rysunku 5.9. A następnie szczegółowo przeanalizowano proces charakteryzujący się największym potencjałem w poprawie produktywności przedsiębiorstwa.

Ostatnie dwa miesiące charakteryzują się spadkami wartości wskaźników produktywności całkowitej jak i cząstkowych. Dodatkowo dokonano podstawowej analizy danych poprzez wyznaczenie wskaźnika zmienności (tab. 6). Największą zmiennością charakteryzują się procesy związane z gospodarką odpadami. Pozostałe wykazują zmienność na poziomie ok. 30%. Jednoznaczne jest, iż należy podjąć działania usprawniające procesy logistyczne, po to aby ustabilizować produktywność oraz dążyć do jej poprawy.



Rys. 5.8. Produktowność całkowita dla przedsiębiorstwa trzeciego – wartości rzeczywiste (opracowanie własne)



Rys. 5.9. Produktowności cząstkowe dla przedsiębiorstwa trzeciego uwzględniające podział ze względu na procesy logistyczne - wartości po standaryzacji (opracowanie własne)

Tabela 6. Współczynniki zmienności wskaźników produktywności w przedsiębiorstwie trzecim

PRODUKTYWNOŚĆ	PC	PP	PW	PT	PS	PR
ŚREDNIA	5,75	6,49	126,68	133,72	253,83	8578,95
ODCHYLENIE STANDARDOWE	1,51	1,71	40,97	37,97	61,14	4993,9
WSPÓŁCZYNNIK ZMIENNOŚCI	26,33%	26,38%	32,34%	28,39%	24,09%	58,21%

Źródło: Opracowanie własne

Celem lepszej analizy produktywności oraz podjęcia właściwej decyzji, co do wyboru procesu wymagającego usprawnienia, postanowiono wykonać prognozy poszczególnych wskaźników (tab. 7). W przypadku tego przedsiębiorstwa budowano prognozy w oparciu o model trendu liniowego dla wskaźników produktywności całkowitej oraz produktywności procesów logistycznych produkcji, magazynowania oraz logistyki zwrotnej. Wzory poszczególnych modeli kształtują się następująco:

$$- \text{ dla produktywności całkowitej} \quad y_t^* = -0,1189 \cdot t + 6,5226, \quad (2)$$

$$- \text{ dla procesów produkcji} \quad y_t^* = -0,1331 \cdot t + 7,3558, \quad (3)$$

$$- \text{ dla procesów magazynowania} \quad y_t^* = -3,8623 \cdot t + 151,79, \quad (4)$$

$$- \text{ dla procesów logistyki zwrotnej} \quad y_t^* = -124,76 \cdot t + 9389,9, \quad (5)$$

gdzie: t – czas $[1, 2, 3, \dots, n]$.

W przypadku pozostałych wskaźników najmniejszymi błędami obarczona jest metoda średniej ruchomej 4-elementowa. Wysoka wartość wskaźnika RMSE wskazuje na nie najlepszą jakość prognoz. Wobec tego postanowiono zbudować model ekonometryczny pozwalający ocenić, który proces istotnie wpływa na produktywność. Dobór zmiennych do modelu rozpoczęto od wstępnej analizy danych. Współczynniki zmienności są na poziomie

wskazującym na średnie zróżnicowanie danych, a w przypadku gospodarki odpadów na duże zróżnicowanie danych. Nie ma zmiennej quasi-stałej, czyli wszystkie cząstkowe wskaźniki produktywności mogą potencjalnie objaśniać zachowanie wskaźnika produktywności całkowitej. W celu lepszego doboru zmiennych do modelu ekonometrycznego zbadano korelację pomiędzy poszczególnymi wskaźnikami, z której wynika, że w modelu należy uwzględnić procesy produkcyjne (PP), jako zmienną objaśniającą. Wykres rozrzutu produktywności całkowitej względem produktywności logistyki produkcji wskazuje na liniową zależność. Stąd też wybrano model regresji liniowej. Wykorzystano dostępne narzędzia w arkuszach kalkulacyjnych do wyznaczenia wzoru modelu oraz współczynnika determinacji, który wskazuje, w jakim stopniu model wyjaśnia rzeczywistość. Model ma postać:

$$PC = 0,0158 + 0,8835 * PP. \quad (6)$$

Współczynnik determinacji kształtuje się na poziomie 0,9985. Czyli model jest bardzo dobrze dopasowany do danych empirycznych.

