

POLITECHNIKA OPOLSKA  
WYDZIAŁ INŻYNIERII PRODUKCJI I LOGISTYKI



ROZPRAWA DOKTORSKA

**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

<b>WYKAZ OZNACZEŃ .....</b>	<b>4</b>
<b>WSTĘP.....</b>	<b>7</b>
<b>1. TEZA, CELE I ZAKRES PRACY.....</b>	<b>9</b>
1.1. TEZA I CELE PRACY .....	10
1.2. METODY BADAWCZE .....	11
1.3. ZAKRES PRACY .....	13
<b>2. ANALIZA STANU WIEDZY W OBSZARZE PRODUKTYWNOŚCI PROCESÓW LOGISTYCZNYCH .....</b>	<b>15</b>
2.1. PROCES LOGISTYCZNY I PROCES PRODUKCYJNY .....	15
2.1.1. Definicja procesu produkcyjnego.....	16
2.1.2. Definicja procesu logistycznego .....	17
2.1.3. Znaczenie procesów logistycznych w przedsiębiorstwach produkcyjnych .....	18
2.1.4. Efektywność procesów logistycznych .....	20
2.2. PRODUKTYWNOŚĆ PRZEDSIĘBIORSTWA .....	22
2.2.1. Definicja produktywności przedsiębiorstwa .....	23
2.2.2. Czynniki wpływające na produktywność .....	27
2.2.3. Metody oceny produktywności przedsiębiorstwa .....	28
2.2.4. Poprawa produktywności przedsiębiorstwa .....	38
2.3. PROCESY LOGISTYCZNE W PRZEDSIĘBIORSTWIE PRODUKCYJNYM .....	40
2.3.1. Podział logistyki w przedsiębiorstwie .....	41
2.3.2. Logistyka zaopatrzenia .....	44
2.3.3. Logistyka produkcji .....	45
2.3.4. Logistyka dystrybucji .....	47
2.3.5. Magazynowanie .....	50
2.3.6. Transport.....	52
2.3.7. Logistyka zwrotna .....	55
2.3.8. Produktywność procesów logistycznych.....	57
2.4. WYKORZYSTANIE METOD PROGNOZOWANIA W ANALIZIE PRODUKTYWNOŚCI .....	60
2.4.1. Naiwne metody prognozowania .....	61
2.4.2. Metoda średniej ruchomej oraz wygładzania wykładniczego .....	62
2.4.3. Ocena trafności prognozy .....	66
2.4.4. Zastosowanie modeli ekonometrycznych w prognozowaniu .....	68
2.5. PODSUMOWANIE I WNIOSKI Z ANALIZY LITERATURY .....	72
<b>3. METODA BADANIA PRODUKTYWNOŚCI ZE SZCZEGÓLNYM UWZGLĘDNIENIEM PROCESÓW LOGISTYCZNYCH .....</b>	<b>76</b>
3.1. ZAŁOŻENIA METODY.....	79
3.2. OPIS METODY BADANIA PRODUKTYWNOŚCI PRZEDSIĘBIORSTWA.....	82

3.3. SZCZEGÓŁOWY OPIS ETAPÓW REALIZACJI METODY .....	83
3.3.1. Etap I – Podział procesów logistycznych .....	87
3.3.2. Etap II – Dane do analizy .....	93
3.3.3. Etap III – Analiza produktywności .....	101
3.3.4. Etap IV – Rozwiązanie usprawniające .....	105
3.3.5. Etap V – Kontrola .....	108
3.4. OGRANICZENIA STOSOWANIA METODY .....	110
3.5. PODSUMOWANIE .....	111
<b>4. WERYFIKACJA METODY .....</b>	<b>113</b>
4.1. PRZYKŁAD PIERWSZY – ŚREDNIE PRZEDSIĘBIORSTWO Z BRANŻY SPOŻYWCZEJ .....	113
4.1.1. Opis procedury badania produktywności w przedsiębiorstwie pierwszym .....	114
4.1.2. Realizacja badania produktywności przedsiębiorstwa .....	116
4.1.3. Podsumowanie .....	125
4.2. PRZYKŁAD DRUGI – DUŻE PRZEDSIĘBIORSTWO Z BRANŻY ENERGETYCZNEJ .....	126
4.2.1. Opis procedury badania produktywności w przedsiębiorstwie drugim .....	126
4.2.2. Realizacja badania produktywności przedsiębiorstwa .....	128
4.2.3. Podsumowanie .....	134
4.3. PRZYKŁAD TRZECI – DRUGIE BADANIE PRODUKTYWNOŚCI W DUŻYM PRZEDSIĘBIORSTWIE Z BRANŻY ENERGETYCZNEJ .....	135
4.3.1. Realizacja badania produktywności przedsiębiorstwa .....	136
4.3.2. Podsumowanie .....	140
4.4. PRZYKŁAD CZWARTY – ŚREDNIE PRZEDSIĘBIORSTWO Z BRANŻY MOTORYZACYJNEJ .....	141
4.4.1. Opis procedury badania produktywności w przedsiębiorstwie trzecim .....	141
4.4.2. Realizacja badania produktywności przedsiębiorstwa .....	143
4.4.3. Podsumowanie .....	152
<b>WNIOSKI Z BADAŃ .....</b>	<b>153</b>
<b>KIERUNKI DALSZYCH BADAŃ .....</b>	<b>156</b>
<b>SŁOWNIK WAŻNIEJSZYCH POJĘĆ .....</b>	<b>158</b>
<b>LITERATURA .....</b>	<b>160</b>
<b>SPIS TABEL .....</b>	<b>171</b>
<b>SPIS RYSUNKÓW .....</b>	<b>172</b>
<b>STRESZCZENIE .....</b>	<b>174</b>
<b>ABSTRACT.....</b>	<b>175</b>

## WYKAZ OZNACZEŃ

$\alpha, \beta, \gamma$	– parametry (stałe wygładzania) w modelach prognostycznych, przyjmujące wartość z przedziału $[0; 1]$
$b_0$	– wyraz wolny w równaniu prostej
$b_1$	– współczynnik kierunkowy prostej (współczynnik trendu)
$c$	– stała wartość zmiany zmiennej prognozowanej
$C_t$	– ocena wskaźnika sezonowości w okresie $t$
D	– dystrybucja
$\varepsilon$	– element losowy
E	– energia
$E_t$	– błąd prognozy
$F_t$	– wygładzona wartość zmiennej prognozowanej w okresie $t$
GR	– wskaźnik tempa wzrostu wskaźnika ROA
$h_{ij}$	– wskaźniki pojemności integralnej
$H_1$	– wskaźnik pojemności globalnej
I	– przychody ze sprzedaży
$I^*$	– wartość statystyki z tablic $t$ - Studenta
$k$	– stała wygładzania (w prognozowaniu)
K	– kapitał
$KM_i$	– koszty $i$ -tego typu działalności
L	– praca
M	– materiały
MAPE	– średni bezwzględny błąd procentowy
ME	– średni bezwzględny błąd
MPE	– średni względny błąd procentowy
MSE	– błąd średniokwadratowy
NP	– zysk netto
OD	– liczba zrealizowanych zamówień od klienta
OS	– liczba zrealizowanych zamówień z kontrahentem
OT	– liczba operacji transportowych
P	– produktywność (strukturalna generalna)

$P_E$	– produktywność ekonomiczna
$P_{FE}$	– planowane wydatki stałe
$P_i$	– produktywność całkowita w okresie $i$
$p_{ri}^I$	– koszt jednostkowy zasobu rodzaju $r$ płacony w okresie $i$
$p_{ti}^O$	– cena jednostkowa produktu rodzaju $t$ uzyskiwana w okresie $i$
$PE$	– względny błąd procentowy
$PP$	– produkcja
$Q$	– suma kwadratów odchylen wartości teoretycznych od wartości zaobserwowanych
$Q_{ri}^I$	– ilość zasobu wejściowego rodzaju $r$ zużywana (wykorzystywana) w okresie $i$
$Q_{ti}^O$	– ilość produktów rodzaju $t$ wyprodukowana i dostarczona do odbiorców w okresie $i$
$QPP$	– wielkość produkcji
$R$	– rodzaje zasobów zużywanych/wykorzystywanych przez system
$r_{ij}$	– wskaźnik korelacji
$r^*$	– wartość krytyczna dla współczynnika korelacji
$RL$	– logistyka zwrotna
$RMSE$	– średnia kwadratowa błędów prognozy
$ROA$	– stopa zwrotu z aktywów
$s$	– odchylenie standardowe
$s^*$	– średni błąd prognoz wygasłych
$S$	– zaopatrzenie
$S_t$	– wygładzona wartość przyrostu trendu w okresie $t$ ,
$S_w$	– zapas magazynowy
$SL$	– sprzedaż netto
$t$	– wyraża czas o wartościach definiowanych, najczęściej zgodnie z numeracją kolejnych okresów (1, 2, 3, ..., n+1)
$T$	– rodzaje produktów wytwarzanych przez system
$TA$	– całkowite aktywa
$TP$	– transport
$R$	– długość cyklu sezonowego (liczba faz w cyklu)
$V_i$	– współczynnik zmienności
$VA$	– wartość dodana
$VRL$	– wartość logistyki zwrotnej

- $w$  – wskaźnik wzrostu bądź spadku w przypadku trendu wykładniczego
- $w_j$  – waga nadawana wartościom zmiennej prognozowanej w okresie  $i$
- $W$  – magazyn
- $x$  – wartość zaobserwowana
- $\bar{x}$  – średnia
- $y_i$  – obserwowana wartość zmiennej  $Y$  wyznaczona w okresie  $i$
- $y_t$  – wartość zmiennej w okresie czasu  $t$
- $y_t^*$  – wartość prognozy w okresie czasu  $t$

## **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 [161]. W przemyśle ważny jest system wytwarzania, który pozwala produkować wysokiej jakości produkty przy minimalnych wejściach/nakładach. Może to zostać osiągnięte poprzez wzrost produktywności przedsiębiorstw [169]. Produktywność jest kategorią, która obrazuje efektywność ponoszonych nakładów i w związku z tym ma znaczący wpływ na konkurencyjność przedsiębiorstw. Analiza zmian produktywności może być prowadzona na różnych poziomach agregacji: pojedynczego przedsiębiorstwa, gałęzi przedsiębiorstwa czy całej gospodarki narodowej. Ważne jest, aby wzrost produktywności dotyczył wszystkich rodzajów ponoszonych nakładów [3].

Produktywność jest istotnym zagadnieniem 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 [27, 95, 116, 117, 118, 132, 141, 227] wymienionych jest wiele wskaźników produktywności, jednak zdawkowo potraktowany jest wpływ logistyki i jej elementów na produktywność. Współcześnie rośnie znaczenie logistyki w przedsiębiorstwach. Zakłócenia w przebiegu procesów logistycznych powodują zakłócenia w procesach produkcji. Jeśli logistycy w przedsiębiorstwie za późno zamówią surowiec, wtedy jego brak w odpowiednim czasie spowoduje przestój w produkcji. Do każdego przedsiębiorstwa należy podejść indywidualnie, aby wyróżnić inne procesy logistyczne w zależności od rodzaju przedsiębiorstwa oraz typu i formy produkcji.

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. Zmiany w gospodarce światowej i krajowej sprawiają, że obecnie wzrasta znaczenie zarządzania produkcją i logistyką. Wśród powodów takich zmian, wyróżnia się: wzrost konkurencji, doskonalenie procesów produkcyjnych oraz technologii produkcji, zwiększenie nacisku na jakość procesów, produktów, obsługi odbiorców, a także wzrost oczekiwań nabywców [11, 35].

Do zadań logistyki zalicza się: przyjmowanie zamówień i ich koordynację, planowanie produkcji, zabezpieczenie zaopatrzenia zsynchronizowanego z produkcją, kontakty z dostawcami, realizację zakupów, organizacja dostaw, transport, zarządzanie gospodarką magazynową oraz odpadami. Te zadania pozwalają dostrzec funkcjonowanie przedsiębiorstwa jako sprzężonego ciągu procesów [108].

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 możliwości ich wpływania na wynik wskaźników produktywności przedsiębiorstwa.

W badaniu produktywności przedsiębiorstw głównie skupia się na ocenie produktywności ze względu na wspomniane wcześniej wejścia do procesu produkcyjnego. 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.

Przedstawione zagadnienie stanowi jednocześnie istotny problem z dyscypliny inżynierii produkcji, tym samym potwierdzając zasadność podjęcia pracy badawczej. Opisany problem badawczy mieści się w obszarach inżynierii produkcji zatytułowanych [91]:

- „Efektywność, produktywność i organizacja przedsiębiorstw”,
- „Optymalizacja łańcuchów dostaw i logistyka”.



## **1. TEZA, CELE I ZAKRES PRACY**

Współczesne podejście do zarządzania przedsiębiorstwem wymaga procesowego ujęcia tej problematyki. Natomiast w budowaniu przewagi konkurencyjnej duży udział ma szeroko rozumiana logistyka, która obejmuje praktycznie wszystkie sfery organizacji. Problemem badawczym jest zidentyfikowanie oraz ocena wpływu poszczególnych procesów logistycznych na produktywność przedsiębiorstwa produkcyjnego. Wejściami do systemu są: praca, kapitał, materiały, energia, informacje, wiedza itp. Do wyjść zalicza się głównie wyroby i usługi, jednakże mogą to również być odpady. 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 [43, 116, 129, 157, 167, 200]. Procesy logistyczne są realizowane obok innych procesów w przedsiębiorstwie, takich jak: procesy technologiczne, zarządzanie wiedzą, zapewnienie jakości. Każdy z procesów podlega ocenie efektywności poprzez wskaźniki. Jest wiele wskaźników związanych z badaniem efektywności procesów logistycznych, ale brak znaczącego powiązania z produktywnością, która jest istotna w każdym przedsiębiorstwie produkcyjnym.

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.

Badanie produktywności w przedsiębiorstwach jest jedną z metod oceny efektywności wykorzystywanych zasobów. W rozwijającej się myśli zarządzania logistycznego coraz częściej zwraca się uwagę na procesy logistyczne. Znaczenie ma również kontrola tych procesów. Przyczyniło się to do zajęcia się tą tematyką przez autorkę w kontekście analizy produktywności.

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.

## **1.1. 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 określonych celów głównych pracy, sformułowano następujące **cele 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.

### **Cele teoretyczno-poznawcze pracy:**

- 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,
- opracowanie nowej metody badania produktywności dostosowanej do procesów logistycznych w przedsiębiorstwach produkcyjnych.

### **Cele użyteczne pracy:**

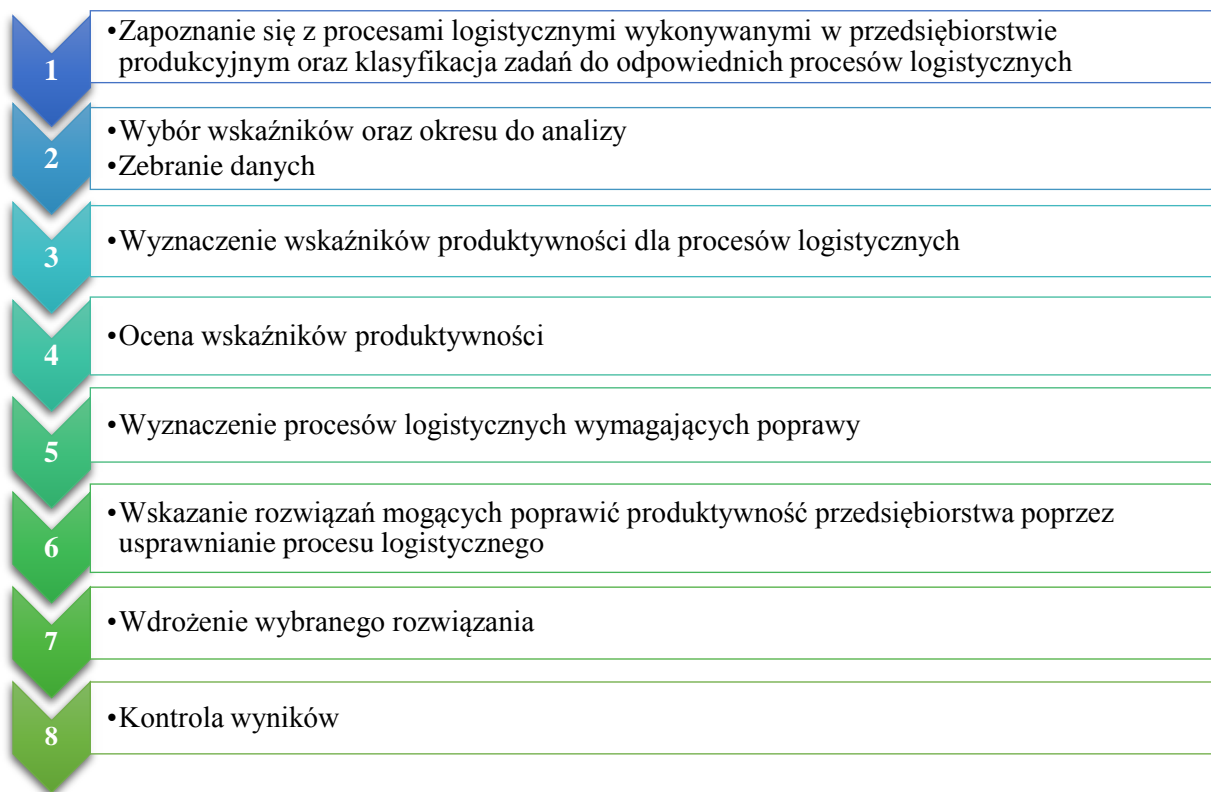
- opracowanie metody badania produktywności ze szczególnym uwzględnieniem procesów logistycznych w przedsiębiorstwach produkcyjnych,
- opracowanie rekomendacji w zakresie procesów logistycznych o niskiej produktywności w przedsiębiorstwach produkcyjnych.

## **1.2. 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 1.1.



Rys. 1.1. Koncepcja badania naukowego

Praca wymagała zastosowania wielu metod badawczych. Wykorzystano między innymi [4, 36, 197, 239]: 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.

Nie wszystkie informacje można przedstawić w sposób wymierny. Dlatego stosowano zarówno metody ilościowe i jakościowe. Były one przede wszystkim stosowane w części związanej z praktycznymi aspektami pracy, czyli analizy danych z przedsiębiorstw, weryfikacji opracowanej metody. Niezwykle cenne informacje były pozyskiwane na podstawie wywiadów pogłębionych, które przeprowadzano w przedsiębiorstwach z osobami zaangażowanymi w procesy logistyczne i mogły dostarczyć cennych wskazówek oraz informacji o przebiegu procesów. Uzupełnieniem tej metody była obserwacja podczas wizyt w przedsiębiorstwach.

Dane ilościowe były analizowane z wykorzystaniem metod statystycznych oraz ekonometrycznych.

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 [36]. 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 zastosować ją do swoich potrzeb. W badaniach wykluczono przedsiębiorstwa mikro oraz małe. Wybierano przedsiębiorstwa średnie oraz duże z uwagi na zakres danych niezbędny do wykonywania analiz, a także z uwagi na fakt, że w małych i mikro przedsiębiorstwach metoda się nie sprawdzi ze względu na swoją złożoność.

Zebrane dane i informacje zostały przedstawione w pracy, wykorzystując metody graficzne oraz opisy. Przedstawiono również tabele i rysunki.

### **1.3. 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 zagrożeń i 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.

## **2. ANALIZA STANU WIEDZY W OBSZARZE PRODUKTYWNOŚCI PROCESÓW LOGISTYCZNYCH**

### **2.1. Proces logistyczny i proces produkcyjny**

Logistyka to termin opisujący proces planowania, realizowania i kontrolowania sprawnego i efektywnego przepływu surowców, materiałów do produkcji, wyrobów gotowych oraz odpowiedniej informacji z punktu pochodzenia do punktu konsumpcji, w celu zaspokojenia potrzeb klienta. Działania logistyczne obejmować mogą: obsługę klienta, prognozowanie popytu, przepływ informacji, kontrolę zapasów, manipulację nimi, realizowanie zamówień, zaopatrywanie w części, pakowanie, gospodarkę odpadami, transportowanie oraz składowanie [9, 34, 48, 65, 82].

System składa się z procesów, które powodują transformację wektora wejścia w wektor wyjścia, podobnie jak i sam system. Stąd też należy rozpocząć od definicji systemu logistycznego, gdyż procesy logistyczne są składowymi systemu. System logistyczny jest to celowo zorganizowany i połączony zespół, takich procesów jak: zaopatrzenie, produkcja, transport, magazynowanie, odbiorcy, dystrybucja, recykling, wraz z relacjami między nimi oraz ich własnościami warunkującymi przepływ strumieni towarów, środków finansowych i informacji [30, 163].

Systemy logistyczne w literaturze przedmiotu dzielone są ze względu na różne kryteria. Jednym z nich jest podział funkcjonalny, który pozwala na wyróżnienie procesów (podsystemów) logistycznych ze względu na fazy przepływu produktów i informacji. Zgodnie z tym kryterium wyróżnia się logistykę zaopatrzenia, logistykę produkcji i logistykę dystrybucji [2, 16, 25, 86, 158, 163, 218]. W literaturze [108, 115, 132, 147, 150] przedstawione są inne podziały logistyki, natomiast ten jest najlepiej dopasowany do przedsiębiorstwa produkcyjnego i analizy produktywności.

Proces jest to sekwencja lub częściowo uporządkowany zbiór powiązanych ze sobą działań, zintegrowanych przez czas, koszty, łączną ocenę wykonania, realizowanych, aby osiągnąć określony cel organizacji. Większość autorów podaje, że proces jest to ciąg czynności zaprojektowanych, a następnie wykonanych w taki sposób, aby powstał produkt lub usługa, czyli został zrealizowany cel, którym jest zaspokojenie klienta [5, 37, 40, 43, 62, 63, 67, 81,

92, 108, 133, 140, 154, 196]. Inni dodają do wcześniej przedstawionego pojęcia procesu podejście związane z łańcuchem wartości, który poprzez realizowane czynności zwiększa wartość produktu lub usługi końcowej [18, 140, 164, 190].

Zgodnie z ujęciem S. Krawczyka [108] można wyróżnić cztery typy relacji między wejściem a wyjściem procesu:

- wejście procesu jest takie samo jak wyjście,
- można określić pewną zależność, która na wyjściu przyporządkowuje wejście,
- można określić pewną zależność, która na wejściu przyporządkowuje wyjście,
- między wejściem a wyjściem zachodzi pewna relacja niebędąca żadną konkretną zależnością.

Zarządzanie procesami związane jest z ich mapowaniem. Mapy procesów są narzędziem obrazującym przebieg procesów, które wykorzystuje się do ich usprawniania. Pozwalają na analizę przebiegu procesu z punktu widzenia ustalonego celu oraz na zidentyfikowanie wąskich gardeł i nieciągłości [7, 14, 154, 196, 206, 218].

### **2.1.1. Definicja procesu produkcyjnego**

Transformacja wejść w wyjścia to podstawowa cecha procesu produkcyjnego. Do wejść zaliczane są takie zasoby jak: pracownicy, materiały, energia, maszyny i urządzenia. Wyjściem jest produkt finalny. O sukcesie przemiany zasobów w wyrób gotowy można mówić, gdy klient finalny chce zapłacić za otrzymany produkt więcej niż wyniosły koszty produkcji [44, 66, 110, 114, 167].

Proces produkcyjny jest to uporządkowany zespół zaprojektowanych działań, których celem jest wykonanie określonego wyrobu. Do procesu produkcyjnego w przedsiębiorstwie przemysłowym będą zaliczane wszystkie czynności, zaczynając od pobrania surowców i materiałów z magazynu poprzez czynności związane z produkcją, aż do przekazania gotowego wyrobu na rynek. W ramach systemu produkcyjnego wyróżnia się procesy [43, 44, 55, 87, 155, 156, 157]:

- technologiczne – zbiór operacji (działań) technologicznych;
- transportowe – działania związane z przemieszczaniem;
- kontroli – porównywanie osiągniętych efektów z planowanymi;



- pracy – działania człowieka zmieniające właściwości i stany przedmiotu pracy poprzez oddziaływanie narzędziami;
- naturalne – inicjuje je człowiek poprzez stworzenie odpowiednich warunków do ich przebiegu, zmiana właściwości następuje pod wpływem działań sił przyrody lub reakcji chemicznych;
- magazynowania i składowania – przechowywanie materiałów;
- przeładowywania – manipulacja zasobami, łączenie i rozdział zasobów oraz ich sortowanie.

### **2.1.2. Definicja procesu logistycznego**

Współczesne wymagania dotyczące systemów logistycznych w przedsiębiorstwie to: elastyczność, produktywność, jakość, bezpieczeństwo, przyjazność dla środowiska naturalnego oraz niskie koszty realizacji. Natomiast cele, które powinien osiągnąć system logistyczny to: synchronizacja procesów w przedsiębiorstwie, harmonizacja przepływów materiałów, kompleksowa integracja informatyczna. Procesy i operacje logistyczne są realizowane w ramach systemów logistycznych [114].

System logistyczny jest to otwarty i elastyczny zbiór podsystemów, który realizuje swoje cele poprzez odpowiednie procesy logistyczne, które polegają na fizycznym przepływie dóbr przez kolejne fazy działalności gospodarczej. Są to zatem procesy przepływu dóbr fizycznych (materiałów, surowców, półproduktów, wyrobów gotowych oraz towarów) wraz z towarzyszącym im przepływem informacji w przedsiębiorstwie oraz między przedsiębiorstwami. Wśród podstawowych procesów logistycznych wymienić należy procesy podsystemów zaopatrzenia, produkcji, dystrybucji, transportu, magazynowania, przeładunku, pakowania. Procesy logistyczne tworzą zatem pewną kompozycję składającą się na proces przepływu fizycznego. Mówi się również o tym, że procesy logistyczne powodują transformację produktów, np. procesy magazynowania realizują zmiany czasowe, procesy transportu dotyczą zmian przestrzeni, procesy przeładunku wprowadzają zmiany ilości i gatunku itp. [23, 59, 149, 158, 224].

Przez proces logistyczny rozumie się kolejne etapy, jakie należy wykonać, aby zgodnie z definicją logistyki zrealizować przepływ zakupionych surowców przez produkcję, dystrybucję do końcowego odbiorcy [163]. Procesy logistyczne stanowią uporządkowane operacje dotyczące przepływów rzeczowych oraz informacyjnych umożliwiających: skuteczne

podejmowanie decyzji, monitoring realizowanych działań pod kątem ich sprawności, efektywności i kosztów [137]. Podstawowym celem procesów logistycznych jest zapewnienie sprawności przepływu i właściwej organizacji obsługi klienta. W literaturze podaje się, że efektywna logistyka jest opisana przez regułę 7W<sup>1</sup>, co oznacza dostarczenie [13, 59, 86, 113, 134, 149, 216]:

- właściwego produktu,
- we właściwej ilości,
- we właściwym miejscu,
- w właściwym czasie,
- wraz z właściwą informacją,
- we właściwej cenie,
- właściwemu klientowi.

### **2.1.3. Znaczenie procesów logistycznych w przedsiębiorstwach produkcyjnych**

Ciążar współczesnej logistyki przesunął się w kierunku efektywnego rozwiązywania problemów, równoległego przygotowywania produkcji i wytwarzania. Stawia to nowe zadania przed planowaniem produkcji i sterowaniem jej przebiegiem. W większym stopniu należy koncentrować się na zagadnieniach szybkiej i terminowej realizacji zróżnicowanych zamówień. Należące tradycyjnie do planowania produkcji i jej sterowania problemy zasilania systemu w materiały itp. stanowią osobne zagadnienia, które obecnie ciężko rozwiązać równoległe z planowaniem terminów realizacji zleceń oraz obciążeń maszyn i urządzeń. Problemy zasilania materiałowego istniały zawsze. Wcześniej były rozdzielane pomiędzy różne służby lub tzw. gospodarki: zaopatrzeniową, narzędziową, utrzymania ruchu. We współczesnym przedsiębiorstwie, razem z zadaniami przyjętymi przez sferę produkcji od zaopatrzenia, tworzą podstawowy zakres działania logistyki produkcji. Ma ona za zdanie zsynchronizować przepływ dóbr w systemie produkcyjnym przedsiębiorstwa z ich „wejściem” do przedsiębiorstwa i „wyjściem” z niego. System logistyczny jest równorzędnym partnerem systemu produkcyjnego [47].

---

<sup>1</sup> Literatura przedmiotu opisując tę zasadę również jako 7R. W latach wcześniejszych, czyli gdy zasada ta była formułowana zaczynano od 4R (4W) i stopniowo dopisywano kolejne właściwości, jakie powinny być spełnione. Stąd też w literaturze przedmiotu różnie jest definiowana ta zasada.

M. Kubasiński i L. Bylinko badali znaczenie logistyki we współczesnych przedsiębiorstwach. Niestety nie zawsze doceniano znaczenie zarządzania logistyką i niewykorzystywanych rezerw tkwiących w sferze logistyki. Prawie 75% badanych przedsiębiorstw posiada komórki odpowiedzialne za zarządzanie logistyczne. Przedsiębiorstwa te wykorzystują swój potencjał oraz znają i stosują metody zarządzania logistycznego. Warto wskazać, że pozostałe ponad 25% przedsiębiorstw hamuje swój rozwój oraz osłabia pozycję rynkową. Wskazali oni, iż nie widzą potrzeby tworzenia dodatkowej komórki organizacyjnej w strukturze przedsiębiorstwa. Tkwią one w starych modelach zarządzania, a właśnie logistyka pozwala sprawnie funkcjonować, ponieważ wiąże się z dostarczaniem produktów na czas, w odpowiednie miejsce, właściwemu klientowi. Część z tych podmiotów jest ograniczona ze względów finansowych, natomiast coraz więcej przedsiębiorstw posiada wydzielone komórki, które zajmują się procesami logistycznymi. Widoczne jest duże znaczenie zarządzania logistycznego w przedsiębiorstwach [109].

Logistyka w zastosowaniu do procesów produkcyjnych, oznacza takie zabezpieczenie ciągów technologicznych, by produkcja przebiegała zgodnie z przewidzianymi harmonogramami, bezkolizyjnie, z jednoczesnym zapewnieniem możliwie najmniejszych kosztów. Można wyróżnić następujące zadania logistyki w przedsiębiorstwie [2, 163]:

- usprawnianie zarządzania procesami przepływu i magazynowania produktów prowadzące do zaspokojenia materialnych potrzeb uczestników procesów;
- uwzględnienie w strategii rozwoju przedsiębiorstwa elementów związanych z budową łańcuchów logistycznych;
- zwiększenie elastyczności produkcji;
- optymalne wykorzystanie zdolności produkcyjnych;
- właściwa technologia informacyjna w przedsiębiorstwie.

Właściwa identyfikacja procesów w przedsiębiorstwie pozwala lepiej zrozumieć zasady funkcjonowania przedsiębiorstwa i mechanizmy tworzenia wartości [154]. W zarządzaniu produkcją można zidentyfikować następujące procesy logistyczne [10]:

- pozyskiwanie klienta poprzez zarządzanie promocją oraz przygotowanie oferty dla stałych klientów i nowych;
- gromadzenie danych o popycie w celu archiwizacji i wykorzystania do prognozowania;
- zakupy – wybór i ocena dostawców, negocjacje, zamawianie, realizacja transakcji;

- dostawy – przyjmowanie dostaw i ich magazynowanie;
- produkcja;
- dystrybucja.

#### **2.1.4. Efektywność procesów logistycznych**

Słownik języka polskiego PWN definiuje efektywność - „jako pozytywny wynik, wydajność, skuteczność, sprawność, rezultat działalności gospodarczej określony jako stosunek uzyskanego efektu do nakładu”. Efektywność jest używana do oceny działalności, jako ogółu przedsiębiorstwa oraz jego oddzielnych obszarów. Efektywność jest również jednym z elementów służących do określenia specyfikacji decydujących o istocie działalności jako podmiotu gospodarującego, jednocześnie determinując jego funkcjonowanie i rozwój. Pojęcie efektywności wiąże się najpowszechniej z koncepcją racjonalnego gospodarowania i jest określane w dwojaki sposób [41, 130, 153]:

- wydajnościowy, gdzie dąży do maksymalizacji efektów,
- oszczędnościowy, doprowadzenie do minimalizacji nakładów.

„Nie można zarządzać czymś, czego nie da się zmierzyć” [22]. Dlatego w przedsiębiorstwach istotne są mierniki służące badaniu efektywności. Dobry miernik i wskaźnik powinien być [95, 151, 159, 199, 217, 227]:

- adekwatny – właściwy do analizowanego fragmentu rzeczywistości,
- aktualny – ocena powinna dotyczyć bieżącej działalności,
- dokładny – powinien tworzyć przesłanki do podjęcia właściwych decyzji,
- rozległy – obejmować wiele różnych stanów badanej rzeczywistości,
- kompletny – całościowo obejmować i oceniać badany system,
- porównywalny – umożliwiać ocenę porównawczą w różnych aspektach,
- zrozumiały – konstrukcja wskaźnika powinna być prosta i logicznie zrozumiała,
- kompatybilny – dostępny w systemie informatycznym przedsiębiorstwa.

Dla zachowania równowagi pomiędzy poziomem obsługi klienta a jej kosztami, powinny być ustalone oraz wyodrębnione efekty, jakie uzyskuje się w procesach logistycznych, które mogą być rozumiane jako [101]:

- polegające na wykorzystaniu w logistyce zasobów ludzkich i materialnych – jest to ujęcie czynnikowe, pozwalające na ocenę gospodarowania tymi zasobami,
- powstające w przepływie produktów przez poszczególne fazy tego przepływu – jest to ujęcie procesowe, które wyraża zdolność procesu przepływu do pokonania przestrzeni i czasu,
- związane bezpośrednio z poziomem obsługi klienta, a wyznaczone przez standardy obsługi.

Celem metod badania efektywności jest ocena za pomocą liczb, a nie opisu analitycznego. Procesy powinny być regularnie poddawane różnego rodzaju analizom, zwiększają się wówczas szanse na [40, 151, 159]:

- doskonalenie systemu logistycznego poprzez systematyczne porównywanie wskaźników,
- zapewnienie wysokiego poziomu obsługi klientów dotyczące jakości, ceny oraz terminowości dostaw,
- dostosowywanie się przedsiębiorstw do zmian rynkowych i technologicznych, w konsekwencji zwiększenie elastyczności procesu,
- zlecanie wybranych czynności logistycznych przedsiębiorstwom zewnętrznym, w ocenie celowości angażowania innych podmiotów podstawową rolę spełniają wskaźniki oceny efektywności systemów logistycznych.

P. Blaik w pracy [15] podkreśla znaczenie zarządzania logistycznego w dążeniu do zwiększenia efektywności oraz skuteczności przedsiębiorstwa. Przedstawia problem pomiaru efektywności w logistyce oraz określa potencjały i determinanty efektywności i sukcesu przedsiębiorstwa.

Dla systemu logistycznego można wyznaczać mierniki według podziału na [85]:

- strukturalne i ramowe,
- produktywności,
- gospodarności,
- jakościowe.

Podjęcie decyzji o zmianach w procesach logistycznych nie zawsze wymaga starannej analizy. Proponuje się zwracanie uwagi również na różne czynniki, które oddziałują na procesy logistyczne. Mogą to być [30]:

- wystąpienie zmian w wymaganiach i potrzebach klientów,
- konieczność zwiększenia elastyczności działania,
- pojawienie się nowych technologii,
- wprowadzenie nowych regulacji prawnych,
- zmiana poziomu lub rodzaju konkurencji,
- konieczność dostosowania się do nowych warunków w zmieniającym się otoczeniu,
- zmiany dostawców,
- zmiany w strategii logistycznej,
- zmiany w przebiegu samych procesów.

W literaturze przedmiotu dostępnych jest wiele mierników i wskaźników służących ocenie procesów logistycznych. Zestawienia te można znaleźć między innymi w pracach: K. Kowalskiej [102], E. Michłowicza [132], M. Nowickiej-Skowron [151], H. Ch. Pfohla [159], J. Twaroga [227].

## **2.2. Produktywność przedsiębiorstwa**

Pomiar produktywności w przedsiębiorstwie pozwala analizować efektywność działania przedsiębiorstwa na tle innych przedsiębiorstw w branży i regionie gospodarczym. Pozwala również ocenić efektywność wykorzystania zasobów materialnych, finansowych i ludzkich, znajdujących się w dyspozycji przedsiębiorstwa. Analiza produktywności pozwala ustalać realistyczne cele oraz formułować programy poprawy stanu istniejącego w kierunku osiągnięcia postawionych celów, czyli poprawy produktywności. Jest ona także narzędziem diagnozowania działalności przedsiębiorstwa, mającym na celu identyfikację strat i rezerw, wąskich gardeł i barier wzrostu, dającym podstawy dla tworzenia programów poprawy. Kontrolowanie pozycji na rynku oraz dopasowanie się do zmieniających warunków otoczenia poprzez stałą poprawę stanu istniejącego wskazuje, iż przedsiębiorstwo musi dysponować systemem pomiaru produktywności, który powinien być integralną częścią systemu informacyjnego zarządzania [116].

### 2.2.1. Definicja produktywności przedsiębiorstwa

Pojęcie „produktywność” pochodzi od angielskiego słowa *productivity*. Przez wielu autorów produktywność jest pojmowana jako wydajność, która odnosi się do pracy żywej. Produktywność jest to wskaźnik tego co zostało wyprodukowane w procesach wytwarzania do tego co zostało wykorzystane w produkcji wyrobów lub po prostu wskaźnik wyjść do wejść procesu produkcyjnego w danym czasie [229]. Niestety w rozwijającym się świecie należy podejść inaczej do tego zagadnienia. W literaturze wskazuje się na potrzeby nowoczesnego podejścia do pojęcia produktywności, które pozwala rozpatrywać je w aspektach efektywności wykorzystania materiałów, energii, kapitału oraz pracy.

William F. Christopher podaje definicję słowa produktywność jako relację pomiędzy wyprodukowanymi dobrami i usługami, a zużytymi zasobami do ich wytworzenia. Jest to relacja pomiędzy wyjściami a wejściami do produkcji. Wyjścia są to dobra i usługi wytworzone i dostarczone klientom, natomiast wyróżnia on cztery wejścia. Są to: praca ludzka, materiały, energia i kapitał [27, 28, 61, 69, 167]. Produktywność może być analizowana na różnych poziomach, np. gospodarki narodowej, działu gospodarki narodowej, branży, przedsiębiorstw, działów lub pojedynczych stanowisk. Poza opracowaniami przytoczonych już autorów produktywność szerzej jest zaprezentowana w pracach [51, 52, 53, 69, 79, 80, 99, 103, 112, 152, 165, 166, 169, 194, 200, 204, 229, 235, 237, 238].

S. Tangen w swojej pracy [225] przedstawia wiele definicji produktywności pojawiających się w literaturze. Pomimo, iż istota pojęcia pozostaje taka sama, wyróżnia się trzy podejścia do produktywności [229]:

- techniczne, czyli relacja pomiędzy wyjściem a wejściami użytymi w produkcji,
- inżynierskie, czyli relacja pomiędzy aktualnym a potencjalnym wyjściem z procesu,
- ekonomiczne, czyli efektywność wykorzystania zasobów.

Definicja w ujęciu technicznym wskazuje, że „produktywność jest to stosunek ilości produkcji wytworzonej i sprzedanej w rozpatrywanym okresie do ilości wykorzystywanych lub zużytych zasobów wejściowych”. Oznacza to, że produktywność może być interpretowana jako efektywność wykorzystania zasobów systemu: energii, materiałów, pracy, kapitału, informacji, powierzchni, czasu w produkcji dóbr i usług, stanowiących jego wyjście. Produktywność cząstkowa jest to stosunek całkowitej ilości produkcji (lub ilości produktów poszczególnych rodzajów) do ilości poszczególnych rodzajów zasobów zużytych bądź wykorzystywanych do

ich wytworzenia. Można więc mówić o produktywności kapitału, produktywności pracy, produktywności materiałów, produktywności energii itp. [27, 28, 32, 95, 116, 118].

Całkowita produktywność w okresie  $i$  ( $P_i$ ) wyznaczana jest na podstawie wzoru ogólnego [1, 87, 95, 116, 117, 192]:

$$P_i = \frac{\sum_{t=1}^T Q_{ti}^o P_{ti}^o}{\sum_{r=1}^R Q_{ri}^I P_{ri}^I}, \quad (1)$$

gdzie:  $t, r = 1, 2, \dots; T$  - rodzaje produktów wytwarzanych przez system;  $Q_{ti}^o$  - ilość produktów rodzaju  $t$  wyprodukowana i dostarczona do odbiorców w okresie  $i$ ;  $p_{ti}^o$  - cena jednostkowa produktu rodzaju  $t$  uzyskiwana w okresie  $i$ ;  $R$  - rodzaje zasobów zużywanych/wykorzystywanych przez system;  $Q_{ri}^I$  - ilość zasobu wejściowego rodzaju  $r$  zużywana (wykorzystywana) w okresie  $i$ ;  $p_{ri}^I$  - koszt jednostkowy zasobu rodzaju  $r$  płacony w okresie  $i$ .

Produktywność może być rozpatrywana jako cząstkowa z punktu widzenia zużywanych zasobów lub w zależności od rodzaju produktu. Szczególnym przypadkiem jest produktywność cząstkowa analizowana z uwagi na stosowany zasób jak  $i$  na produkowany produkt. Produktywności cząstkowe mogą być wyznaczane w różnych układach [95, 117]:

- w zależności od rodzaju zużywanego zasobu:

$$P_{ri} = \frac{\sum_{t=1}^T Q_{ti}^o P_{ti}^o}{Q_{ri}^I P_{ri}^I}, \quad (2)$$

- w zależności od rodzaju produktu:

$$P_{ti} = \frac{Q_{ti}^o P_{ti}^o}{\sum_{r=1}^R Q_{ri}^I P_{ri}^I}, \quad (3)$$

- w zależności od rodzaju zużywanego zasobu i produktu:

$$P_{rti} = \frac{Q_{ti}^o P_{ti}^o}{Q_{ri}^I P_{ri}^I}. \quad (4)$$

Za miernik produktywności uznać można każdy wskaźnik w postaci ilorazu, zawierający w liczniku miarę wytworzonej produkcji, a w mianowniku wielkość zasobów zużytych lub wykorzystanych do jej wytworzenia. Zasoby mogą być wyrażone wartościowo jako koszt lub ilościowo – w jednostkach naturalnych. Produktywność może być postrzegana jako miara



efektywności działania organizacji wyrażana stosunkiem wyników do nakładów lub jako mentalność postępu, która polega na organizowaniu i wspieraniu wszelkiego rodzaju przedsięwzięć, mających na celu ciągłe podnoszenie efektywności działania organizacji, poprawienie jej pozycji oraz zwiększenie zadowolenia pracowników. Analiza produktywności jest dokładniejsza, gdy stosujemy wskaźniki produktywności cząstkowej. Pozwalają one dużo lepiej przedstawić sytuację [12, 93, 95, 116, 141]. Sposób wyznaczania wskaźników produktywności bardzo dobrze opisany został w pracy *OECD* [152].

Mierniki produktywności klasyfikuje się ze względu na [12, 95, 116, 117]:

- definicję: bezpośrednie i pośrednie,
- poziom pomiaru: stanowisko, gniazdo, oddział, wydział, sektor, branża, państwo, przedsiębiorstwo itp.,
- kompleksowość: łączne (ogólne) i cząstkowe,
- sposób wyrażenia wejść i wyjść: naturalne i finansowe,
- stopień złożoności: proste, złożone i syntetyczne,
- postać funkcji wskaźnika: dynamiki (indeksy), struktury, natężenia i techniczno-ekonomiczne.

Większość mierników ma postać techniczno-ekonomiczną. Stosuje się zarówno mierniki pośrednie, jak i bezpośrednie wyrażone w jednostkach naturalnych lub finansowych. Na szczególną uwagę zasługuje podział mierników na bezpośrednie i pośrednie, który wynika z punktu widzenia definicji. Bezpośrednimi miernikami produktywności są takie wskaźniki, w których w liczniku występuje dowolnie wyrażona wielkość produkcji, a w mianowniku ilość zużytych zasobów wszystkich rodzajów lub każdego osobno. Pośrednie mierniki produktywności powinny być każdorazowo dobierane do specyfiki systemu produkcyjnego i uzupełniać zbiór mierników bezpośrednich. Powinny one dobrze przedstawiać produktywność. Szerzej opisany podział jest w pracach [12, 95, 116, 117].

Definicja sformułowana przez A. Lawlora postrzega produktywność nieco szerzej niż inni autorzy. Uważa on, że produktywność jest bardzo obszernym miernikiem obejmującym różne aspekty [112]:

- zadania – stopień realizacji podstawowych zadań i celów organizacji,
- sprawność – w dwóch aspektach (wyraża aktualną pozycję przedsiębiorstwa, odpowiadając na pytanie: gdzie teraz jesteśmy?):
  - \* wyjście w stosunku do zużytych wejść,

- \* ilość zużytych zasobów w stosunku do dysponowanej ich ilości,
- skuteczność – wyraża, co jest osiągnięte obecnie w stosunku do tego, co zamierza się osiągnąć i to zarówno w odniesieniu do produktów, jak i do zużywanych zasobów (pozwala określić: o ile lepsi możemy/powinniśmy być),
- porównywalność wskaźników produktywności, obliczonych dla analizowanego systemu z odpowiednimi wskaźnikami produktywności, uzyskiwanymi przez inne systemy w branży, sektorze, w kraju, w innych państwach (pozwala ocenić, jak przedsiębiorstwo wypada w porównaniu z innymi),
- trendy – określające tendencje zmian wskaźników produktywności w czasie analizowanego systemu (pozwala ocenić, jaki jest trend - rosnący, stały czy malejący, oraz umożliwia porównywanie tempa zmian między organizacjami, branżami, krajami).

Adam Stabryła definiuje produktywność strukturalną jako szczególną postać produktywności, którą wyraża zdolność do generowania efektów przez poszczególne typy działalności przedsiębiorstwa. Cechą wyróżniającą proponowane podejście jest sposób obliczania produktywności, jako stosunek rozdzielonego efektu końcowego (przypadającego na daną działalność) do kosztów *i-tego* typu działalności. Wzór na produktywność strukturalną (P) ma następującą postać [203, 205]:

$$P = \frac{I}{\sum_{i=1}^n KM_i}, \quad (5)$$

gdzie: I – przychody ze sprzedaży rozliczone na *i-ty* typ działalności,  $KM_i$  – koszty *i-tego* typu działalności.

A. Sabryła uważa, że produktywność standardowa nie ustala zdolności do generowania efektów przez daną działalność. Wprowadza on w swojej definicji zdolność do generowania efektów. Natomiast według niego produktywność standardowa wskazuje tylko wartość sprzedaży przypadającą na jednostkę zaangażowanego zasobu [203].

W literaturze znaleźć można wiele wskaźników pozwalających wskazać stosunek nakładów do efektów. Biorąc pod uwagę rodzaj zużywanych zasobów oraz w oparciu o przedstawione definicje różnych autorów do wytworzenia produktów, rozróżniamy produktywność cząstkową [27, 95, 116, 238]:

- kapitału, czyli stosunek produkcji do nakładów kapitałowych;
- energii, czyli stosunek produkcji do nakładów energii;

- materiałów, czyli stosunek produkcji do nakładów materiałowych;
- pracy, czyli stosunek produkcji do nakładów pracy w postaci zasobów ludzkich.

Ocena wskaźników produktywności umożliwia przede wszystkim [95, 96]:

- ocenę wyników osiągniętych przez przedsiębiorstwo w porównaniu z innymi przedsiębiorstwami, zwłaszcza w ramach tej samej branży;
- identyfikację „słabych miejsc”, tzn. obszarów działania, które charakteryzują się niską produktywnością i wymagają usprawnienia;
- formułowanie planów strategicznych przedsiębiorstwa;
- formułowanie programów poprawy produktywności;
- powiązanie polityki wynagrodzeń przedsiębiorstwa z produktywnością jego jednostek;
- obserwację trendów zmian wskaźników produktywności, dzięki czemu możliwe jest wprowadzenie mechanizmów wczesnego ostrzegania o ewentualnych zagrożeniach i szansach dla przedsiębiorstwa;
- dostarczenie informacji zwrotnej o skutkach wprowadzonych wcześniej programów poprawy produktywności.

### **2.2.2. Czynniki wpływające na produktywność**

Podjęcie działań dążących do poprawy produktywności wymaga znajomości z zakresu czynników wpływających na wskaźnik. W literaturze wyróżnia się najczęściej dwie podstawowe grupy czynników wpływających na produktywność: zewnętrzne oraz wewnętrzne. Grupa czynników zewnętrznych to te, które nie mogą być kontrolowane przez organizację. Zalicza się do nich [87, 95, 117]:

- zasoby naturalne i społeczne – czynniki pracy, wejścia do systemu produkcyjnego,
- rynek – popyt, konkurencja, infrastruktura,
- regulacje prawne i administracyjne.

Do czynników wewnętrznych zalicza się [87, 95, 117]:

- ludzi – czynniki związane z zasobami ludzkimi, kwalifikacje, zaangażowanie, wydajność, doświadczenie, stosunek do pracy, system wartości;
- materiały i energię – źródła zakupów, dostawcy, zarządzanie zapasami, recykling;
- środki pracy – wiek, stan techniczny, stopień zużycia;

- procesy – przede wszystkim proces produkcyjny, stosowana technologia, cykl produkcyjny, poziom zapasów, logistyka;
- produkt – czynniki takie jak: jakość, technologiczność, energochłonność;
- zarządzanie – styl, system szkoleń, system wynagrodzeń, motywacja.

Z punktu widzenia przedsiębiorstwa, czynniki wewnętrzne są istotniejsze, ponieważ można na nie wpływać i próbować usprawniać, polepszać. Wychodząc z ogólnego modelu systemu produkcyjnego, wyodrębniono następujące grupy czynników wzrostu produktywności, które są szczegółowo opisane w pracach. Są to [87, 95, 117]:

- czynniki związane z wyjściem systemu produkcyjnego, czyli z produktami;
- czynniki związane z wejściem systemu produkcyjnego, a wśród nich:
  - czynniki związane z zasobami ludzkimi;
  - czynniki związane z kapitałem (aktywami) przedsiębiorstwa;
  - czynniki związane z zasileniami materiałowo-energetycznymi;
- czynniki związane z procesami produkcyjnymi i metodami pracy;
- czynniki związane z zarządzaniem.

### **2.2.3. Metody oceny produktywności przedsiębiorstwa**

Większość technik pomiaru produktywności posiada elementy porównania wyników własnych pomiędzy kolejnymi okresami lub z innymi przedsiębiorstwami. Najczęściej odbywa się to w ramach tej samej branży. Porównanie w branży jest podstawne, ponieważ podmioty zajmują się takim samym charakterem produkcji, a typ produkcji również jest podobny. W związku, z tym jest mniej podstaw do negowania tego typu porównań. W przypadku, gdy porównuje się różne branże, sam charakter produkcji może powodować rozbieżności przy porównaniu. Niestety dostęp do wyników firm konkurencyjnych jest ograniczony, podmioty gospodarcze chronią dane, które mogą wskazywać na ich kondycję. W dalszej części pracy przedstawiono najważniejsze podejścia do oceny produktywności przedsiębiorstwa.

#### **Wieloczynnikowy model pomiaru produktywności**

Autorem tego podejścia jest Scott Sink. Model może być stosowany w sytuacjach, gdy potrzebne jest [116, 194]:

- określenie całkowitej zintegrowanej miary produktywności przedsiębiorstwa,
- przeprowadzenie analitycznej oceny wyników uzyskanych w przeszłości,

- oszacowanie i ocena wpływu wzrostu produktywności na rentowność,
- kontrola wyników bieżących,
- kontrola wyników specjalnych przedsięwzięć i programów mających na celu poprawę produktywności,
- wspomaganie określenia celów poprawy produktywności i formułowania planu strategicznego przedsiębiorstwa.

Z modelem tym związane są pojęcia: modelu TFPMM (Total-Factor Productivity Measurement Model) — odnoszącego się do produktywności całkowitej według wszystkich czynników stanowiących wejście i wyjście systemu produkcyjnego oraz modelu PFPMM (Partial-Factor Productivity Measurement Model) obejmującego obliczenie wskaźników tzw. produktywności cząstkowej. Modele te są stosowane dla poziomu przedsiębiorstwa, natomiast modele PFPMM mogą być zaadaptowane dla podsystemów systemu produkcyjnego, takich jak: wydział, oddział, gniazdo itp. [160, 194, 228].

W modelach tych występują trzy rodzaje mierników produktywności. Pierwsze to mierniki podstawowe obliczane zgodnie ze wzorem (1). Drugim rodzajem są mierniki trendu, które charakteryzują aktualny stan w porównaniu do wcześniejszego okresu. Wyróżnia się także mierniki pośrednie, które są bezpośrednio związane z produktywnością, jednak nie są miernikami produktywności w sensie jej definicji. Powinny one uzupełniać zbiór mierników podstawowych.

Autor metody uważa, że trudności pojawiające się przy pomiarze produktywności związane są z [118, 194]:

- wyodrębnieniem z otoczenia systemu lub podsystemu będącego przedmiotem analizy, każdy system jest układem dynamicznym, który charakteryzuje się ciągłymi zmianami wytwarzanych produktów, zużywanych zasobów i realizowanych procesów,
- brakiem konsensusu co do definicji produktywności,
- określeniem, co jest wyjściem, a co wejściem systemu i jak je mierzyć, uwzględniając ciągle zmiany cen i kosztów,
- różnicami w interpretowaniu pojęcia produktywności,
- technicznymi kwestiami pomiaru, takimi jak: mieszany asortyment produkcji, wzajemna nierównowaga wejść i wyjść, inflacja, trudności z pozyskiwaniem danych, zwłaszcza danych o produkcji w toku,

- integracją systemu pomiaru produktywności z systemem finansowo-księgowym przedsiębiorstwa oraz systemem planowania i ewidencji.

### **Podejście W. F. Christophera**

W cyklu artykułów zamieszczonych w zbiorze [27] autor podejścia stwierdza, że punktem wyjścia do analizy i oceny produktywności jest sporządzenie schematu strukturalnego przedsiębiorstwa wraz z powiązaniem komórek. Plan ten jest bardzo użyteczny przy tworzeniu systemu wskaźników oceny produktywności. Autor, dla przedsiębiorstwa jako całości, uważa za odpowiednie następujące wskaźniki:

$$\text{Produktywność pracy} = \frac{\text{PRODUKCJA}}{\text{PRACA}}, \quad (6)$$

$$\text{Produktywność kapitału} = \frac{\text{PRODUKCJA}}{\text{KAPITAŁ}}, \quad (7)$$

$$\text{Produktywność materiałów} = \frac{\text{PRODUKCJA}}{\text{MATERIAŁY}}, \quad (8)$$

$$\text{Produktywność energii} = \frac{\text{PRODUKCJA}}{\text{ENERGIA}}, \quad (9)$$

$$\text{PRODUKTYWNOŚĆ CAŁKOWITA} = \frac{\text{PRODUKCJA}}{\text{ŁĄCZNIENIE ZASOBY WEJŚCIOWE}}, \quad (10)$$

Wielkości we wzorach (6) - (10) mogą być wyrażone w jednostkach naturalnych lub pieniężnych. Ze względu na trudności w mierzeniu ilości wykonanej produkcji w jednostkach fizycznych, z powodu niejednorodności oraz różnych zużywanych do tego celu miar, zazwyczaj korzysta się z miar wartościowych. Szczególnie wykorzystuje się przychód ze sprzedaży oraz koszty produkcji sprzedanej [71]. Prześledzenie trendów odpowiednich wskaźników produktywności najlepiej jest wykonywać poprzez wyznaczanie i przedstawianie na wykresie ich względnych zmian. Dla wyciągnięcia odpowiednich wniosków z zebranych i przetworzonych danych niezbędne jest określenie, jak duży wpływ na poprawę produktywności ma każdy z zasobów wejściowych przez oszacowanie (np. wartościowe) wielkości udziału poszczególnych rodzajów zasobów w całkowitych zasobach wejściowych [117]. W. F. Christopher zaproponował również użyteczne arkusze kalkulacyjne do obliczania wejść oraz wyjść. Zapoznać się z nimi można w pracach autora oraz w polskiej literaturze w pracach S. Lisa i A. Kosieradzkiej [27, 117, 118].

William F. Christopher wprowadza wskaźniki produktywności oparte na wartości dodanej dla poziomu przedsiębiorstwa. Wartość dodana jest wartością wytworzoną w przedsiębiorstwie. Jest to różnica pomiędzy przychodem ze sprzedaży a kosztami

materiałów, części wykonanych przez kooperantów, usług zewnętrznych oraz innych składników i komponentów niezbędnych do wytworzenia a pochodzących spoza przedsiębiorstwa. Uwzględniając wartość dodaną (VA) stworzył wskaźniki produktywności ekonomicznej ( $P_E$ ) [27, 28]:

$$P_E = \frac{VA}{L+K+P_{FE}}, \quad (11)$$

gdzie:  $P_{FE}$  – planowane wydatki stałe, L – koszty pracy ludzkiej, K – koszty kapitału.

Obok produktywności całkowitej stosuje wskaźniki cząstkowe ekonomicznej produktywności [27]:

– pracy  $P_E(L) = \frac{VA}{L}, \quad (12)$

– kapitału  $P_E(K) = \frac{VA}{K}. \quad (13)$

Podejście W. F. Christophera jest podobne do podejścia S. Sinka. Zaletą podejścia jest możliwość wyrażania odpowiednich wartości w cenach bieżących oraz w cenach z roku uznanego za rok bazowy. W wielu pracach za najważniejsze wskaźniki produktywności cząstkowe podaje się kapitał i pracę. Do takich prac, poza wspomnianymi autorami, zalicza się opracowania takich autorów jak: S. Gupta i M. Starr [66], Y. Myronenko [141], OECD [152].

### **Metoda A. Lawlora**

Podejście Alana Lawlora do pomiaru produktywności, opisane w jego pracy [112] oraz w pracach [95, 116, 117, 118] jest metodą opartą na specyficznym brytyjskim systemie finansowym, a zwłaszcza na kategorii rachunku wyników zwanej *total earnings*, co w dosłownym tłumaczeniu oznacza „całkowite dochody”. Kategoria ta jest definiowana jako różnica pomiędzy wartością sprzedaży a wartością materiałów bezpośrednich zużywanych do produkcji w danym okresie. Pojęcie wartości dodanej jest podobne jak wcześniej opisane, czyli równe różnicy pomiędzy wartością sprzedaży a wszystkimi zakupionymi na zewnątrz zasileniami procesu produkcyjnego (materiały bezpośrednie oraz usługi zewnętrzne: gaz, woda, elektryczność, telekomunikacja, dzierżawy, części, podzespoły i usługi wykonywane u kooperantów itp.). Dlatego podejście to może zostać zaadaptowane do systemów opartych na wartości dodanej.

System pomiaru produktywności opracowany przez A. Lawlora dla przedsiębiorstw przemysłowych składa się z dwustopniowego audytu produktywności [112, 117]:

1) Pierwotny audyt produktywności powinien dać odpowiedź na pytanie: „gdzie jesteś dzisiaj?” i opierać się na dwóch arkuszach:

- podstawowym arkuszu informacyjnym zawierającym dane wejściowe (pochodzące głównie z bilansu i rachunku wyników), które są niezbędne do obliczenia podstawowych wskaźników produktywności;
- arkuszu analizy okresowej zawierającym zestawienie podstawowych wskaźników produktywności.

2) Wtórny audyt produktywności powinien umożliwić określenie: „gdzie mógłbyś być jutro?” Nie ma ścisłych reguł prowadzenia wtórnego audytu produktywności. A. Lawlor rekomenduje następujące metody postępowania, jako dające dobre efekty w praktyce:

- spotkanie studialne menadżerów zdolnych przeprowadzić przekrojową analizę organizacji, na którym należy przedyskutować wyniki audytu pierwotnego;
- może się zdarzyć, że w wyniku audytu pierwotnego lub wspomnianego wyżej spotkania studialnego zostanie wytypowany jeden obszar (wydział, funkcja, proces, produkt itp.), zwany dalej podsystemem, który będzie poddany dalszej szczegółowej analizie.

Obszary wymagające usprawnień, od których należy rozpocząć poprawę produktywności wynikać powinny z interpretacji wskaźników pierwotnego audytu produktywności. Wyniki te są przeznaczone dla najwyższego kierownictwa i mają wspierać jego działania. Bardziej szczegółowe wyniki produktywności obejmuje wtórny audyt. Wyniki pomiaru produktywności należy umieć interpretować. Dobra analiza wskaźników pozwoli szybko i dobrze dobrać metody jej poprawy. Dla lepszego obrazu przedsiębiorstwa należy przechowywać wszystkie wyniki [95].

### **Metoda szybkiej oceny produktywności**

Metoda QPA (ang. *Quality Productivity Appraisal* – szybka ocena produktywności) została wprowadzona i przetestowana w Centrum Rozwoju Produktywności przy Akademii Rozwoju Filipin, jako prosta i praktyczna metoda dla małych i średnich przedsiębiorstw. Polega ona na systematycznym szacowaniu rentowności przedsiębiorstwa i jego produktywności w celu identyfikacji mocnych i słabych punktów. Cel QPA jest dwojaki [95, 118]:

- ustalenie wskaźników produktywności dla całej organizacji,



- wydzielenie pól problemowych i wytypowanie spośród nich obszarów do poprawy (usprawnień).

Analiza trendów wskaźników produktywności i rentowności jest elementem metody QPA. Są one obliczane na podstawie raportów finansowych przedsiębiorstwa za ostatnie cztery okresy planistyczne (lata, kwartały, miesiące). Realizując ocenę według metody QPA, należy wykonywać dwa rodzaje porównań [95, 118]:

- pomiędzy bieżącymi wynikami a bazą danych historycznych,
- pomiędzy bieżącymi wynikami a założonym celem.

Porównania te mają pokazać, czy wyniki ulegają poprawie, czy pogorszeniu, i w jakim stopniu. Wykorzystując rentowność, jako jedyną podstawę do oceny wyników działania organizacji, nie można zidentyfikować przyczyn zmian rentowności. Niska produktywność sygnalizuje potrzebę dalszej analizy działań naprawczych. Jednocześnie wzrost produktywności nie musi koniecznie prowadzić do wzrostu rentowności w krótkim czasie. Efekty wzrostu produktywności mogą być zaobserwowane w zysku długoterminowym.

Do wykonania oceny metodą QPA należy zgromadzić odpowiednie dane finansowe o przedsiębiorstwie, tzn. bilans i rachunek wyników dla ostatnich kilku okresów planistycznych i przeprowadzić obliczenia. Metoda ta składa się z sześciu etapów [95, 118]:

*ETAP 1.* Obliczenia wskaźnika stopy zwrotu aktywów (ROA) dla ostatnich okresów na podstawie wzoru:

$$ROA = \frac{NP}{TA}, \quad (14)$$

gdzie: NP - zysk netto, TA – całkowite aktywa.

*ETAP 2.* Określenie trendu wskaźnika ROA. Jeżeli jest malejący lub stały, to przejście do etapu 3, zaś jeżeli jest rosnący, to wykonaj ETAP 4.

*ETAP 3.*

3(I) Obliczenie pierwotnych wskaźników rentowności oraz określenie ich trendów.

3(II) Obliczenie wtórnych wskaźników rentowności oraz określenie ich trendów i przejście do etapu 6.

*ETAP 4.* Jest realizowany, gdy trend wskaźnika ROA jest rosnący. Obliczenie tempa wzrostu wskaźnika ROA (ang. *growth rate* - GR):

$$GR = \frac{\text{aktualny ROA} - \text{poprzedni ROA}}{\text{poprzedni ROA}} \cdot 100\%. \quad (15)$$

*ETAP 5.* Określenie trendu tempa wzrostu wskaźnika ROA. Jeśli tempo wzrostu wskaźnika ROA jest rosnące, to przejście do etapu 6, natomiast jeśli tempo wzrostu wskaźnika ROA jest stałe lub malejące, to powrót do etapu 3.

*ETAP 6.*

6(I) Obliczenie pierwotnych wskaźników produktywności całkowitej, produktywności pracy i produktywności kapitału oraz określenie trendów.

6(II) Obliczenie wtórnych wskaźników produktywności pracy i produktywności kapitału oraz określenie ich trendów.

Według metody QPA należy policzyć ROA i GR oraz określić ich trendy. Dają one wskazówkę, które wskaźniki liczyć na początku. Jeśli trend ROA i trend GR są rosnące - można się ograniczyć tylko do wskaźników produktywności. Jeśli natomiast ROA lub GR mają trend stały lub malejący, to priorytetowe obszary do analizy produktywności można wyznaczyć na podstawie następującej analizy wskaźnika rentowności. Pogarszanie się ROA może być spowodowane pogarszaniem się dwóch wskaźników cząstkowych:

$$ROA = \frac{NP}{TA} = \frac{NP}{SL} \cdot \frac{SL}{TA} = \text{stopa zysku netto} \cdot \text{wskaźnik roatacji aktywów}, \quad (16)$$

gdzie SL to sprzedaż netto.

**Podejście S. Nagashimy**

Soichiro Nagashima jest twórcą wykresu radarowego analizy zarządzania. Wykres ten jest bardzo użytecznym narzędziem wspomagającym podejmowanie decyzji dotyczących zarządzania przedsiębiorstwem. Umożliwia on szybką ocenę sytuacji przedsiębiorstwa z punktu widzenia pięciu grup wskaźników [142]:

- rentowności,
- produktywności,
- aktywności kapitału,
- stabilności finansowej,
- wzrostu.

Dla każdej z grup wybrano po sześć wskaźników najbardziej reprezentatywnych dla danej grupy. Wzory obliczeniowe dla poszczególnych wskaźników można znaleźć w pracach [95, 116, 117, 118]. Rachunek wyników i bilans przedsiębiorstwa są wystarczającym źródłem danych do obliczenia wartości wskaźników za dany okres. Wartości te są nanoszone na wykres radarowy. Skala dla wartości każdego wskaźnika jest dobierana indywidualnie, np. na podstawie wartości uzyskanych w poprzednich okresach, na podstawie wartości uzyskanych przez inne przedsiębiorstwa w branży itp. Na skali, dla każdego wskaźnika muszą być zaznaczone punkty charakterystyczne: bardzo dobrze, dobrze, w normie, źle, bardzo źle. Na tak przygotowanej skali nanosi się wartości poszczególnych wskaźników, uzyskanych w badanym okresie (najczęściej dla roku). Środkowy okrąg podaje wyniki „w normie”, wyniki mieszczące się wewnątrz okręgu „w normie” odpowiadają ocenom: „źle” i „bardzo źle”. Na wykresie obszary te oznacza się czerwonym kolorem, aby podkreślić potrzebę podjęcia działań mających na celu poprawę odpowiednich wskaźników. Natomiast obszary na zewnątrz kręgu „w normie” zaznacza się kolorem zielonym - odpowiadają one mocnym stronom przedsiębiorstwa [118].

### **Podejście strukturalne**

Jest to podejście opisane w pracy [52] przez Yasushi Fukuda i Tohru Sase. Metoda prezentuje zintegrowany program poprawy produktywności i jakości PQIP (*ang. Productivity and Quality Improvement Program*). Do aspektów analizy produktywności zaliczamy następujące punkty [52, 116]:

- porównanie wyników z założonymi celami oraz ze średnimi wartościami poszczególnych wskaźników, uzyskiwanych przez inne przedsiębiorstwa;
- badanie trendów zmian wartości poszczególnych wskaźników;
- analiza wskaźników produktywności przez matematyczne rozwinięcie wzorów obliczeniowych;
- analiza wydajności, sprawności, skuteczności i innych wskaźników ekonomicznych związanych z produktywnością.

Autorzy proponują analizę produktywności na trzech poziomach: strategicznym, koordynacyjnym i operatywnym, co jest zgodne z hierarchiczną strukturą aparatu zarządzania i hierarchicznym systemem planowania w przedsiębiorstwie. Poziom strategiczny to poziom przedsiębiorstwa lub poziom głównych wyrobów. Analiza produktywności obejmuje produktywność pracy i kapitału, a odnosi się do wyników uzyskiwanych przez całe

przedsiębiorstwo. Poziom koordynacyjny to poziom podgrup w ramach głównych grup wyrobów, poziom procesów. Analiza produktywności sprowadza się do produktywności pracy, kapitału i materiałów. Charakteryzuje wyniki uzyskiwane przez wydziały. Poziom operatywny to poziom małych grup wyrobów, poziom fragmentów procesu produkcyjnego, poziom kluczowych stanowisk. Analiza produktywności powinna obejmować produktywność pracy, kapitału, materiałów. Charakteryzuje ona wyniki uzyskiwane przez oddziały, sekcje oraz przez kluczowe stanowiska pracy [116].

Zaprezentowana metoda wiąże poziomy pomiaru produktywności z poszczególnymi szczeblami zarządzania, a co za tym idzie z poszczególnymi szczeblami podejmowania decyzji. Wskaźniki, za pomocą których analizuje się produktywność poszczególnych poziomów, opierają się na informacjach i danych dostępnych na danym poziomie. Na poziomie przedsiębiorstwa są to dane zagregowane, najczęściej wyrażalne wartościowo, natomiast w miarę przechodzenia do niższych poziomów wskaźniki produktywności opierają się na danych cząstkowych wyrażanych w jednostkach naturalnych [116].

### **Metoda PIA**

Szwedzka Federacja Produktywności rekomendowała metodę PIA (ang. *Profitability Improvement Analysis*), w której poprawa produktywności jest utożsamiana ze wzrostem rentowności mierzonej wskaźnikiem rentowności kapitału ROA. Strukturę obliczeniową wskaźnika ROA, zwanego także często wskaźnikiem zwrotu z aktywów pokazuje tzw. wykres Du Ponta. Analiza wskaźnika ROA pozwala zidentyfikować obszary działalności przedsiębiorstwa, które są najistotniejsze z punktu rentowności. Są to tak zwane kluczowe obszary. Do przeprowadzenia analizy wrażliwości wskaźnika ROA korzysta się z danych zawartych w bilansie i rachunku wyników. Za kluczowe obszary uważa się m. in. [95, 116, 117, 118]:

- cenę,
- materiały,
- wielkość sprzedaży,
- zapasy,
- koszty płac,
- należności.

Analizę wrażliwości wykonuje się niezależnie dla każdego z elementów kosztów odpowiadających obszarom kluczowym. Polega ona na oszacowaniu zmiany wskaźnika ROA na skutek 10% zmiany elementu struktury kosztów. Dostarcza ona informacji o tym, jakie zmiany w strukturze kosztów mogą spowodować największy wzrost rentowności i pozwala skoncentrować ewentualne usprawnienia w tym właśnie obszarze. Jest to bardzo proste w zastosowaniu, a zatem i potencjalnie bardzo użyteczne narzędzie. Wątpliwości budzi jedynie utożsamianie poprawy rentowności z poprawą produktywności. Większość scharakteryzowanych wcześniej sposobów pomiaru i analizy produktywności wyraźnie rozgranicza pojęcia rentowności i produktywności, co jest podejściem słusznym. Może bowiem zaistnieć sytuacja, że przedsiębiorstwo, które w danym okresie miało niewielkie przychody ze sprzedaży swoich wyrobów, osiągnęło zyski ze sprzedaży zapasów lub z działalności pozaoperacyjnej, uzyskując tym samym wysoką wartość wskaźnika ROA. Ponadto ograniczenie się w ocenie i analizie produktywności tylko do produktywności kapitału również nie odzwierciedla wszystkich aspektów działalności przedsiębiorstwa [95, 116, 117, 118].

### **Wskaźnikowa metoda oceny produktywności**

Wskaźnikowa metoda oceny i analizy produktywności została zaproponowana przez A. Kosieradzką. Do grupowania wskaźników produktywności w modułowy system wykorzystano dwa kryteria klasyfikacji (rys. 2.1). Pierwszym z nich jest kompleksowość, czyli podział na mierniki ogólne i pośrednie. Drugie kryterium to hierarchiczna organizacja systemu produkcyjnego, które wyróżnia mierniki dla całego przedsiębiorstwa jako organizacji (O), dla komórek produkcyjnych (P) oraz mierniki dla stanowisk (S). W każdym module może występować od jednego do kilkunastu mierników. Przykładowo w module oznaczonym MPS znajdują się mierniki produktywności pracy dla stanowisk. Może to być liczba wyprodukowanych sztuk w przeliczeniu na jednego pracownika dla stanowiska. Opracowana metoda jest przedstawiona w opracowaniach [87, 94, 95, 96, 118]. Zestawienie ponad 100 wskaźników produktywności można znaleźć w pracach [95, 116, 117, 118].

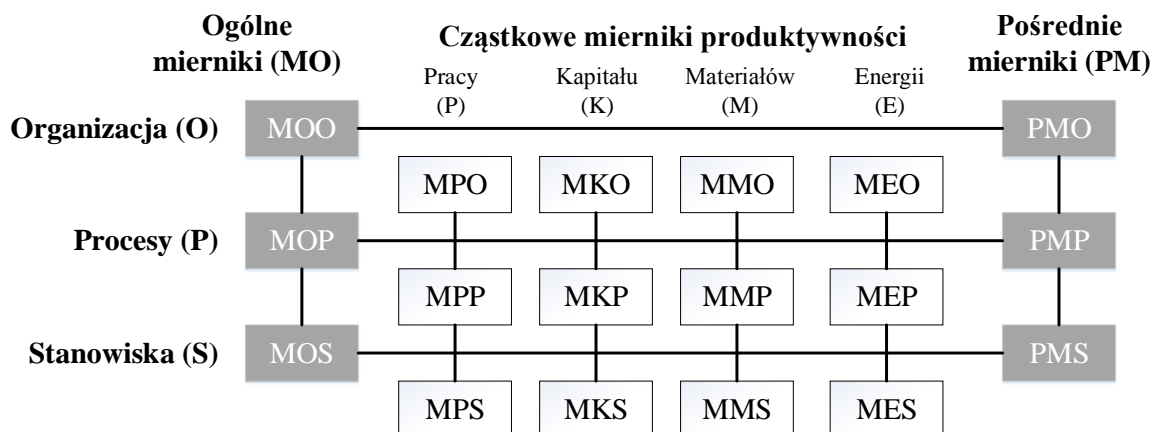
Metoda wielokryterialnej oceny produktywności realizowana jest w czterech krokach. Ich szczegółowy opis znajduje się w opracowaniu [93]:

Krok 1. Wybór wskaźników produktywności.

Krok 2. Wyznaczenie postaci funkcji normalizujących.

Krok 3. Wyznaczanie współczynników wagowych.

Krok 4. Zintegrowanie wektora wyników z wagami.



Rys. 2.1. Modułowy system oceny produktywności [94, 95, 96, 117, 118]

Zaprezentowany system wskaźników produktywności jest [95, 117, 118]:

- hierarchiczny – układ wskaźników jest analogiczny do hierarchii organizacyjnej systemu produkcyjnego;
- kompleksowy – obejmuje całościowy zestaw wskaźników: produktywność całkowitą, cząstkową oraz pośrednie mierniki;
- spójny – między wskaźnikami istnieją wzajemne zależności i powiązania na każdym poziomie;
- otwarty – każdy moduł może być rozszerzany o kolejne mierniki produktywności.

#### 2.2.4. Poprawa produktywności przedsiębiorstwa

Produktywność jest jednym z kluczy do finansowego sukcesu przedsiębiorstwa. Ważnym czynnikiem jest praca, czyli analiza produktywności pracy oraz zaangażowany kapitał, czyli analiza produktywności kapitału [141]. Każde przedsiębiorstwo powinno dokonywać regularnego badania produktywności, ponieważ może się to przyczynić do poprawy kondycji finansowej podmiotu.

Podnoszenie produktywności powinno być inspirowane poprzez [53]:

- odpowiednie formułowanie celów przedsiębiorstwa, których osiągnięcie łączy się z koniecznością wzrostu,
- ustalanie programów działań na rzecz realizacji tych celów,
- stworzenie systemu pomiaru produktywności,
- ciągle identyfikowanie barier wzrostu produktywności oraz określenie ich eliminacji.

Doskonalenie procesów ma w konsekwencji spowodować polepszenie jakości i/lub produktywności, obniżyć koszty działań, a w ostatecznej ocenie przyczynić się do wzrostu efektywności całej organizacji. Doskonalenie procesów leży u podstaw wszystkich koncepcji zarządzania procesami [22, 38, 190].

Analizowanie produktywności całkowitej jest bardzo ważne, ponieważ często zdarza się, że usprawnienia realizowane w jednym obszarze powodujące poprawę jednego z częściowych wskaźników produktywności, skutkują pogorszeniem produktywności w innym obszarze. Na przykład inwestycje w automatyzację produkcji poprawiają produktywność pracy, ale jednocześnie powodują pogorszenie wskaźników produktywności kapitału. Wskaźnik produktywności całkowitej w tej sytuacji umożliwia kompleksową ocenę i pozwala podejmować decyzje w kierunku tzw. zrównoważonego rozwoju przedsiębiorstwa [97]. W logistyce i procesach realizowanych w jej ramach takie zależności również zostały zauważone. Określa się je terminem trade off [163, 195].

Przedsiębiorstwo, które chce być konkurencyjne na rynku powinno analizować swoją produktywność i dążyć do jej poprawy. Z produktywnością jest tak, jak w powiedzeniu, że nigdy nie jest tak, żeby nie mogło być lepiej. A. Kosieradzka oraz S. Lis w swoich pracach [95, 116, 117, 118] przytaczają klasyczną teorię organizacji sformułowaną przez H. Le Châteliera jako cykl organizacyjny. Cykl ten składa się z pięciu etapów:

1. Wybór celu, jaki powinien być osiągnięty.
2. Zbadanie środków i warunków niezbędnych do osiągnięcia celu, który polega na ustaleniu czynników wpływających na wynik działania i hierarchii ważności oraz na dokonaniu analizy wartościowej i ilościowej.
3. Przygotowanie warunków, środków oraz ludzi i ustalenie szczegółowego planu działania.
4. Realizacja opracowanego planu.
5. Kontrola otrzymanych wyników.

Opisany sposób można rozszerzyć zgodnie z tzw. cyklem Deminga, w którym po kontroli następują czynności, które mają usprawnić działania. W tym przypadku będzie to podjęcie działań, które zwiększą produktywność, czyli efektywność zaangażowanych zasobów.

Przedsiębiorstwa dążą do poprawy produktywności, widząc w tym szansę na obniżenie kosztów działalności i poprawę pozycji konkurencyjnej. Poprawa produktywności zdaniem

B. Śliwczyńskiego wynika głównie z regulacji 3 czynników zaangażowanych w realizację procesów logistycznych [221]:

- technologii i organizacji procesów logistycznych,
- wykorzystania zasobów logistycznych,
- wykonania, zaangażowania i wydajności pracowników.

R. Wendt [230] pisze, że produktywność osiągana jest poprzez działania na trzech poziomach, takich jak: wykonywanie zadań koniecznych, efektywność organizowania realizacji działań oraz wydajność.

### **2.3. Procesy logistyczne w przedsiębiorstwie produkcyjnym**

Każdy proces musi być jasno określony w przedsiębiorstwie, aby każdy wiedział, jaki proces i kiedy jest realizowany, oraz kto jest za niego odpowiedzialny. J. Bendkowski wskazuje, iż prawidłowe określenie procesu logistycznego wymaga [10]:

- wskazania kto zarządza procesem,
- określenia, co jest niezbędne do jego zapoczątkowania,
- określenia pożądanych lub oczekiwanych wyników końcowych,
- wskazania jednostek, które mają być odbiorcami wyników,
- identyfikacji czynników mogących stymulować, względnie utrudniać realizację,
- przyporządkowania niezbędnych wykonawców i środków do realizacji,
- przyporządkowania uprawnień do kontrolowania i sterowania przebiegiem procesu,
- przemyślenia ewentualnych działań umożliwiających odpowiednią reakcję na nieplanowane odchylenia.

W produkcji, jako podstawowe procesy związane z logistyką wyróżnia się: rozwój produktu, sprzedaż, realizację zamówienia, zaopatrzenie, przepływ materiałów związany z produkcją, dystrybucję oraz obsługę posprzedażową [10, 34, 48, 86, 159].

Odpowiednio zaprojektowany i wykonany proces, który ma osiągnąć założone cele, powinien zostać wyposażony w zestaw mierników, za pomocą których badana jest skuteczność i efektywność. Zestaw wskaźników powinien pozwalać na systematyczne zbieranie i gromadzenie informacji o wynikach procesu, stopniu osiągnięcia celu procesu, ocen

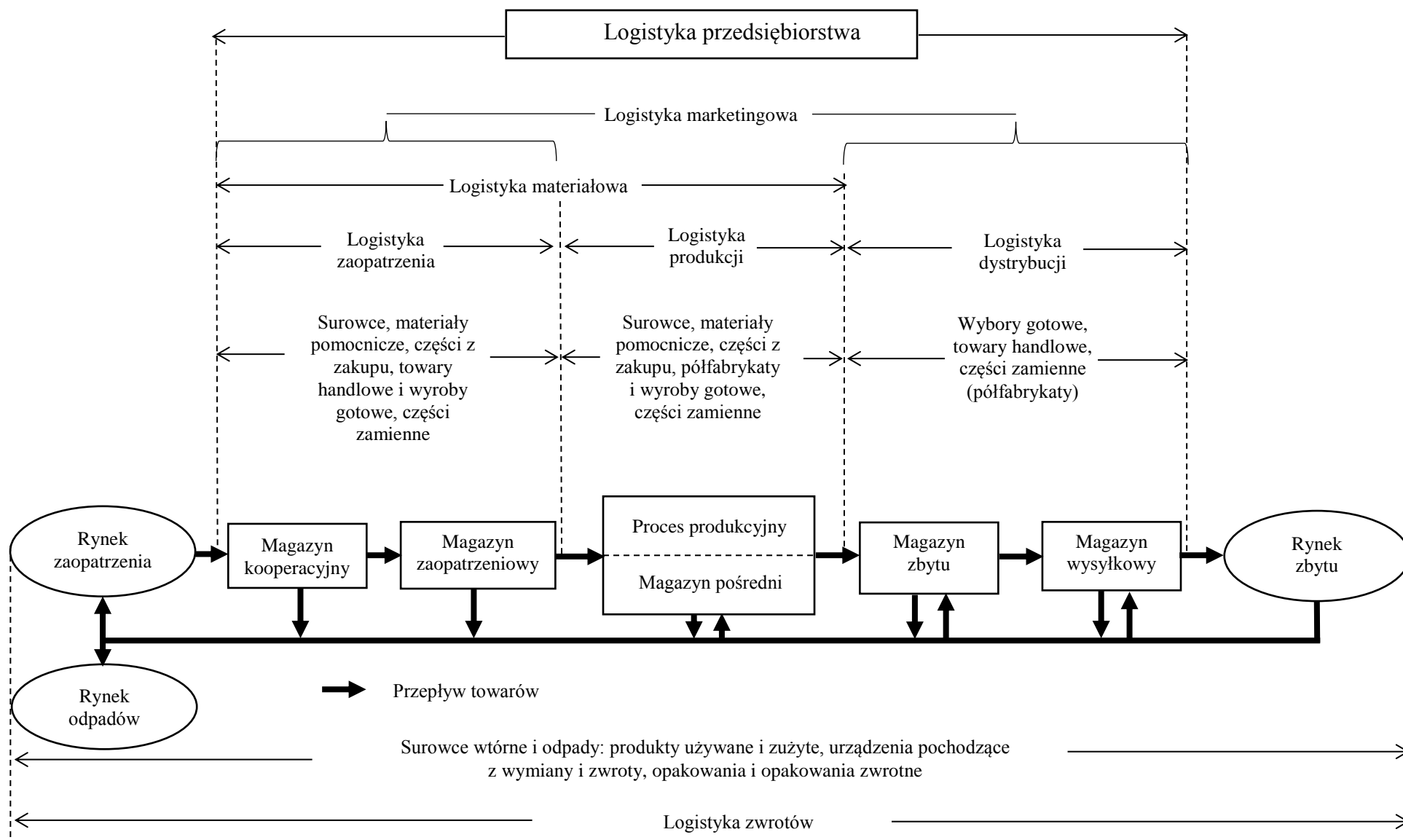


zewnętrznych i wewnętrznych klientów oraz zapewnić komunikowanie tych informacji wszystkim osobom zaangażowanym w proces [62, 196].

### **2.3.1. Podział logistyki w przedsiębiorstwie**

W literaturze przedmiotu jest przedstawionych wiele podziałów logistyki w przedsiębiorstwie. Szczegółowe podziały zawarte są między innymi w pracach [13, 16, 25, 34, 56, 86, 134, 139, 158, 159, 163, 218]. Z uwagi na dobre odzwierciedlenie podziału, jaki jest stosowany w przedsiębiorstwach produkcyjnych, w pracy doktorskiej zaprezentowano podział logistyki ze względu na fazy przepływu, który jest autorstwa H. Ch. Pfohla [158]. Graficzną adaptację podziału logistyki na procesy przedstawia rysunek 2.2. Fazy przepływu dóbr rzeczowych umożliwiają wyodrębnienie trzech podstawowych podsystemów logistycznych: logistyka zaopatrzenia, logistyka produkcji i logistyka dystrybucji. System logistyki materiałowej obejmuje logistykę zaopatrzenia i logistykę produkcji. Działania marketingowe obejmują logistykę zaopatrzenia i logistykę dystrybucji. Konsekwencją pojawienia się nowych problemów w gospodarce, związanych z ekologią, jest pojawienie się logistyki powtórnego zagospodarowania.