Tabela 7. Prognoza wskaźników produktywności w przedsiębiorstwie trzecim - wyniki

	PC	PP	PW	PT	PS	PR
ME	0,000	0,000	-0,004	-6,290	11,008	-0,00723
MPE	-6,103%	-6,171%	-0,090	-3,659%	7,272%	-34,902%
MAPE	22,625%	22,784%	27,134%	24,554%	18,422%	62,250%
MSE	1,932	2,476	1361,143	896,060	2974,380	22675271
RMSE	1,390	1,574	36,894	29,934	54,538	4761,856
Prognoza	4,977	5,626	101,580	109,980	262,664	7768,02
Zmiana	0,408	0,406	14,225	20,228	34,766	4278,635
Zmiana w procentach	8,918%	7,776%	16,284%	22,537%	15,255%	122,619%

Źródło: Opracowanie własne

Wyznaczono i przeanalizowano wskaźniki produktywności dla II poziomu szczegółowości, czyli produktywność logistycznych procesów produkcyjnych: kapitału, pracy, materiałów i energii. Pierwsze dwa miesiące charakteryzują się bardzo dużą amplitudą wahań. W przypadku zużycia energii po tym okresie wykazuje ona stabilizację. Zużycie bądź wykorzystanie pozostałych analizowanych nakładów ulega wahaniom. Brak zauważalnej tendencji spadkowej lub wzrostowej oraz brak stabilizacji. Na tym etapie analizy uznano, że warto przeanalizować całościowo czynności wykonywane w ramach realizacji logistycznych procesów związanych z produkcją.

W związku z rozwojem przedsiębiorstwa postanowiono wdrożyć teorię ograniczeń (TOC). Doskonalenie procesów przy pomocy metody TOC wymaga identyfikacji wąskich gardeł. Wykazano, że wąskim gardłem w dążeniu do poprawy produktywności jest organizacja

produkcji. Zmiany w przedsiębiorstwie są wprowadzane w sposób ciągły i dotyczą wielu obszarów. Zgodnie z celem analizy zaproponowano przeorganizowanie zasad związanych z odbiorem materiałów z magazynu. Teraz raz w tygodniu ustala się kolejność realizowanych zadań produkcyjnych oraz decyduje się, kiedy w magazynie buforowym mają znaleźć się odpowiednie materiały. Dodatkowo magazyn buforowy musi być uzupełniony przed rozpoczęciem kolejnego etapu produkcji (wcześniej bywało różnie). Dodatkowo przedsiębiorstwo wprowadziło metodę Poka-Yoke. W produkcji nie są używane roboty, dlatego żeby wyeliminować błędy pracowników spawalni, konstrukcje posiadają specjalne otwory ułatwiające składanie elementów i zespawanie ich we właściwym miejscu.

Wprowadzanie TOC dotyczyło również magazynowania. Natomiast reorganizacja magazynów jest nadal prowadzona. Między innymi postanowiono zorganizować przestrzeń magazynową i uporządkować materiały na regałach. Do tej pory materiały, surowce trafiały w miejsce składowania wedle zasady: gdzie jest miejsce. Teraz magazyn został zaplanowany i wyposażony w odpowiednie regały do składowania. Magazyny są przygotowywane do wprowadzenia systemów zarządzania magazynem opartych na kodach kreskowych.

Po trzech miesiącach od rozpoczęcia realizacji usprawnień zweryfikowano zasadność ich wprowadzenia, analizując wskaźniki produktywności. Wszystkie wskaźniki odnotowują stopniowy wzrost wartości. Najbardziej widoczny wzrost odnotowano dla gospodarki odpadami, jednakże należy mieć świadomość, iż jest to proces o wysokiej zmienności oraz wskaźnik ten jest wrażliwy na niewielkie wahania kosztów związane z realizacją procesów gospodarowania odpadami. Pozostałe procesy charakteryzują się podobnym przebiegiem jak produktywność całkowita.

Po przeprowadzeniu weryfikacji uznaje się za zasadne dzielenie wskaźników produktywności ze względu na procesy logistyczne. Zaproponowana metoda badania produktywności w przedsiębiorstwie produkcyjnym, ze szczególnym uwzględnieniem procesów logistycznych, jest możliwa do przeprowadzenia w średnich i dużych przedsiębiorstwach. Zmiana w procesach logistycznych spowodowała również zmianę w produktywności całkowitej. W związku z czym zasadne jest twierdzenie, że zmiany w procesach logistycznych wywołują zmiany w produktywności przedsiębiorstwa.