Celem logistyki zaopatrzenia jest taka koordynacja procesów przepływu dóbr niezbędnych do realizacji planów produkcyjnych, aby były one w odpowiednim momencie dostarczone do przedsiębiorstwa. Logistyka zaopatrzenia zajmuje się optymalizacją transferu surowców, materiałów i podzespołów wpływających do danego podmiotu gospodarczego, ewentualnie wraz z ich przepływem przez ogniwa zasilające. Procesy należy organizować w sposób minimalizujący koszty. Logistyka produkcji polega na zapewnieniu optymalnego przepływu materiałów i informacji w procesie produkcji. Obejmuje ona wszystkie czynności, które są związane z zaopatrzeniem procesu produkcji w materiały i przekazywaniem półwyrobów oraz produktów gotowych do magazynu. Koordynacja procesów przepływu dóbr fizycznych do odbiorcy finalnego z zamiarem zróżnicowania oferty w odpowiednim momencie to domena logistyki dystrybucji. Obejmuje ona planowanie i działania mające dać gwarancję, że towar, który został zamówiony, będzie dostarczony zgodnie ze wspomnianą wcześniej regułą 7W. Gospodarowaniem zwrotami produktów oraz odpadami powstałymi w procesach produkcyjnych zajmuje się logistyka zwrotna. Niestety nie w każdym przedsiębiorstwie jest ona wyróżniona jako odrębny podsystem logistyki przedsiębiorstwa.



Rys. 2.2. Funkcjonalne rozgraniczenie systemów logistycznych według faz przepływu towarów w przedsiębiorstwie produkcyjnym [158]

Z realizacją wymienionych procesów związane są procesy magazynowe oraz transportowe, które towarzyszą podstawowym procesom logistycznym [16, 17, 25, 76, 86, 151, 158, 162, 212, 218, 234]. Z uwagi na te rozważania w pracy postanowiono wyróżnić poszczególne rodzaje logistyki, odpowiednio: zaopatrzenia, produkcji, dystrybucji, zwrotnej, magazynowania i transportowania.

W działaniach wytwórczych wyróżnia się procesy, które można zaliczyć do podstawowych i wspierających. Wśród podstawowych znajdują się procesy transportowe, magazynowe i przeładunkowe. Pakowanie i znakowanie oraz przekazywanie i opracowywanie zamówień to procesy pomocnicze. W ten sposób procesy dzieli H. Ch. Pfohl [158]. Podział ten jest powielany przez wielu współczesnych autorów z zakresu logistyki przedsiębiorstwa.

W zarządzaniu procesami logistycznymi stosuje się różne koncepcje oraz systemy, które zostały opisane przez wielu autorów. Jako pierwsze należy wymienić zarządzanie dokładnie na czas, tzw. JIT (*Just in Time*). Pozwala produkować i dostarczać dokładnie na czas wymagane produkty. Głównymi celami podejścia jest minimalizacja zapasów, poprawa jakości produktu oraz maksymalizacja efektywności produkcji przy zapewnieniu optymalnego poziomu obsługi klienta. W połączeniu z JIT najczęściej wykorzystuje się koncepcję KAIZEN wykorzystującą karty KANBAN. Kolejnym systemem przydatnym w zarządzaniu procesami logistycznymi są systemy elektronicznej wymiany danych, tzw. EDI (*Electronic Data Interchange*). Systemy te usprawniają transfer biznesowych informacji transakcyjnych z systemu informatycznego do innego systemu informatycznego z wykorzystaniem standardowych, zaakceptowanych formatów komunikatów. W planowaniu gospodarką materiałową przedsiębiorstwa sprawdzają się systemy do planowania zapotrzebowania materiałowego MRP I (*Material Requirements Planning*) oraz planowania zasobów wytwórczych MRPII (*Manufacturing Resource Planning*). W planowaniu zasobów wytwórczych sprawdza się system ERP (*Enterprise Resources Planning*) [29, 34, 59, 65, 66, 70, 98, 106, 127, 128, 131, 138, 139, 147, 159, 163, 214, 218, 222]. Są to systemy i metody stosowane do wielu obszarów przedsiębiorstwa. W kolejnych podrozdziałach znajdują się charakterystyki poszczególnych podsystemów logistycznych wraz z systemami, koncepcjami i metodami przeznaczonymi do realizowania odpowiednich procesów logistycznych.

### **2.3.2. Logistyka zaopatrzenia**

Logistyka zaopatrzenia jest zbiorem procesów logistycznych, będących ogniwem pośrednim między produkcją a dystrybucją, którego podstawowym celem jest zaspokajanie potrzeb materiałowych przedsiębiorstwa przy minimalnych kosztach tego procesu. Celami zaopatrzenia jest między innymi wspieranie realizacji celów organizacji, efektywne i wydajne zarządzanie procesami zakupu, zarządzanie bazą dostawców, spełnianie wymagań działalności operacyjnej oraz nawiązywanie relacji wewnątrz organizacji [13, 129, 134, 135, 139, 163].

Proces zaopatrzenia może być realizowany przez wykonywanie następujących działań [11, 86, 102, 196]:

- analiza potencjalnych dostawców (rynku zaopatrzenia) materiałów, surowców, półproduktów oraz usług,
- przygotowanie i skierowanie do wybranych dostawców zapytań ofertowych,
- analiza ofert i wybór dostawcy,
- przygotowanie zamówienia do dostawcy,
- nadzór nad realizacją złożonego zamówienia,
- planowanie dostawy,
- odbiór zamówionych materiałów, surowców, półproduktów oraz usług,
- przekazanie odebranych towarów do magazynu,
- prowadzenie dokumentacji,
- prowadzenie negocjacji i przygotowanie decyzji zakupu,
- ocena dostawców.

Logistyka zaopatrzenia wykracza poza obszar działania klasycznej gospodarki magazynowej. Obejmuje procesy realne, związane z przepływem różnego rodzaju dóbr materialnych, czemu towarzyszy przepływ informacji i środków finansowych. Jest ona niezwykle istotnym elementem całego systemu logistycznego, wspiera pozostałe procesy, zwłaszcza produkcji i dystrybucji, a prawidłowe funkcjonowanie procesów zaopatrzenia ma wpływ na jakość produktu, poziom obsługi logistycznej klienta oraz koszty [163]. W celu maksymalizacji efektywności zaopatrzenia należy dążyć do całkowitej integracji z produkcją i dystrybucją oraz zapewnić właściwy przepływ informacji pomiędzy poszczególnymi procesami [34].

Jedną z najważniejszych decyzji dotyczących zarządzania zaopatrzeniem jest określenie poziomu utrzymywanych zapasów. Kolejnym ważnym aspektem jest wybór dostawcy. Do oceny dostawców można wykorzystywać metodę: punktową, wagowo-punktową, graficzną oraz wskaźnikową [34, 65, 70, 102, 195]. Podejmowanie decyzji związane jest z analizą ofert dostawców ze względu na: jakość, cenę jednostkową, czas dostawy, niezawodność dostawy, serwis, gwarancję oraz warunki dostawy. Związane jest to w pośredni sposób z kosztami: zaopatrzenia, składowania, błędnych decyzji oraz zamawiania. Celem logistyki procesów zaopatrzenia jest minimalizacja kosztów. Sprawnie funkcjonujące procesy zaopatrzenia pozwalają również minimalizować poziom zapasów w magazynie [86, 102].

Do wyznaczania poziomu utrzymywanych zapasów stosuje się reguły pozwalające wyznaczyć: ekonomiczną wielkość zamówienia, zapas bezpieczeństwa, zapas informacyjny itd. Mają one być pomocne podczas podejmowania decyzji, kiedy zamawiać oraz w jakich ilościach (partiach). Analiza stanów magazynowych metodami ABC i XYZ, która pozwala zgrupować posiadane zapasy na trzy grupy w każdej z metod, jest wykorzystywana w zarządzaniu procesami zaopatrzeniowymi. Dla niektórych zapasów warto mieć stałego dostawcę, a niektóre zapasy zużywane są okazjonalnie i wtedy zamawia się je w momencie powstania zapotrzebowania. Do wyznaczania wielkości zapotrzebowania dedykowane są systemy JIT oraz MRP [34, 65, 83, 102, 107, 113, 119, 128, 131, 139, 147, 159, 163, 193, 195, 218, 220, 222].

### **2.3.3. Logistyka produkcji**

Logistyka produkcji wspiera główne procesy produkcyjne w przedsiębiorstwie. Jej rola jest znacząca, ponieważ wytwarzanie produktów nie będzie efektywne, jeśli nie zostaną dostarczone materiały na czas, a wraz z nimi odpowiednie strumienie informacyjne. Z logistycznymi procesami produkcyjnymi związane są takie elementy jak: magazyn surowców, półproduktów, części zamiennych oraz wyrobów gotowych. Logistyka produkcji jest ogniwem łączącym logistykę zaopatrzenia z logistyką dystrybucji. Właściwie zorganizowane procesy logistyki produkcji powinny zapewnić [111, 147, 158, 218, 223]:

- ciągłość i rytmiczność produkcji,
- dogodne warunki do stosowania nowoczesnego transportu wewnętrznego,
- optymalne zapasy w sferze zaopatrzenia, zapasów w toku oraz wyrobów gotowych,
- możliwość doskonalenia i skracania cykli produkcyjnych,

- możliwość stosowania automatycznej identyfikacji.

Do zadań logistyki produkcji należy obsługa w zakresie gospodarki magazynowej. Procesy logistyki produkcji to między innymi zaopatrywanie linii produkcyjnych w surowce, materiały konstrukcyjne, półfabrykaty, części, podzespoły, zespoły lub moduły montażowe, energię, części zamienne. Zadania te muszą być skoordynowane z planem produkcji [11]. Zajmuje się ona planowaniem, organizowaniem i kontrolowaniem przepływu surowców, materiałów, części i elementów kooperacyjnych podczas procesu produkcyjnego, począwszy od składów zaopatrzeniowych (magazynów głównych), poprzez pośrednie magazyny wydziałowe, gniazdowe, stanowiskowe, aż do końcowych magazynów wyrobów gotowych i zbytu. Logistyka produkcji nie zajmuje się technologią procesów produkcyjnych, a jedynie sprawną organizacją całego systemu produkcyjnego wraz z jego najbliższym otoczeniem magazynowo-transportowym [30, 92, 159].

Naczelnym kryterium funkcjonowania logistyki produkcji jest zagwarantowanie ciągłości i odpowiedniej intensywności produkcji pod względem przepływów materiałowych według wymagań obowiązującej technologii. Głównymi obszarami wspólnych zainteresowań logistyki i zarządzania produkcją są: efektywność gospodarki materiałowej oraz problematyka planowania produkcji i sterowania nią. Sprawne funkcjonowanie procesów logistycznych możliwe jest dzięki stosowaniu właściwych instrumentów i narzędzi, w tym stosowanie nowoczesnych metod zarządzania opartych na technologiach informatycznych [19, 48, 214, 218, 219, 234].

Podczas planowania produkcji należy również pod uwagę wziąć organizację stanowisk roboczych, co sprowadza się do ich wyposażenia odpowiednio do wykonywanych prac oraz rozmieszczenia wszystkich jego elementów, zgodnie z zasadami ergonomii oraz bezpieczeństwa pracy [218].

W przedsiębiorstwie powstawać mogą tzw. zapasy produkcyjne. Są to niezagospodarowane surowce, materiały lub inne aktywa utrzymywane przez przedsiębiorstwo celem użycia w przyszłości. Do zapasów zalicza się podzespoły i produkty w magazynie oraz zapasy produkcji w toku. Wyróżnia się zapasy wewnątrzkomórkowe oraz międzykomórkowe. Nierównomierna praca poszczególnych komórek przy produkcji i montażu wyrobów prowadzi do powstawania zapasów międzykomórkowych wykorzystywane do wyrównania bieżących dysproporcji w zapotrzebowaniu poszczególnych stanowisk produkcyjnych. Część zapasów

wewnątrzkomórkowych produkcji w toku jest składowana na stanowiskach (zapasy operacyjne), a część poza nimi (zapasy międzyoperacyjne) [102, 218, 220].

Wyróżnia się kilka koncepcji zarządzania produkcją, które również związane są z zarządzaniem procesami logistycznymi. Należą do nich przede wszystkim zwinna produkcja (AP - *Agile Production*), produkcja szczupła (LP - *Lean Production*) oraz koncepcja zarządzania przez jakość (TQM - *Total Quality Management*). Pierwsza koncepcja koncentruje się głównie na obniżaniu kosztów, natomiast w drugiej koncepcji znaczenie ma czas dostępności, a w ostatniej największe znaczenie ma jakość. Poza tym jest metoda planowania i optymalizacji procesu produkcyjnego, której celem jest wyeliminowanie tzw. „wąskich gardeł” oraz niedoprowadzanie do ich powstania. Z zarządzaniem produkcją związana jest także teoria ograniczeń (TOC – *Theory of Constraints*) [33, 47, 58, 89, 90, 98, 100, 113, 218, 223]. Komputerowe wspomaganie logistyki produkcji sprowadza się do wspomagania za pomocą takich systemów, jak [56, 98, 113, 127, 128, 138, 147, 172, 214, 217, 220]:

- technologia optymalizacji produkcji (OPT – *Optimized Production Technology*),
- wspomagany i zintegrowany komputerowo proces powstawania produktów (CIM – *Computer Integrated Manufacturing*),
- elastyczny system produkcyjny (FMS – *Flexible Manufacturing System*),
- planowanie zdolności produkcyjnych (CRP – *Capacity Requirements Planning*),
- systemy sterowania i planowania produkcji: MRP I, MRP II, ERP.

#### **2.3.4. Logistyka dystrybucji**

Dystrybucja w ujęciu logistycznym to zintegrowana struktura przepływów produktów i towarzyszące im przepływy informacji. Jest to zintegrowany proces planowania, organizowania i kontroli przepływu produktów oraz związanych z nimi informacji. Do przepływu produktów zaliczyć można wszelkie czynności związane z towarami, surowcami czy wyrobami finalnymi oraz magazynowanie, transport, pakowanie i obsługę zamówień. Sferę informacyjną tworzą przygotowywanie zamówień, administracyjne opracowanie oraz uruchomienie przepływu towarów. Wszystkie te elementy ująć można w tzw. sieć dystrybucji. Ma ona charakter przestrzenny i określony porządek podziału terytorialnego dotyczącego rozmieszczenia producentów i magazynów oraz powiązanie z odpowiednią infrastrukturą transportową. Przebieg całości przepływów produktów i powiązanych strumieni informacji jest tożsamy z dystrybucją [48, 77, 78, 104, 106, 137].

Dystrybucja jest ogniwem łączącym sferę produkcji ze sferą konsumpcji, a jej zadaniem jest wypełnienie luk dzielących obydwie sfery. Wyróżnia się takie luki, jak [129, 163, 191, 216]:

- czasowa – wynikająca z różnicy w charakterystykach zakupów i produkcji, konsumenci dokonują zakupów w nieciągłych odcinkach czasu, a produkcja większości przedsiębiorstw jest realizowana w sposób ciągły;
- przestrzenna, która wynika z rozproszenia konsumentów oraz producentów na rynku;
- ilościowa, wynikająca z różnicy pomiędzy wielkością produkcji a potrzebami konsumentów;
- asortymentowa, wynika ona z ograniczoności asortymentów wytwarzanych przez producentów i nieograniczonego zróżnicowania potrzeb konsumentów;
- informacyjna, która wynika z braku wiedzy konsumentów o tym, że wyrób jest wytwarzany oraz o miejscach jego sprzedaży, natomiast producenci często nie wiedzą, kim są i gdzie znajdują się ich potencjalni klienci.

Analityczne spojrzenie na proces dystrybucji wskazuje, że może się on składać z takich działań wpływających na sprawność logistyki w dystrybucji, jak [59, 137, 147, 159, 196, 216]:

- wybór sposobu realizacji fizycznej dystrybucji,
- ustalenie warunków sprzedaży oraz dostawy,
- ustalanie form dostawy, środków transportu, tras przewozowych,
- kompletowanie oraz sprawdzenie prawidłowości przygotowania produktu do dostarczenia,
- pakowanie, znakowanie i etykietowanie wyrobów,
- przygotowanie dokumentacji wysyłkowej oraz wydawanie dyspozycji do magazynu wyrobów gotowych,
- załadunek oraz wysyłka,
- dostawa towaru,
- przestrzeganie terminów dostaw,
- kontrola utrzymywanych zapasów bezpieczeństwa,
- minimalizacja ryzyka uszkodzeń i strat poniesionych w kanałach dystrybucji.

Dystrybucja, obok produkcji, jest jednym z najważniejszych ogniw łańcucha logistycznego. Jej zadaniem jest udostępnienie produktu w miejscu i czasie odpowiadającym



oczekiwaniom i potrzebom klientów. Logistyczne procesy dystrybucji łączą logistykę produkcji z logistyką zaopatrzenia nabywcy. Dwoma głównymi problemami decyzyjnymi w dystrybucji są [26, 50, 92]:

- wybór sposobu sprzedaży, czyli określenie rodzajów kanałów dystrybucji,
- dystrybucja fizyczna, czyli wybór sposobu przemieszczania produktów z miejsc wytworzenia do miejsc przeznaczenia.

Głównym celem wymienionych funkcji jest koordynacja podaży z popytem na dany produkt. Ich realizacja przejawia się w formie podejmowania decyzji dotyczących rodzaju i struktury kanału dystrybucji oraz typu powiązań pomiędzy jego uczestnikami. Do funkcji koordynacyjnych zaliczyć należy [26, 50, 92]:

- pozyskiwanie i przekazywanie informacji rynkowych,
- promocje produktów,
- poszukiwanie i zgłaszanie ofert kupna – sprzedaży,
- nawiązywanie kontaktów handlowych,
- negocjowanie warunków umów będących podstawą przepływu prawa własności do przemieszczanych produktów.

Do metod oraz systemów przydatnych w zarządzaniu procesami dystrybucji zaliczyć można [25, 29, 83, 105, 106, 107, 109, 139, 159, 193, 214, 215, 217, 218, 219, 220, 222]:

- metody optymalizacji tras transportowych,
- system planowania zasobów dystrybucji (DRP – *Distribution Resources Planning*),
- dostosowywanie wymaganych zapasów bezpieczeństwa do zaspokojenia potrzeb klientów,
- system efektywnej obsługi klienta (ECR – *Efficient Consumer Responde*),
- system zarządzania relacjami z klientem (CRM – *Customer Relationship Management*),
- system zarządzania zamówieniami (OMS – *Order Management System*),
- szybka reakcja (QR – *Quick Response*),
- zarządzanie zapasami przez dostawcę (VMI – *Vendor Management Investory*).

### **2.3.5. Magazynowanie**

Wzrost konkurencji na rynkach europejskich spowodował konieczność dostosowania się do wymagań stawianych przez klientów, którzy często nie chcą długo czekać na zamówiony przez siebie wyrób. Powoduje to konieczność posiadania przez przedsiębiorstwa produkcyjne zapasów wyrobów gotowych lub zapasów półfabrykatów, które pozwolą na szybką produkcję wyrobów przeznaczonych na sprzedaż. Do gromadzenia zapasów są zmuszane również przedsiębiorstwa handlowe, gdyż tylko w taki sposób są w stanie szybko zrealizować zamówienie klientów. W przechowywaniu zapasów niezbędny jest przedsiębiorstwu magazyn, który w zależności od wielkości i rodzaju działalności może być własnością danego podmiotu lub być przez niego wynajmowany [84]. Magazyn stanowi jednostkę organizacyjną przeznaczoną do przechowywania dóbr materialnych czasowo wyłączonych z ruchu w kanałach logistycznych. Jest to element systemu logistycznego, który odpowiada za przechowywanie produktów od momentu ich wyprodukowania lub zakupu aż do momentu konsumpcji [74, 105, 139, 170, 195].

Proces magazynowania jest logicznie powiązaniem zbiorem czynności logistycznych związanych z zarządzaniem zapasami od wejścia do wyjścia z magazynu realizowanym na każdym szczeblu organizacji i ocenianym wielokryterialnie. Magazyn w ujęciu procesowym jest buforem pozwalającym na uelastycznienie przebiegu pozostałych procesów logistycznych. Do podstawowych funkcji, jakie spełnia magazyn, należy zaliczyć: przyjmowanie dóbr materialnych, ich ewidencjonowanie, dokonywanie licznych czynności manipulacyjnych (przeładunki, przemieszczanie, umieszczanie w miejscu składowania i inne) [42, 74, 92, 132, 146].

Zmienność zachowań rynkowych (w tym potrzeb konsumentów) powoduje konieczność stosowania różnego rodzaju budynków, budowli i urządzeń magazynowych. Proces magazynowania składa się z reguły z czterech faz: przyjęcia, składowania, kompletacji i wydawania [34, 59, 65, 92, 170, 195]. W standardowym magazynie możemy wyróżnić kilka podstawowych obszarów [8, 54, 59, 78, 86, 146, 170]:

- strefę przyjęć – przeznaczoną do czynności organizacyjnych i technicznych związanych z przyjęciem dóbr do magazynu;
- strefę składowania – produkty są przechowywane, mogą też być dokonywane czynności na produktach, np. kompletacja;

- strefę kompletacji – tworzoną w przypadku, gdy w magazynie występują produkty niejednorodne;
- strefę wydań – wykonywane są w niej czynności organizacyjne i techniczne związane z wydawaniem i eksploatacją dóbr;
- strefę socjalno-biurową – przeznaczoną dla pracowników biurowych.

Cele realizowane przez poszczególne sfery magazynowe to przede wszystkim [78, 119]:

- racjonalne wykorzystanie dostępnej przestrzeni magazynowej,
- szybki i łatwy dostęp do zapasów w celu ich przemieszczania do i z magazynu oraz przeglądu,
- racjonalne i zrównoważone wzorce przepływu dóbr przez magazyn,
- mechanizacja i automatyzacja operacji magazynowych – w razie konieczności,
- minimalne odległości, na jakie są przemieszczane dobra w magazynie,
- właściwe umiejscowienie i identyfikacja zapasów,
- pogrupowanie produktów o podobnych wymaganiach dotyczących magazynowania oraz podobnej częstotliwości przyjęć i wydań z magazynu,
- maksymalna ochrona i zabezpieczenie składowanych dóbr,
- zadbane wygląd magazynu.

W fazie przyjęcia następuje odbiór od dostawców surowców i materiałów zgodnie z określonymi warunkami. Praktyka wypracowała powszechnie stosowaną procedurę przyjęcia obejmującą [34, 59, 65, 92, 170, 195]:

- rozładunek środków transportowych,
- przemieszczenie dostawy do stref przyjęć,
- sprawdzenie tożsamości jednostki ładunkowej na stanowisku odbiorczym,
- rozpakowanie, segregację i sortowanie,
- kontrolę ilościową i jakościową dostawy,
- dokumentowanie przyjęcia do magazynu,
- znakowanie etykietami identyfikacyjnymi i lokalizacyjnymi,
- przekazanie do strefy składowania.

Faza kompletacji ładunków jest zbiorem czynności związanych z zestawieniem asortymentów zgodnie z zleceniami wewnętrznymi w systemie magazynowym, sporządzanymi na podstawie zamówień. Proces kompletacji ładunków składa się z [42, 92]:

- przyjmowania zapasów ze strefy składowania na wyznaczone pola odkładcze,
- kompletacji partii towarów według zleceń,
- kontroli wykonania/zgodności kompletacji,
- formowania i oznakowania jednostek wysyłkowych,
- przemieszczenia jednostek ładunkowych do strefy wydań.

W fazie wydawania następuje przekazanie uprawnionemu odbiorcy asortymentów towarowych zgodnie z zamówieniem. Procedura wydania z reguły obejmuje następujące czynności [42, 92]:

- kontrolę ilościową i jakościową skompletowanej partii,
- załadunek na środki transportowe,
- potwierdzenie odbioru i wydania.

W zarządzaniu magazynem pomocne są między innymi, takie systemy i techniki jak [54, 59, 86, 105, 120, 123, 127, 139, 220, 233]:

- technologia RFID (*Radio Frequency Identification*),
- magazynowy system informatyczny (WMS – *Warehouse Management System*),
- system zarządzania zamówieniami (OMS – *Order Management System*),
- automatycznej identyfikacji w magazynie (ADC – *Automatic Data Capture*),
- kody kreskowe,
- systemy typu „pick-by”.

### **2.3.6. Transport**

Transport jest to rzeczywisty ruch fizyczny towarów i ludzi między dwoma punktami i jest kluczowy dla poprawnego funkcjonowania łańcucha dostaw. Jest to działalność, której celem głównym jest pokonywanie przestrzeni w określonym czasie przy określonych kosztach. W ujęciu ekonomicznym polega na odpłatnym świadczeniu usług, których efektem finalnym ma być przemieszczanie osób i ładunków, jak również tworzenie usług pomocniczych związanych bezpośrednio z tą działalnością. Głównie ze względów ekonomicznych

podstawowymi cechami transportu wewnętrznego muszą być przede wszystkim najkrótsza droga i najkrótszy czas, a także maksymalne wykorzystanie dostępnych środków transportowych, przy możliwie najmniejszej ich eksploatacji [56, 59, 86, 92, 105, 139, 208, 218].

Relacje pomiędzy transportem a logistyką różnią się w zależności od przyjętej koncepcji. Bardzo dobrze opisano to podejście w pracy [24]. Wskazano, że w jednym z podejść dział transportu może być nazwany działem logistyki. Drugie podejście rozdziela te dwie funkcje i każdy z tych działów ma swoje określone zadania do realizacji. Kolejne rozwiązanie to realizacja procesów transportowych w ramach działu zakupów. Ostatnia grupa to przedsiębiorstwa zlecające na zewnątrz wykonywanie usług transportowych.

Transport wewnętrzny obejmuje wszystkie działania związane z przemieszczaniem ładunków w obrębie zakładu, od momentu przyjęcia surowców i półproduktów z transportu zewnętrznego, poprzez cały okres produkcyjny, aż do przekazania wyrobu gotowego lub odpadu ponownie transportowi zewnętrznemu, bądź dostarczenie towaru odbiorcy. Może on być podzielony na transport magazynowy i produkcyjny (międzykomórkowy i wewnątrzkomórkowy). Pomędzy magazynami i wydziałami produkcyjnymi oraz pomiędzy samymi wydziałami produkcyjnymi występuje transport międzykomórkowy. Z kolei transport wewnątrzkomórkowy obejmuje przemieszczanie materiałów między stanowiskami pracy danego wydziału lub w obrębie jego stanowiska [34, 75, 217, 218].

Transport spełnia z reguły trzy podstawowe funkcje w gospodarowaniu [92]:

- funkcję konsumpcyjną, czyli zaspokajanie potrzeb przewozowych przez świadczone usługi transportowe;
- funkcję produkcyjną, czyli zaspokajanie potrzeb produkcyjnych przez świadczenie usług transportowych, stwarzając warunki działalności gospodarczej, jej stymulację oraz wpływ na funkcjonowanie rynku i wymianę;
- funkcję integracyjną, czyli integrującą państwo i społeczeństwo poprzez usługi transportowe.

W logistyce, transport to działalność bezpośrednio zajmująca się przemieszczaniem dóbr (materiałów i ładunków) między stacjonarnymi komponentami systemów i sieci logistycznych, do których zaliczamy: magazyny, zakłady produkcyjne, punkty sprzedaży detalicznej.

W skutek tego bezpośredni przedmiot zainteresowania to transport towarowy, który w łańcuchu logistycznym jest ogniwem łączącym inne jego składniki, takie jak [86]:

- dostawców surowców i materiałów,
- producentów półwyrobów i gotowych wyrobów,
- hurtowników i pośredników,
- punkty sprzedaży detalicznej (sieci marketów, sklepy),
- finalnych konsumentów.

Transport jest uznawany za jeden z najistotniejszych elementów systemu logistycznego. System transportu zapewnia przetransportowanie określonej liczby ładunku po trasach najkrótszych oraz przy optymalnym wykorzystaniu podłoża majątkowego. Ten właśnie podstawowy cel systemu logistyki transportu dąży do przemieszczania dóbr rzeczowych przy maksymalizacji procesów transportowych. Prawidłowa organizacja transportu ma na celu skrócenie cykli produkcyjnych oraz obniżenie kosztów własnych produkcji [11, 78, 151].

Organizacja i właściwe wyposażenie w środki transportowe nie tylko sprzyjają zwiększaniu wydajności i obniżeniu kosztów własnych, ale także umożliwiają fizyczne odciążenie pracowników transportowych. Racjonalna organizacja transportu powinna zapewnić optymalny przepływ strumienia materiałów i wyrobów przez zakład. Zasady organizacji transportu dotyczą [114]:

- jednokierunkowego przepływu materiałów, możliwie bez nawrotów i skrzyżowań,
- wykorzystania siły ciężkości do przemieszczania materiałów czy wyrobów, np. na przenośnikach wałkowych,
- mechanizacji lub automatyzacji transportu wewnętrznego,
- stosowania jednostek ładunkowych umieszczanych na palecie lub odpowiednich pojemnikach,
- zapewnienia odpowiedniej konserwacji i profilaktycznych napraw środków transportowych,
- zapewnienia odpowiednich warunków bezpieczeństwa i higieny pracy.

Zarządzanie transportem to realizacja takich zadań jak wybór środka transportu oraz jego przewoźnika, ustalanie oraz negocjacja stawek cenowych i warunków transportu, wyznaczenie tras przewozu oraz śledzenie przesyłek. W celu usprawniania realizacji procesów transportowych stosuje się w przedsiębiorstwach różne systemy, między innymi: system

zarządzania transportem (TMS – *Transport Management Systems*), satelitarny system nawigacji GPS (*Global Positioning System*) [59, 139, 213].

### **2.3.7. Logistyka zwrotna**

Proces planowania, wdrażania i kontrolowania sprawnych, efektywnych ekonomicznie przepływów surowców, półproduktów i wyrobów gotowych oraz związanych z nimi informacji od miejsca konsumpcji do miejsca ich pochodzenia w celu odzyskania ich wartości lub właściwego ich usunięcia nazywany jest logistyką zwrotną [72, 171]. Tak, więc logistyka obejmuje ogół procesów zarządzania przepływami odpadów i informacji, od miejsc ich powstawania do miejsca ich przeznaczenia w celu ponownego użycia, odzyskania wartości lub właściwego ich unieszkodliwienia, tak by przepływy były efektywne ekonomicznie i minimalizowały wpływ na środowisko przy optymalizacji kosztów. Przedmiotem logistyki zwrotnej są przepływy odpadów oraz informacji związanych z tymi przepływami. Poza tradycyjnie pojmowanymi odpadami, do zakresu logistyki zwrotnej należy włączyć również przepływy materiałowe związane z wycofaniem z systemu logistycznego pełnowartościowych produktów oraz z procesem naprawy produktów uszkodzonych. Natomiast celem jest integrowanie wymienionych przepływów w czasie i przestrzeni, aby optymalizować koszty przepływów oraz zapewnić właściwy stan środowiska naturalnego [86, 125, 211].

Termin logistyka zwrotna posiada wiele synonimów, do których zaliczyć można: logistykę odwrotną, logistykę powtórnego zagospodarowania, ekologiczną, logistykę utylizacji, recyklingu oraz logistykę odpadów. W systemie logistyki zwrotnej zasadniczym celem jest realizacja zarówno celów ekonomicznych jak i ekologicznych. Zajmuje się ona obsługą zwrotów wyrobów uszkodzonych oraz pełnowartościowych, które z jakichś powodów klient zwraca oraz dotyczy utylizacji. Jest związana z wszystkimi procesami logistycznymi zachodzącymi w przedsiębiorstwie [2, 109, 147, 201, 211]. Zarządzanie jakością pozwala eliminować źródła błędów, jednak zwroty są powszechnym zjawiskiem w każdym przedsiębiorstwie produkcyjnym, i nie tylko. Poza wadliwością produktu przyczynami zwrotów mogą być: błędy, materiał złej jakości, niekompletna dostawa bądź niekompletność dokumentów. Zwrot towaru związany jest z kosztami, zarówno po stronie dostawcy, jak i odbiorcy. Wpływa to również negatywnie na efektywność przedsiębiorstwa, dlatego należy analizować przyczyny zwrotów oraz poszukiwać rozwiązań pozwalających ich uniknąć [59, 65, 215].

Proces logistyki zwrotnej skupiają się na trzech podstawowych kwestiach [168]:

- dlaczego produkty są zwracane?
- w jaki sposób zoptymalizować logistykę zwrotną?
- czy logistyka zwrotna powinna być prowadzona przez przedsiębiorstwo, czy zlecona na zewnątrz?

Logistyka zwrotna ma zastosowanie do produktów, które są odpadami, a wśród nich: zużyte materiały, opakowania, zwroty, odpady produkcyjne i produktowe oraz zbędne produkty. Horyzont działań może być może być krótko-, średnio- lub długoterminowy. Działania mogą być prowadzone w sposób stały. Motywacja do wprowadzenia działań logistyki zwrotnej związana jest z koniecznością oszczędności kosztów, dostosowania się do obowiązujących przepisów prawnych, bądź związana z poprawą wizerunku w celu osiągnięcia przewagi konkurencyjnej [49, 125, 211].

Do głównych zadań gospodarki odpadami zalicza się [86, 211]:

- gromadzenie odpadów,
- wywóz odpadów,
- gospodarcze wykorzystanie, przetworzenie lub unieszkodliwienie odpadów, zgodnie z tzw. hierarchią odzyskiwania wartości z odpadów, która obejmuje ponowne użycie, ponowne wytworzenie, recykling i składowanie.

Poza przyjmowaniem towarów od klientów, logistyka zwrotna występuje także wewnątrz przedsiębiorstwa. Wadliwe produkty poddawane są naprawie oraz ponownie sprzedawane lub też zużywane w procesie produkcyjnym. Część wadliwych produktów może być poddana recyklingowi i odzyskane w ten sposób surowce mogą być użyte w procesie produkcji. Pozwala to zredukować koszty produkcji. Tak, więc procesy logistyki zwrotnej wewnątrz przedsiębiorstwa polegają na [57, 147]:

- segregowaniu odpadów,
- przemieszczaniu powstałych odpadów,
- składowaniu odpadów,
- przetwarzaniu odpadów, tzw. powtórny zagospodarowaniu oraz utylizacji,
- udostępnianiu surowców wtórnych.



Skuteczność działania logistyki zwrotnej warunkuje sposób gromadzenia odpadów, dobór wielkości i lokalizacji obiektów, ich efektywność eksploatacyjną oraz dobór środków transportu wraz z trasami wywozu [211].

Logistyka odwrotna często traktowana jest jako zagadnienie drugorzędne. Stąd też jej zainteresowanie głównie wywołują obowiązujące przepisy, a nie wartość, jaką wnosi dla przedsiębiorstwa. Dla przedsiębiorstw jest to koszt, który muszą ponieść. Coraz większa świadomość klientów również przyczynia się do zwiększania zainteresowania tym tematem przez przedsiębiorstwa [70].

### **2.3.8. Produktywność procesów logistycznych**

Według R. Wendta menadżer logistyki w zakresie jej poprawy może przede wszystkim [230]:

- zidentyfikować miejsca obniżonej produktywności,
- zidentyfikować powody i miejsca, w których generowane są przyczyny obniżonej produktywności,
- zasygnalizować problem i wyjaśnić istotę obniżonej produktywności,
- wspólnie z odpowiedzialną osobą za obszar produktywności przygotować plan skorygowania stanu rzeczy,
- uzyskać akceptację.

W literaturze można znaleźć odniesienia do produktywności procesów lub systemów logistycznych. Prac tych jednakże jest niewiele, a treści związane z produktywnością najczęściej znajdują się w odniesieniu do efektywności. Wskazuje się, że produktywność może być mierzona oraz podaje ogólne schematy postępowania w celu zwiększenia produktywności. W pracach znajduje się najczęściej po kilkanaście wskaźników dla systemów logistycznych. Opracowania, w których znajdują się odniesienia do produktywności logistyki oraz wskaźniki, najczęściej zawierają podobne do siebie zestawienia [12, 132, 162, 193, 202, 210, 218, 221, 227, 230, 231, 234]. W przedstawionych pracach najczęściej wyróżnia się logistyczne procesy:

- zaopatrzenia,
- produkcji,
- dystrybucji.

Część opracowań wyróżnia, poza wspomnianymi procesami, także magazynowanie i transport. Zestawienie przykładowych wskaźników przedstawia tabela 1. W literaturze brakuje wskaźników produktywności związanych z logistyką odpadów.

Procedura wyznaczania wskaźników produktywności przedstawia się następująco [162, 202, 234]:

1. Identyfikacja celu logistycznego – wybór celów przez przedsiębiorstwo jest zindywidualizowany, zależny od decyzji kierownictwa i warunków otoczenia.
2. Ustalenie form struktur organizacyjnych i struktur logistycznych.
3. Określenie obszaru działania i odpowiedzialności oraz instrumentów kontroli.
4. Ustalenie kryteriów wyboru wskaźników oceny produktywności (na podstawie wiedzy i doświadczenia z zakresu analizy logistycznej).
5. Zdefiniowanie wskaźników produktywności dotyczących poszczególnych poziomów organizacji.
6. Identyfikacja norm, modeli oraz narzędzi służących ocenie produktywności.

Tabela 1. Wskaźniki produktywności dla procesów logistycznych

Proces logistyczny	Wskaźniki produktywności
Zaopatrzenie	$\frac{\text{liczba zrealizowanych przesyłek}}{\text{liczba roboczogodzin}}$ $\frac{\text{czas przyjęcia towaru}}{\text{liczba przesyłek}}$ $\frac{\text{wytworzone produkty}}{\text{średnia wartość zapasów materiałowych}}$
Produkcja	$\frac{\text{średnia wartość zleceń materiałowych}}{\text{liczba zatrudnionych}}$ $\frac{\text{średnia liczba zleceń materiałowych}}{\text{liczba zatrudnionych}}$ $\frac{\text{czas realizacji zlecenia materiałowego}}{\text{liczba zamówień}}$ $\frac{\text{średnia liczba pozycji materiałowych wyrobu}}{\text{liczba zatrudnionych}}$ $\frac{\text{średnia liczba pozycji dyspozycyjnych}}{\text{liczba zatrudnionych}}$ $\frac{\text{wytworzone produkty}}{\text{średnia wartość zapasów produkcji w toku}}$
Dystrybucja	$\frac{\text{liczba zrealizowanych przesyłek}}{\text{liczba roboczogodzin}}$ $\frac{\text{czas wydania towaru}}{\text{liczba przesyłek}}$ $\frac{\text{wytworzone produkty}}{\text{średnia wartość zapasów wyrobów gotowych}}$
Magazynowanie	$\frac{\text{liczba rozchodów magazynowych}}{\text{liczba zatrudnionych}}$ $\frac{\text{liczba operacji magazynowych}}{\text{liczba zatrudnionych}}$ $\frac{\text{wytworzone produkty}}{\text{wartość wyposażenia magazynowego}}$ $\frac{\text{wytworzone produkty}}{\text{powierzchnia magazynowa}}$
Transportowanie	$\frac{\text{czas transportu}}{\text{liczba zleceń transportowych}}$ $\frac{\text{liczba klientów}}{\text{liczba tras}}$ $\frac{\text{liczba kilometrów przejechanych}}{\text{liczba kierowców}}$ $\frac{\text{wytworzone produkty}}{\text{wartość środków transportu wewnętrznego}}$

Źródło: Opracowanie własne na podstawie [12, 132, 162, 202, 210, 218, 221, 227, 231]

## **2.4. Wykorzystanie metod prognozowania w analizie produktywności**

Przewidywanie przyszłych zdarzeń w celu zmniejszenia ryzyka w procesie podejmowania decyzji to, według P. Dittmanna, prognozowanie. Natomiast prognoza to wartość lub stan zmiennej prognozowanej w interesującej nas przyszłości [39]. Przewidywanie wartości produktywności w kolejnych okresach mają służyć podejmowaniu decyzji zarządczych w przedsiębiorstwie.

W literaturze wyróżnia się następujące etapy prognozowania [21, 39, 121, 136, 143]:

- sformułowanie zadania prognostycznego – określenie zmiennych prognozowanych, ustalenie celu prognozy oraz ustalenie horyzontu prognozy i warunków jej dopuszczalności;
- określenie przesłanek prognostycznych, w tym określenie czynników kształtujących badane zjawisko;
- zbieranie danych;
- wybór metody prognozowania;
- wyznaczanie prognoz;
- ocena dopuszczalności prognoz, na podstawie oceny błędów *ex post* i *ex ante*;
- wykorzystanie prognozy;
- weryfikacja i monitorowanie (przy powtarzalności) prognozy.

W zależności od danych, które podlegają analizie wybiera się odpowiednią metodę prognozowania. W badaniu produktywności znaczenie mają metody dotyczące szeregów czasowych, ponieważ analizowane dane stanowią właśnie takie szeregi. Wśród nich wyróżnia się metody adaptacyjne, takie jak [21, 39, 121, 136, 143, 144, 145]:

- naiwne,
- średniej,
- wygładzania wykładniczego,
- modelu liniowego,
- ekonometryczne.

Przed doбором odpowiedniej metody prognozowania należy dokonać dekompozycji szeregu czasowego. Celem takiego działania jest wyodrębnienie składowych szeregu

czasowego. Najprostszy i najskuteczniejszy sposób dekompozycji to analiza wykresu badanego szeregu czasowego. Elementami szeregu czasowego są: składowa systematyczna oraz składowa przypadkowa. Pierwsza składowa może wystąpić w postaci tendencji rozwojowej (trendu), stałego poziomu zmiennej prognozowanej lub składowej okresowej. Składowa okresowa występuje w postaci wahań cyklicznych lub sezonowych. Składowa przypadkowa często nazywana jest składnikiem losowym lub wahaniami przypadkowymi. Konstruowany model szeregów czasowych może mieć różną postać. Na ogół przyjmuje się addytywną lub multiplikatywną postać modelu. W addytywnym modelu zakłada się, że obserwowane wartości zmiennej prognozowanej są sumą składowych szeregu czasowego. Natomiast multiplikatywna postać szeregu zakłada, że obserwowane wartości zmiennej prognozowanej są iloczynem składowych szeregu czasowego [21, 31, 39, 121, 136, 145].

#### **2.4.1. Naiwne metody prognozowania**

Podstawowy model metody naiwnej oparty jest na sytuacji, w której zakłada się, że stan obecny powtórzy się w kolejnym okresie czasu. Wynika to z założenia, że nie zmieni się dotychczasowy sposób oddziaływania czynników wpływających na wartość prognozowanej zmiennej. Metoda sprawdza się wtedy, gdy występuje mała dynamika zmian. Zgodnie z modelem podstawowym przyszła wartość zmiennej ( $y_t^*$ ) przyjmuje wartość zaobserwowaną w okresie poprzednim [21, 31, 39, 121, 136, 144]:

$$y_t^* = y_{t-1}. \quad (17)$$

Zastosowanie modelu naiwnego podstawowego ma zastosowanie do prognoz krótkoterminowych, gdy w szeregu czasowym występuje składowa systematyczna w postaci stałego poziomu oraz składnik losowy w postaci niewielkich wahań przypadkowych [145]. Model ten nie przedstawia w sposób poprawny przebiegu szeregów czasowych, w których występuje tendencja rozwojowa lub wahania sezonowe. Dlatego też wymaga on modyfikacji. Jeden ze zmodyfikowanych modeli zakłada, że wartość prognozowana będzie większa (bądź mniejsza) od wartości zmiennej w poprzednim okresie o pewną stałą wartość [31, 39, 121, 124, 126, 145, 240]:

$$y_t^* = y_{t-1} + c. \quad (18)$$

Stała  $c$  może być określona na podstawie dotychczasowych zmian wartości zmiennej lub opinii ekspertów.