6. WNIOSKI Z BADAŃ

Celem głównym pracy było przedstawienie metody badania produktywności w przedsiębiorstwach produkcyjnych ze szczególnym uwzględnieniem procesów logistycznych oraz wskazanie, że usprawnianie procesów logistycznych może prowadzić do poprawy produktywności przedsiębiorstwa. Opracowana autorska metoda pozwoliła na weryfikację założeń pracy doktorskiej. Przedstawiono wyniki badań produktywności wynikające z kilkuletniej współpracy z przedsiębiorstwami zajmującymi się produkcją.

Nie zakończono badania jedynie na wskazaniu rozwiązań usprawniających i podaniu rekomendacji przedsiębiorstwu, lecz dokonano usprawnień i zweryfikowano efekty podjętych działań. W związku z uwzględnieniem w opracowanej metodzie etapu kontroli wyników, postanowiono badanie rozszerzyć i w przedsiębiorstwach wybrać usprawnienie do wdrożenia, a później dokonać weryfikacji.

Korzyści, jakie można zaobserwować po zastosowaniu przedstawionej metody to:

- szczegółowa analiza procesów logistycznych,
- wzrost produktywności,
- wzrost konkurencyjności,
- usystematyzowanie procesów logistycznych przedsiębiorstwa,
- wzrost świadomości o kondycji przedsiębiorstwa oraz o jego produktywności,
- wzrost innowacyjności przedsiębiorstwa,
- doświadczenie oraz wiedza w badaniu produktywności.

Przeprowadzenie analizy literatury pozwoliło stwierdzić, że brak jest metod badania produktywności w przedsiębiorstwach produkcyjnych, które w sposób bezpośredni odnoszą się do realizowanych procesów logistycznych. Brak jest kompleksowego miernika produktywności uwzględniającego procesy logistyczne i zawierającego zestaw wskaźników dedykowanych procesom logistycznym. Pozwoliło to określić wymagania stawiane nowej metodzie badania produktywności.

Na podstawie badań oraz weryfikacji opracowanej metody sformułowano następujące wnioski:

1. Następuje wzrost świadomości przedsiębiorstw oraz ich pracowników, dotyczącej wiedzy z zakresu produktywności, a przede wszystkim jej znaczenia w zarządzaniu przedsiębiorstwem.
2. Istnieje zasadność przeprowadzenia badań dotyczących produktywności procesów logistycznych z perspektywy zarządzania nimi.
3. Klasyfikacja realizowanych procesów logistycznych w przedsiębiorstwach produkcyjnych wymaga indywidualnego podejścia.
4. W przeciwieństwie do przedstawionych w literaturze metod badania produktywności, opracowana metoda zawiera kompleksowy system wskaźników uwzględniających procesy logistyczne.
5. Niewielkie zmiany w procesach logistycznych mogą przynosić wymierne korzyści dla przedsiębiorstwa.
6. Istnieje konieczność dokonywania przekształceń metod pomiaru i analizy produktywności w celu efektywniejszego budowania programów poprawy produktywności w przedsiębiorstwach.
7. Ważnym kryterium opracowanej metody dla przedsiębiorstw jest jej przyjazność oraz proste stosowanie, czyli nie jest wymagana zaawansowana wiedza i bazuje na zastosowaniu najpopularniejszego narzędzia kalkulacyjnego oraz mało zaawansowanych metod analitycznych.
8. Planowane jest zaadaptowanie produktywności procesów logistycznych do zastosowania w usługach logistycznych.

Zgodnie z założeniami autorska metoda badania produktywności zawiera system wskaźników produktywności, który jest hierarchiczny, kompleksowy, spójny oraz otwarty. Elastyczność oraz szerokie możliwości zastosowania metody osiągnięto poprzez przygotowanie dwóch sposobów badania produktywności w przedsiębiorstwach produkcyjnych. W zależności od dotychczasowego systemu kontroli, przedsiębiorstwa mogą wybrać poziom szczegółowości, na którym występują procesy logistyczne.