Kolejną modyfikacją jest metoda naiwna dla szeregu z trendem liniowym oraz brakiem wahań sezonowych. Za prognozę przyjmuje się wartość wyznaczoną według formuły [31, 39, 121, 124, 126, 145, 240]:

$$y_t^* = y_{t-1} + (y_{t-1} - y_{t-2}). \quad (19)$$

Do ostatniej wartości dodaje się ostatni przyrost zmiennej prognozowanej. W przypadku trendu malejącego poprawka ta jest ujemna.

Gdy zauważalny jest wzrost, bądź spadek o charakterze wykładniczym prognozowanej zmiennej, wówczas do budowy prognozy można wykorzystać model dla szeregu z trendem wykładniczym [31, 39, 121, 124, 126, 145, 240]:

$$y_t^* = (1 - w) \cdot y_{t-1}, \quad (20)$$

gdzie  $w$  to wskaźnik wzrostu bądź spadku.

Metoda naiwna uwzględniać może także zjawisko sezonowości. Prognozą wtedy jest wartość zmiennej w analogicznej fazie cyklu poprzedniego. Wyznacza się ją na podstawie wzoru [31, 39, 121, 124, 126, 145, 240]:

$$y_t^* = y_{t-r}, \quad (21)$$

gdzie  $r$  to liczba okresów w cyklu.

W przypadku liniowego trendu z wahaniami sezonowymi, prognozy dokonuje się na podstawie formuły [31, 39, 121, 124, 126, 145, 240]:

$$y_t^* = y_{t-r} + (y_{t-r} - y_{t-2r}). \quad (22)$$

Metody naiwne są proste w zastosowaniu, jednakże ich jakość jest niska. Metody te są podstawą do oceny innych modeli, poprzez porównanie trafności prognozy zbudowanej za ich pomocą i prognoz zbudowanych przy użyciu innych metod [145].

#### **2.4.2. Metoda średniej ruchomej oraz wygładzania wykładniczego**

Metody, oparte na wygładzaniu szeregu czasowego poprzez wyeliminowanie wahań przypadkowych, poprawiają dokładność konstruowanych prognoz. Wśród metod wygładzania wyróżnia się model [31, 39, 68, 121, 126, 145, 186, 240]:

- średniej prostej,

- średniej ruchomej prostej,
- średniej ruchomej ważonej,
- prostego wykładania wykładniczego – model Browna,
- wykładania wykładniczego – model Holta,
- wykładania wykładniczego – model Wintersa.

Pierwsze trzy modele mogą być stosowane do konstrukcji prognoz krótkookresowych, na jeden krok w przód, w sytuacji, gdy w szeregu czasowym występuje stały średni poziom oraz gdy wahania przypadkowe są niewielkie. Modele wykładania wykładniczego łączą wykładanie szeregu za pomocą średniej ważonej z wagami określonymi w sposób wykładniczy. Dobór wag w tych metodach opiera się na założeniu, że wartość informacyjna obserwacji zmniejsza się wykładniczo wraz z upływem czasu [145].

Najprostszą metodą wykładania szeregu czasowego jest **metoda średniej prostej**. W modelu tym wartość prognozy w następnym okresie wyznacza się jako średnią arytmetyczną z wszystkich poprzednio zaobserwowanych wartości tej zmiennej:

$$y_t^* = \frac{1}{t} \sum_{i=1}^{t-1} y_i, \quad t = 1, 2, 3, \dots, n. \quad (23)$$

Kolejna jest **metoda średnich ruchomych prosta** stosowana, gdy brak jest trendu. W metodzie tej wykładanie dokonywane jest na podstawie wyznaczania średniej arytmetycznej dla kolejnych wartości. Ustala się, ile elementów branych jest do wyznaczania średniej. Na tej podstawie tworzy się kolejny szereg, który jest już wykładony w stosunku do szeregu wejściowego. Prognoza jest średnią arytmetyczną z  $k$  ostatnich obserwacji [21, 39, 136, 186, 240]:

$$y_t^* = \frac{1}{k} \sum_{i=t-k}^{t-1} y_i. \quad (24)$$

Wartość  $k$  jest stałą wykładania. Jest to liczba wyrazów średniej ruchomej określana przez prognozę. Liczbę  $k$  wyznacza się, wybierając taką wartość, dla której średni błąd ex post prognoz wygasłych będzie najmniejszy. Im większa wartość  $k$ , tym szereg jest bardziej wykładony [31, 121, 124, 145].

Modyfikacją metody średniej ruchomej prostej jest zastosowanie zróżnicowanych wag przy obliczaniu średnich, czyli **metoda średnich ruchomych ważona**. W modelu tym nadaje

się zróżnicowane znaczenie informacjom pochodzącym z różnych okresów. Największą wagę ma ostatnia obserwacja, a wcześniejsze wyrazy mają tym mniejszą wagę, im „starsza” jest obserwacja. Model średniej ruchomej prostej jest szczególnym przypadkiem modelu średniej ruchomej ważonej. Przy wyznaczaniu wag należy pamiętać, że ich suma musi być równa 1. Zaletą przypisywania wag ( $w_j$ ) jest możliwość ustalenia wpływu poszczególnych obserwacji na prognozę. Wartość prognozowaną wyznacza się na podstawie wzoru [21, 39, 136, 186, 240]:

$$y_t^* = \frac{1}{k} \sum_{j=1; i=t-k}^{j=k; i=t-1} w_j \cdot y_i \quad (25)$$

W metodach z wykorzystaniem średniej ruchomej istotne jest to, że podczas budowy prognozy pomija się informacje sprzed  $k$  okresów, które mogą mieć wpływ na kształtowanie się zmiennej prognozowanej [31, 145].

W wygładzaniu wykładniczym każdy wyraz wygładzonego szeregu jest średnią ważoną wszystkich wcześniejszych wyrazów. Najpopularniejsze modele to: Browna, Holta i Wintersa. **Model wygładzania wykładniczego Browna** stosuje się do prognozowania zjawisk charakteryzujących się brakiem trendu i sezonowości. Wartość teoretyczna (prognozowana) obliczana jest według wzoru:

$$y_t^* = \alpha y_{t-1} + (1 - \alpha) y_{t-1}^* \quad (26)$$

gdzie  $\alpha$  jest stałą wygładzania przyjmującą wartość z przedziału od 0 do 1.

Jeżeli  $\alpha$  jest bliskie 1, prognoza w niewielkim stopniu uwzględnia błędy poprzednich prognoz. Charakterystyką dokładności dla przedstawionych prognoz może być średni błąd kwadratowy (MSE), wyznaczony jako średnia arytmetyczna kwadratów błędów prognozy. Im niższa wartość wskaźnika, tym lepiej dopasowana prognoza. Podczas szacowania wartości stałej wygładzania należy przyjąć, że wartość prognozy dla pierwszego okresu jest równa wartości pierwszej obserwacji zmiennej prognozowanej [21, 31, 121, 136, 145, 186, 209].

**Model Holta** jest udoskonaleniem wygładzania wykładniczego. Metodę stosujemy, gdy wygładzanie wykładnicze wymaga dużej stałej wygładzania. Model umożliwia prognozowanie szeregów czasowych, w których występuje składowa systematyczna w postaci liniowego trendu oraz składnik losowy w postaci niewielkich wahań przypadkowych. Proces ten jest podzielony na dwa etapy służące odpowiednio do wyznaczania wygładzonych wartości [21, 31, 121, 136, 145, 186, 209]:



- szeregu czasowego w chwili t:

$$F_t = \alpha y_t + (1 - \alpha)(F_{t-1} + S_{t-1}), \quad (27)$$

- przyrostu trendu w chwili t:

$$S_t = \beta(F_t - F_{t-1}) + (1 - \beta)S_{t-1}, \quad (28)$$

dla parametrów wygładzania  $\alpha$  i  $\beta$  z przedziału  $[0,1]$ . Wartość tych parametrów dobiera się na podstawie kryterium najmniejszego błędu średniego prognoz wygasłych  $s^*$ , gdzie:

$$s^* = \sqrt{\frac{1}{n} \sum_{t=1}^n \left( y_t - y_t^*(\alpha, \beta) \right)^2}. \quad (29)$$

Prognoza wygasła wyznaczana jest na podstawie równania:

$$y_{t+1}^* = F_t + S_t. \quad (30)$$

Prognoza dla okresów przyszłych ( $n+1, n+2, \dots, T$ ) wyznaczana jest na podstawie wzoru:

$$y_T^* = F_n + (T - n)S_n. \quad (31)$$

Wartość początkową  $F_1$  najczęściej przyjmuje się jako  $y_1$ , a  $S_1 = y_2 - y_1$ .

**Model Wintersa** jest uogólnieniem metody Holta i stosuje się go w przypadku szeregów czasowych z tendencją rozwojową, wahaniami sezonowymi oraz wahaniami przypadkowymi. Ten model występuje w dwóch wariantach, uwzględniając sezonowość multiplikatywną (względny poziom wahań sezonowych jest stały) lub addytywną (bezwzględny poziom wahań sezonowych jest w przybliżeniu stały) [21, 31, 236, 240].

W modelu Wintersa występują trzy stałe wygładzania. W modelu multiplikatywnym stosuje się następujące zależności [21, 31, 240]:

- poziom zmiennej w chwili t:

$$F_t = \alpha \frac{y_t}{C_{t-r}} + (1 - \alpha)(F_{t-1} + S_{t-1}), \quad (32)$$

- współczynnik trendu w chwili t:

$$S_t = \beta(F_t - F_{t-1}) + (1 - \beta)S_{t-1}, \quad (33)$$

- składnik sezonowy w chwili t:

$$C_t = \gamma \frac{y_t}{F_t} + (1 - \gamma)C_{t-r}, \quad (34)$$

gdzie  $\alpha$ ,  $\beta$ ,  $\gamma$  to parametry modelu o wartościach z przedziału  $[0, 1]$ . Równanie prognozy na okres  $t$  ma postać:

$$y_t^* = (F_{t-1} + S_{t-1}) \cdot C_{t-r}. \quad (35)$$

Równanie prognozy na okres  $T > n$  przyjmuje postać:

$$y_T^* = (F_n + (T - n)S_n)C_{T-r}. \quad (36)$$

W modelu addytywnym parametry wyznacza się według zależności [21, 31, 240]:

- poziom zmiennej w chwili  $t$ :

$$F_t = \alpha(y_t - C_{t-r}) + (1 - \alpha)(F_{t-1} + S_{t-1}), \quad (37)$$

- współczynnik trendu w chwili  $t$ :

$$S_t = \beta(F_t - F_{t-1}) + (1 - \beta)S_{t-1}, \quad (38)$$

- składnik sezonowy w chwili  $t$ :

$$C_t = \gamma(y_t - F_t) + (1 - \gamma)C_{t-r}. \quad (39)$$

Równanie prognozy na okres  $t$  ma postać:

$$y_t^* = (F_{t-1} + S_{t-1}) + C_{t-r}. \quad (40)$$

Równanie prognozy na okres  $T > n$  ma postać:

$$y_T^* = F_n + (T - n)S_n + C_{T-r}. \quad (41)$$

Do budowy liniowego modelu wygładzania wykładniczego Wintersa potrzebne są początkowe wartości  $F$ ,  $S$  i  $C$ . Propozycje doboru wartości początkowych są następujące [31, 240]:

- dla komponentu  $F$  można przyjąć rzeczywistą wartość zmiennej z szeregu czasowego odpowiadającą pierwszej fazie drugiego cyklu lub średnią wartość z pierwszego cyklu;
- dla komponentu  $S$  można przyjąć różnicę średnich wartości z drugiego i pierwszego cyklu bądź przyjąć 0;
- dla komponentu  $C$  (w kolejnych fazach pierwszego cyklu) można przyjąć ilorazy wartości rzeczywistej zmiennej z pierwszego.

### 2.4.3. Ocena trafności prognozy

Szacowanie błędu prognozy dokonywane jest na podstawie prognoz wygasłych (ex post). Wykorzystuje się informacje o trafności prognozowania w przeszłości. Przyjmuje się, że

trafność prognoz przyszłych będzie podobna do trafności prognoz przeszłych. Prognozy wygasłe używane do szacowania powinny być wyznaczane w ten sam sposób jak ostateczna prognoza [31, 121, 145].

Podstawową miarą wykorzystywaną do oceny trafności prognozy jest bezwzględny błąd prognozy. Błąd ten jest różnicą pomiędzy wartością rzeczywistą  $y_t$  a wartością prognozowaną  $y_t^*$ :

$$E_t = y_t - y_t^*. \quad (42)$$

Błąd ten informuje prognozę o ewentualnych przeszacowaniach lub niedoszacowaniach prognozy w czasie  $t$ , dla którego wyznaczono prognozę wygasłą. Błąd ten odnosi się do jednej obserwacji. Chcąc odzwierciedlić sytuację dla całego modelu, warto wyznaczyć średni bezwzględny błąd prognozy:

$$ME = \frac{1}{n} \sum_{t=1}^n (y_t - y_t^*). \quad (43)$$

Natomiast względny błąd procentowy prognozy wyznacza się na podstawie wzoru:

$$PE = \frac{y_t - y_t^*}{y_t} \cdot 100\%. \quad (44)$$

Błąd PE informuje o rozmiarach odchylenia względnego i kierunku odchylenia wartości prognozy od wartości rzeczywistej. Im niższa wartość tym lepiej dopasowany model prognozy [31, 121, 145].

Jako oszacowanie błędu prognozy można przyjąć średni względny błąd procentowy:

$$MPE = \frac{1}{n} \sum_{t=1}^n \frac{y_t - y_t^*}{y_t} \cdot 100\%, \quad (45)$$

lub średni bezwzględny błąd procentowy prognoz wygasłych:

$$MAPE = \frac{1}{n} \sum_{t=1}^n \left| \frac{y_t - y_t^*}{y_t} \right| \cdot 100\%. \quad (46)$$

Błąd prognozy może być oceniony na podstawie błędu średniokwadratowego:

$$MSE = \frac{1}{n} \sum_{t=1}^n (y_t - y_t^*)^2 \quad (47)$$

Do szacowania błędów wykorzystuje się również średnią kwadratowego błędu prognozy w przedziale weryfikacji prognoz:

$$RMSE = \sqrt{\frac{1}{n} \sum_{t=1}^n (y_t - y_t^*)^2}, \quad (48)$$

który informuje o przeciętnych odchyleniach prognoz od wartości rzeczywistych w przedziale weryfikacji prognoz. Wartość RMSE (pierwiastek kwadratowy z MSE) w przedziale weryfikacji jest porównywana z odchyleniem standardowym (s) reszt modelu. Zakłada się, że jeśli  $RMSE < s$ , wtedy wektor prognoz można uznać za zadowalający [31, 121, 145].

#### 2.4.4. Zastosowanie modeli ekonometrycznych w prognozowaniu

Model ekonometryczny przedstawia za pomocą równania zależności między zmienną objaśnianą, która charakteryzuje wyróżnione zjawisko, a zmiennymi objaśniającymi opisującymi inne zjawiska. W literaturze przedmiotu zapoznać można się ze szczegółowym opisem metod ekonometrycznych. Wśród modeli ekonometrycznych wyróżnia się modele z jedną zmienną objaśniającą oraz z wieloma zmiennymi objaśniającymi [6, 20, 31, 39, 45, 121, 122, 148, 232, 240]. W przedsiębiorstwie do wyznaczania prognoz używa się przede wszystkim modeli jednorównaniowych.

Fazy budowy modelu ekonometrycznego to [6, 31 39, 45, 121, 122, 148, 177]:

- 1) wybór zmiennych objaśniających do modelu,
- 2) wybór postaci analitycznej modelu,
- 3) estymacja parametrów modelu,
- 4) weryfikacja modelu,
- 5) zastosowanie modelu do konstruowania prognozy.

Do konstruowania modelu wybiera się zmienną objaśnianą oraz zmienne objaśniające. Rozpoczyna się od wstępnej analizy danych poprzez wyznaczenie średnich, odchyłeń standardowych oraz współczynników zmienności. W literaturze szczegółowo opisane są metody doboru zmiennych. Doboru zmiennych do modelu można dokonać, wykorzystując [6, 31 39, 45, 121, 122, 148, 177]:

- współczynnik zmienności – przyjmuje się, że zmienność powinna być co najmniej na poziomie 10%, wyznacza się go na podstawie wzoru:

$$V_i = \frac{s}{\bar{x}}, \quad (49)$$

gdzie:  $s$  – odchylenie standardowe:  $s = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}{n-1}}, \quad (50)$

$\bar{x}$  – wartość średnia badanych obserwacji:  $\bar{x} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_i, \quad (51)$

gdzie:  $x_i$  – wartości zaobserwowane;

- współczynnik korelacji liniowej Pearsona – pomiędzy potencjalnymi zmiennymi  $x_0, x_1, x_2, \dots, x_k$  wyznacza się według następującego wzoru:

$$r_{ij} = \frac{\sum_{i=1}^n (x_{ii} - \bar{x}_i)(x_{ii} - \bar{x}_j)}{\sqrt{\sum_{i=1}^n (x_{ii} - \bar{x}_i)^2 \sum_{i=1}^n (x_{ii} - \bar{x}_j)^2}}, \quad r_{ij} \in [-1, 1], \quad (52)$$

gdzie:  $i, j = 1, 2, 3, \dots, m$ , a  $x_i, x_j$  – wartości poszczególnych zmiennych;

- współczynnik korelacji wielorakiej – wyznacza się wartości współczynników korelacji (wzór 52) pomiędzy poszczególnymi zmiennymi oraz wartość krytyczną dla danego poziomu istotności (najczęściej  $\alpha=0,1$ ) i dla  $n-2$  stopni swobody, poprzez porównanie wybiera się te, które zmienne mogą być zmiennymi objaśniającymi w modelu, a które nie; wartość krytyczną wyznacza się według wzoru:

$$r^* = \sqrt{\frac{(I^*)^2}{(I^*)^2 + n - 2}}, \quad (53)$$

gdzie:  $I^*$  jest wartością statystyki odczytanej z tablic testu  $t$ -Studenta;

- metodę Hellwiga – wyznacza się wskaźniki pojemności integralnej: indywidualne oraz globalne dla kombinacji zmiennych i wybiera się tę kombinację z pośród  $L=2^m-1$  kombinacji, dla której globalna pojemność integralna będzie maksymalna; indywidualne wskaźniki pojemności integralnej dla  $l = 1, 2, 3, \dots, L$  i  $j = 1, 2, 3, \dots, m_l$  wyznacza się na podstawie formuły:

$$h_{ij} = \frac{r_j^2}{1 + \sum_{\substack{i=1 \\ i \neq j}}^{m_l} |r_{ij}|}, \quad (54)$$

natomiast globalne wskaźniki wyznacza się na podstawie wzoru:

$$H_l = \sum_{j=1}^{m_l} h_{lj}, \quad l = 1, 2, 3, \dots, L; \quad (55)$$

- metodę grafową – w oparciu o współczynnik korelacji rysuje się graf zawierający związki pomiędzy zmiennymi i wybiera się najlepsze reprezentantki.

Zmienne objaśniające w liniowym modelu ekonometrycznym z formalnego punktu powinny się odznaczać następującymi własnościami [31, 39, 45, 121, 122, 148, 232]:

- mieć odpowiednio wysoką zmienność,
- być silnie skorelowane ze zmienną objaśnianą,
- być słabo skorelowane między sobą,
- być silnie skorelowane z innymi zmiennymi niepełniającymi roli zmiennych objaśniających, które zmienne objaśniające reprezentują.

Po etapie doboru zmiennych dokonuje się estymacji parametrów strukturalnych modelu. Najpopularniejszą metodą jest klasyczna metoda najmniejszych kwadratów. Idea tej metody sprowadza się do wyznaczania wartości ocen  $\alpha_0, \alpha_1, \alpha_2, \dots, \alpha_k$  parametrów strukturalnych  $\alpha_0, \alpha_1, \alpha_2, \dots, \alpha_k$ , tak aby suma kwadratów odchyłek zaobserwowanych wartości zmiennej objaśnianej od jej wartości teoretycznych obliczonych z modelu była najmniejsza. Analityczna postać modelu wyrażona jest następującym wzorem ogólnym:

$$y = \alpha_0 + \alpha_1 x_1 + \alpha_2 x_2 + \dots + \alpha_k x_k + \varepsilon, \quad (56)$$

gdzie  $\alpha_0, \alpha_1, \alpha_2, \dots, \alpha_k$  to współczynniki przy zmiennych modelu podlegające estymacji, a  $x_0, x_1, x_2, \dots, x_k$  to zmienne objaśniające. Ostatnim składnikiem jest element losowy ( $\varepsilon$ ), który występuje w modelu, ponieważ [6, 20, 31, 39, 45, 121, 122, 148, 232, 240]:

- model nie uwzględnia wszystkich zmiennych objaśniających,
- zjawiska ekonomiczne mogą charakteryzować się przypadkowością,
- występujące w modelu zmienne mogą być obciążone błędem pomiaru,
- dobrana postać analityczna modelu może być nieprawidłowa.

Oszacowane parametry modelu należy poddać weryfikacji, czyli ocenie dopasowania modelu do danych empirycznych. Oceny dokonuje się pod względem [39, 45, 232]:

- jakości dopasowania parametrów do danych empirycznych, wyznaczając w tym celu: wariancję składnika losowego, odchylenie standardowe reszt, standardowe błędy estymacji, współczynnik determinacji, współczynnik zbieżności, współczynnik zmienności losowej, średni błąd bezwzględny, a także badając korelację wieloraką;
- istotności parametrów strukturalnych, a także wpływu zmiennych objaśniających na zmienną objaśnianą;
- własności odchyłeń losowych, poprzez badanie losowości, normalności, nieobciążoności, autokorelacji oraz hetroskedastyczności.

Model ekonometryczny, który pozytywnie przeszedł weryfikację może być zastosowany do prognozowania.

Jednym z prostych metod do zastosowania w prognozowaniu jest model trendu liniowego, który wymaga znajomości regresji oraz modelowania ekonometrycznego. Stosowany jest, gdy obserwujemy systematyczne zmiany w czasie (trend) oraz towarzyszące im zmiany przypadkowe. Zmienność w czasie  $t$  można wtedy przybliżyć funkcją liniową o postaci [209]:

$$y_t^* = b_0 + b_1 t + \varepsilon, \quad (57)$$

gdzie:  $b_0$  – wyraz wolny w równaniu prostej,  $b_1$  – współczynnik kierunkowy prostej,  $\varepsilon$  – element losowy.

Najprostszym sposobem na określenie parametrów dla równania linii prostej:  $b_0$  i  $b_1$  jest zastosowanie klasycznej metody najmniejszych kwadratów. Jej założenie to: najlepiej dopasowana do punktów empirycznych jest taka prosta, dla której suma kwadratów odchyłeń wartości teoretycznych ( $y_t^*$ ) od wartości zaobserwowanych ( $y_t$ ) jest najmniejsza [209]:

$$\sum_{t=1}^n (y_t - y_t^*)^2 = \min. \quad (58)$$

Parametry :  $b_0$  i  $b_1$  wyznacza się na podstawie wzorów [148]:

$$b_0 = \bar{y} - b_1 \bar{t}, \quad (59)$$

$$b_1 = \frac{12 \sum_{t=1}^n (t - \bar{t}) y_t}{n(n^2 - 1)}. \quad (60)$$

Do celów prognostycznych możliwe jest także zastosowanie ekonometrycznego modelu jednoliniowego z jedną zmienną objaśniającą. Wtedy we wzorach zamiast czasu występują wartości obserwowane dla zmiennej objaśniającej. Jest to model regresji liniowej zależności zmiennej Y od zmiennej X. Wzór ogólny kształtuje się następująco:

$$y^* = b_0 + b_1x + \varepsilon, \quad (61)$$

Do obliczenia parametrów  $b_0$  i  $b_1$  wykorzystuje się następujące wzory:

$$b_0 = \bar{y} - b_1\bar{x}, \quad (62)$$

$$b_1 = \frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})(y_i - \bar{y})}{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}. \quad (63)$$

Ocenę dopasowania modelu trendu liniowego oraz liniowej regresji prostej do danych empirycznych dokonuje się poprzez wyznaczenie współczynnika determinacji, który przyjmuje wartości z zakresu [0; 1]. Im wyższa wartość współczynnika, tym lepsze dopasowanie. Wzór do jego obliczenia kształtuje się następująco:

$$R^2 = \frac{\sum_{i=1}^n (y_i^* - \bar{y})^2}{\sum_{i=1}^n (y_i - \bar{y})^2}. \quad (64)$$

## 2.5. Podsumowanie i wnioski z analizy literatury

Rozwój logistyki spowodował wzrost jej znaczenia w przedsiębiorstwach. Dostrzeganie ważności tego aspektu w działalności przedsiębiorstw stanowi przyczynek do rozwoju systemów pomiaru efektywności procesów logistycznych. Logistyka w znaczny sposób wspomaga działalność produkcyjną. Wyróżnia się wiele podziałów procesów i systemów logistyki w literaturze. W przedsiębiorstwach produkcyjnych adekwatny jest podział ze względu na fazy przepływu, w którym wyróżnia się logistykę: dystrybucji, produkcji, zaopatrzenia, magazynowania, transportu oraz logistykę zwrotną. Dla każdego podsystemu w literaturze przedmiotu dostępnych jest wiele wskaźników pomiaru efektywności. Efektywnie funkcjonująca logistyka wpływa na efektywne zarządzanie procesem produkcji.



Tak jak R. Wendt, tak i wielu autorów wskazuje tylko na aspekt produktywności w logistyce, jednak nie podaje się kompleksowego zestawu mierników. Większość mierników opiera się na środkach trwałych oraz obrotowych w przedsiębiorstwie, w powiązaniu z logistyką. A. Rogowski natomiast zwraca uwagę, że zarządzanie produkcją powinno zapewnić osiągnięcie podstawowych celów systemu produkcyjnego. Wśród tych celów wymienia: wzrost produktywności systemu produkcyjnego. Produktywność w systemie pomiaru przedsiębiorstwa jest jednym z wielu analizowanych obszarów. Poza nią, w przedsiębiorstwie mierzy się jeszcze wiele innych, np. skuteczność, wydajność. Istnieje w literaturze wiele podejść do zagadnienia produktywności. Większość z nich opiera się na danych wejściowych pochodzących z bilansu lub rachunku wyników i strat.

W celu lepszej analizy produktywności warto przeanalizować czynniki wpływające na nią. W analizie czynników wpływających na produktywność wyróżnia się czynniki wewnętrzne oraz zewnętrzne. Wśród czynników wewnętrznych, wpływających na produktywność, wyróżnia się takie, które są związane z logistyką. Należą do nich: poziom zapasów, wykorzystanie materiałów, zakupy, wybór dostawców. Czynniki te mogą być przez organizację kontrolowane, co pozwala stwierdzić, że procesy logistyczne wpływają na produktywność [95, 198]. Warto zwrócić uwagę na stosowane podejście do logistyki. Przez wielu autorów logistyka jest rozumiana jako system w przedsiębiorstwie, składający się z podsystemów oraz procesów. Stąd też wniosek, że poprzez usprawnianie procesów logistycznych można podnosić produktywność przedsiębiorstwa [178].

Kluczowymi z punktu widzenia przedsiębiorstwa są czynniki wewnętrzne, ponieważ odpowiednie zarządzanie może na nie wpływać. Są one zależne od polityki i strategii przedsiębiorstwa.

W. F. Christopher analizuje produktywność przedsiębiorstwa, jako całkowitą oraz cząstkową, biorąc pod uwagę zaangażowane zasoby, takie jak: energia, materiały, kapitał i praca. Wprowadził również do wskaźników miernik: wartość dodana i oparł na nim system pomiaru produktywności. A. Lawlor do analizy produktywności proponuje dwustopniowy system audytu. Nie każdy z autorów opiera się na wykorzystanych zasobach w takim samym podziale. Metoda QPA opiera się tylko na wskaźnikach produktywności pracy i kapitału oraz uwzględnia wskaźnik rentowności ROA. S. Nagashima dzieli wskaźniki na takie, które mają służyć ocenie sytuacji przedsiębiorstwa w świetle kryteriów: rentowności, produktywności, aktywności kapitału, stabilności finansowej oraz wzrostu. Natomiast podejście strukturalne

opiera się na poziomach zarządzania przedsiębiorstwa. Wyróżnia się trzy poziomy: strategiczny, koordynacyjny oraz operatywny. Powstało również ujęcie oparte na analizie wrażliwości Du Ponta. W tym podejściu utożsamia się jednak rentowność z produktywnością. Niekoniecznie poprawa wskaźnika ROA wywoła poprawę produktywności, dlatego z tego punktu widzenia to podejście nie jest do końca odpowiednie. A. Kosieradzka wraz z S. Lisem proponują modułowy system pomiaru produktywności. Wyróżniają oni zasoby zgodnie z podziałem W. F. Christophera oraz dodatkowo wprowadzają analizę wskaźników na trzech poziomach przedsiębiorstwa produkcyjnego, czyli poziom dla całej organizacji, dla procesów oraz dla pojedynczych stanowisk.

Każde z przedstawionych podejść nieco różni się od pozostałych. Produktywność w logistyce jest zagadnieniem bardzo rzadko spotykanym, zarówno w literaturze, jak i w praktyce. Prawdopodobnie dlatego, że kluczem do zwiększania produktywności są działania w różnych obszarach organizacji. Rzadko zauważa się potencjał w logistyce, a także trudno znaleźć kompleksowy zestaw wskaźników produktywności bezpośrednio lub pośrednio odnoszących się do logistyki. Z punktu widzenia dzisiejszego wzrostu znaczenia logistyki i zarządzania logistycznego warto opracować podejście uwzględniające logistykę w systemie pomiaru produktywności. Zachęcenie przedsiębiorstw do wprowadzenia u siebie takich systemów pomiarów może przynieść im wymierne korzyści w poprawie produktywności całego przedsiębiorstwa.

Przedsiębiorstwa powinny opracowywać systemy pomiaru dostosowane do produkcji. Dla każdego z nich należy dobrać indywidualnie wskaźniki produktywności, w zależności od charakteru, typu produkcji oraz działalności. W celu analizy i wnioskowania o sytuacji należy dokonywać pomiarów cyklicznie w pewnych okresach, np. miesięcznych i porównywać je względem siebie. Porównywanie w czasie daje obraz sytuacji przedsiębiorstwa, najlepiej jeśli jest możliwość przyrównania wyników do innych przedsiębiorstw lub danych dla branży. Jednak dostęp do takich informacji jest trudny.

Na podstawie analiz produktywności można budować programy poprawy produktywności, których celem jest jej wzrost. W oparciu o wskaźniki produktywności oraz ich zmiany w czasie można znaleźć tzw. słabe punkty. Do nich powinny być dobrane odpowiednie działania usprawniające. Kolejnym krokiem jest wdrożenie tych działań oraz kontrola wyników. Jest to proces ciągły oparty na tzw. kole Deminga.

W analizach wskaźników produktywności przydatne mogą okazać się metody prognozowania, przeznaczone dla szeregów czasowych. Bazując na przewidywaniu wartości wskaźnika w kolejnych okresach, można wybrać obszar wymagający usprawnień. Dobór odpowiedniej metody prognozowania oraz właściwa interpretacja uzyskanych wyników pozwoli wskazać proces wymagający poprawy na podstawie przewidywanych wartości w przyszłości. Dzięki czemu można zapobiec spadkowi produktywności. Możliwe jest także wykorzystanie metod prognostycznych oraz ekonometrycznych do przewidywania zachowań czynników wpływających na produktywność, i na tej podstawie dobierać rozwiązania usprawniające.

Metody pomiaru ulegają ciągłemu ulepszeniu i rozszerzeniu o kolejne elementy zarządzania przedsiębiorstwem. Podjęcie tematu związanego z miernikami produktywności jest bardzo adekwatne w odniesieniu do logistyki. Usystematyzowanie oraz wskazanie, w jaki sposób dokonywać pomiaru produktywności procesów logistycznych jest kolejnym etapem w rozwoju systemu mierników pomiaru efektywności przedsiębiorstwa.

Analiza różnych metod oceny produktywności przedsiębiorstwa oraz ocena wpływu procesów logistycznych na nią, stanowi przyczynek do opracowania metody badania produktywności w przedsiębiorstwach produkcyjnych ze szczególnym uwzględnieniem procesów logistycznych. Wskaże ona przedsiębiorstwom, w jaki sposób analizować procesy logistyczne w aspekcie ich wpływu na produktywność.

### **3. METODA BADANIA PRODUKTYWNOŚCI ZE SZCZEGÓLNYM UWZGLĘDNIENIEM PROCESÓW LOGISTYCZNYCH**

Produktywność jest trudnym zagadnieniem i wymaga indywidualnego podejścia w każdym przedsiębiorstwie. W zależności od przedsiębiorstwa można stosować różne metody do analizy i oceny produktywności. Samo wyznaczanie wskaźnika produktywności całkowitej nie da jednoznacznej odpowiedzi na pytanie: co poprawiać? Opracowanie programu poprawy produktywności wymaga przeanalizowania różnych obszarów przedsiębiorstwa. W części literaturoznawczej przedstawiono podejścia różnych autorów do zagadnienia.

Badanie produktywności w przedsiębiorstwach jest jedną z metod oceny efektywności wykorzystywanych zasobów. W rozwijającej się myśli zarządzania logistycznego coraz częściej zwraca się uwagę na procesy logistyczne. Nie bez znaczenia pozostaje także kontrola tych procesów. Biorąc pod uwagę nowe tendencje w zarządzaniu przedsiębiorstwami, postanowiono skupić się na procesach logistycznych oraz ich udziale w poprawie produktywności. Zależność logistyki od produktywności przedsiębiorstwa przedstawia rysunek 3.1. Produktywność przedsiębiorstwa pozwala ocenić efektywność wykorzystania zasobów używanych, bądź też zużywanych w produkcji. W literaturze najczęściej wymienia się cztery zasoby: kapitał, materiały, energia i praca. Dlatego przedstawiono, że na produktywność całkowitą wpływają i są z nią powiązane cząstkowe wskaźniki produktywności odpowiadające wykorzystywanym zasobom. Procesy logistyczne: zaopatrzenia, produkcji, dystrybucji oraz związane z gospodarką odpadami mają swój udział w poszczególnych wskaźnikach cząstkowych produktywności przedsiębiorstwa, ponieważ w każdym z wymienionych procesów:

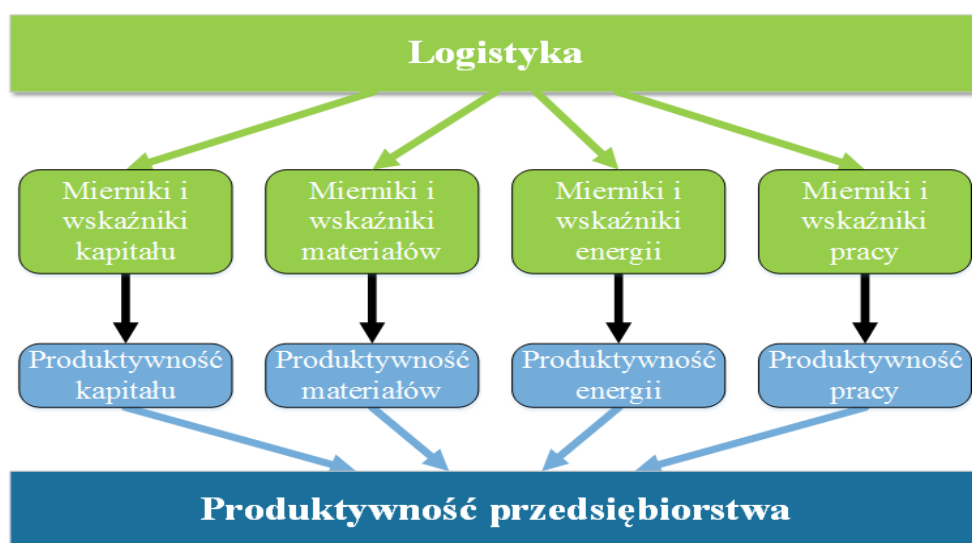
- wymagane są nakłady kapitałowe,
- zużywa się różnego rodzaju materiały,
- niezbędna do ich realizacji jest energia w różnej postaci,
- wykonywana jest praca.

Na styku produktywności przedsiębiorstwa i logistyki jest wiele mierników i wskaźników pozwalających ocenić efektywność działania. Nie wszystkie jednak wskaźniki efektywności procesów logistycznych można nazwać wskaźnikami produktywności. Natomiast istnieją mierniki logistyczne, które można wykorzystać w ocenie produktywności przedsiębiorstwa.

Mianowicie mierniki i wskaźniki związane z efektywnością: kapitału, materiałów, energii, pracy oraz innych zasobów mogą znaleźć zastosowanie w wyznaczaniu wskaźników produktywności cząstkowych związanych z wykorzystywanymi zasobami (rys. 3.2).



Rys. 3.1. Wpływ procesów logistycznych na produktywność przedsiębiorstwa [178, 185]



Rys. 3.2. Logistyczne mierniki i wskaźniki wpływające na produktywność przedsiębiorstwa [178]

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

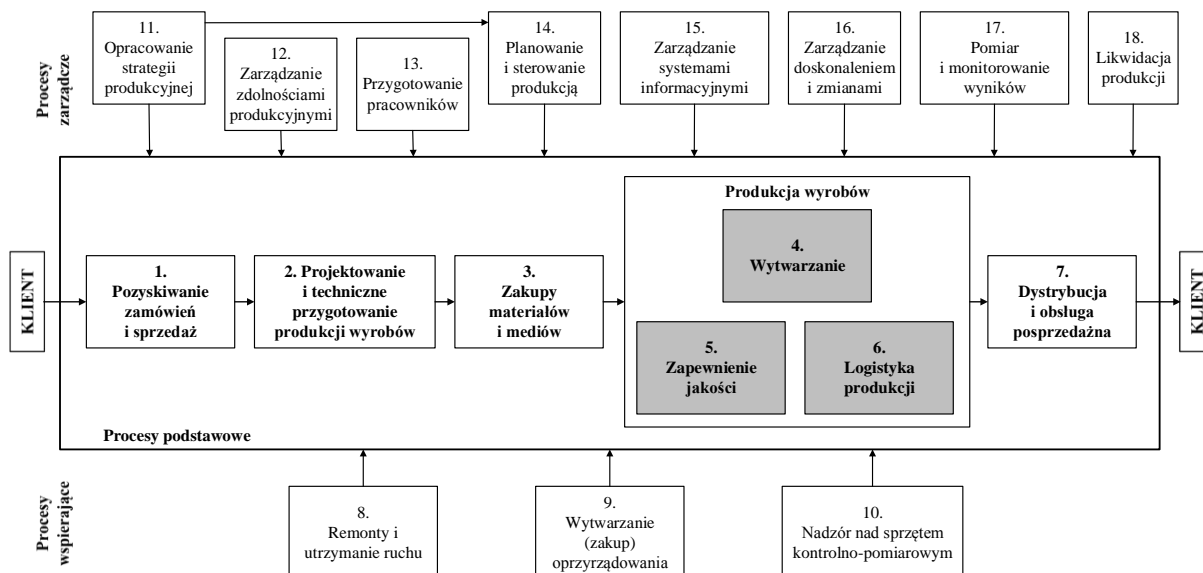
i sprzedanego w rozpatrywanym okresie do wykorzystywanych i/lub zużywanych w tym okresie logistycznych zasobów wejściowych. Jako zasób wejściowy brane pod uwagę są poszczególne procesy logistyczne. W zależności od analizowanego przypadku produkt oraz zasoby mogą być wyrażone w jednostkach naturalnych lub ekonomicznych.

Ważne jest uświadomienie, gdzie w strukturze procesów przedsiębiorstwa znajdzie się proces badania produktywności ze szczególnym uwzględnieniem procesów logistycznych. E. Skrzypek oraz M. Hofman, biorąc pod uwagę kryteria, takie jak: obszar oddziaływania procesu, rola i miejsce w systemie procesów oraz wartość, jaką proces generuje dla klienta, wyróżniają w przedsiębiorstwie procesy [196, 210]:

- podstawowe – są to procesy stanowiące zbiór operacji, działań, które w bezpośredni sposób przyczyniają się do tworzenia wartości dla klienta;
- pomocnicze (wspierające) – są to procesy, które wspomagają sprawne funkcjonowanie procesów podstawowych;
- zarządcze – głównym zadaniem procesów zarządczych (informacyjno-decyzyjnych) jest dostarczenie jednostkom podejmującym decyzje kompletnych i rzetelnych informacji, które zostaną wykorzystane do podjęcia prawidłowej decyzji.

Rysunek 3.3 przedstawia strukturę procesów występujących w zarządzaniu produkcją wyrobów. Jest to model produkcji na zamówienie. Wyróżniono trzy grupy procesów: podstawowe, wspomagające i zarządcze. W grupie podstawowych procesów wyróżniono: pozyskiwanie zamówień i sprzedaż, projektowanie i techniczne przygotowanie produkcji wyrobów, zakupy materiałów i mediów, produkcja wyrobów, dystrybucja i obsługa posprzedażna. Procesami wspierającymi są: remonty i utrzymanie ruchu, wytwarzanie oprzyrządowania oraz nadzór nad sprzętem kontrolno-pomiarowym. Strategia, zarządzanie zdolnościami produkcyjnymi, przygotowanie pracowników, planowanie i sterowanie produkcją, zarządzanie systemami informacyjnymi oraz doskonaleniem i zmianami, pomiar i monitorowanie wyników oraz likwidacja produkcji to procesy zarządcze, które w każdym przedsiębiorstwie powinny funkcjonować. To one pozwalają podejmować właściwe decyzje. Ich zadaniem jest gromadzenie i przekazywanie informacji, jak również przetwarzanie tych informacji. Do tej grupy procesów zaliczyć można badanie produktywności (zwłaszcza procesów logistycznych). Zatem metoda badania produktywności procesów logistycznych w przedsiębiorstwach produkcyjnych, wpisuje się w procesy zarządcze przedsiębiorstwa produkcyjnego.

Drugim modelem jest produkcja na zapas. Różnica w strukturze procesów polega na umiejscowieniu procesu pozyskiwania zamówień i sprzedaży zaraz po produkcji wyrobów, a przed dystrybucją i obsługą posprzedażową.