Wśród pozytywnych aspektów metody znajduje się jej uniwersalność oraz elastyczność (możliwość dostosowania wskaźników do potrzeb przedsiębiorstwa). Wykonanie każdego kroku kolejno prowadzi do opracowania rozwiązań usprawniających, ich wdrożenia i kontrolowania efektów.

Praca ma charakter nowatorski dzięki opracowaniu autorskiej metody badania produktywności ze szczególnym uwzględnieniem procesów logistycznych w przedsiębiorstwach produkcyjnych, która wskazuje przedsiębiorstwom, jak samodzielnie dokonać analizy produktywności i znaleźć słabe strony procesów logistycznych. Jest to podejście łączące produktywność z logistyką. Dotychczas nie przedstawiono rekomendacji dla przedsiębiorstw w zakresie poprawy produktywności przedsiębiorstwa poprzez usprawnianie procesów logistycznych. Możliwe to będzie dzięki zastosowaniu wskaźników produktywności skoncentrowanych na realizowanych procesach logistycznych związanych z obszarem produkcyjnym. Obszary wiedzy objęte pracą badawczą są dotychczas nierozpoznane. Praca łączy w sobie zagadnienia z zakresu produktywności, logistyki, statystyki, a także prognozowania i ekonometrii. Ponadto autorska metoda badania produktywności ułatwi opracowywanie programów poprawy produktywności przedsiębiorstwom, sprawiając, że będą one efektywniejsze, poprawią funkcjonowanie oraz swoją pozycję konkurencyjną na rynku. Powyższe argumenty świadczą o oryginalności opracowanej metody.

Przykłady praktyczne przedstawione w pracy potwierdzają jej skuteczność w poprawie produktywności przedsiębiorstwa. Realizacja pracy pozwoliła potwierdzić przedstawioną tezę pracy, czyli *istnieje potrzeba opracowania metody badania produktywności przedsiębiorstwa z uwzględnieniem procesów logistycznych, a jej zastosowanie pozwoli na identyfikację słabych stron procesów logistycznych i na późniejsze określenie działań umożliwiających poprawę produktywności przedsiębiorstwa.*

LITERATURA

1. Apanowicz J.: *Metodologiczne uwarunkowania pracy naukowej*. Difin, Warszawa 2005.
2. Bendkowski J., Matusek M.: *Logistyka produkcji praktyczne aspekty. Część I Planowanie i sterowanie produkcją*. Wydawnictwo Politechniki Śląskiej, Gliwice 2013.
3. Bendkowski J., Matusek M.: *Logistyka produkcji praktyczne aspekty. Część II Narzędzia, metody, systemy*. Wydawnictwo Politechniki Śląskiej, Gliwice 2013.
4. Christopher W. F.: *Productivity measurement handbook*. Productivity Press, Cambridge 1985.
5. Cox J., Schleier J.: *Handbook: Theory of Constraints*. Wydawnictwo McGraw Hill, New York 2010.
6. Croxton K. L., García-Dastugue S. J., Lambert D.M., Rogers D.S.: *The Supply Chain Management Processes*. „The International Journal of Logistics Management”, 2001, Vol. 12 Issue 2, s.13-36, DOI: 10.1108/09574090110806271.
7. Czakon W. (red.): *Podstawy metodologii badań w naukach o zarządzaniu*. Oficyna Wolters Kluwer, Warszawa 2015.
8. Durlik I.: *Inżynieria zarządzania: strategia i projektowanie systemów produkcyjnych. Część I Strategie organizacji i zarządzania produkcją*. Agencja Wydawnicza Placet, Warszawa 1996.