Rys. 3.3. Struktura procesów występujących w procesie produkcyjnym – model produkcji na zamówienie [210]

### 3.1. Założenia metody

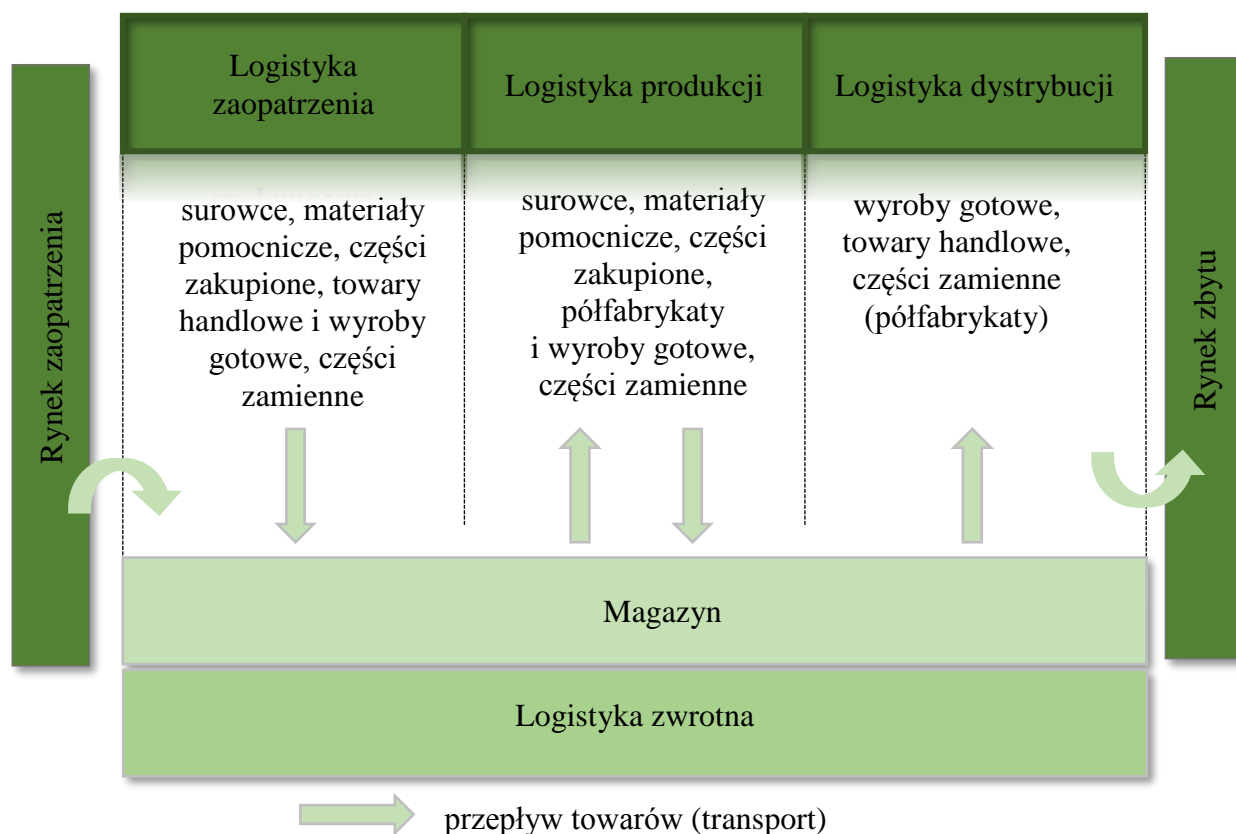
Każda z opracowanych metod w nauce opiera się na pewnych założeniach. Metoda badania produktywności przedsiębiorstw produkcyjnych również związana jest z pewnymi założeniami. Oto one:

- 1) **logistyka jest potencjalnym czynnikiem wpływającym na produktywność przedsiębiorstwa.** Głównym obszarem zainteresowania w opracowanej metodzie jest system logistyczny przedsiębiorstwa i to w jego działaniu należy poszukiwać rozwiązań usprawniających.
- 2) metoda **dotyczy przedsiębiorstw produkcyjnych.** Produktywność jest zagadnieniem związanym z produkcją w pewnym czasie i odnosi się do uzyskanych efektów w postaci produktów.
- 3) **badany jest logistyczny system przedsiębiorstwa,** czyli dotyczy produktów, które są efektem realizacji procesów logistycznych oraz produkcji z udziałem procesów logistycznych. Efektem procesów logistycznych jest produkt (szczególny jego rodzaj,

- czyli usługą), którego odbiorcą jest inny podsystem lub proces, bądź odbiorca zewnętrzny.
- 4) jest **dedykowana** przede wszystkim **średnim i dużym przedsiębiorstwom**. 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 małych przedsiębiorstw do stosowania metody jest fakt, że przedsiębiorstwa produkcyjne z rozbudowanym systemem logistycznym według klasyfikacji są głównie średnimi lub dużymi przedsiębiorstwami.
  - 5) zakłada się, że stosowanie metody jest **procesem ciągłym**. Po wdrożeniu i dokonaniu kontroli zastosowanych rozwiązań, należy znów rozpocząć procedurę od kroku pierwszego. Możliwe jest określenie odstępów czasowych, w jakich badanie produktywności będzie powtarzane. Usprawnienie jednego, bądź kilku procesów, nie oznacza, że w nowej sytuacji brak jest niedoskonałości. Ponowna analiza, począwszy od doboru nowych wskaźników lub modyfikacji wcześniejszego zbioru wskaźników, poprzez ich szczegółową analizę może wykazać kolejne obszary, które potencjalnie mogą poprawić produktywność. W niektórych przypadkach może się zdarzyć, że już podczas kontroli zidentyfikuje się procesy, które wymagają poprawy.
  - 6) w przedsiębiorstwie dokonuje się **podziału logistyki według faz przepływu**. Uproszczony schemat podziału przedstawia rysunek 3.4. Logistyka zaopatrzenia zajmuje się przyjmowaniem towaru z rynku zewnętrznego – zaopatrzenia. Po weryfikacji otrzymanych towarów są one magazynowane przed wydaniem do produkcji. W kolejnej fazie są znów magazynowane do momentu przekazania ich na zewnątrz – na rynek zbytu. Podczas realizacji każdej fazy przepływu towarów towarzyszą im procesy transportowe.
  - 7) **indywidualne podejście** do każdego przedsiębiorstwa oraz do każdorazowo wykonywanego badania. Założenie to ma szczególne znaczenie podczas doboru wskaźników, które będą analizowane. Należy zwrócić uwagę na ich konieczność każdorazowej aktualizacji. Podział procesów w systemie logistycznym przedsiębiorstwa musi być wykonany starannie oraz dotyczyć tego, co i jak jest realizowane w konkretnym przedsiębiorstwie. Należy tutaj pamiętać, że niektóre



rozwiązania usprawniające będą powodowały redukcję lub dodanie nowych procesów logistycznych do struktury logistyki.



Rys. 3.4. Podział logistyki w przedsiębiorstwie [por. 158, 176]

Przy konstruowaniu systemu oceny należy przyjąć wiele założeń metodycznych, które przedstawione są w pracach [37, 55, 227] oraz kierowano się nimi podczas opracowywania metody badania produktywności związanym z procesami logistycznymi:

- sposób oceny powinien być dostosowany do organizacji, która ma być przedmiotem oceny,
- powinny być wykorzystywane ogólne oraz szczegółowe miary oceny,
- miary powinny umożliwiać porównywalność w różnych przekrojach organizacyjno-przestrzennych i czasowych,
- zestawienie miar powinno być uporządkowane tematycznie w celu lepszej czytelności.

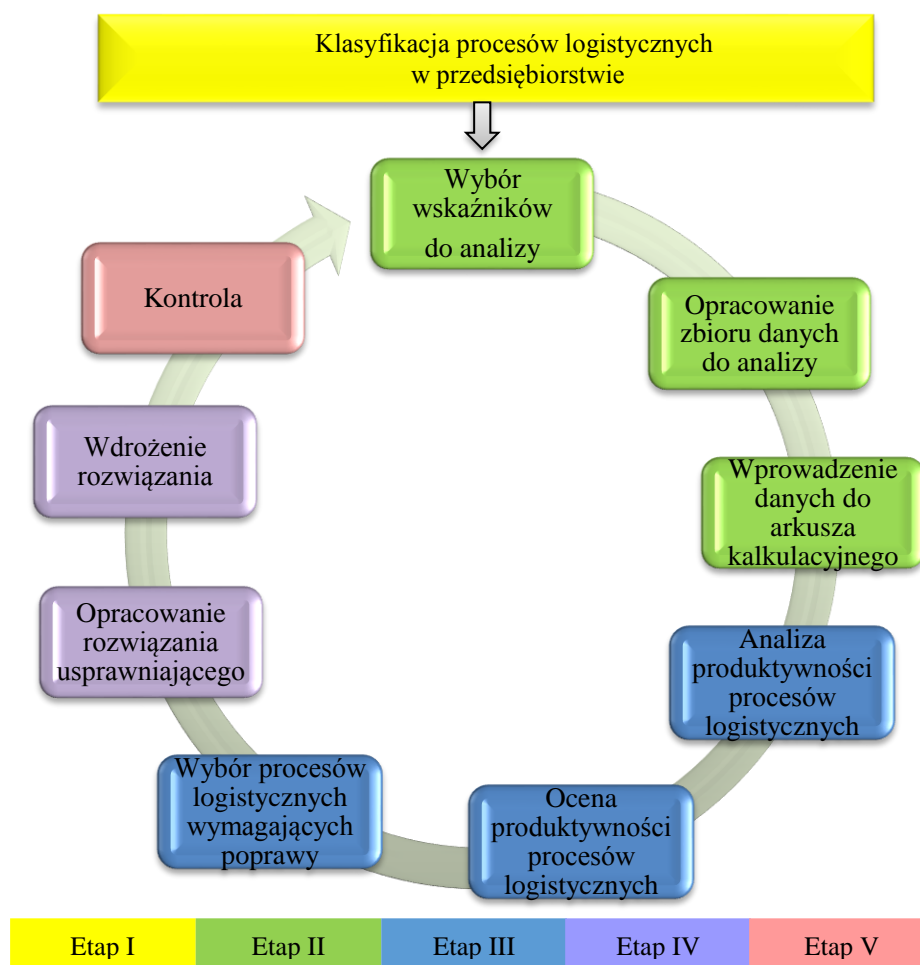
### **3.2. Opis metody badania produktywności przedsiębiorstwa**

Zaproponowany cykl badania produktywności (rys. 3.5) 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.

Nie każdy z tych etapów musi być realizowany w przedsiębiorstwie. W części przedsiębiorstw klasyfikacja procesów jest już wykonana, wtedy można pominąć ten etap. Dlatego na rysunku 3.5 jest on przedstawiony ponad cyklem kroków, które wykonuje się za każdym razem. Drugi etap powinien być realizowany za każdym razem, ponieważ analizowany będzie nowy zestaw danych. Wraz ze zmianą w procesie logistycznym spowodowaną wcześniejszą analizą oraz wdrożeniem rozwiązania usprawniającego wymagana jest weryfikacja wskaźników, które należy poddać ponownej ocenie. Pociąga to za sobą konieczność opracowania i przygotowania nowego zbioru danych. Muszą one być zaktualizowane o kolejne okresy oraz pod kątem kategorii wskaźników, które będą wykorzystywane w kolejnym cyklu badania. Kolejność etapów nawiązuje do tak zwanej metody PDCA. Inspirując się ciągłym doskonaleniem, o którym można znaleźć informacje w pracach [62, 120, 190], opracowano kolejne etapy metody.

Etap trzeci to analiza i ocena produktywności przedsiębiorstwa ze szczególnym uwzględnieniem procesów logistycznych. Etap ten obejmuje wybór procesów logistycznych wymagających poprawy, na podstawie dokonanej analizy i oceny produktywności procesów logistycznych. Wdrożenie wybranego rozwiązania usprawniającego jest poprzedzone jego opracowaniem i stanowi kolejny etap proponowanej metody. Na tym etapie może być opracowanych kilka poprawek do zaimplementowania, jednak sugeruje się wybrać jedno rozwiązanie do wdrożenia. Ostatni etap to kontrola wdrożonego rozwiązania oraz jego skutków. Ocenie podlegają wyniki wskaźników uzyskiwane przez przedsiębiorstwo po dokonanej zmianie w procesie lub procesach logistycznych w odniesieniu do wyników przed zmianą. Poszczególne etapy szczegółowo opisano w kolejnym podrozdziale – 3.3.



Rys. 3.5. Cykl badania produktywności przedsiębiorstw produkcyjnych ze szczególnym uwzględnieniem procesów logistycznych [por. 181]

### 3.3. Szczegółowy opis etapów realizacji metody

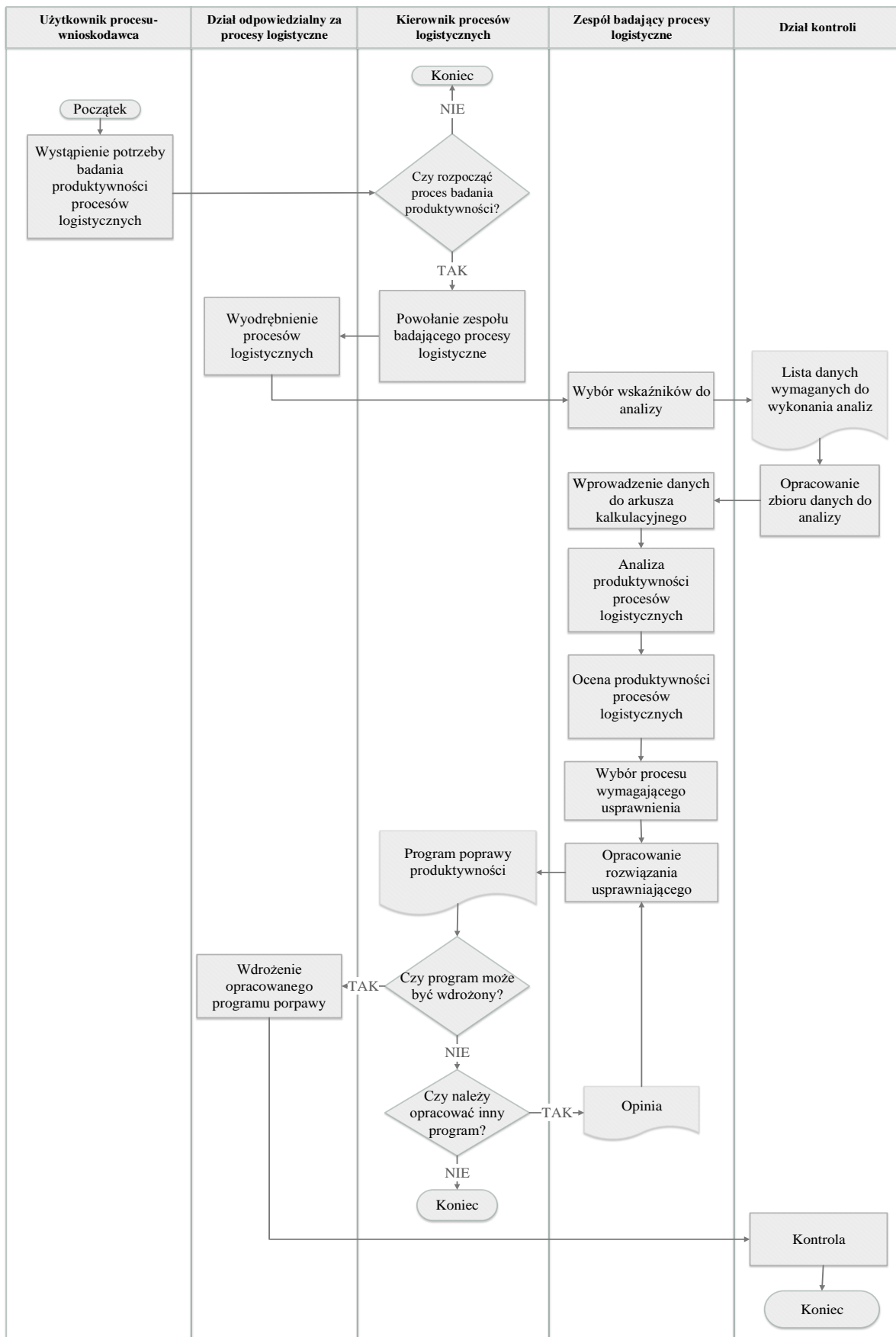
F. Mroczko w pracy [137] podkreśla, że identyfikacja procesów w przedsiębiorstwie pozwala na ciągle doskonalenie, a to przekłada się na efektywne i skuteczne tworzenie wartości dla klienta. Podejście to uelastycznia przedsiębiorstwo oraz poprawia jego konkurencyjność. Głównymi atrybutami są: jakość, czas i koszt. Wielkości te są jednocześnie kryteriami oceny procesów, których spełnienie oznacza wzrost elastyczności i innowacyjności przedsiębiorstwa. Celem ciągłego doskonalenia procesów jest między innymi rozwiązywanie pojawiających się problemów i zapobieganie ich powstawaniu. J. Kowalczyk w pracy [100] podaje, że poza tym należy także permanentnie poszukiwać możliwości i sposobów doskonalenia pracy przez pracowników, jak i jak najlepszego spełniania potrzeb i oczekiwań klientów.

Badanie produktywności ze szczególnym uwzględnieniem procesów logistycznych w przedsiębiorstwie może być realizowana jako jeden 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. 3.6). Przedstawiony schemat postępowania może być indywidualnie dostosowany do przedsiębiorstwa.

Każde przedsiębiorstwo posiada inną strukturę organizacyjną, dlatego w zaprezentowanej procedurze (rys. 3.6) podano przykładowe nazwy działów odpowiedzialnych za realizację poszczególnych kroków. W każdej kolumnie znajdują się bloki z zadaniami, które są realizowane przez dany dział. Procedurę badania produktywności rozpoczyna użytkownik procesów. Jest on wnioskodawcą, czyli osobą, która zauważyła potrzebę zbadania procesów logistycznych. Decyzję, czy rozpocząć proces badania produktywności, podejmuje kierownik procesów logistycznych. Jego zadaniem jest także powołanie zespołu badającego, w przypadku pozytywnej oceny wniosku użytkownika procesu. 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.

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.



Rys. 3.6. Mapa procesu badania produktywności ze szczególnym uwzględnieniem procesów logistycznych [175]

Liczba osób powołana do zespołu zadaniowego nie powinna być za duża, ponieważ wprowadzi za dużo zamieszania oraz pojawią się problemy z komunikacją. Będzie to również powodem wydłużenia czasu realizacji badania produktywności. Powinny to być osoby kompetentne, dobrze znające każdy proces logistyczny, którym się zajmują, zaufane oraz kreatywne. Zespół badający procesy logistyczne w przedsiębiorstwie powinien współpracować z działem kontrolingu przedsiębiorstwa. Proponuje się wybrać do zespołu po jednej osobie odpowiedzialnej za każdy proces logistyczny oraz kierownika logistyki lub działu powiązanego z badanymi obszarami.

Etap drugi rozpoczyna się od wyboru wskaźników do analizy. W tym kroku należy przekazać do działu kontrolingu opracowaną listę danych wymaganych do analiz, czyli do wyznaczenia wskaźników, które mają zostać przeanalizowane. Lista ta jest opracowywana przez zespół badający. Osoby odpowiedzialne za kontroling w przedsiębiorstwie po otrzymaniu listy mają za zadanie przygotowanie zbioru wymaganych danych. Dane te 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. Kolejnym krokiem jest ocena produktywności wspomnianych procesów, na podstawie której dokonuje się wyboru procesu wymagającego usprawnienia. Dla tego procesu opracowuje się rozwiązanie poprawiające go. Przedstawione kroki wykonywane są przez zespół powołany do tego celu. Przy opracowywaniu rozwiązań usprawniających, konieczna jest wiedza z zakresu poszczególnych procesów oraz kreatywne podejście do problemu. 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,
- przygotować nowy program poprawy?

Ostatni etap przedstawionej metody to kontrola, która realizowana jest przez dział kontrolingu w przedsiębiorstwie. Po tym etapie następuje koniec badania produktywności procesów logistycznych.

Opis poszczególnych czynności realizowanych w przedstawionej metodzie został wstępnie nakreślony w rozdziale monografii [181], a szczegółowo zaprezentowany w kolejnych podrozdziałach niniejszej pracy.

### **3.3.1. Etap I – Podział procesów logistycznych**

Zarządzanie procesami, w tym również ich doskonalenie, nakłada obowiązek mapowania procesów. Mapy procesów są narzędziem obrazującym przebieg procesów, ale również, a może przede wszystkim, wykorzystuje się je w usprawnianiu przebiegu procesu. Pozwalają na analizę przebiegu procesu z punktu widzenia ustalonego celu oraz na zidentyfikowanie wąskich gardeł i nieciągłości, biorąc pod uwagę cały łańcuch powiązań między poszczególnymi ogniwami [7, 40, 220]. Mapa procesów w ujęciu ogólnym wyodrębnia procesy i ważniejsze podprocesy. Podproces, to wydzielona część procesu, która ze względu na swój charakter oraz odrębność od innych części, może być traktowana jako odrębny, mniejszy proces (np. w procesie rekrutacji dużego przedsiębiorstwa można wydzielić podproces adaptacji pracowników). Nie ma jednego standardu tworzenia mapy. Najczęściej pokazuje ona przepływy informacyjne lub materialne pomiędzy procesami [228]. W literaturze na temat mapowania można przeczytać między innymi w pracach [14, 154, 196, 206, 207].

W zaprezentowanym modelu pierwszym krokiem jest klasyfikacja procesów logistycznych w przedsiębiorstwie. Należy w tym celu wybrać osobę lub osoby odpowiedzialne za klasyfikację procesów logistycznych. Przydatnym narzędziem jest mapa procesów, której zastosowanie zostało opisane w pracy [180]. Jeśli w przedsiębiorstwie występuje już jasny podział procesów, krok ten można pominąć i przejść od razu do realizacji kolejnej fazy metody badania produktywności. Podziały procesów logistycznych można znaleźć w wielu pracach, między innymi w [11, 12, 16, 29, 34, 48, 59, 158, 163]. Systemy uczestniczące w transformacji dóbr są systemami logistycznymi, natomiast dokonujące się w nich procesy – procesami logistycznymi. Wyróżniamy sześć podsystemów logistycznych, do których zalicza się: zaopatrzenie, produkcja, dystrybucja, magazynowanie, transport oraz logistyka zwrotna. Na potrzeby badania przedsiębiorstw opracowano podział, którym mogą się kierować przedsiębiorstwa, grupując procesy logistyczne. Opracowania dokonano na podstawie analizy

literatury oraz na podstawie współpracy z przedsiębiorstwami. Biorąc pod uwagę założenia stosowania opracowanej metody, można wyróżnić takie procesy jak [por. 180]:

- I. Procesy logistyki zaopatrzenia realizujące funkcje związane z dostarczeniem surowców, materiałów, półproduktów niezbędnych do produkcji. Funkcjonowanie tego podsystemu ma wpływ na funkcjonowanie podsystemu produkcji. Analiza literatury pozwoliła opracować zbiór procesów realizowanych w ramach tego podsystemu:
  1. Planowanie zapotrzebowania w oparciu o plany produkcji. Znając marszruty technologiczne oraz potrzeby brutto i netto, ustala się plan zamówień, w którym uwzględnia się czas realizacji zamówienia przez dostawców oraz warunki, takie jak wielkość jednorazowego zamówienia, ilości ustalone w kontraktach.
  2. Analiza rynku zaopatrzeniowego, która polega na ciągłej analizie podmiotów na rynku. Przedsiębiorstwa nie mogą nastawiać się na współpracę tylko i wyłącznie z jednym kontrahentem. Warto znać ceny innych przedsiębiorstw oraz warunki współpracy, jakie oferują, nie musimy od razu zmieniać dostawy, jednakże wzmacnia to pozycję negocjacyjną. Warto prowadzić bazę zawierającą niezbędne informacje.
  3. Wyszukiwanie dostawców, przygotowanie i skierowanie do wybranych dostawców zapytań ofertowych.
  4. Analiza ofert i wybór dostawcy, w oparciu o zebrane informacje dokonanie wyboru kontrahenta oraz ustalenie warunków współpracy.
  5. Utrzymywanie współpracy z kontrahentami, czyli dbanie o relacje z dostawcami w celu sprawnego przepływu informacji oraz dopasowania dostaw do potrzeb produkcji w sposób minimalizujący zapasy.
  6. Wysyłanie zamówień na materiały. Proces ten zaczyna się od momentu uzyskania informacji z produkcji, ile będzie produkowane, jaka jest marszruta produktu itp., a następnie złożenie zamówienia u dostawcy; zadbanie o sprawny przebieg realizacji zlecenia.
  7. Odbiór towarów, czyli proces, który ma na celu dostarczenie zamówionego towaru do przedsiębiorstwa. Nie musi to być samodzielne zorganizowanie transportu, może polegać na znalezieniu kontrahenta, który będzie o to dbać. W tym celu należy również uruchomić procedurę wyboru kontrahenta.
  8. Kontrola jakości przyjmowanych towarów. Podczas przyjmowania towaru należy dokonywać kontroli jakościowej towaru oraz ilościowej. W przypadku wykrycia



niezgodności należy wykonać odpowiednie działania. W zależności, jakie są ustalone warunki reklamacji, zwrócić towar lub wysłać dostawcy stosowne informacje.

9. Dokonywanie płatności zrealizowanych (odebranych) dostaw. Po odebraniu dostawy należy zadbać, aby w ustalonym terminie dokonać płatności.
  10. Reklamacje wadliwych materiałów, czyli w przypadku wykrycia niezgodności informowanie dostawcy i prowadzenie procesu reklamacji. W ramach tego procesu mogą być realizowane, takie zadania jak: kontakt z kontrahentem, ustalenie dalszych działań, odesłanie towaru, wypełnienie formularza reklamacyjnego, przyjęcie nowego towaru.
  11. Przekazanie surowców, materiałów do produkcji, czyli w odpowiednim momencie przekazanie materiałów do podsystemu produkcji.
  12. Systematyczna ocena dostawców, polega na prowadzeniu procedury mającej na celu wybór dostawców, a następnie prowadzenie systematycznej oceny kontrahentów. Od doboru odpowiednich kryteriów do oceny, a przez to odpowiednich kontrahentów, zależy również efektywność i produktywność przedsiębiorstwa.
  13. Zarządzanie informacjami, czyli prowadzenie dokumentacji, przyjmowanie odpowiednich dokumentów, wypełnianie dokumentów wewnętrznych oraz przekazywanie informacji w formie dokumentów kolejnym komórkom w przedsiębiorstwie. W przypadku systemu logistycznego, informacje przekazywane są podsystemowi produkcji, jak i są przyjmowane z tegoż podsystemu.
- II. Logistyczne procesy podsystemu produkcji, biorąc pod uwagę logistykę, mają na celu zapewnienie sprawnego przebiegu materiałów przez procesy produkcyjne. W zależności od typu produkcji procesy logistyczne są bardziej lub mniej rozbudowane. Zautomatyzowane procesy produkcji masowej powodują, że z jednej strony liczba procesów logistycznych jest ograniczana, a z drugiej strony są one bardziej skomplikowane. niesprawność w tym procesie może wymagać wiele czasu do naprawienia. Natomiast produkcja jednostkowa wymaga dobrej organizacji procesów logistycznych, aby usprawnić proces produkcji. Do procesów logistyki produkcji zalicza się między innymi:
1. Transport wewnętrzny w procesach produkcji, czyli zorganizowanie transportu pomiędzy stanowiskami produkcyjnymi, pomiędzy poszczególnymi fazami produkcji. Można do tego celu wykorzystać linie taśmowe, środki transportu typu wózki paletowe, widłowe. Czasami procesy te polegają na odpowiednim ułożeniu narzędzi na

- stanowisku produkcyjnym, jeśli kilka procesów produkcyjnych jest realizowanych na jednym stanowisku.
2. Odbiór materiałów do produkcji, przyjęcie materiałów z podsystemu zaopatrzenia. Związane z tym procesem jest pobranie materiałów i dostarczenie ich do produkcji przy wykorzystaniu odpowiednich środków transportowych.
  3. Zadbanie o wypełnienie odpowiedniej dokumentacji, niezbędnym elementem każdego procesu logistycznego w całym systemie jest zadbanie o dopełnienie formalności.
  4. Kontrola ilości i jakości, polegająca na sprawdzeniu, czy wydano odpowiednią ilość materiałów oraz wydanych wyrobów gotowych, odnotowanie tego w odpowiednich dokumentach.
- III. Procesy magazynowania obejmują przepływy dóbr materialnych, tworzenie zapasów oraz tworzenie i przetwarzanie informacji z tym związanych. Magazyn jest jednym z podstawowych elementów infrastruktury logistycznej przedsiębiorstwa. Jest on ogniwem łączącym podstawowe fazy obrotu materiałowego. Magazynowanie obejmuje działania takie, jak:
1. Zarządzanie powierzchnią magazynową, czyli prowadzenie ewidencji budowli magazynowych oraz ich wyposażenia.
  2. Sterowanie zapasami, polegające na wyznaczaniu zapasu zabezpieczającego, wyznaczeniu punktu zamawiania, decydowaniu, w jakiej ilości utrzymywać zapasy.
  3. Przyjmowanie i wydawanie towarów; kontrahenci dostarczają towary, które należy przyjąć i zaewidencjonować, przekazać w stan magazynu oraz wydać do produkcji lub przyjąć wyroby gotowe z produkcji i wydać klientom, bądź osobom odpowiedzialnym za transport w miejsce docelowe.
  4. Kompletowanie zamówień, czyli w wyznaczonej do tego celu sferze magazynu zebrać zamówienie klienta w całość.
  5. Składowanie towarów, wykorzystywanie powierzchni magazynowych do przechowywania towarów, decydowanie o miejscu składowania konkretnych towarów, zaprojektowanie planu składowania.
  6. Manipulacja towarami, polegająca na przemieszczaniu towarów od ich odbioru do ich miejsca docelowego w magazynie.
- IV. Procesy transportowe to uporządkowana całość wszystkich gałęzi transportu, działająca z wykorzystaniem infrastruktury z uwzględnieniem czynnika ludzkiego, pomiędzy gałęziowymi powiązaniem wewnątrz tej całości oraz powiązaniem całego systemu

transportowego z otoczeniem. Procesy transportowe są wykonywane w różnych podsystemach logistycznych. Zarówno w podsystemie zaopatrzenia, produkcji, magazynowania, dystrybucji oraz logistyki zwrotnej. Jest to proces, który wiąże się ze sprawnym funkcjonowaniem kilku podsystemów całego systemu logistycznego. Można powiedzieć, że z punktu widzenia logistyki, transportowanie jest to główny proces logistyczny. W zależności od podsystemu stosuje się różne środki transportu. W podsystemie zaopatrzenia wykorzystywane są przede wszystkim samochody, tak samo jak w podsystemie dystrybucji. W zależności od przedsiębiorstwa procesy transportu są realizowane wewnątrz przedsiębiorstwa lub zlecane na zewnątrz. W przedsiębiorstwie produkcyjnym procesy transportu w większości przypadków występują w ramach magazynu oraz produkcji. Zorganizowanie transportu pomiędzy procesami produkcji ma kluczowe znaczenie w sprawnym jej przebiegu. Im krótsze drogi transportowe, tym krótszy czas produkcji. Manipulacja towarami w magazynie również wymaga odpowiednich środków transportowych. W ramach procesów transportowych realizowane są zadania, takie jak:

1. Dobór środków transportu do realizowanych procesów. Na podstawie rozmiarów transportowanych towarów oraz ich ilości dobiera się odpowiednie środki transportowe wpływ ma również odległość, na jaką transportowane są materiały bądź produkty.
  2. Przegląd środków transportu w wymaganych terminach. Jest to niezbędne z punktu widzenia przepisów prawnych oraz dotyczących bezpieczeństwa pracy.
  3. Planowanie zasobów ludzkich pracujących na stanowiskach operatorów wybranych środków transportu. Przygotowywanie planów pracy dla załogi oraz planowanie, ile osób należy zatrudnić.
  4. Przyjmowanie towarów do transportu.
  5. Fizyczny transport towarów, załadunek i wyładunek towaru.
  6. Prowadzenie odpowiedniej dokumentacji.
  7. Śledzenie przesyłek, które może być również powiązane z wyznaczaniem tras przewozu.
- V. Procesy logistyki dystrybucji zajmują się zbytem wyprodukowanych w przedsiębiorstwie produktów oraz usług. Błędy w funkcjonowaniu tych procesów generują koszty, których należy unikać w przedsiębiorstwie. Zbiór procesów logistycznych w podsystemie dystrybucji obejmuje:

1. Planowanie zapasów dystrybucyjnych, polegające na przewidywaniu ile będzie zapasów, decydowaniu jaki poziom zapasów należy utrzymywać z wykorzystaniem dostępnych metod.
  2. Dobór kanału dystrybucji, czyli podejmowanie decyzji o stopniu rozbudowania kanału, strukturze, liczbie podmiotów w kanale itp.
  3. Monitorowanie wysyłek, śledzenie, gdzie jest przesyłka, czy dotarła w odpowiednim czasie, oraz czy uległa uszkodzeniu.
  4. Kompletowanie oraz sprawdzenie prawidłowości przygotowania produktu do dostarczenia.
  5. Dostarczanie wyrobów gotowych, czyli przewiezienie lub zorganizowanie transportu wyrobów do klienta.
  6. Pozyskiwanie klientów, organizowanie działań mających na celu pozyskanie nowych kontrahentów.
  7. Obsługa finansowa transakcji, wysyłanie zleceń zapłaty oraz kontrolowanie, czy wpływają płatności od kontrahentów.
  8. Marketing i promocja, zajmowanie się promowaniem wyrobów własnych wśród kontrahentów, opracowywanie strategii promocyjnej, opracowywanie reklam, opracowywanie programów lojalnościowych i ich logistyczną obsługę.
  9. Obsługa klientów, która wiąże się z bezpośrednim kontaktem z klientami, dążenie do utrzymywania stałych klientów, zbieranie i przetwarzanie informacji o klientach.
  10. Kontrola dostarczenia towaru wraz z przestrzeganiem terminowości.
  11. Przygotowywanie dokumentacji związanej z dystrybucją.
- VI. Procesy logistyki zwrotnej są związane z ponownym zagospodarowaniem materiałów, odpadów oraz utylizacją – zbywaniem odpadów. Do tych procesów zalicza się:
1. Gromadzenie odpadów, czyli zarządzanie miejscem składowania odpadów, jego odpowiednie zabezpieczenie itp.
  2. Wywóz odpadów, który polega na fizycznym przetransportowaniu odpadów w miejsca do tego celu przeznaczone.
  3. Gospodarcze wykorzystanie, przetworzenie lub unieszkodliwienie odpadów.
  4. Przyjmowanie towarów od klientów, polega na zbieraniu towarów reklamowanych lub uszkodzonych oraz podejmowaniu decyzji, w jaki sposób dalej postępować z produktem.
  5. Naprawa lub ponowne przetworzenie wadliwych produktów.

6. Segregowanie odpadów, zgodnie z obowiązującymi przepisami dokonywanie podziału odpadów powstałych w przedsiębiorstwie.
7. Przemieszczaniu powstałych odpadów.
8. Udostępnianie surowców wtórnych, czyli zajmowanie się pozyskiwaniem odbiorców surowców wtórnych i dostarczanie im odpadów lub zarządzanie odbiorem tychże odpadów.
9. Prowadzenie dokumentacji związanej z odpadami i ich gospodarowaniem.

Przedstawiony podział stanowi podstawę dla przedsiębiorstw podczas dokonywania podziału we własnym przedsiębiorstwie na tym etapie modelu badania produktywności. Należy pamiętać, iż zestawienie stanowi wzór dla podmiotów. Nie wszystkie procesy jak i podprocesy muszą być realizowane w danym przedsiębiorstwie. Również niektóre podprocesy mogą zostać zakwalifikowane do innego procesu logistycznego niż wskazany w zestawieniu.

### **3.3.2. Etap II – Dane do analizy**

Drugi etap polega na przygotowaniu danych do analizy, który tworzą następujące kroki:

- wybór wskaźników do oceny,
- opracowanie zbioru danych,
- wprowadzenie danych do arkusza kalkulacyjnego.

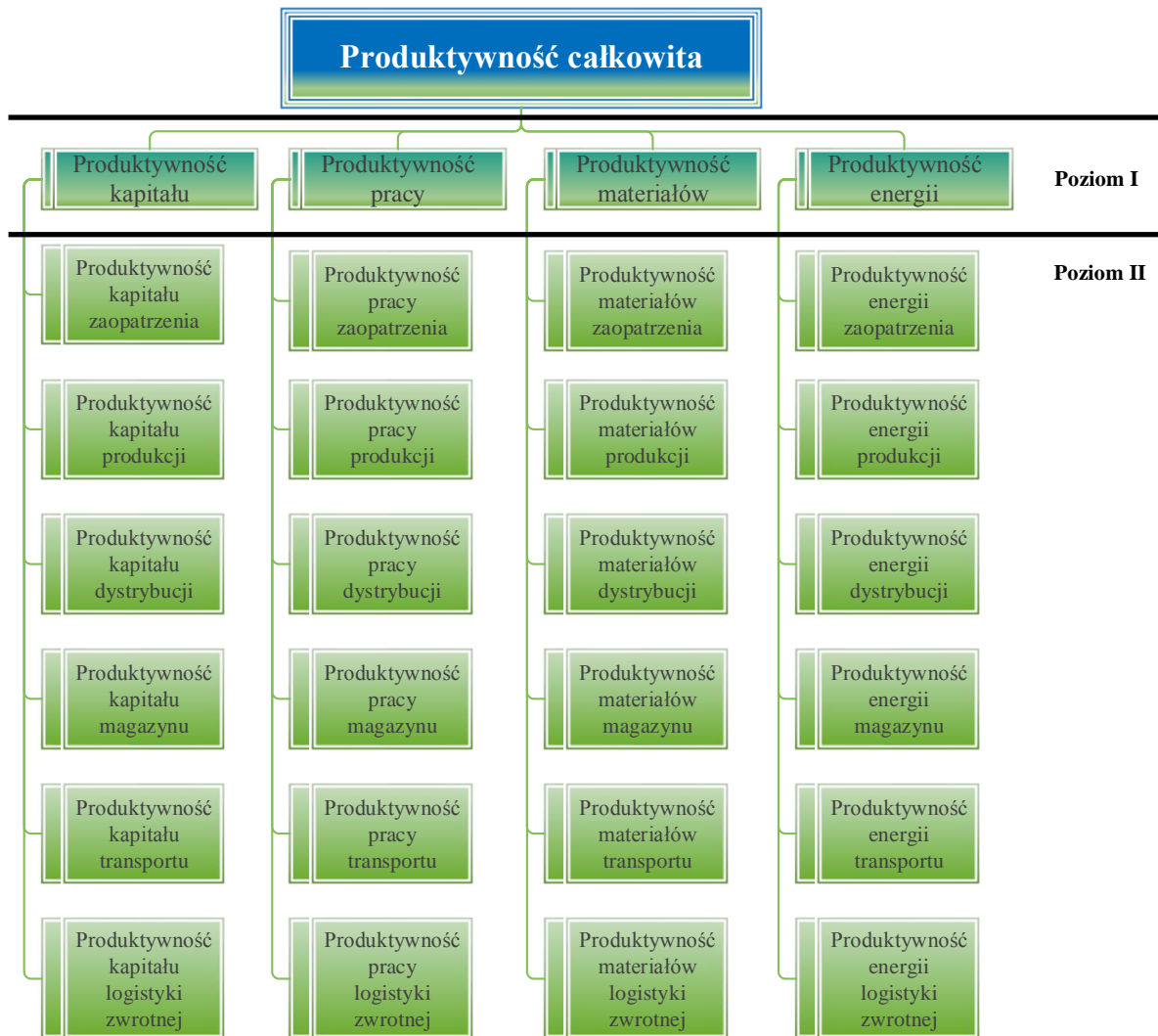
Wybór wskaźników do oceny polega na zapoznaniu się ze wskaźnikami służącymi do tego celu i wybraniu dla każdego procesu jednego reprezentującego ten proces. W zależności od liczby wyróżnionych procesów logistycznych, tyle wskaźników częściowych produktywności należy przeanalizować. W pracach autorki można znaleźć zestawienia wskaźników, które mogą zostać wykorzystane do oceny produktywności procesów logistycznych. Poza tym dosyć obszernie zaprezentowane wskaźniki oceny procesów logistycznych dostępne są w pracach [132, 227]. Zestawienie wskaźników produktywności dostępne jest w polskiej literaturze [95, 116, 117, 118]. Przy wyborze wskaźników należy wziąć pod uwagę:

1. Czy dany wskaźnik ocenia produktywność?
2. Czy przedsiębiorstwo posiada lub może posiadać informacje niezbędne do wyznaczenia wybranych wskaźników?

Podczas badań wstępnych podejmowano niejednokrotnie próbę klasyfikacji wskaźników produktywności dla różnych podziałów. Wskaźniki te są zaprezentowane w pracach [174, 176, 185, 188, 189]. Dokonując wyboru wskaźników dla przedsiębiorstwa, można posłużyć się tzw. pośrednimi wskaźnikami produktywności. Mogą one również posłużyć do oceny, wykonując bardziej szczegółową analizę. Możliwość wykorzystania pośrednich wskaźników produktywności ze szczególnym uwzględnieniem procesów logistycznych przedstawione jest w pracach [173, 182, 184]. Współpraca z przedsiębiorstwami pozwoliła również opracować dwa sposoby podziału wskaźników produktywności, które mogą służyć badaniu produktywności procesów logistycznych w przedsiębiorstwach produkcyjnych. Podejścia te różnią się poziomem szczegółowości analizy, na którym wyróżnia się logistykę [183]. Bazując na badaniach w przedsiębiorstwach, opracowano metodę oraz zestawienie wskaźników pomocnych w badaniu produktywności przedsiębiorstwa produkcyjnego ze szczególnym uwzględnieniem procesów logistycznych.

W. F. Christopher [27] zaproponował, aby uszczegóławiając analizę produktywności przedsiębiorstwa dokonać podziału wskaźników na cząstkowe, ze względu na wykorzystywane zasoby w przedsiębiorstwie. Wielu autorów utożsamia się z tym podziałem. W opisywanej metodzie według pierwszego sposobu podziału wskaźników, również proponuje się na I poziomie szczegółowości taki podział. Natomiast w dalszej kolejności, na kolejnym poziomie szczegółowości, proponuje się dokonanie podziału wskaźników ze względu na procesy logistyczne. Podział wskaźników produktywności przedstawiony jest na rysunku 3.7. W tym podejściu wyznacza się produktywność procesów logistycznych dla każdego zasobu, który jest wykorzystywany w produkcji. Zgodnie z takim podziałem dla każdego zasobu: kapitału, pracy, materiałów i energii, wyznacza się kolejne wskaźniki (tab. 2). I tak, na przykład ze względu na zużycie lub wykorzystywanie pracy wyznacza się produktywność pracy: zaopatrzenia, produkcji, dystrybucji, magazynu, transportu, logistyki zwrotnej.

Wskazano na wykorzystanie czterech zasobów, natomiast w przedsiębiorstwie możliwe jest wyróżnienie także innych zasobów lub pominięcie, któregoś z zasobów, jeśli nie występuje.



Rys. 3.7. Podział wskaźników produktywności ze względu na wykorzystywane zasoby

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.