9. Fertsch M.: *Logistyka produkcji. Miejsce logistyki we współczesnym zarządzaniu produkcją*. W: red. M. Fertsch, P. Cyplik, Ł. Hadaś: *Logistyka produkcji. Teoria i praktyka*. Instytut Logistyki i Magazynowania, Poznań 2010.
10. Gawlik J., Plichta J., Świć A.: *Procesy produkcyjne*. PWE, Warszawa 2013.
11. <https://lean.org.pl/lean/baza-wiedzy/narzedzia-i-metody-lean/>, dostęp 16.07.2015.
12. Knosala R. i zespół: *Komputerowe wspomaganie zarządzania przedsiębiorstwem*. PWE, Warszawa 2007.
13. Korczak J.: *Inżynieria procesów logistycznych*. Wydawnictwo Uczelniane Wyższej Szkoły Gospodarki, Bydgoszcz 2013.
14. Kosieradzka A.: *Zarządzanie produktywnością przedsiębiorstwa*. C. H. Beck, Warszawa 2012.
15. Kosieradzka A., Kąkol U., Krupa A.: *The development of production management concepts*. „Foundations of Management”, 2011, Vol. 3, No. 2, s. 55-74.
16. Lewandowski J., Skołod B., Plinta D.: *Organizacja systemów produkcyjnych*. PWE, Warszawa 2014.
17. Lis S. (red.): *Vademecum produktywności*. Agencja wydawnicza Placet, Warszawa 1999.
18. Lis S., Kosieradzka A.: *Produktywność. Metody analizy oceny i tworzenia programów poprawy*. Wydawnictwo Politechniki Warszawskiej, Warszawa 2000.
19. Lis S., Kosieradzka A.: *Programowanie poprawy produktywności*. ORGMASZ, Warszawa 1998.
20. Matuszek J.: *Logistyka zaopatrzenia*. Wydawnictwo uczelniane PWSZ w Wałbrzychu, Wałbrzych 2012.
21. Michłowicz E.: *Zarys logistyki przedsiębiorstwa*. Wydawnictwo Akademii Górniczo-Hutniczej, Kraków 2012.
22. Myronenko Y.: *Productivity – measurement and improvement*. Stockholm 2012. <http://www.diva-portal.org/smash/get/diva2:551581/fulltext01.pdf>, dostęp 15.02.2015.
23. Pasternak K.: *Zarys zarządzania produkcją*. PWE, Warszawa 2005.
24. Piętowska-Laska R.: *Doskonalenie produktywności we współczesnych przedsiębiorstwach*. „Ekonomia i Zarządzanie”, nr 2/2012, s. 82-91.
25. Prońko J., Soboń A., Zamiar Z.: *Zarządzanie produkcją*. Wydawnictwo Uniwersytetu Humanistyczno-Przyrodniczego Jana Kochanowskiego, Kielce 2008.
26. Rawat, G.S., Gupta, A., Juneja, C.: *Productivity Measurement of Manufacturing System*. W: *Materials Today: Proceedings*. 2018, Volume 5, Issue 1, s. 1483-1489, DOI: 10.1016/j.matpr.2017.11.237.
27. Rostek M., Knosala R.: *Badanie produktywności logistyki jako proces w przedsiębiorstwach produkcyjnych*. „Przedsiębiorczość i Zarządzanie”, 2016 tom XVII, zeszyt 12, część 2, s. 335-345, <http://piz.san.edu.pl/docs/e-XVII-12-2.pdf>.
28. Rostek M., Knosala R.: *Koncepcje, metody i narzędzia służące poprawie produktywności procesów logistycznych*. W: red. R. Knosala: *Innowacje w Zarządzaniu i Inżynierii Produkcji. Tom I*. Wydawnictwo PTZP, Opole 2016, s. 1002-1009.
29. Rostek M., Knosala R.: *Mapa procesów logistycznych w przedsiębiorstwie produkcyjnym w aspekcie oceny jego produktywności*. W: red. M. Karkula: *Zarządzanie przedsiębiorstwem. Teoria i praktyka 2015*. Wydawnictwo Akademii Górniczo-Hutniczej, Kraków 2015.
30. Rostek M., Knosala R.: *Model oceny produktywności przedsiębiorstw produkcyjnych*. W: red. M. Karkula, J. Matuszek, B. Skołod: *Wokół inżynierii produkcji 2016*. Wydawnictwa AGH, Kraków 2017, s. 207-214.
31. Sławińska M., Witczak H.: *Podstawy metodologiczne prac doktorskich w naukach ekonomicznych*. PWE, Warszawa 2012.
32. Smoleński S.: *Zarządzanie produktywnością w przedsiębiorstwie*. Oficyna Wydawnicza Ośrodka Postępu Organizacyjnego, Bydgoszcz 2000.
33. Szymonik A.: *Logistyka i zarządzanie łańcuchem dostaw. Część II*. Difin, Warszawa 2011.
34. Twaróg J.: *Mierniki i wskaźniki logistyczne*. Instytut Logistyki i Magazynowania, Poznań 2003.
35. Witkowski J. (red.): *Logistyka w zarządzaniu przedsiębiorstwem*. Wydawnictwo Akademii Ekonomicznej we Wrocławiu, Wrocław 2002.