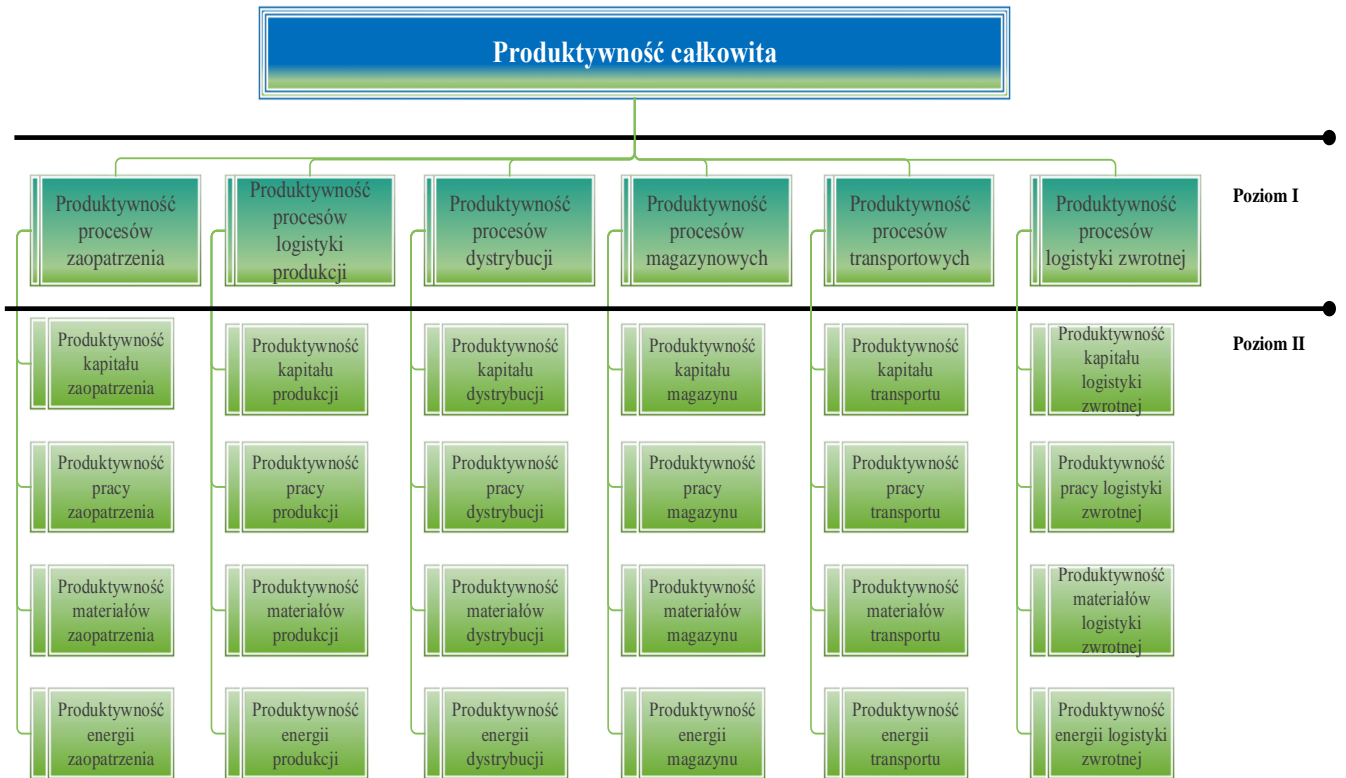
Tabela 2. Wskaźniki produktywności cząstkowych dla przedsiębiorstwa – podział według zasobów

Zasób	Wskaźniki	Wskaźniki
	I poziom	II poziom
<b>Kapitał</b>	$\frac{I}{K}; \frac{VA}{K}; \frac{PP}{K}$	$\frac{I}{K_S}; \frac{I}{K_{PP}}; \frac{I}{K_D}; \frac{I}{K_W}; \frac{I}{K_{TP}}; \frac{I}{K_{RL}}; \frac{VA}{K_S}; \frac{VA}{K_{PP}}; \frac{VA}{K_D}; \frac{VA}{K_W}; \frac{VA}{K_{TP}}; \frac{VA}{K_{RL}};$ $\frac{PP}{K_S}; \frac{PP}{K_{PP}}; \frac{PP}{K_D}; \frac{PP}{K_W}; \frac{PP}{K_{TP}}; \frac{PP}{K_{RL}}$
<b>Praca</b>	$\frac{I}{L}; \frac{VA}{L}; \frac{PP}{L}$	$\frac{I}{L_S}; \frac{I}{L_{PP}}; \frac{I}{L_D}; \frac{I}{L_W}; \frac{I}{L_{TP}}; \frac{I}{L_{RL}}; \frac{VA}{L_S}; \frac{VA}{L_{PP}}; \frac{VA}{L_D}; \frac{VA}{L_W}; \frac{VA}{L_{TP}}; \frac{VA}{L_{RL}}; \frac{PP}{L_S};$ $\frac{PP}{L_{PP}}; \frac{PP}{L_D}; \frac{PP}{L_W}; \frac{PP}{L_{TP}}; \frac{PP}{L_{RL}}$
<b>Materiały</b>	$\frac{I}{M}; \frac{VA}{M}; \frac{PP}{M}$	$\frac{I}{M_S}; \frac{I}{M_{PP}}; \frac{I}{M_D}; \frac{I}{M_W}; \frac{I}{M_{TP}}; \frac{I}{M_{RL}}; \frac{VA}{M_S}; \frac{VA}{M_{PP}}; \frac{VA}{M_D}; \frac{VA}{M_W}; \frac{VA}{M_{TP}}; \frac{VA}{M_{RL}};$ $\frac{PP}{M_S}; \frac{PP}{M_{PP}}; \frac{PP}{M_D}; \frac{PP}{M_W}; \frac{PP}{M_{TP}}; \frac{PP}{M_{RL}}$
<b>Energia</b>	$\frac{I}{E}; \frac{VA}{E}; \frac{PP}{E}$	$\frac{I}{E_S}; \frac{I}{E_{PP}}; \frac{I}{E_D}; \frac{I}{E_W}; \frac{I}{E_{TP}}; \frac{I}{E_{RL}}; \frac{VA}{E_S}; \frac{VA}{E_{PP}}; \frac{VA}{E_D}; \frac{VA}{E_W}; \frac{VA}{E_{TP}}; \frac{VA}{E_{RL}};$ $\frac{PP}{E_S}; \frac{PP}{E_{PP}}; \frac{PP}{E_D}; \frac{PP}{E_W}; \frac{PP}{E_{TP}}; \frac{PP}{E_{RL}}$
<p>Oznaczenia:  D – dystrybucja, E – energia, I – przychód ze sprzedaży, K – kapitał, L – praca, M – materiały, PP – produkcja, RL – logistyka zwrotna, S – zaopatrzenie, TP – transport, VA – wartość dodana, W – magazyn  Uwaga: Indeksy we wzorach dotyczących II poziomu związane są z realizacją procesów logistycznych.</p>		

Rysunek 3.8 prezentuje podział wskaźników produktywności uwzględniając procesy logistyczne. Według tego podziału najpierw wyznacza się różne rodzaje produktywności logistycznych procesów:

- zaopatrzenia,
- produkcji,
- dystrybucji,
- magazynu,
- transportu,
- logistyki zwrotnej.





Rys. 3.8. Podział wskaźników produktywności ze względu na procesy logistyczne

W kolejnym kroku można wyznaczać bardziej szczegółowe wskaźniki ze względu na zaangażowane zasoby. Wtedy przykładowo dla procesów dystrybucji wyznacza się dodatkowe wskaźniki produktywności:

- kapitału,
- pracy,
- materiałów,
- energii.

Opracowano zbiór wskaźników produktywności (tab. 3) dla podziału zgodnego z rysunkiem 3.8. Jest to uniwersalny zbiór, zawierający wskaźniki, które są możliwe do zastosowania w większości przedsiębiorstw. Sugeruje się wybór jednego dla każdego procesu logistycznego. W razie potrzeby należy wykonać analizę bardziej szczegółową, w której dla przynajmniej jednego procesu wyznacza się wskaźniki z II poziomu dzielące się ze względu na zaangażowane zasoby. Pozwala to określić, który zasób w realizacji danego procesu logistycznego wymaga skupienia większej uwagi i usprawnienia.

Badanie produktywności może zostać wykonane na podstawie bezpośrednich, jak i pośrednich wskaźników produktywności. Celem przedsiębiorstwa jest wzrost produktywności, który można osiągnąć również poprzez poprawę obszarów pośrednio wpływających na procesy produkcyjne. Dzięki znajomości zależności pomiędzy różnymi procesami w przedsiębiorstwie można poprzez pośrednie działania, usprawniać procesy bezpośrednio poddawane analizie.

Tabela 3. Wskaźniki produktywności procesów logistycznych dla przedsiębiorstwa

Proces logistyczny	Wskaźniki	
	I poziom	II poziom
<b>Zaopatrzenie</b>	$\frac{I}{S}; \frac{VA}{S}; \frac{OS}{S}$	$\frac{I}{S_K}; \frac{I}{S_M}; \frac{I}{S_L}; \frac{I}{S_E}; \frac{VA}{S_K}; \frac{VA}{S_M}; \frac{VA}{S_L}; \frac{VA}{S_E};$ $\frac{OS}{S_K}; \frac{OS}{S_M}; \frac{OS}{S_L}; \frac{OS}{S_E}$
<b>Produkcja</b>	$\frac{I}{PP}; \frac{VA}{PP}; \frac{QPP}{PP}$	$\frac{I}{PP_K}; \frac{I}{PP_M}; \frac{I}{PP_L}; \frac{I}{PP_E}; \frac{VA}{PP_K}; \frac{VA}{PP_M}; \frac{VA}{PP_L}; \frac{VA}{PP_E};$ $\frac{QPP}{PP_K}; \frac{QPP}{PP_M}; \frac{QPP}{PP_L}; \frac{QPP}{PP_E}$
<b>Dystrybucja</b>	$\frac{I}{D}; \frac{VA}{D}; \frac{OD}{D}$	$\frac{I}{D_K}; \frac{I}{D_M}; \frac{I}{D_L}; \frac{I}{D_E}; \frac{VA}{D_K}; \frac{VA}{D_M}; \frac{VA}{D_L}; \frac{VA}{D_E}; \frac{OD}{D_K}; \frac{OD}{D_M}; \frac{OD}{D_L}; \frac{OD}{D_E}$
<b>Magazyn</b>	$\frac{I}{W}; \frac{VA}{W}; \frac{Sw}{W}$	$\frac{I}{W_K}; \frac{I}{W_M}; \frac{I}{W_L}; \frac{I}{W_E}; \frac{VA}{W_K}; \frac{VA}{W_M}; \frac{VA}{W_L}; \frac{VA}{W_E}; \frac{Sw}{W_K}; \frac{Sw}{W_M}; \frac{Sw}{W_L}; \frac{Sw}{W_E}$
<b>Transport</b>	$\frac{I}{T}; \frac{VA}{T}; \frac{OT}{T}$	$\frac{I}{T_K}; \frac{I}{T_M}; \frac{I}{T_L}; \frac{I}{T_E}; \frac{VA}{T_K}; \frac{VA}{T_M}; \frac{VA}{T_L}; \frac{VA}{T_E}; \frac{OT}{T_K}; \frac{OT}{T_M}; \frac{OT}{T_L}; \frac{OT}{T_E}$
<b>Logistyka zwrotna</b>	$\frac{I}{RL}; \frac{VA}{RL}; \frac{VRL}{RL}$	$\frac{I}{RL_K}; \frac{I}{RL_M}; \frac{I}{RL_L}; \frac{I}{RL_E}; \frac{VA}{RL_K}; \frac{VA}{RL_M}; \frac{VA}{RL_L}; \frac{VA}{RL_E};$ $\frac{VRL}{RL_K}; \frac{VRL}{RL_M}; \frac{VRL}{RL_L}; \frac{VRL}{RL_E}$
<p>Oznaczenia:  D – dystrybucja, E – energia, I – przychód ze sprzedaży, K – kapitał, L – praca, M – materiały, OD – liczba zrealizowanych zamówień (przyjęcie zamówienia i wydanie towaru klientowi), OS – liczba zrealizowanych zamówień (zamówienie i przyjęcie towaru), OT – liczba operacji transportowych, PP – produkcja, QPP – wielkość produkcji, RL logistyka zwrotna, S – zaopatrzenie, Sw – zapas magazynowy, T – transport, VA – wartość dodana, VRL – wartość logistyki zwrotnej, W – magazyn  Uwaga: Indeksy we wzorach dotyczących II poziomu związane są z wykorzystywaniem zasobów do realizacji procesów logistycznych.</p>		

Opracowanie danych niezbędnych do wykonania oceny i dalszej analizy powiązane jest z wcześniejszym krokiem, ponieważ dokonując wyboru konkretnego wskaźnika należy mieć na uwadze możliwości jego wyznaczenia. Warto tutaj pracować zespołowo i konsultować się

z osobami odpowiedzialnymi za archiwizację odpowiednich danych. Trzeba zastanowić się i zdecydować, za jaki okres zostaną zebrane i przeanalizowane dane.

W zależności od przedsiębiorstwa oraz posiadanych zasobów należy wybrać odpowiednie narzędzie do kalkulacji. Warto przygotować projekt arkusza kalkulacyjnego, który nie tylko łatwo i przejrzysto pozwoli wprowadzić dane, ale także szybko wyznaczyć wybrane wskaźniki. W tym celu zostało opracowane narzędzie, które ma temu służyć. W pracy [180] przedstawiono przykładowy arkusz, który można dostosować do potrzeb wykonywanej analizy. Dla każdego procesu występującego w przedsiębiorstwie należy wypełnić kartę wejść i wyjść procesu logistycznego (rys. 3.9). Proponowane narzędzie w postaci karty wejść i wyjść dzieli zasoby na kapitał zaangażowany, wykorzystywane materiały, zużywaną energię oraz pracę wykonywaną do wytworzenia produkcji sprzedanej. Dokonano takiego podziału, ponieważ najczęściej w takim układzie mierzy się produktywność. Pozwoli to również dokonywać analiz bardziej szczegółowych. Można zmierzyć nie tylko produktywność procesu jako całości, ale w podziale na produktywności cząstkowe w oparciu o wykorzystane zasoby. Za jej wypełnienie powinna odpowiadać osoba zajmująca się przebiegiem badanego procesu. Podobnie jak w przypadku tworzenia mapy procesów logistycznych należy również tutaj uwzględniać wszystkie aspekty. Od staranności wypełnienia karty należy bowiem dokładać badania. Poprawne korzystanie z arkusza kalkulacyjnego pozwoli nie tylko wykonać zestawienie wejść i wyjść, ale także szybko wyznaczyć produktywność.

Znając wyniki produktywności procesów wskazanych na mapie, należy dokonać analizy tendencji. W tej części analizy wskazane jest zwrócenie uwagi nie tylko na wartości wskaźników, czy rosną bądź maleją, ale na relacje pomiędzy nimi. Możliwe jest, że po opracowaniu karty do każdego procesu okaże się, iż należy zmodyfikować mapę procesów. Dlatego te narzędzia się uzupełniają. Podczas wypełniania kart dokonuje się raz jeszcze „przeglądu” procesów i zasobów w przedsiębiorstwie.

### Karta wejść i wyjść procesu

Nr karty	
Dział logistyki	Wybierz <input type="button" value="v"/>
Nazwa procesu	
Osoba odpowiedzialna	

Wyjście	
Jednostka pomiaru	
Wartość	

Zestawienie zasobów wejściowych			
Lp.	Nazwa wejścia	Jednostka	Wartość
I	KAPITAŁ		
II	MATERIAŁY		
III	ENERGIA		
IV	PRACA		
<b>SUMA ZASOBÓW</b>			
<b>Produktywność procesu</b>			

Podpis osoby sporządzającej

Rys. 3.9. Wzór karty wejść i wyjść procesów logistycznych [180]

### **3.3.3. Etap III – Analiza produktywności**

Etap trzeci składa się z następujących kroków:

- analiza produktywności poszczególnych procesów,
- ocena produktywności procesów,
- wybór procesów wymagających poprawy.

W pierwszej kolejności należy wyznaczyć wartości wybranych wskaźników cząstkowych dla procesów logistycznych w przedsiębiorstwie. W ramach tego kroku wykonuje się analizę dynamiczną wyników, analizę porównawczą itp. Analizę porównawczą wykonuje się w czasie wybranym do analizy poprzez porównanie wyników z pewnymi wartościami wzorcowymi. Wzorcem może być wartość wskaźnika w innych podmiotach gospodarczych lub ogólnie dla danej branży. Niestety to porównanie jest problematyczne, ponieważ trudno pozyskać informacje - przedsiębiorstwa nie chcą się dzielić nimi, gdyż uważają je w większości przypadków za dane wrażliwe. Nie są niestety prowadzone i ogólnodostępne analizy dla branż. Głównym założeniem jest sukcesywna poprawa wyników przedsiębiorstwa. Dlatego proponuje się wykonać wykresy pomocnicze w analizie, które przedstawiać będą poszczególne wskaźniki dla przedsiębiorstwa w badanym okresie. Pozwoli to zauważyć tendencje w przedsiębiorstwie – czy produktywność maleje, czy rośnie.

W kolejnym kroku należy dokonać oceny produktywności procesów logistycznych. Ma ona polegać na ocenie wartości wskaźników produktywności każdego procesu logistycznego i zdecydowaniu, czy jego poziom jest dobry, czy też wymaga poprawy.

Prowadzi to do kolejnego kroku, w którym analitycy powinni podjąć decyzję, które procesy wymagają usprawnień. Wymaga to również opracowania tzw. rankingowej listy procesów logistycznych wskazanych do poprawy. Ma ona zawierać uszeregowane według kolejności procesy logistyczne, które będą poprawiane. Kolejność ma wynikać z potencjału danego procesu oraz rokować na poprawę produktywności przedsiębiorstwa. W tym celu należy zidentyfikować proces potencjalnie słaby oraz wymagający usprawnień i jednocześnie rokujący na poprawę produktywności przedsiębiorstwa. Można go określić jako wąskie gardło logistyczne. Lista rankingowa powinna na pierwszym miejscu zawierać najważniejszy proces, czyli ten, który wykazuje się największym wpływem na produktywność przedsiębiorstwa i jednocześnie zauważa się możliwości jego usprawnienia. W zależności od kompetencji osoby odpowiedzialnej za wykonanie tego kroku można to zrobić różnymi metodami. Sugeruje się

wykorzystanie do tego celu metod ekonometrycznych, które pozwolą ustalić wagi poszczególnych produktywności cząstkowych w produktywności całkowitej. Przykład zastosowania metod ekonometrycznych do badania produktywności w przedsiębiorstwie produkcyjnym zawiera praca [177]. Jednak z uwagi na wymaganą, rozległą i zaawansowaną wiedzę do przeprowadzenia tego zadania, można korzystać z innych rozwiązań. Procesy można uszeregować od tego, który charakteryzuje się największymi spadkami produktywności, do tego, który jest stabilny. Kolejną metodą może być wykonanie analizy wrażliwości, czyli symulacji polegającej na zmianie pewnych wartości wpływających na produktywność procesu logistycznego i sprawdzeniu, w jaki sposób zmienia się produktywność całkowita. Proces, który spowoduje największe pozytywne zmiany w produktywności całkowitej, powinien w pierwszej kolejności być przeanalizowany. Jest to ważny krok, ponieważ czasem jeden słaby proces może spowodować duże zmiany w efektywności całego przedsiębiorstwa.

Prognozowanie pozwala przewidywać wartości wskaźników w przyszłych okresach, co znacząco może ułatwić wybór procesu wymagającego usprawnienia. Metody te są nieco mniej zaawansowane od wspomnianych metod ekonometrycznych. W rozdziale 2.4. przedstawione zostały metody, które mogą zostać wykorzystane w przypadku analizy produktywności, biorąc pod uwagę, iż mamy do czynienia z szeregiem czasowym. W pierwszym kroku należy wykreślić wykresy zmiennej lub zmiennych, które chcemy prognozować. Na ich podstawie można wzrokowo ocenić, czy występuje trend, czy występują wahania przypadkowe oraz, czy występuje sezonowość. W zależności od zauważonych elementów składowych można zastosować odpowiednie modele prognostyczne. W tabeli 4 zestawiono modele dotyczące szeregów czasowych wraz z warunkami, w których się je stosuje.

Sugeruje się unikać stosowania naiwnych metod w prognozowaniu wskaźników produktywności z uwagi na uzyskiwaną niską jakość prognoz. Najczęściej prognoz dokonuje się w oparciu o średnią ruchomą. W tej sytuacji należy wykonać kilka wariantów, mianowicie zbudować prognozę w oparciu o dwu-, trzy-, cztero-, a nawet pięcioelementową średnią. Błędy prognoz wyznaczone na podstawie wzorów 42-48 pozwolą wybrać prognozę z najlepszym dopasowaniem. Brak trendu wskazuje na zastosowanie metody wygładzania wykładniczego Browna. Gdy jest potrzebna duża stała wygładzania, to warto korzystać z modelu Holta. W sytuacji, gdy występuje sezonowość najlepiej jest zastosować model Wintersa.

Tabela 4. Charakterystyka podstawowych modeli prognostycznych

Metody	Modele	Numer wzoru do wyznaczenia prognozy (rozdz. 2.4)	Składowe szeregu			
			Stały poziom	Trend	Wahania przypadkowe	Wahania sezonowe
Naiwne	Podstawowy	17	+		+	
	Podstawowy ze stałą	18	+		+	
	Z trendem liniowym	19, 20		+	+	
	Z sezonowością	21	+		+	+
Średniej	Prostej	23	+		+	
	Prostej ruchomej	24	+		+	
	Średniej prostej ważonej	25	+		+	
Wykładzania wykładniczego	Prosty (Browna)	26	+		+	
	Holta	31		+	+	
	Wintersa	36, 41		+	+	+
Trendu liniowego		57		+	+	
Regresja liniowa		61		+	+	

We wszystkich tych modelach, jako obserwacje wejściowe, brane są wskaźniki poszczególnych produktywności wyznaczone w takich samych odstępach czasu. Stanowią one szereg czasowy. W każdym przedsiębiorstwie można budować prognozę dla produktywności całkowitej oraz poszczególnych produktywności cząstkowych. Uzyskany wynik  $y^*$  to wartość prognozowana wskaźnika produktywności dla przyszłego okresu.

Model trendu liniowego (wzór 57) jest prostym modelem, w którym podstawiamy jako  $t$  kolejne jednostki czasu, a współczynniki  $b_0$  i  $b_1$  są wyznaczone na podstawie obserwowanych wartości wskaźnika produktywności, dla którego buduje się prognozę.

Wykorzystanie modeli ekonometrycznych do budowania prognozy w oparciu o model z wieloma zmiennymi jest skomplikowany. Model ten należy stosować do wyjaśnienia wskaźnika produktywności całkowitej poprzez cząstkowe wskaźniki produktywności. Oznacza to, że jako zmienną objaśnianą jest produktywność całkowita, a zmiennymi objaśniającymi są

wskaźniki produktywności całkowitej wraz z elementem losowym. Należy przeprowadzić procedurę doboru zmiennych do modelu (rozdział 2.4.4.). Wybór wskaźników produktywności cząstkowej, który wpływa na produktywność całkowitą może zostać dokonany poprzez wyznaczenie współczynników korelacji  $r_{ij}$  (wzór 52). Bazując na metodzie doboru zmiennych do modelu według korelacji wielorakiej (wzór 53), eliminuje się słabo skorelowane wskaźniki produktywności cząstkowej, a wybiera się wskaźniki, które są najbardziej skorelowane ze wskaźnikiem produktywności całkowitej oraz są słabo skorelowane same ze sobą. Nie wszystkie wskaźniki istotnie wpływają na produktywność całkowitą, dlatego ich eliminacja ze zbioru potencjalnych zmiennych poprawi jakość modelu. Następnie należy oszacować parametry modelu. Celem wyznaczenia prognozy produktywności całkowitej, poprzez podstawienie do zbudowanego modelu, należy kolejno wyznaczyć prognozy dla cząstkowych wskaźników produktywności. Podstawienie tych wartości pozwoli wyznaczyć wartość wskaźnika produktywności całkowitej w okresie przyszłym.

Model prostej regresji liniowej wykazuje zależność jednej zmiennej od drugiej. Dlatego najlepiej stosować do przewidywania wartości produktywności całkowitej w zależności od jednego wskaźnika produktywności cząstkowej, gdy na etapie doboru zmiennych do modelu ekonometrycznego pozostanie tylko jeden wskaźnik produktywności cząstkowej, który istotnie wpływa na produktywność całkowitą. Po oszacowaniu parametrów modelu regresji liniowej sprawdza się współczynnik determinacji (wzór 64) – powinien być bliski 0, aby można było budować prognozę w oparciu o ten model. Przed rozpoczęciem wyznaczania prognozy produktywności całkowitej w oparciu o zbudowany model regresji liniowej, konieczne jest zbudowanie prognozy dla wybranego wskaźnika produktywności cząstkowej na podstawie innych dostępnych modeli.

Najczęściej buduje się kilka modeli prognostycznych i na podstawie analizy błędów decyduje się, czy model jest dobrze dopasowany. Spośród zbudowanych modeli należy wybrać ten, który charakteryzuje się najmniejszymi błędami prognoz. Po dobraniu odpowiedniej metody prognostycznej można wyznaczyć prognozę dla przyszłych okresów. Analiza wartości prognozowanych pozwoli ocenić, który z obszarów w przyszłości charakteryzować się będzie spadkiem (ewentualnie dalszym spadkiem). Można wybrać proces, który na podstawie prognoz, przewiduje się, że odnotuje wyższe spadki niż inne. Prognozowanie można również wykorzystać do przewidywania czynników wpływających na badane wskaźniki produktywności. Przewidywania poziomu sprzedaży w przyszłości wpłynąć może na decyzje



o zmianie wielkości produkcji, a te znacząco wpłyną na poziom produktywności przedsiębiorstwa. W przypadku procesów logistycznych, również prognozowanie wartości pewnych mierników logistycznych pozwoli wykonać złożoną analizę przewidywania przyszłych wartości cząstkowych wskaźników produktywności.

#### **3.3.4. Etap IV – Rozwiązanie usprawniające**

Do przedostatniego etapu zalicza się takie kroki, jak:

- opracowanie rozwiązania usprawniającego,
- wdrożenie wybranego rozwiązania.

Rozwiązywanie problemów w przedsiębiorstwach związane jest z działaniem wieloetapowym. Opracowana metoda badania produktywności, której celem jest rozwiązanie problemu związanego z niesatysfakcjonującym poziomem produktywności, również jest wieloetapowa. Po zidentyfikowaniu problemu, następuje analiza posiadanych danych i na ich podstawie identyfikuje się przyczyny problemu. Kolejny etap to opracowywanie rozwiązań, polegające na rozważeniu kilku alternatywnych i zaprojektowaniu jednego do wdrożenia. Krok ten powinien być wykonywany przez wszystkich członków zespołu. Warto tutaj posłużyć się metodą, która nazywa się „burza mózgów”. Zebranie pomysłów oraz ich sukcesywna selekcja pozwoli dokonać wyboru pomysłu, który po opracowaniu przerodzi się w rozwiązanie usprawniające proces logistyczny.

Realizacja czwartego etapu, w przedstawionej metodzie badania produktywności przedsiębiorstw produkcyjnych, rozpoczyna się od opracowania rozwiązania, które zostanie wdrożone, a spodziewanym efektem jest wzrost produktywności. Tutaj przydatna jest znajomość koncepcji, metod oraz narzędzi, które są ukierunkowane na wzrost produktywności. Istnieje wiele koncepcji i metod ogólnych, które służą poprawie wyników w przedsiębiorstwie. Najczęściej są one uzupełniane o przydatne narzędzia. Należy z nich wybrać jedną lub kilka metod do wdrożenia. Możliwe jest także dokonanie modyfikacji, polegających na dostosowaniu metod do potrzeb (realnych warunków) przedsiębiorstwa.

Wybór koncepcji, metody lub narzędzi, które pozwolą zwiększyć efektywność przedsiębiorstwa, w tym także produktywność, nie zawsze jest prosty. Przedsiębiorstwa powinny wybrać kilka metod, które ich zdaniem przyniosą pożądany efekt. Nie zawsze możliwe jest wdrożenie wielu metod/narzędzi ze względów organizacyjnych oraz finansowych.

W związku z tym, najlepszym sposobem jest zastanowienie się nad szansami, zagrożeniami, mocnymi i słabymi stronami rozwiązania, co pozwoli szybciej podjąć decyzję. Przedsiębiorstwa na ogół nie śledzą na bieżąco literatury z zakresu nowych koncepcji i metod. Ułatwieniem w podjęciu decyzji jest opracowanie klasyfikacji. Zdecydowanie ułatwi to wybór, jeśli klasyfikacja będzie już w podziale na odpowiednie procesy logistyczne. Etap przedostatni wymaga wiedzy o procesach oraz problemach, jakie mogą występować. Ważne jest zdefiniowanie problemu oraz jego charakteru. Pomocne tutaj jest szczegółowe przeanalizowanie procesu i wskazanie miejsc, gdzie mogą pojawiać się trudności. W oparciu o zebrane dane oraz wiedzę należy rozważyć wiele alternatywnych rozwiązań. Zespół kilku osób może opracować wiele rozwiązań oraz zastanowić się, które z nich ma szansę przynieść oczekiwany rezultat przy jak najmniejszych kosztach i jak najmniejszych zmianach w systemie. Na początku opracowuje się szczegółowo rozwiązanie usprawniające. W pracach związanych z produktywnością pisze się o programach poprawy produktywności. Właśnie ten krok ma prowadzić do powstania takiego programu dla przedsiębiorstwa. Oczywiście można na tym etapie opracować kilka rozwiązań, każde dla innego procesu, które będą tworzyły spójny program. W sytuacji, gdy zauważy się pilną potrzebę poprawy więcej niż jednego procesu, warto opracować plan poprawy produktywności składający się z kilku rozwiązań. Nie wszystkie rozwiązania wymagają szerokiego opisu i obszernie opisanego programu poprawy.

Kolejny krok to wdrożenie wybranego rozwiązania. Należy dokładnie i szczegółowo wykonać to, co zostało przewidziane w programie poprawy produktywności. Dalszym krokiem w całej metodzie badania produktywności jest kontrola, czyli monitorowanie systemu po dokonanych zmianach. Sprawdzenie skuteczności wprowadzonego rozwiązania poprzez badanie aktualnych wartości wskaźnika produktywności całkowitej dla przedsiębiorstwa oraz wskaźników cząstkowych, które zostały wcześniej dobrane do badania. Prawdłowo przeprowadzona metoda daje skutek w postaci poprawy wskaźnika produktywności całkowitej poprzez poprawę wskaźnika produktywności cząstkowej. Niestety mogą być sytuacje, gdy wynik poprawianego procesu będzie lepszy, a pogorszy się wskaźnik dla innego procesu. W procesach logistycznych jest to relacja, na którą należy zwracać uwagę. O relacjach typu trade-off można przeczytać między innymi w pracach [34, 102, 139, 141]. W przypadku ich wystąpienia należy skupić się na ocenie poprawy produktywności przedsiębiorstwa. Można dopuścić sytuację, że poprawiając jeden wskaźnik produktywności cząstkowej, poprzez wdrożenie pewnego rozwiązania usprawniającego, doprowadzi się do obniżenia wartości

innego wskaźnika. Ważne, aby w takiej sytuacji doszło do poprawy całkowitej produktywności przedsiębiorstwa.

Podczas analizy produktywności procesów logistycznych należy zidentyfikować wąskie gardło logistyczne i opracować program jego poprawy. 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. Dokonano klasyfikacji koncepcji, metod i narzędzi z uwzględnieniem podziału na procesy logistyczne. W tabeli 5 przedstawiono klasyfikację, w której wyróżnione koncepcje, metody i narzędzia zostały podzielone według zastosowania służącego poprawie odpowiednich procesów logistycznych, a przez to również i ich produktywności. Klasyfikacja ta zawiera większość koncepcji i metod możliwych do wprowadzenia. Jednakże nie należy jej traktować jako zamkniętej. Możliwe jest również odpracowywanie rozwiązań dedykowanych konkretnym przedsiębiorstwom, w szczególności dla wysoko zaawansowanych technologicznie procesów produkcyjnych [12, 33, 47, 55, 73, 89, 92, 95, 98, 114, 141, 179, 217].

Tworzenie innowacyjnych rozwiązań jest kosztowne, ale współmierne do efektów, które można osiągnąć. Innowacyjne rozwiązania znacząco poprawiają sytuację przedsiębiorstwa, zarówno finansową w dłuższej perspektywie, jak i konkurencyjną. Zarządzanie innowacjami oraz realizacja procesu innowacji przedstawione są w pracach [46, 88, 226, 241].

Każda z tych metod może prowadzić do wzrostu produktywności procesu logistycznego, a także pośrednio do poprawy efektywności innych sfer działalności. Należy mieć na uwadze, że wdrożenie opracowanego programu poprawy produktywności z wykorzystaniem przedstawionych koncepcji i metod pozwoli poprawić produktywność, ale spowoduje również zmiany wyników dla innych obszarów w przedsiębiorstwie. Niektóre metody wymagają dużych nakładów finansowych i samo ich zastosowanie niesie za sobą skutki, takie jak wzrost kosztów działalności, a w konsekwencji spadek zysku. W kolejnych okresach analizy proporcje te ulegną zmianie na korzyść.

Tabela 5. Klasyfikacja koncepcji, metod i narzędzi służących poprawie produktywności w podziale na procesy logistyczne

<b>ZAOPATRZENIE</b>	<b>DYSTRYBUCJA</b>
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
<b>PRODUKCJA</b>	<b>MAGAZYNOWANIE</b>
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
<b>TRANSPORT</b>	<b>LOGISTYKA ZWROTNA</b>
TMS, GPS	RFID, kody kreskowe
<b>WSZYSTKIE PROCESY</b>	
MRP, ERP, EDI, TOC, BPR, Benchmarking, LM, TQM, kanban, Poka-Yoke, 5S, kaizen, TPM	

UWAGA: Zastosowane skróty metod/koncepcji znajdują się w części literaturowej niniejszej pracy.

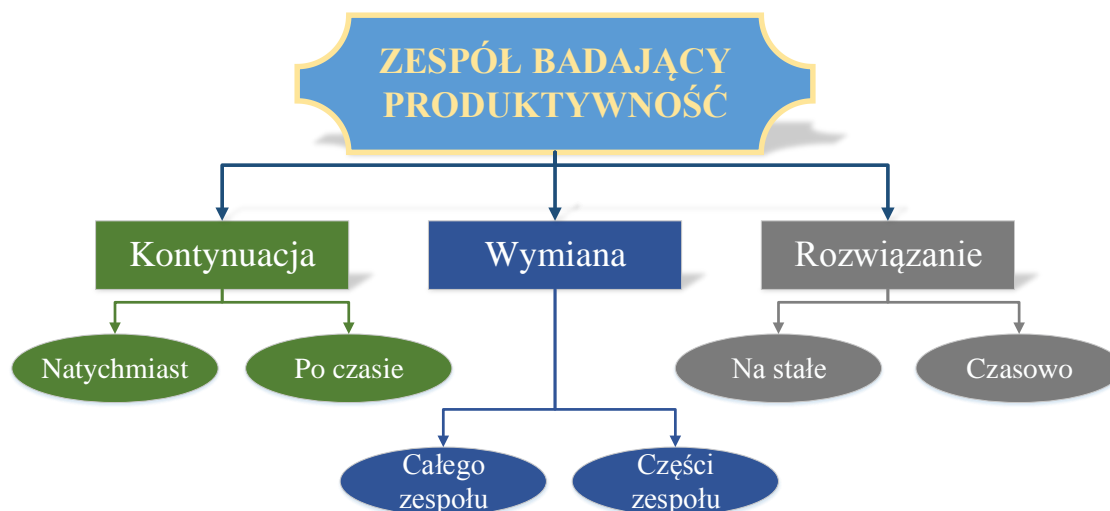
### 3.3.5. Etap V – Kontrola

Ostatnim etapem w doskonaleniu procesów jest kontrola. Etap ten nie tylko ma na celu sprawdzenie efektywności dokonanych usprawnień oraz ich skuteczności, ale także weryfikację pod kątem możliwości powstawania błędów pomiarowych.

Na tym etapie należy dokonać porównania efektów z założeniami. Zespół badający produktywność przedsiębiorstwa, ze szczególnym uwzględnieniem procesów logistycznych, opracowując rozwiązanie usprawniające wskazuje pożądany efekt, który w ostatnim kroku opracowanej metody powinien być zweryfikowany. Oczywiście, wyniki mogą różnić się od założeń. Ważna jest interpretacja tych odchyleń. Niektóre rozwiązania, które zostaną

wdrożone, można usunąć i przywrócić stan sprzed analizy. Jednakże należy mieć na uwadze fakt, że część z wdrożonych rozwiązań, nie będzie mogło być w łatwy sposób cofniętych.

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 należy wykonać ponowne badanie. Dlatego powołany zespół badający procesy logistyczne może zostać rozwiązany, zmieniony lub działać nieprzerwalnie. W każdym przedsiębiorstwie wykonywane działania w ramach opisanej metody będą przebiegały inaczej. W zależności od wielu czynników w przedsiębiorstwie określić należy, co jaki okres wykonywana będzie analiza produktywności przedsiębiorstwa. Od tej decyzji zależy działanie zespołu powołanego do tego celu. Warianty zostały przedstawione na rysunku 3.10. Jedną z opcji jest natychmiastowa kontynuacja badania produktywności, czyli począwszy od pierwszego kroku, wykonywanie poszczególnych etapów od początku przez ten sam zespół. Badanie to można również wykonać po wcześniej ustalonym czasie. Przykładowo można w przedsiębiorstwie wskazać, iż analizę produktywności wykonuje się raz w roku, wtedy zespół może mieć nawet kilkumiesięczną przerwę. Drugą opcją jest wymiana całego zespołu lub tylko części członków zespołu. Wpływ na taką decyzję mogą mieć różne czynniki, np. rotacja pracowników w przedsiębiorstwie, niezadowolająca praca jednego lub wielu członków w ramach zespołu, konflikty, skierowanie pracownika do innych zadań itd. Ostatnią możliwością to rozwiązanie powołanego zespołu. Zmiany można dokonać na stałe, w sytuacji, gdy uzna się, że badanie produktywności w przedsiębiorstwie nie jest istotne i nie będzie się ponownie dokonywać. Uzasadnieniem takiej decyzji mogą być niezadowolające wyniki prac zespołu lub brak potrzeby podnoszenia produktywności poprzez poprawę procesów logistycznych. Zespół może zostać rozwiązany tylko na pewien czas, aż do momentu potrzeby wykonania ponownego badania. W tej sytuacji nie wskazuje się czasu, kiedy wykonane będzie ponowne badanie. Wtedy rozwiązuje się zespół, a w razie potrzeby zostaje on ponownie powołany.



Rys. 3.10. Warianty działania zespołu ds. produktywności po zrealizowanym cyklu metody

### 3.4. Ograniczenia stosowania metody

Ograniczeniem wynikającym z założeń stosowania przedstawionej metody jest wielkość przedsiębiorstwa. Metoda została opracowana z myślą o średnich i dużych przedsiębiorstwach. Badanie produktywności przedsiębiorstwa ze szczególnym uwzględnieniem procesów logistycznych, zgodnie z opisaną w tym rozdziale metodą, może być stosowane w przedsiębiorstwach produkcyjnych.

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. Niestety przedsiębiorstwo może nawet nie być świadome swoich błędów.

Niepodważalnym zagrożeniem są relacje trade-off, które należy brać pod uwagę już na etapie opracowywania programu poprawy produktywności. W logistyce jest to znany problem. Wprowadzone zmiany mogą powodować poprawę w pewnym obszarze i pogorszenie w innym obszarze. Przykładowo, jeśli w przedsiębiorstwie zlikwiduje się magazyn i surowce będą dostarczane bezpośrednio na linię produkcyjną, może to spowodować przestoje w pracy, które mogą być wywołane przez nieprzewidziane zdarzenia losowe. Znając procesy zachodzące w przedsiębiorstwie oraz ich relacje, należy szczegółowo przeanalizować, jakie będą konsekwencje wprowadzanych zmian. Pewne skutki można przewidzieć przed wdrożeniem rozwiązania. 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. Mianowicie, zwiększając wykorzystanie powierzchni magazynowej, i poprawiając w ten sposób wskaźnik produktywności logistycznych procesów magazynowania, może dojść do sytuacji, w efekcie której zwiększy się również produktywność transportu, dzięki efektywniejszemu wykorzystaniu dostępnych środków transportowych.

### **3.5. Podsumowanie**

Opracowano model badania produktywności w przedsiębiorstwach produkcyjnych ze szczególnym uwzględnieniem procesów logistycznych. Ma on na celu usystematyzowanie prac nad oceną produktywności w przedsiębiorstwie oraz opracowanie zbioru wskaźników, które pozwolą mierzyć produktywność procesów logistycznych. W tym celu dokonano podziału procesów logistycznych w przedsiębiorstwach produkcyjnych według sfer działalności. Dla każdej sfery przedsiębiorca samodzielnie dokonuje wyboru, za pomocą jakiego wskaźnika ocenia produktywność. W metodzie tej również został uwzględniony etap opracowywania działań korygujących, które mają prowadzić do poprawy produktywności. Wynika to z faktu, iż nie wystarczy w przedsiębiorstwie wyznaczać wskaźników produktywności, należy także dokonywać oceny uzyskanych wyników. Ocena produktywności powinna być procesem ciągłym i prowadzić do wniosków: co poprawiać? jak poprawiać? kiedy poprawiać?

Metoda jest trudna do stosowania w mikro i małych przedsiębiorstwach, dlatego poleca się ją stosować w średnich i dużych przedsiębiorstwach. Ważnym elementem metody jest umiejętne dobranie wskaźników produktywności. 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.

W dążeniu do poprawy produktywności przedsiębiorstwa wykorzystuje się wiele dostępnych metod. Badanie produktywności ze szczególnym uwzględnieniem procesów logistycznych jest mało popularnym zagadnieniem, dlatego też brakuje wskazania, które metody służą poprawie ich produktywności. W zależności od wyników badania wskaźników oceniających produktywność w przedsiębiorstwie powinno się wybrać proces do usprawniania. W logistyce stosuje się wiele metod poprawiających efektywność logistyczną przedsiębiorstwa. W ramach metody badania produktywności procesów logistycznych w przedsiębiorstwach produkcyjnych uwzględniono opracowanie rozwiązania usprawniającego. Warto w tym celu korzystać z istniejących koncepcji, metod i narzędzi. W pracy zostały one sklasyfikowane ze względu na procesy logistyczne, w których mogą być zastosowane i służą poprawie produktywności. Spodziewanym efektem opracowanych programów poprawy produktywności jest wzrost produktywności przedsiębiorstwa.

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 produktywności,
- wzrost innowacyjności przedsiębiorstwa,
- doświadczenie oraz wiedza w badaniu produktywności.



## **4. WERYFIKACJA METODY**

Opracowaną autorską metodę badania produktywności przedsiębiorstw produkcyjnych ze szczególnym uwzględnieniem procesów logistycznych zweryfikowano w trzech przedsiębiorstwach. Kolejne podrozdziały zawierają wyniki badań dla każdego przypadku. 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 szybkoportujących. Drugie jest dużym przedsiębiorstwem działającym globalnie w branży energetycznej. Trzecie przedsiębiorstwo zajmuje się produkcją naczep. Z uwagi na poufny charakter danych, które były przetwarzane podczas realizacji badania, przedsiębiorstwa nie wyraziły zgody na ich publikację i dlatego w pracy zastosowano inne nazwy, odpowiednio przedsiębiorstwo: pierwsze, drugie i trzecie.

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.

### **4.1. Przykład pierwszy – średnie przedsiębiorstwo z branży spożywczej**

Produktywność przeanalizowana została na przykładzie przedsiębiorstwa zajmującego się produkcją wyrobów mleczarskich. Jest to średniej wielkości przedsiębiorstwo produkujące na zamówienia sieci handlowych, takich jak: Bierdonka, Kaufland, Netto, Tesco, Żabka. Wśród wyrobów znajdują się:

- serki topione,
- serki topione wędzone,
- sery twarogowe,
- masło ośłkowe,
- mleko zagęszczone.

Wyroby te powstają w nowoczesnych obiektach produkcyjnych spełniając wysokie europejskie standardy, potwierdzone wdrożonym systemem HACCP.

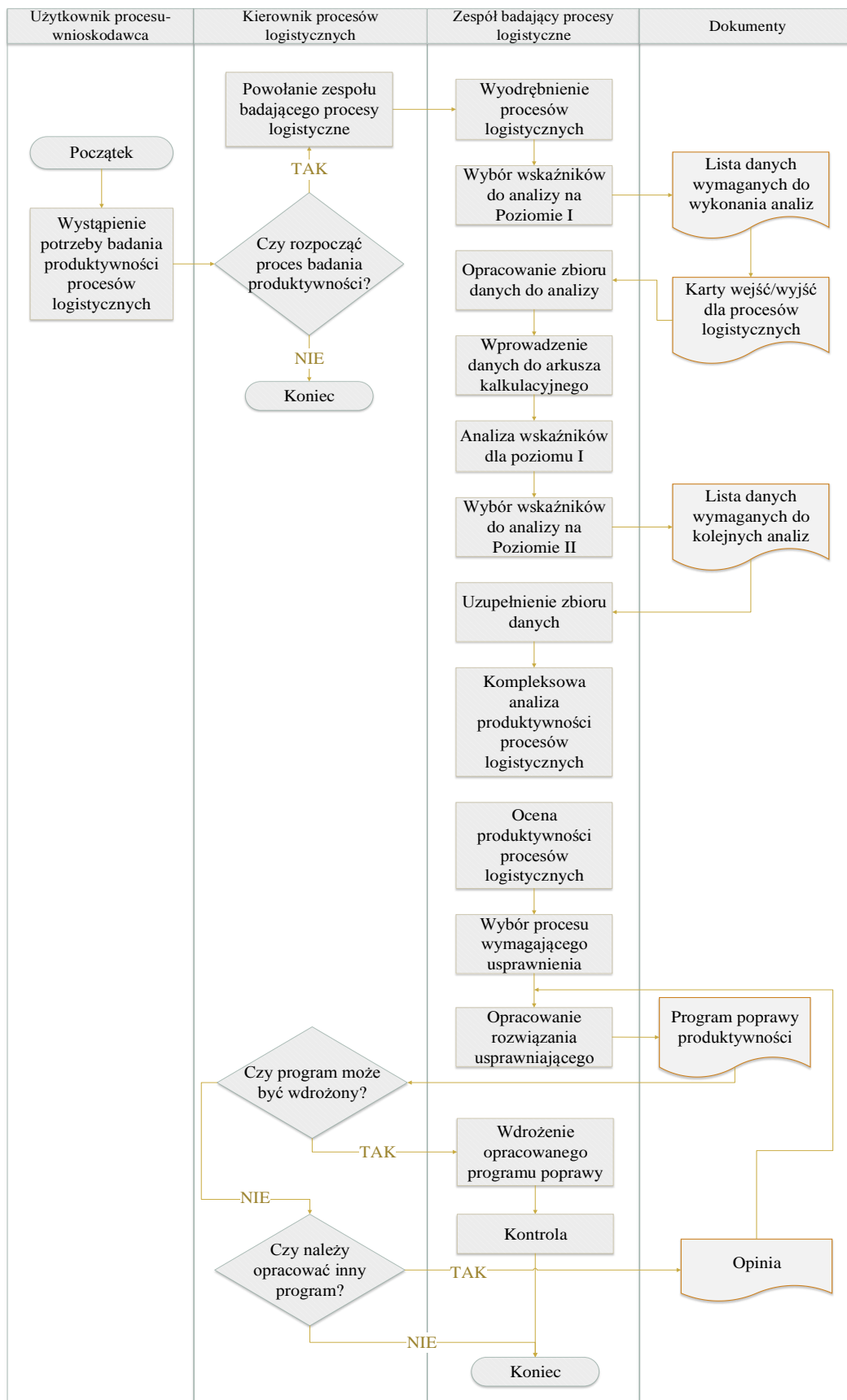
#### **4.1.1. Opis procedury badania produktywności w przedsiębiorstwie pierwszym**

Graficzna prezentacja procedury badania produktywności w przedsiębiorstwie przedstawiona została na rysunku Rys. 4.1. Zawiera ona kolejność realizowanych zadań w celu zbadania produktywności ze szczególnym uwzględnieniem procesów logistycznych. Początek procesu w tym przedsiębiorstwie inicjuje kierownik ds. rozwoju lub prezes. Również oni są odpowiedzialni za dobór odpowiednich osób do zespołu badającego procesy logistyczne.

W skład zespołu badającego procesy logistyczne zaangażowano:

- prezesa spółki, jako osobę decydującą na podstawie postępów o dalszej realizacji,
- kierownika do spraw rozwoju przedsiębiorstwa, a jednocześnie kierownika procesów logistycznych, jako głównego wykonawcę i koordynatora badania; osoba ta również koordynuje procesy logistyczne w przedsiębiorstwie,
- osobę z działu kontroli zajmującą się również archiwizowaniem danych,
- głównego księgowego posiadającego wiedzę oraz dostęp do danych finansowych.

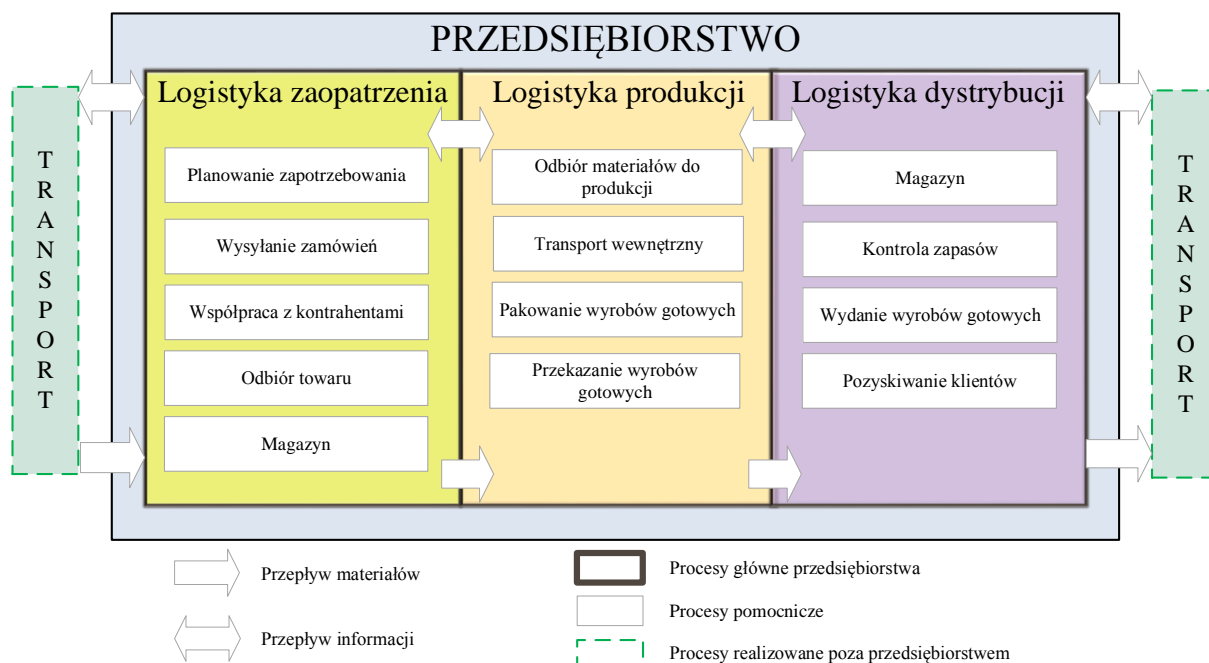
Opracowana procedura stanowi ogólny wzór postępowania w przedsiębiorstwie pierwszym. Wraz z każdym kolejnym badaniem, w zależności od nowych warunków, można pominąć niektóre kroki. Poszczególne kroki realizacji są zgodne z modelem badania produktywności przedsiębiorstwa produkcyjnego ze wskazaniem jednostek przedsiębiorstwa odpowiedzialnych za realizację każdego z etapów. Podczas pierwszego badania produktywności rozpoczęto pracę od powołania zespołu badającego procesy logistyczne.



Rys. 4.1. Procedura badania produktywności przedsiębiorstwa z uwzględnieniem procesów logistycznych dla przedsiębiorstwa pierwszego [por. 150, 162, 187]

#### 4.1.2. Realizacja badania produktywności przedsiębiorstwa

Pierwszy etap, który był realizowany w przedsiębiorstwie, to klasyfikacja procesów logistycznych. Musiało to zostać wykonane, ponieważ po raz pierwszy dokonywano analizy produktywności zgodnie z opisaną w rozdziale 3 metodą, a także przedsiębiorstwo do tego czasu nie zajmowało się formalną klasyfikacją procesów. W rozdziale 3.3 zostały przedstawione procesy, które mogą wystąpić w przedsiębiorstwie. Na podstawie tego zbioru powstała mapa procesów logistycznych w przedsiębiorstwie pierwszym. Została ona zaprezentowana na rysunku 4.2.



Rys. 4.2. Uproszczona mapa procesów dla przedsiębiorstwa pierwszego [180]

Transport wyróżniono przed podsystemem zaopatrzenia i po podsystemie dystrybucji, ponieważ nie jest on realizowany przez przedsiębiorstwo. Procesy transportu są wykonywane przez dostawców surowców oraz opakowań do produkcji, natomiast wyroby gotowe są odbierane bezpośrednio przez kontrahentów. Logistyka zaopatrzenia wykonuje zadania związane z zamówieniem i odbiorem towarów. Do jej zadań należy także dobór odpowiednich źródeł zakupu. W ramach podsystemu zaopatrzenia wykonywane są również procesy kontroli dostarczanych surowców i podejmowane odpowiednie działania w przypadku wykrycia niezgodności. Procesy magazynowe z kolei dotyczą zarówno składowania i manipulacji surowcami, jak i wyrobami gotowymi. Z tego względu nie wyróżniono podsystemu

magazynowania, tylko potraktowano jako procesy magazynowania w odpowiednich podsystemach logistycznych. W ramach podsystemu zaopatrzenia magazynowane są surowce do produkcji, a przede wszystkim opakowania jednostkowe i zbiorcze. Surowcem w branży spożywczej są produkty z krótkim terminem ważności, dlatego dostawy są planowane w oparciu o plan produkcji. Natomiast w ramach podsystemu dystrybucji procesy magazynowe składają się z takich zadań jak: składowanie w wyznaczonym miejscu wyrobów gotowych, kompletowanie zamówień, kontrola terminów ważności. Podsystem logistyki produkcji nie jest rozbudowany, gdyż w przedsiębiorstwie występuje produkcja aparaturowa. Logistyka w tym podsystemie wiąże się z pakowaniem wyrobów gotowych w opakowania zbiorcze. Transport wewnętrzny ogranicza się do dostarczenia surowców na pierwsze w kolejności stanowisko produkcyjne oraz dostarczenia opakowań. Wykorzystywany jest również w celu przetransportowania wyrobów gotowych do magazynu. Logistyka dystrybucji zajmuje się zbytem wyrobów gotowych. Wyróżniono tutaj procesy: magazyn, kontrola zapasów, wydawanie wyrobów gotowych odbiorcom oraz pozyskiwanie klientów. Dystrybucja zajmuje się pozyskiwaniem i obsługą zamówień klientów, czyli przyjmuje zamówienia i przekazuje informacje produkcji. Wydanie towaru wiąże się z przygotowaniem faktury oraz zaktualizowaniem stanu magazynu wraz z wypełnieniem odpowiednich dokumentów magazynowych. W ramach tego podsystemu wyróżniono kontrolę zapasów [180]. Z uwagi na fakt, iż jest to średniej wielkości przedsiębiorstwo oraz metodę zastosowano pierwszy raz, bez gwarancji, że będzie stosowana ponownie, zrezygnowano z wykonania szczegółowej mapy procesów logistycznych. Przedsiębiorstwo postanowiło, że jeśli kolejny raz będzie wykonywało analizę produktywności, to zostanie wykonana taka mapa.

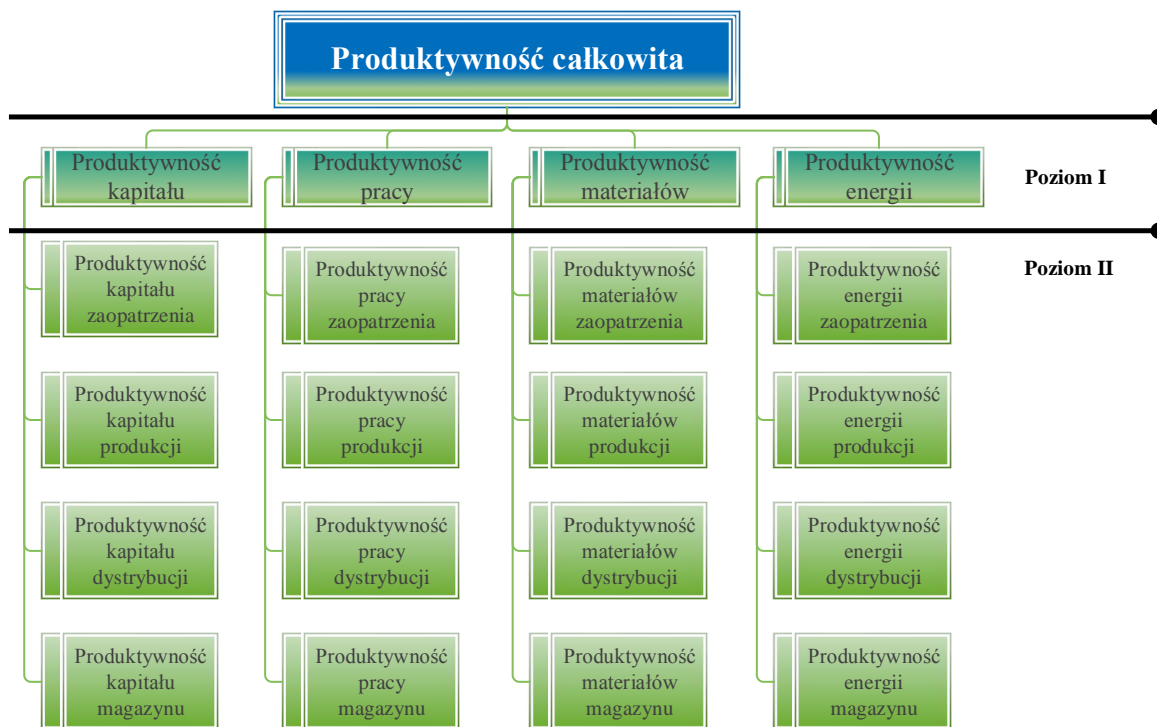
W kolejnym etapie opracowanej metody przygotowano dane do analizy. W badanym przedsiębiorstwie po zapoznaniu się z procesami oraz możliwościami zebrania danych postanowiono wyznaczyć wskaźniki produktywności: całkowitej oraz częściowej dla następujących zasobów: kapitału (PK), materiałów (PM), energii (PE) oraz pracy (PL). Badanie produktywności wykonano zgodnie ze sposobem pierwszym podziału wskaźników opracowanej metody. Rysunek 4.3 przedstawia system podziału wskaźników, uwzględniając warunki w przedsiębiorstwie pierwszym. W celu wyznaczenia wspomnianych wskaźników zebrano następujące dane:

- przychody ze sprzedaży,
- wartość kapitału (aktualizowana co kwartał),

- wartość pracy,
- wartość zużytej energii,
- wartość materiałów.

W drugim sposobie podziału wskaźników (rys. 4.4), poza wyznaczeniem produktywności całkowitej przedsiębiorstwa (PC), postanowiono wyznaczyć następujące produktywności cząstkowe dla logistycznych procesów:

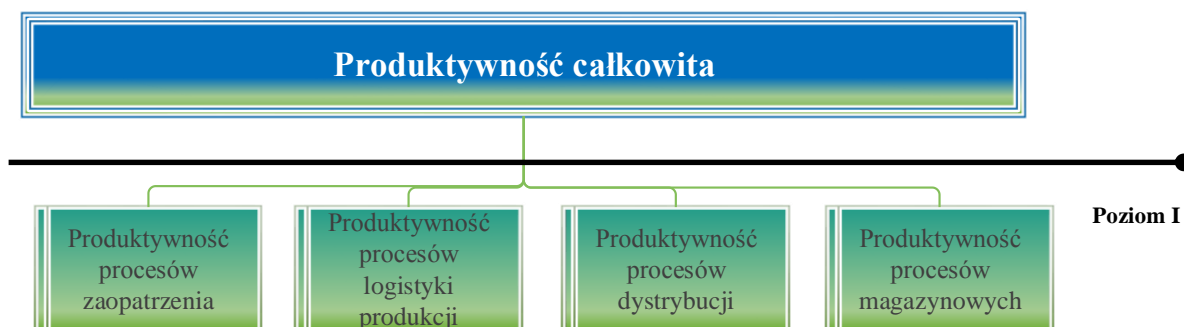
- dystrybucji (PD),
- produkcji (PP),
- magazynu (PW),
- zaopatrzenia (PS).



Rys. 4.3. System podziału wskaźników produktywności w przedsiębiorstwie pierwszym według sposobu pierwszego metody badania produktywności [por. 187]

Do wyznaczenia produktywności cząstkowych, stosując drugi sposób podziału wskaźników opracowanej metody, zebrane zostały takie dane, jak koszty procesów:

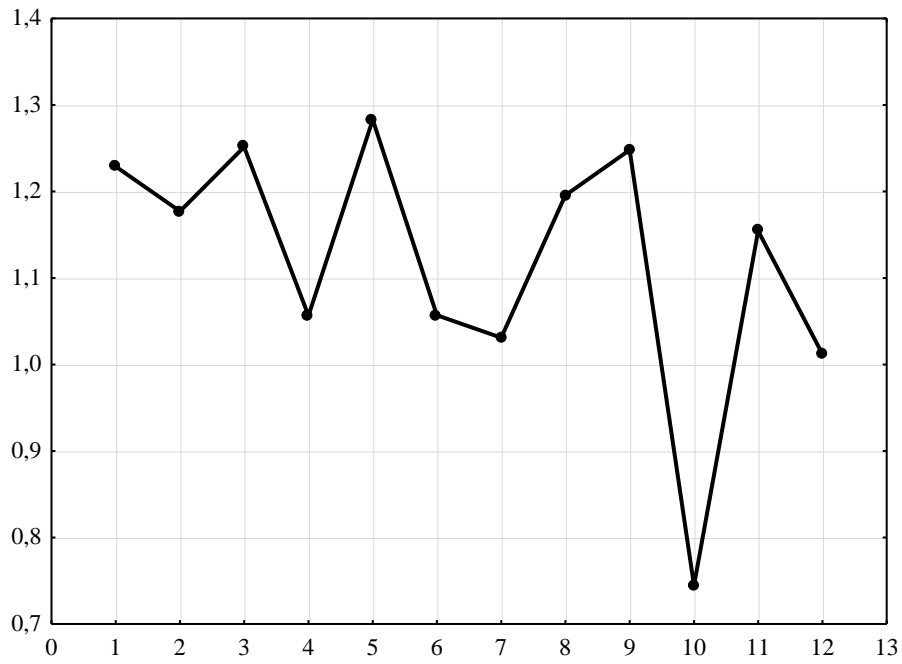
- zaopatrzenia,
- produkcji,
- dystrybucji,
- magazynu.



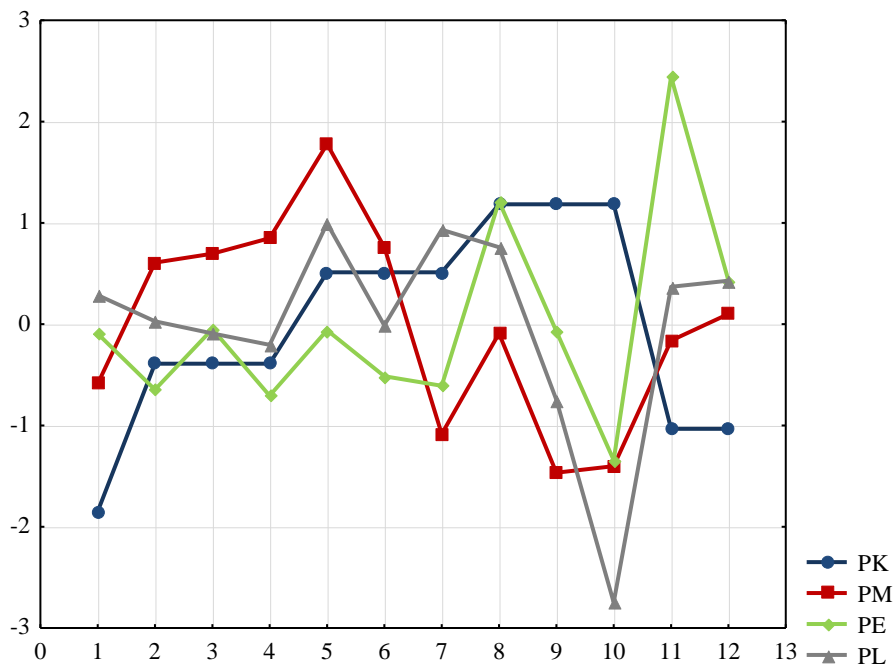
Rys. 4.4. System podziału wskaźników produktywności w przedsiębiorstwie pierwszym według sposobu drugiego metody badania produktywności

Zebrano dane w odpowiednio przygotowanym arkuszu kalkulacyjnym dla ostatnich dwunastu miesięcy i rozpoczęto realizację kolejnego etapu, którym jest analiza i ocena produktywności. W pierwszej kolejności wyznaczono produktywność całkowitą przedsiębiorstwa na podstawie podstawowej zależności, którą jest stosunek przychodów ze sprzedaży do wartości zaangażowanych zasobów. Dokonano tego z wykorzystaniem danych wartościowych, gdyż są one czytelniejsze dla przedsiębiorstwa oraz były łatwiejsze do zebrania. Wyniki produktywności całkowitej przedstawia rysunek 4.5. Początkowo produktywność była stabilna, a następnie widoczne są znaczące wahania w ostatnich miesiącach. Niepokojący jest fakt, że w dziesiątym okresie wartość wykorzystywanych i zużywanych zasobów była wyższa od przychodów ze sprzedaży. Widoczna jest ogólna tendencja spadkowa produktywności całkowitej w przedsiębiorstwie pierwszym.

Wyniki wskaźników produktywności cząstkowych dla poziomu I, po wykonaniu standaryzacji, przedstawiono na rysunku 4.6. Dodatkowo obliczono współczynnik zmienności (tab. 6), na podstawie którego zauważono, że produktywność energii charakteryzuje się największą zmiennością. Odchylenie standardowe od wartości średniej wynosi ok. 17%, co wskazuje na największe zróżnicowanie wyników ze wszystkich produktywności. Wszystkie wskaźniki cząstkowe wahają się – brak jest stabilności. W pierwszej kolejności postanowiono szczegółowo przeanalizować produktywność energii, poprzez wyznaczenie kolejnych wskaźników produktywności z uwzględnieniem procesów logistycznych. Wyznaczono wskaźniki dla II poziomu szczegółowości badania produktywności przedsiębiorstwa. W związku z tym, należało uzupełnić zestaw danych do analizy.



Rys. 4.5. Produktywność całkowita dla przedsiębiorstwa pierwszego [por. 183]



Rys. 4.6. Produktywności cząstkowe dla przedsiębiorstwa pierwszego uwzględniające podział ze względu na zasoby

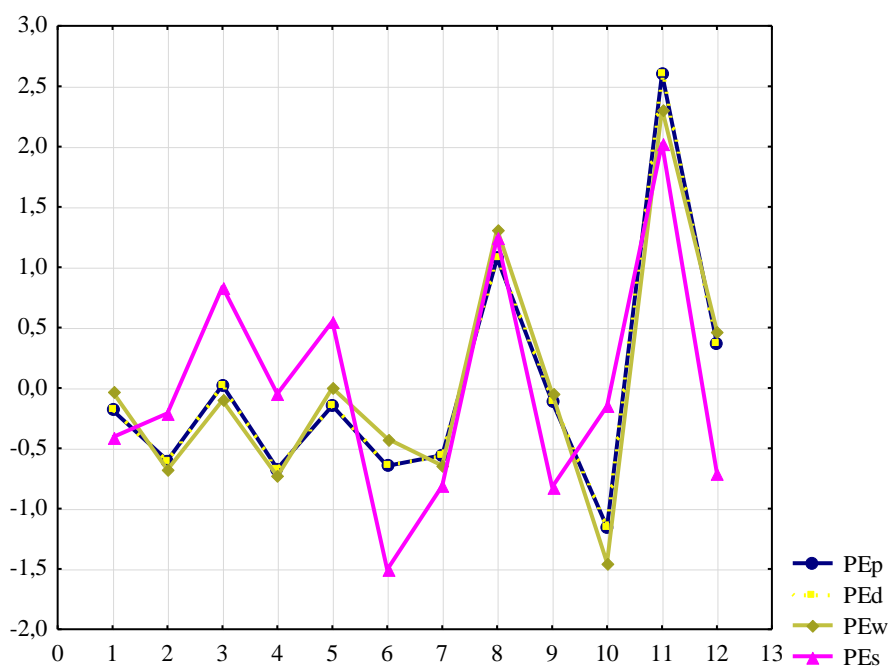


Tabela 6. Wartości współczynnika zmienności wskaźników produktywności – przedsiębiorstwo pierwsze

PRODUKTYWNOŚĆ	PC	PK	PM	PE	PL
ŚREDNIA	1,12	598,26	1,32	116,76	8,73
ODCHYLENIE STANDARDOWE	0,15	36,26	0,11	20,30	0,87
WSPÓŁCZYNNIK ZMIENNOŚCI	13,48%	6,06%	8,66%	17,39%	9,92%

Na rysunku 4.7 znajdują się wyniki wskaźników produktywności dla II poziomu szczegółowości. Są to produktywność energii dla:

- procesów logistycznych związanych z produkcją (PEp),
- dystrybucji (PEd),
- magazynu (PEw),
- zaopatrzenia (PEs).



Rys. 4.7. Produktywności cząstkowe energii dla poszczególnych procesów logistycznych w przedsiębiorstwie pierwszym

Po wykonaniu standaryzacji na rysunku 4.7 widoczne są trzy krzywe, ponieważ PEp i PEd mają identyczny przebieg. Najbardziej różniące się wartości od pozostałych zauważalne są dla produktywności energii procesów zaopatrzenia. Pozostałe wskaźniki mają podobny przebieg. Zaopatrzenie zużywa najmniej energii z wszystkich analizowanych procesów logistycznych,

stąd też nawet nieznaczne wahanie znacznie wpływa na jego wartość. Analiza współczynnika zmienności (tab. 7) wskazuje na największe różnice w wartościach dla wskaźnika produktywności energii procesów magazynowych.

Tabela 7. Wartości współczynnika zmienności wskaźników produktywności cząstkowych dla energii

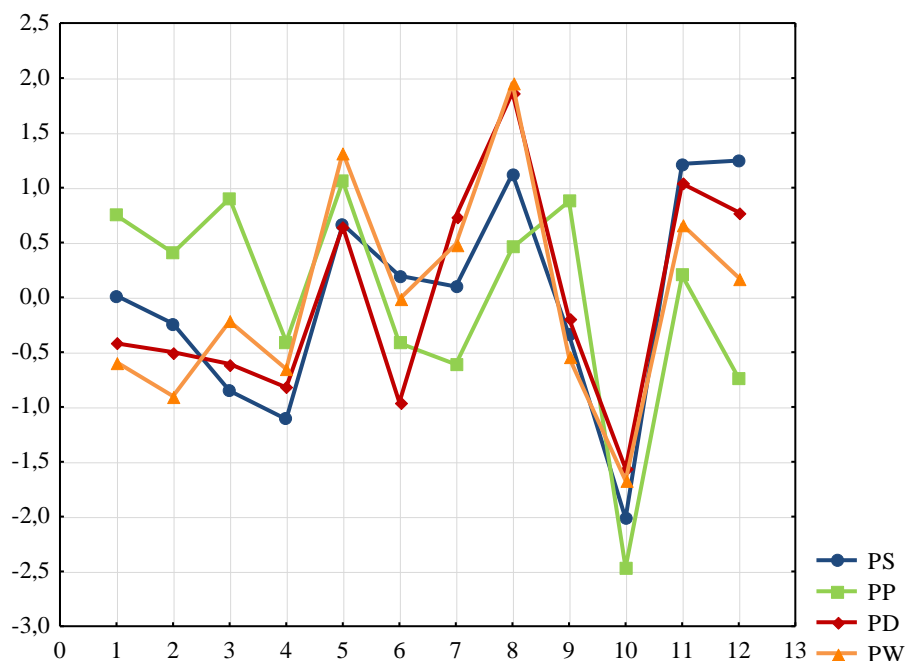
<b>PRODUKTYWNOŚĆ</b>	PEp	PEd	PEw	PEs
ŚREDNIA	80,92	1565,60	67,35	2,22
ODCHYLENIE STANDARDOWE	12,65	244,65	12,80	0,34
WSPÓLCZYNNIK ZMIENNOŚCI	15,63%	15,63%	19,01%	15,17%

Dokonano także analizy produktywności dla procesów logistycznych, dzieląc współczynniki produktywności ze względu na procesy logistyczne. Zgodnie z drugim sposobem podziału zaprezentowanym w rozdziale 3.3.1., dla przedsiębiorstwa pierwszego wyznaczono cztery wskaźniki produktywności:

- dystrybucji (PD),
- produkcji (PP),
- magazynu (PW),
- zaopatrzenia (PS).

Wyniki po standaryzacji, którą przeprowadzono w programie STATISTICA, zaprezentowano na rysunku 4.8. Standaryzacja umożliwiła również porównanie tych próbek względem siebie. Charakterystyczny jest dziesiąty miesiąc analizy, w którym wszystkie wskaźniki drastycznie zmały. Również wskaźnik produktywności całkowitej (rys. 4.5) dla tego miesiąca był bardzo niski. Wtedy koszty przewyższyły przychody ze sprzedaży. Był to jeden z końcowych miesięcy roku, w którym przedsiębiorstwa dokonują inwestycji w celu zmniejszenia zysków rocznych. Wpłynęło to również na wskaźniki produktywności. Rozwój infrastruktury powoduje, że wartość zasobów wykorzystywanych w procesach również wzrasta, a wskaźnik produktywności maleje. Zgodnie z tym sposobem podziału wskaźników, produktywność dystrybucji wykazuje się największą zmiennością z wszystkich analizowanych procesów (tab. 8). Produktywność magazynów charakteryzuje się podobną zmiennością. Wynika to z zależności między tymi procesami – jeśli towar nie jest wydawany, jest zatem

składowany w magazynach i odwrotnie, niski poziom zapasów jest spowodowany systematycznym wydawaniem towaru skoordynowanym z produkcją.



Rys. 4.8. Produktywności cząstkowe dla przedsiębiorstwa pierwszego uwzględniające podział ze względu na procesy logistyczne

Tabela 8. Współczynniki zmienności produktywności cząstkowych w badanym przedsiębiorstwie

<b>PRODUKTYWNOŚĆ</b>	<b>PS</b>	<b>PP</b>	<b>PD</b>	<b>PW</b>
ŚREDNIA	154,27	1,16	125,29	79,64
ODCHYLENIE STANDARDOWE	19,32	0,16	18,89	11,61
WSPÓŁCZYNNIK ZMIENNOŚCI	12,52%	13,72%	15,08%	14,57%

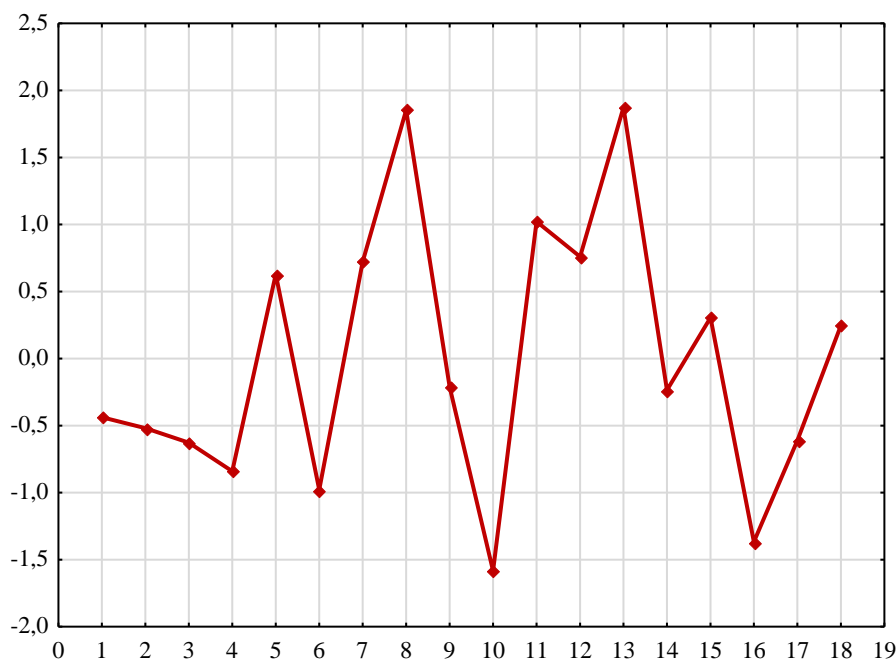
W etapie poprzedzającym opracowanie rozwiązania usprawniającego należało zastanowić się nad tym, który z procesów usprawniać. Głównym celem przedsiębiorstwa jest ustabilizowanie produktywności. Dlatego koncentrowano się na współczynniku zmienności, jako jednym z prostych narzędzi. Badanie produktywności pierwszym sposobem wykazała, że najgorszą produktywnością charakteryzuje się produktywność energii procesów magazynowych. 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. Rozważono takie możliwości usprawnień jak:

- 1) wyposażenie magazynu w bardziej energooszczędny sprzęt chłodzący,
- 2) zatrudnienie dodatkowego pracownika, co poprawi funkcjonowanie procesu dystrybucji,
- 3) zakup nowego, spójnego oprogramowania, które ułatwi wymianę informacji pomiędzy jednostkami.

Spśród 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. Pozostałe rozwiązania są bardziej kosztowne i mają charakter długotrwały. Z uwagi na zastosowanie po raz pierwszy metody badania produktywności przedsiębiorstwa obawiano się inwestycji, które mogą nie przynieść efektów. Pracownika natomiast można zwolnić, jeśli nie uzyska się spodziewanych efektów. Głównym efektem powinien być wzrost produktywności przedsiębiorstwa, a także wzrost przychodów ze sprzedaży.

Wdrożenie rozwiązania nastąpiło od szesnastego miesiąca. Kontrola po trzech miesiącach wykazała, że już w kolejnych miesiącach widoczne były pozytywne tendencje (rys. 4.9), 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. W związku z czym można po etapie kontroli cały proces rozpocząć od pierwszego etapu (rys. 3.5).



Rys. 4.9. Produktywność procesów dystrybucji dla przedsiębiorstwa pierwszego – etap kontroli

#### 4.1.3. Podsumowanie

Weryfikacji opracowanej metody dokonano w średniej wielkości przedsiębiorstwie, w którym realizowane są logistyczne procesy związane z zaopatrzeniem, produkcją, dystrybucją oraz magazynowaniem. Przeprowadzono kolejne etapy zgodnie z zaproponowaną metodą badania produktywności przedsiębiorstwa. Każdy z tych etapów został zrealizowany według opracowanej procedury badania produktywności. Określa ona kolejne kroki oraz osoby odpowiedzialne za ich realizację. Najwięcej czasu zajęło zebranie danych do analizy oraz sama analiza.

W badanym przedsiębiorstwie do tej pory nie wszystkie dane były agregowane w taki sposób, aby od razu wyznaczyć wskaźniki produktywności. Przedsiębiorstwo chciało w tym zakresie dokonać zmian. Po zestawieniu danych, kolejnym pracochłonnym etapem była ich analiza. W kolejnym etapie pracowano nad rozwiązaniem usprawniającym, po wybraniu procesów wymagających usprawnień. Wdrożenie wybranego rozwiązania (zatrudnienie dodatkowego pracownika) pozwoliło zauważyć wzrost produktywności procesów dystrybucji oraz przychodów ze sprzedaży.

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 przedsiębiorstwach. Problem produktywności jest dostrzegany przez kierownictwo. Potencjał w poprawie efektywności wykorzystywanych zasobów jest doceniany przez zainteresowane przedsiębiorstwo. W badanym przedsiębiorstwie potwierdziło się założenie o powtarzalności badania produktywności. Poprawiono jeden z procesów i zauważono, że kolejne również mogą być usprawnione.

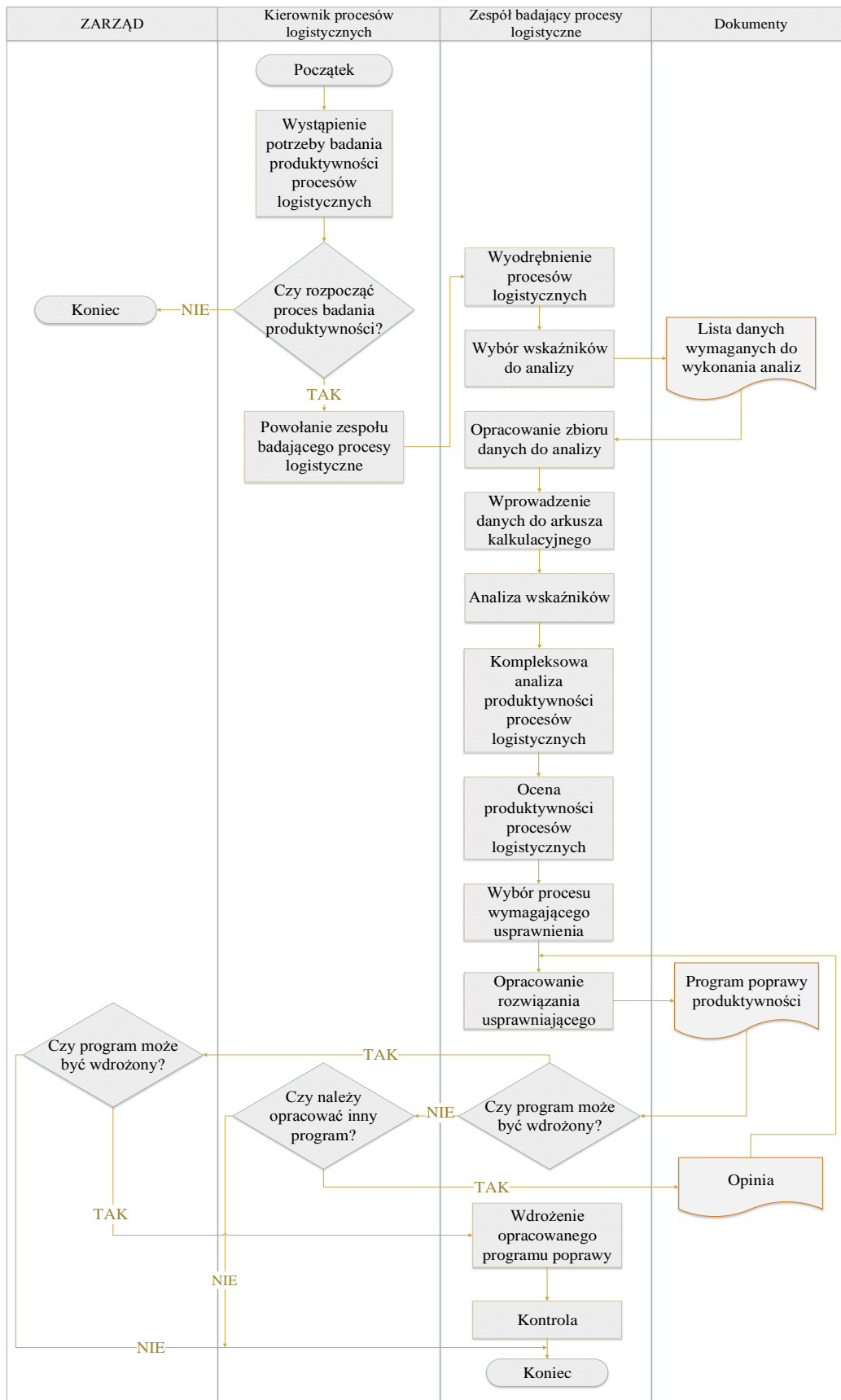
Zmiana w procesach logistycznych spowodowała również zmianę w produktywności całkowitej. Analiza produktywności w całym badanym okresie potwierdza tę zależność. W związku z czym zasadne jest twierdzenie, że zmiany w procesach logistycznych wywołują zmiany w produktywności przedsiębiorstwa.

## **4.2. Przykład drugi – duże przedsiębiorstwo z branży energetycznej**

Opracowana metoda badania produktywności przedsiębiorstw produkcyjnych została zweryfikowana w dużym przedsiębiorstwie. Opisany przykład dotyczy przedsiębiorstwa drugiego, które jest liderem w sieciach energetycznych, produktach elektryfikacji, automatyce przemysłowej, robotyce i systemach napędowych, obsługującym klientów z sektora użyteczności publicznej, przemysłu oraz transportu i infrastruktury na całym świecie. Badania prowadzone były w jednej z polskich fabryk, koncentrującej się na produktach dedykowanych branży energetycznej. W badanej fabryce powstają transformatory.

### **4.2.1. Opis procedury badania produktywności w przedsiębiorstwie drugim**

W każdym przedsiębiorstwie badanie produktywności przebiega inaczej. Rysunek 4.10 przedstawia procedurę przygotowaną w konsultacji z przedsiębiorstwem drugim. W związku z tym, że jest to duże przedsiębiorstwo, niektóre przygotowane rozwiązania wymagają akceptacji zarządu. Zależy to od stopnia inwestycji oraz usprawnienia. Graficzna prezentacja procedury jest formalnym przedstawieniem, kto jest odpowiedzialny za poszczególne procesy.



Rys. 4.10. Procedura badania produktywności przedsiębiorstwa z uwzględnieniem procesów logistycznych dla przedsiębiorstwa drugiego

W skład zespołu badającego procesy logistyczne powołani byli:

- kierownik procesów logistycznych,
- osoby odpowiedzialne za poszczególne procesy logistyczne realizowane w przedsiębiorstwie, czyli transport, zaopatrzenie i dystrybucja, magazyn oraz produkcja,
- przedstawiciel działu kontrolingu.

#### **4.2.2. Realizacja badania produktywności przedsiębiorstwa**

Klasyfikacja procesów logistycznych w przedsiębiorstwie nie była skomplikowanym zadaniem, ponieważ przedsiębiorstwo ma bardzo dobrze usystematyzowane procesy. Wyróżniono procesy:

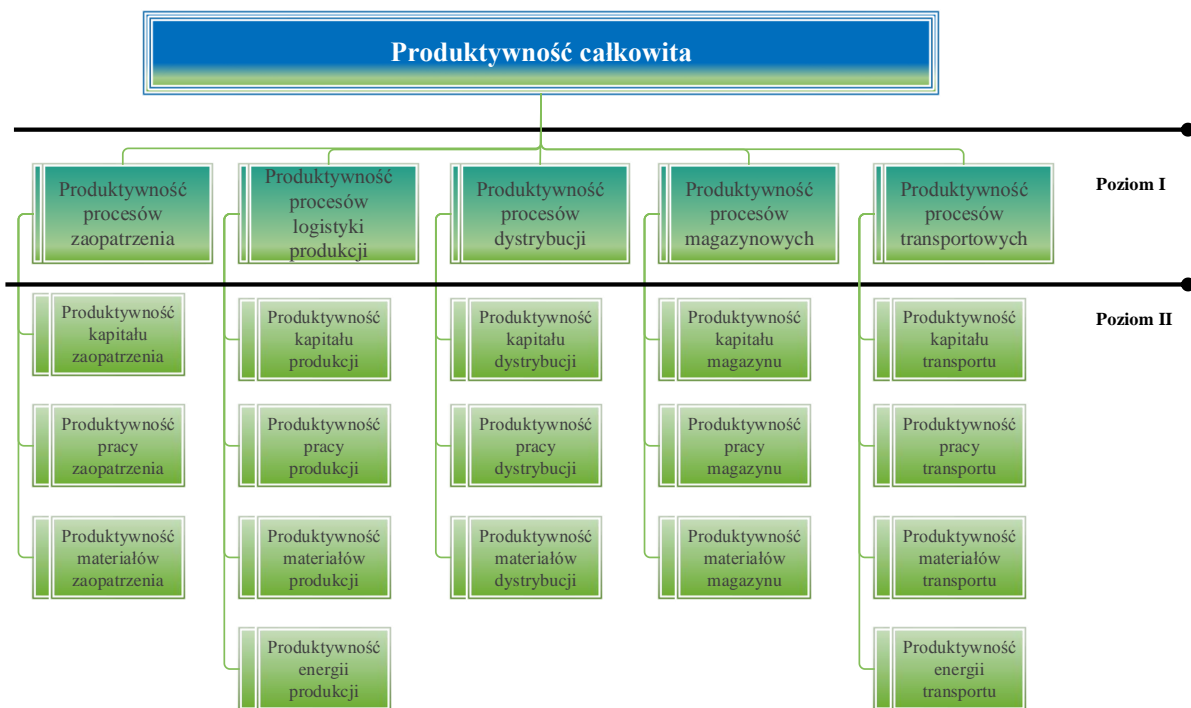
- zaopatrzenia,
- produkcji,
- dystrybucji,
- magazynowania,
- transportowania.

W ramach działań związanych z procesem zaopatrzenia w przedsiębiorstwie wykonuje się takie działania jak: planowanie zapotrzebowania, analiza rynku zaopatrzeniowego, nawiązywanie współpracy z dostawcami oraz utrzymywanie relacji z nimi, ocena dostawców oraz jakości dostarczanych towarów, a także zarządzanie dostawami. Do głównych zadań logistycznych procesów podsystemu produkcji należą planowanie i przygotowanie produkcji oraz koordynacja przebiegu procesów produkcyjnych. Planowanie zapasów, dobór kanału oraz sposobu transportu towaru, obsługa klientów, sprzedaż i promocja należą do zadań procesów dystrybucyjnych. W ramach tego procesu należy sprawdzić poprawność zapakowania towaru oraz jego jakość i kompletność. Procesy magazynowe składają się z: zarządzania magazynem, organizacji jego przestrzeni, manipulacją towarów, materiałów oraz wyrobów gotowych. Procesy transportowe związane są z realizacją przemieszczania materiałów, wyrobów gotowych oraz części zamiennych. Przedsiębiorstwo zajmuje się także ekspedycją wyrobów gotowych. Nie ma wyodrębnionego działu zajmującego się logistyką odpadów, jednakże pomimo tego jest liderem w dziedzinie ochrony środowiska. Wprowadzając nowe rozwiązania, zwraca się uwagę na ekologię oraz energooszczędność. Zadania logistyki odpadów są



rozłożone na pozostałe procesy. W każdym z tych procesów ważne jest zarządzanie informacjami oraz ich archiwizowanie, jak również wymiana informacji pomiędzy odpowiednimi procesami.

Etap przygotowania danych do analizy rozpoczął się od wyboru sposobu podziału wskaźników produktywności, który będzie stosowany. Ze względu na szybszą analizę produktywności ze szczególnym uwzględnieniem procesów logistycznych, wykorzystując drugi sposób podziału wskaźników według opracowanej metody, postanowiono go zaproponować do zastosowania (rys. 4.11). W związku z brakiem możliwości wyznaczenia, niektórych wskaźników zostały one pominięte na rysunku.



Rys. 4.11. System podziału wskaźników produktywności w przedsiębiorstwie drugim

Na podstawie tak dobranego systemu pomiaru wybrano dane niezbędne do wyznaczenia wskaźników. Każdy z kierowników procesów logistycznych zebrał odpowiednie dane związane z jego procesami. Po dane produkcyjne oraz koszty ogólne przedsiębiorstwa zwrócono się do kontrolingu. Pracownicy przedsiębiorstwa drugiego zebraли dane we własnym układzie przygotowanym tak, aby łatwo kopiować dane z układów, które są stosowane w przedsiębiorstwie. Przedstawiony system podziału został zaproponowany na tym etapie realizacji badania.

Analiza i ocena produktywności była realizowana dwuetapowo. Najpierw wyznaczono wskaźniki z pierwszego poziomu, a następnie wybrano jeden obszar do analiz bardziej szczegółowych i na tej podstawie wybrano proces wymagający usprawnienia.

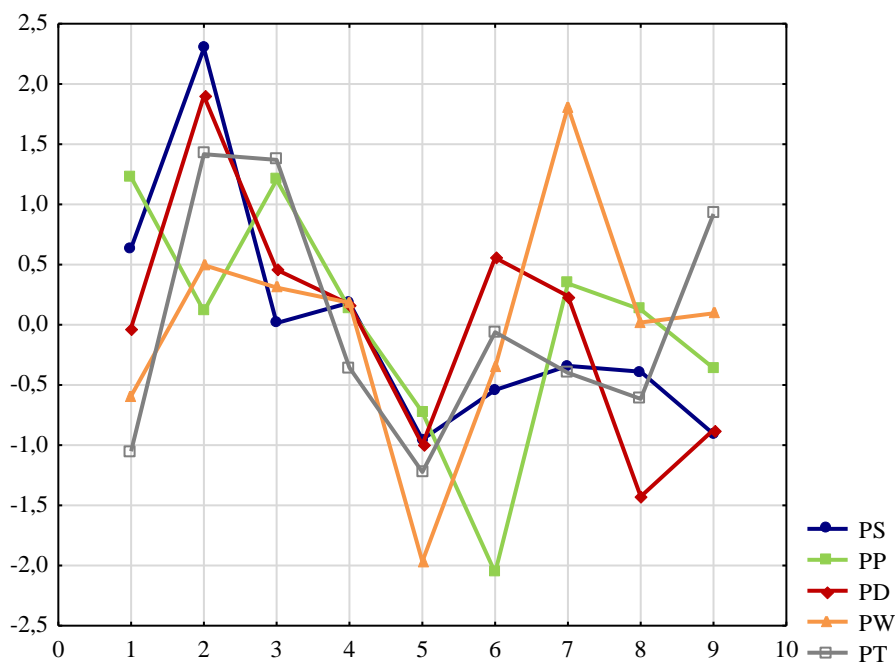
Rozpoczęto od wyznaczenia wskaźników produktywności całkowitej (PC) oraz produktywności cząstkowych dla procesu:

- zaopatrzenia (PS),
- produkcji (PP),
- dystrybucji (PD),
- magazynu (PW),
- transportu (PT).

Przeanalizowano dane dla dziewięciu miesięcy. Wyniki dla produktywności całkowitej prezentuje rysunek 4.12. Wskaźniki produktywności cząstkowych przedstawia rysunek 4.13. Produktywność całkowita w przedsiębiorstwie drugim jest niestabilna. Widoczne jest załamanie w piątym miesiącu badania. Jest ono spowodowane wysokimi kosztami oraz spadkiem produkcji sprzedanej. Pomimo tego zauważalny jest stopniowy spadek produktywności całkowitej przedsiębiorstwa. Stąd też warto dokonywać dalszych analiz, aby poszukać słabych procesów logistycznych, które można poprawić.



Rys. 4.12. Produktywność całkowita dla przedsiębiorstwa drugiego



Rys. 4.13. Produktywności cząstkowe dla przedsiębiorstwa drugiego według podziału na procesy logistyczne

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, prawie 20% (tab. 9). Produktywność procesów magazynowych poprawiła się w ciągu dziewięciu miesięcy i jest najstabilniejsza, gdyż jej wskaźnik zmienności wynosi około 10%. Procesy transportowe wyróżniają się największą zmiennością, ponad 25%. Wynika to z faktu, że średnia wartość jest niska i zmiana wskaźnika o kilka setnych, procentowo stanowi dużą różnicę. 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.

Tabela 9. 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%

W wyniku analizy wskaźników wyznaczonych dla pierwszego poziomu, postanowiono w kolejnym poziomie szczegółowości (II) dokonać oceny produktywności procesów zaopatrzenia. Z uwagi na charakter procesu oraz względnie krótki okres badania okazało się, że brak jest celowości wyznaczania zaproponowanych wskaźników cząstkowych wskazanych na rysunku 4.11. Wykonano analizę wrażliwości poszczególnych wskaźników w badanym okresie. Zatrudnienie w tym czasie było stałe. Zmiany wskaźnika produktywności pracy zaopatrzenia wykazywane są, gdy do jego wyznaczenia wyrazi się pracę w jednostkach wartościowych (zł). Zmiany te nie są istotne z punktu widzenia sprawności funkcjonowania procesów logistycznych. Zaangażowany kapitał również jest taki sam w poszczególnych miesiącach. Wahania kosztów zaopatrzenia materiałowego sięgają 34%. Po znaczącym ich spadku, od szóstego miesiąca wykazują tendencję wzrostową. Koszty związane z obsługą dostaw są największe i mają największy udział w funkcjonowaniu procesów zaopatrzeniowych. Postanowiono wobec tego skupić się na poszukiwaniu rozwiązań usprawniających, uznając, że słabym miejscem logistycznym w danym momencie jest proces zaopatrzenia, w szczególności zarządzanie dostawami.

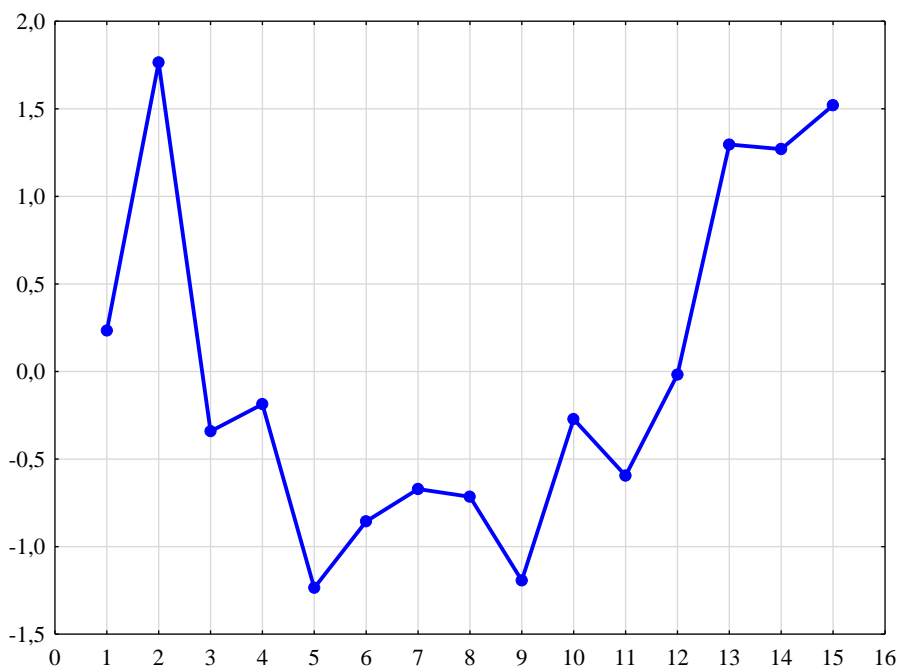
W kolejnym etapie realizacji metody badania produktywności ze szczególnym uwzględnieniem procesów logistycznych opracowano usprawnienia dla zidentyfikowanego wąskiego gardła. Przedsiębiorstwo posiada zaawansowany program do zarządzania przedsiębiorstwem, w związku z czym wdrożenie nowego systemu było bezcelowe. Uwagę skupiono na dostawcach i obsłudze dostaw. Przeanalizowano, ilu jest dostawców dla poszczególnych surowców. Wykonano ocenę dostawców oraz zweryfikowano ich pod kątem jakości dostarczanych towarów. Wysoka jakość produktu i cena, a także krótki czas realizacji zamówień, to czynniki, które coraz częściej pozwalają wygrać z konkurencją. Sprawna organizacja dostaw stanowi jednak nie lada wyzwanie. Dotyczy to zwłaszcza badanego przedsiębiorstwa, gdzie stopień skomplikowania podnosi dodatkowo duża liczba podwykonawców oraz kooperowanie w ramach złożonych „łańcuchów dostaw”.

Zaproponowane zmiany w wyniku przeprowadzenia tzw. burzy mózgów to:

1. Generowanie planu zapotrzebowania (zamówień do dostawców) w oparciu o parametry przypisane dostawcom, takie jak: partia zakupowa, średni czas dostawy, minimalna ilość zakupowa, czy okres zamrożenia, w jakim można dokonać zmian w zamówieniach do dostawcy, w celu racjonalizacji polityki zakupów.
2. Skrócenie czasu rozładunku dostaw oraz czasu w oczekiwaniu na rozładunek.

Skupiono się na lepszym planowaniu dostaw. Przyjęcie tych rozwiązań nie wymagało zgody zarządu, więc możliwe było ich wdrożenie już w kolejnym miesiącu. Rozwiązania nie angażujące środków inwestycyjnych nie muszą być opiniowane przez zarząd. Postanowiono zweryfikować dostawców oraz pracowników pracujących przy rozładunkach dostaw. W sposób bardziej czytelny opisano sferę rozładunku dostaw, co ułatwiło odnajdywanie pracownikom docelowego miejsca danego surowca i doprowadziło do skrócenia czasu rozładunku. Strefę rozładunku pozwolono zaplanować pracownikom, którzy dokonywali rozładunku.

Kontrolę postanowiono przeprowadzić po czterech miesiącach od rozpoczęcia stosowania w pełni przygotowanych rekomendacji. Po zebraniu danych za okres piętnastu miesięcy zweryfikowano zasadność wprowadzonych zmian. Wyniki przedstawione są na rysunkach: 4.14 i 4.15.



Rys. 4.14. PS dla przedsiębiorstwa drugiego – etap kontroli



Rys. 4.15. Produktywność całkowita dla przedsiębiorstwa drugiego – etap kontroli

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%. Jednak nadal ulega wahaniom. Warto zauważyć, że od wdrożenia usprawnień (12 miesiąc) dla wskaźnika produktywności całkowitej nie odnotowano spadku poniżej wartości zanotowanej dla dwunastego miesiąca.

#### 4.2.3. Podsumowanie

Weryfikacji dokonano w dużym przedsiębiorstwie produkcyjnym działającym w branży energetycznej. Są w nim realizowane logistyczne procesy związane z zaopatrzeniem, produkcją, dystrybucją, magazynowaniem oraz transportem. Przeprowadzono kolejne etapy zgodnie z zaproponowaną metodą badania produktywności przedsiębiorstwa. Każdy z tych etapów został zrealizowany według opracowanej procedury badania produktywności dla przedsiębiorstwa. Określa ona kolejne kroki oraz osoby odpowiedzialne za ich realizację w przedsiębiorstwie drugim.

Postanowiono dokonać usprawnienia w realizacji procesów zaopatrzeniowych, ze względu na drastyczny spadek wartości produktywności tych procesów. W przypadku przedsiębiorstwa

drugiego, analiza wskaźnika produktywności procesów zaopatrzeniowych, korzystając z pośrednich mierników takich jak:

- czas rozładunku,
- średni czas dostawy,
- czas poszukiwania miejsca docelowego surowca,

spowodowała, że poprzez ich skrócenie, dokonano usprawnienia procesów zaopatrzeniowych w przedsiębiorstwie. Zaangażowano również w te działania pracowników najniższego szczebla, co nie pozostało bez znaczenia. Pracownicy poczuli się docenieni i mają świadomość, że ich zdanie też jest ważne. Wprowadzone zmiany pozwoliły zahamować spadek wartości wskaźnika produktywności całkowitej. Po przeprowadzeniu weryfikacji uznaje się za zasadne dzielenie wskaźników produktywności ze względu na procesy logistyczne. Zaproponowana metoda realizacji badania produktywności w przedsiębiorstwie produkcyjnym, ze szczególnym uwzględnieniem procesów logistycznych, jest możliwa do przeprowadzenia w dużych przedsiębiorstwach.

Należy mieć świadomość, że poza zaopatrzeniem, na funkcjonowanie przedsiębiorstwa oraz jego produktywność, wpływ mają także inne procesy logistyczne. Stąd też postanowiono rozpocząć od początku, raz jeszcze, badanie produktywności dla procesów logistycznych. Przedsiębiorstwo chce znaleźć kolejny słaby proces logistyczny, który można usprawnić. W przedsiębiorstwie drugim nie rozwiązano zespołu badającego procesy logistyczne, ponieważ zgodnie z założeniem metody, że może być stosowana w sposób ciągły, powrócono do etapu 1.

### **4.3. 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 przedsiębiorstwie drugim. Jest to duże przedsiębiorstwo i wykazało zainteresowanie zastosowaniem przedstawionej autorskiej metody. Kierownik procesów logistycznych postanowił kontynuować w sposób ciągły badanie produktywności. Czynnikiem decydującym o takiej decyzji, była również chęć ustabilizowania wskaźnika produktywności całkowitej przedsiębiorstwa.

#### 4.3.1. Realizacja badania produktywności przedsiębiorstwa

Weryfikując metodę po raz pierwszy w przedsiębiorstwie, zainteresowano się wynikami dla wszystkich procesów logistycznych i postanowiono od początku przeprowadzić badanie. W związku z tym etap klasyfikacji procesów logistycznych w przedsiębiorstwie jest już wykonany i nie zauważono zasadności jej aktualizacji.

Przygotowanie danych do analizy polegało na zaktualizowaniu wcześniejszego zbioru danych o wartości dla kolejnych miesięcy. Drugi cykl badania produktywności dotyczył analizy i oceny produktywności w okresie piętnastu miesięcy. Z uwagi na fakt, iż w poprzednim badaniu okazało się, że wskaźniki dla II poziomu szczegółowości nie wniosły wartości do oceny w zakresie identyfikacji słabych miejsc, przyjęto podział wskaźników przedstawiony na rysunku 4.16. Przewiduje się, że podobnie jak w poprzednim cyklu, o produktywności poszczególnych procesów logistycznych na kolejnym poziomie szczegółowości, będzie się wnioskować na podstawie pośrednich mierników, co jest dopuszczalne w proponowanej metodzie. Pierwszymi wskaźnikami cząstkowymi, wyznaczonymi w przedsiębiorstwie, poza produktywnością całkowitą, były wartości produktywności:

- zaopatrzenia (PS),
- produkcji (PP),
- dystrybucji (PD),
- magazynu (PW),
- transportu (PT).

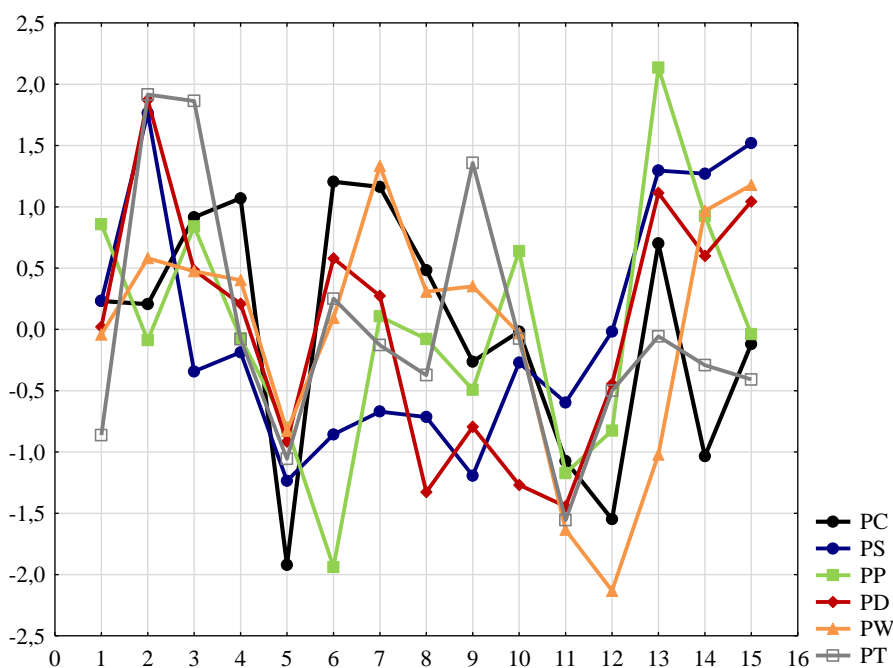


Rys. 4.16. System podziału wskaźników produktywności dla przykładu trzeciego

Etap analizy i oceny produktywności rozpoczęto od wyznaczenia wskaźników produktywności. Wyniki poddane analizie przedstawia rysunek 4.17 i tabela 10. Produktywność całkowita dla badanego okresu została przedstawiona na osobnym wykresie



w poprzednim przykładzie (rys. 4.15), dlatego teraz na jednym rysunku zaprezentowano produktywność całkowitą wraz z wartościami wskaźników produktywności cząstkowych. Produktywność dla procesów zaopatrzenia, produkcji oraz magazynu charakteryzuje się podobną zmiennością - na poziomie 19%. Największą zmiennością, tak jak poprzednio, charakteryzują się procesy transportowe. Biorąc pod uwagę dłuższy okres czasu, wskaźniki wykazują większą zmienność. Jedynie procesy magazynowania wykazały poprawę w zakresie zmienności, czyli są bardziej stabilne.



Rys. 4.17. Produktywność przedsiębiorstwa drugiego – wartości standaryzowane

Tabela 10. Współczynniki zmienności produktywności cząstkowych w przedsiębiorstwie drugim dla piętnastu miesięcy

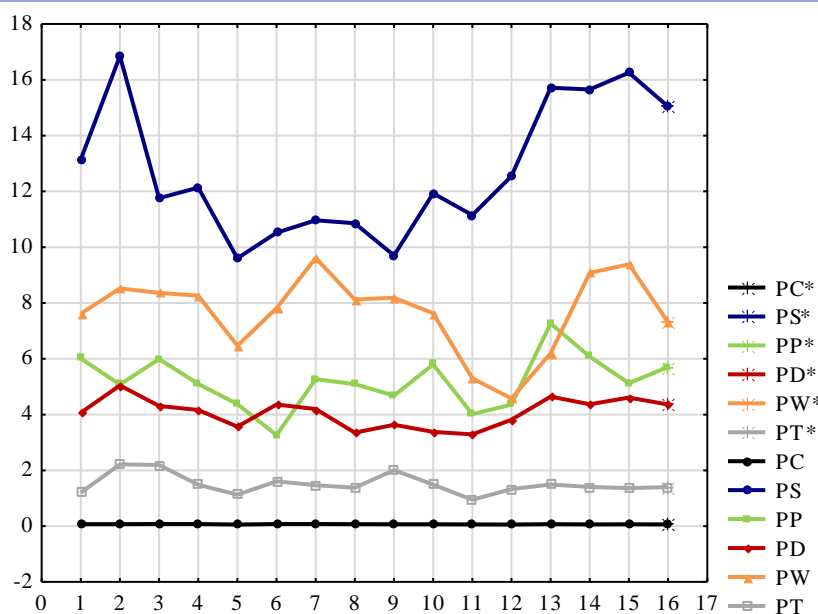
PRODUKTYWNOŚĆ	PC	PS	PP	PD	PW	PT
ŚREDNIA	0,070	12,587	5,167	4,054	7,677	1,515
ODCHYLENIE STANDARDOWE	0,007	2,416	0,982	0,530	1,454	0,365
WSPÓŁCZYNNIK ZMIENNOŚCI	9,82%	19,19%	19,01%	13,08%	18,94%	24,10%

W celu podjęcia lepszych decyzji zarządczych w ramach wyboru procesu do usprawnień, postanowiono wykonać prognozy dla wskaźników produktywności. Wyniki przedstawia tabela 11 oraz rysunek 4.18. 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. W budowaniu prognoz pod uwagę brane były metody przedstawione w rozdziale 2.4. Jedyne nie budowano prognoz w oparciu o model Wintersa, ponieważ liczba posiadanych danych na to nie pozwalała. Nie jest możliwe również wyróżnienie sezonowości, potwierdzają to informacje pozyskane od przedsiębiorstwa. Na podstawie prognozowanych wartości 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 11. Prognoza wskaźników produktywności w przedsiębiorstwie drugim - wyniki

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



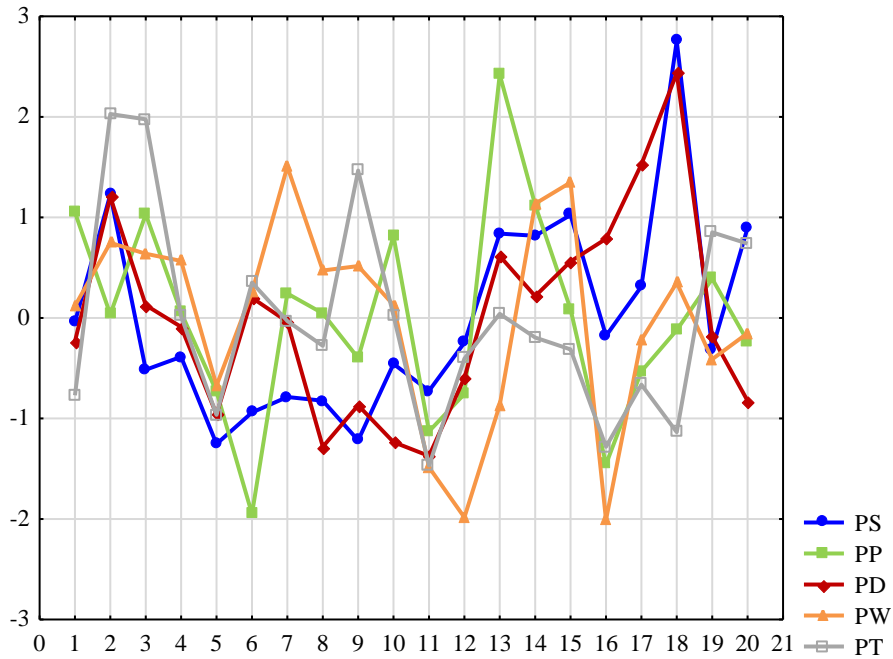
Rys. 4.18. Wartości wskaźników produktywności wraz z prognozą

W przedsiębiorstwie drugim postanowiono usprawnić procesy magazynowe. Skupiono się na rozwiązaniach pozwalających obniżyć koszty utrzymania zapasów. Zatrudnienie pozostawiono na stałym poziomie, ponieważ liczba osób obsługujących magazyn stanowiła niezbędne minimum i była wystarczająca. 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.

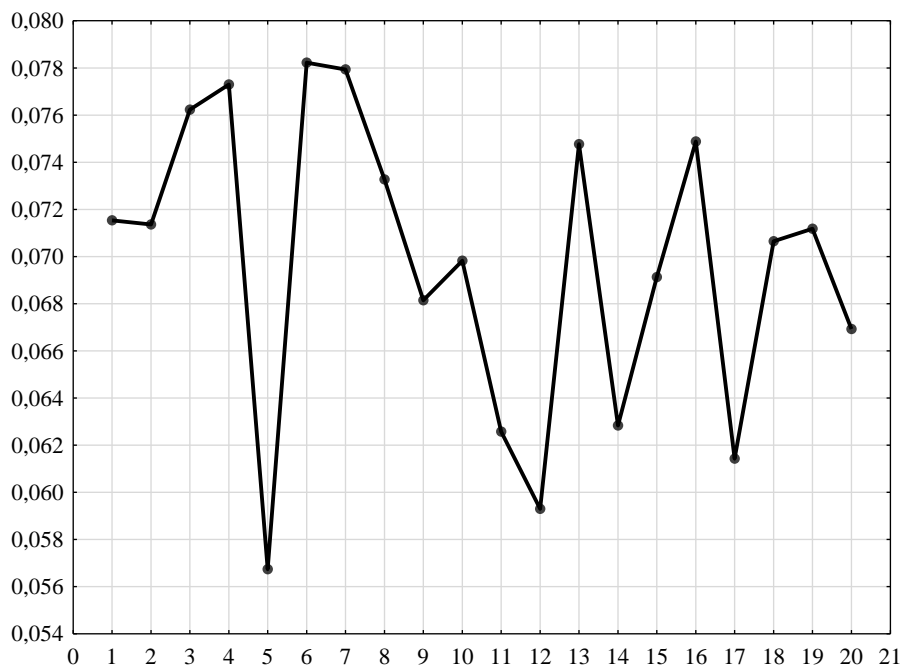
Po trzech miesiącach od funkcjonowania nowych zasad przeprowadzono etap kontroli osiągniętych efektów. Zestawiono ze sobą wszystkie cząstkowe wskaźniki produktywności za okres dwudziestu miesięcy - na rysunku 4.19. Wdrożone zasady pozwoliły w okresie czterech miesięcy obniżyć koszty zapasów produkcji 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 lepsza. Niestety nie jest to sytuacja idealna i nadal należy skupić uwagę na dalszym udoskonalaniu tychże procesów.

Wskaźnik produktywności całkowitej (rys. 4.20) początkowo wzrósł, jednakże w ostatnim miesiącu zanotowano spadek. Zauważono, że przychody z produkcji sprzedanej wzrosły mniej proporcjonalnie niż koszty nakładów poniesionych na nią. Mogło to być spowodowane znaczącym spadkiem produktywności procesów dystrybucyjnych w ostatnich miesiącach, czyli gorszym wykorzystaniem, bądź zarządzaniem procesami dystrybucyjnymi.



Rys. 4.19. Produktywności cząstkowe dla przedsiębiorstwa drugiego dla dwudziestu miesięcy



Rys. 4.20. Produktywność całkowita dla przedsiębiorstwa drugiego dla dwudziestu miesięcy

### 4.3.2. Podsumowanie

Przeprowadzono weryfikację w dużym przedsiębiorstwie produkcyjnym. Badanie produktywności przedsiębiorstwa w drugim cyklu pozwoliło usprawnić procesy magazynowania. Procesy te wykazały poprawę w obszarze ich produktywności. Ogólnie, po wykonanych usprawnieniach w przedsiębiorstwie, jego produktywność stała się bardziej

stabilna. Nie są już zauważalne mocne wahania w wartościach tego wskaźnika. Usprawnienia zrealizowane w przykładzie drugim wpłynęły na produktywność procesów zaopatrzeniowych, która wzrosła i utrzymuje się na wyższym poziomie – wynosi około 16 jednostek.

Dokonano usprawnienia w zakresie poprawy funkcjonowania procesów magazynowych. Głównym celem była redukcja kosztów utrzymania zapasów, poprzez ich redukcję.

Po raz kolejny potwierdzono, że zaproponowana metoda badania produktywności w przedsiębiorstwie produkcyjnym, ze szczególnym uwzględnieniem procesów logistycznych, jest możliwa do przeprowadzenia w dużych przedsiębiorstwach. Dodatkowo w przedsiębiorstwie drugim potwierdzono, że zasadnym jest realizowanie badania produktywności w sposób ciągły.

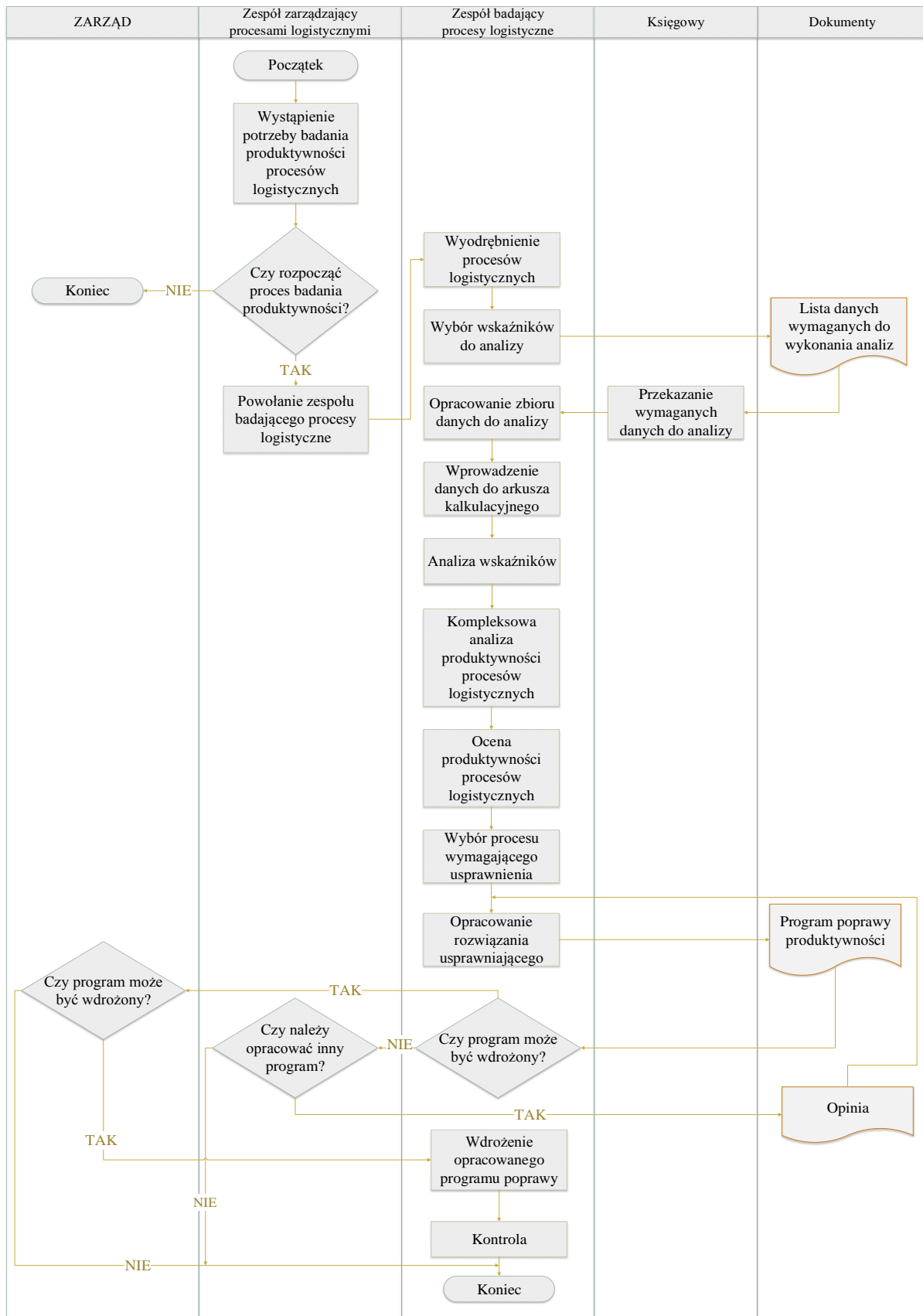
#### **4.4. Przykład czwarty – średnie przedsiębiorstwo z branży motoryzacyjnej**

Weryfikacji dokonano w średnim przedsiębiorstwie z branży motoryzacyjnej, nazywanej w pracy przedsiębiorstwem trzecim. Przedsiębiorstwo to zajmuje się produkcją naczepek z siedzibą w jednym z polskich województw. Jest prężnie rozwijającym się w swojej dziedzinie. Jednocześnie jest wysoko cenionym dostawcą specjalistycznych rozwiązań w zakresie pojazdów użytkowych dla takich sektorów, jak: kopalnie, energetyka, wojsko, straż pożarna i wiele innych.

##### **4.4.1. Opis procedury badania produktywności w przedsiębiorstwie trzecim**

W przedsiębiorstwie trzecim przygotowano procedurę badania produktywności ze szczególnym uwzględnieniem procesów logistycznych (rys. 4.21). Wyróżniono w niej księgowego, ponieważ jest to firma zewnętrzna, którego zadaniem jest przygotowanie danych niezbędnych do wykonania analiz. Otrzymuje on listę danych, które ma przygotować i przekazać zespołowi badającemu procesy logistyczne.

Zarząd decyduje, czy program poprawy produktywności wdrożyć, czy też nie. Przy kosztownych uprawnieniach wymagana jest jego zgoda, oczywiście po wcześniejszej ocenie. Mniej kosztowne poprawki dokonywane w procesach będą traktowane jako informacje dla zarządu. Jednakże tego organu nie można pominąć.



Rys. 4.21. Procedura badania produktywności przedsiębiorstwa z uwzględnieniem procesów logistycznych dla przedsiębiorstwa trzeciego

Zespół zarządzający procesami logistycznymi to dyrektorzy odpowiedzialni za poszczególne działania powiązane z logistyką i produkcją:

- dyrektor zarządzający,
- kierownik ds. produkcji,
- kierownik ds. magazynu i logistyki.

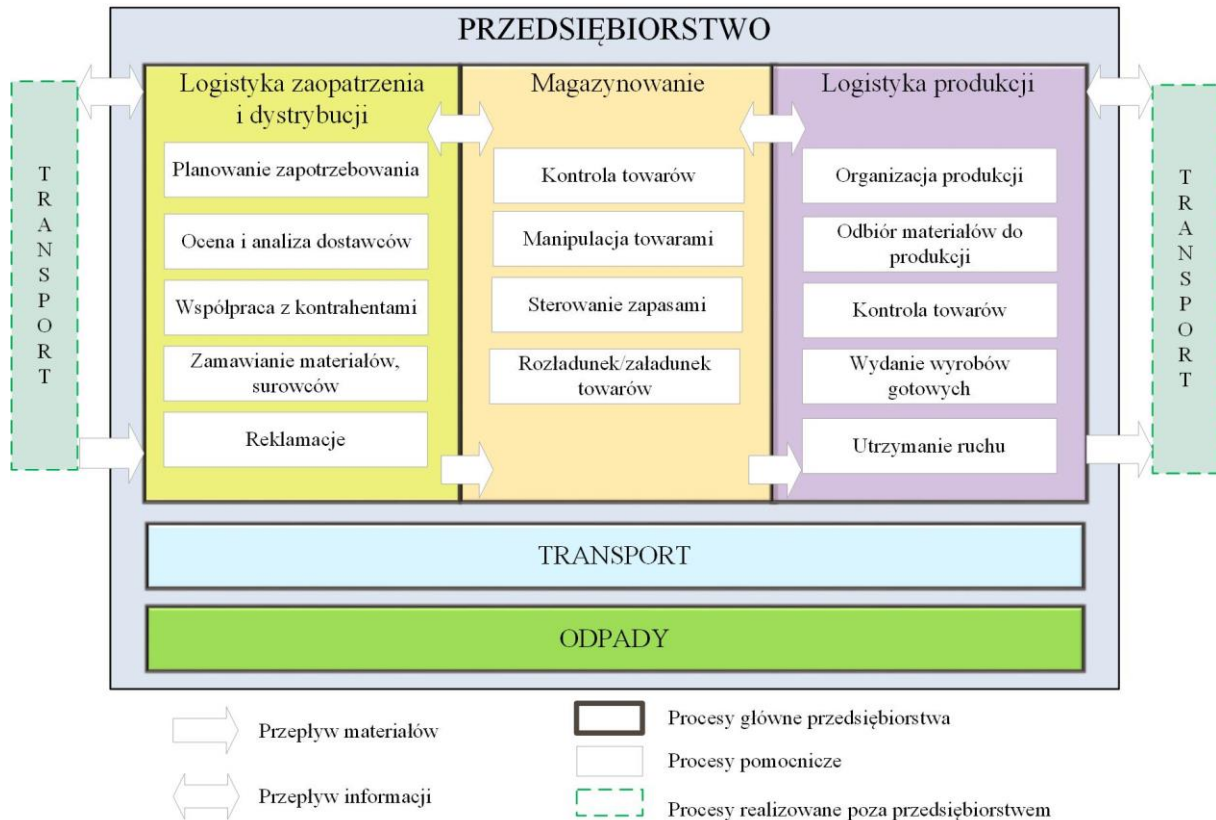
Oni wybierają osoby, które będą reprezentować poszczególne działy w zespole badającym procesy logistyczne oraz nadzorować prace tego zespołu. Podczas pierwszego badania zespół badający procesy logistyczne składał się z wymienionych wcześniej kierowników, dyrektor zarządzającej oraz kierownika ds. kadr i administracji.

#### **4.4.2. Realizacja badania produktywności przedsiębiorstwa**

Po usystematyzowaniu kolejności prac w przedsiębiorstwie, rozpoczęto realizację badania produktywności. Etap pierwszy, czyli wyodrębnienie procesów logistycznych w przedsiębiorstwie został wykonany na podstawie rozdziału 3.3. Każdy z zespołu badającego procesy logistyczne sklasyfikował zadania, za które jest odpowiedzialny, do odpowiedniego procesu logistycznego. Ogólna mapa tych procesów przedstawiona została na rysunku 4.22. Jako główne procesy logistyczne wyróżniono:

- logistykę zaopatrzenia i dystrybucji – najwięcej czasu poświęca się realizacji procesów zaopatrzeniowych; dystrybucja jest realizowana w minimalnym zakresie i mieści się w ramach takich procesów jak współpraca z kontrahentami oraz częściowo reklamacje,
- logistykę produkcji, gdzie dokonuje się kontroli towarów przekazywanych do produkcji i magazynu, utrzymanie ruchu oraz organizacja produkcji,
- magazynowanie łączące produkcję z zaopatrzeniem, ponieważ towary są składowane w magazynie oraz podejmuje się decyzje związane ze sterowaniem zapasami.

Transport jest zaznaczony w trzech miejscach, ponieważ procesy transportowe są realizowane zarówno do przedsiębiorstwa jak i poza przedsiębiorstwo, a także wewnątrz przedsiębiorstwa. Dodatkowo część transportu odbywa się przez przedsiębiorstwo i jest sterowane przez nie. Odpady są jedynie składowane i następnie przekazywane do odbiorcy zewnętrznego.



Rys. 4.22. Uogólniona mapa procesów dla przedsiębiorstwa trzeciego

Etap polegający na przygotowaniu danych do analizy rozpoczął się od spotkania zespołu badającego procesy logistyczne w celu dokonania wyboru wskaźników do analizy oraz weryfikacji, które wskaźniki są możliwe do wyznaczenia na podstawie posiadanych danych archiwalnych. Wybrano zestaw wskaźników odpowiadający podziałowi przedstawionemu na rysunku 4.23. Na tej podstawie sporządzono listę danych wejściowych i przekazano ją księgowemu, celem zebrania danych. Część danych została zebrana przez członków zespołu badającego procesy logistyczne. Dotyczyło to informacji, które są przez nich przetwarzane.

Analiza i ocena produktywności realizowana była na dwóch poziomach. Najpierw wyznaczono wskaźniki produktywności:

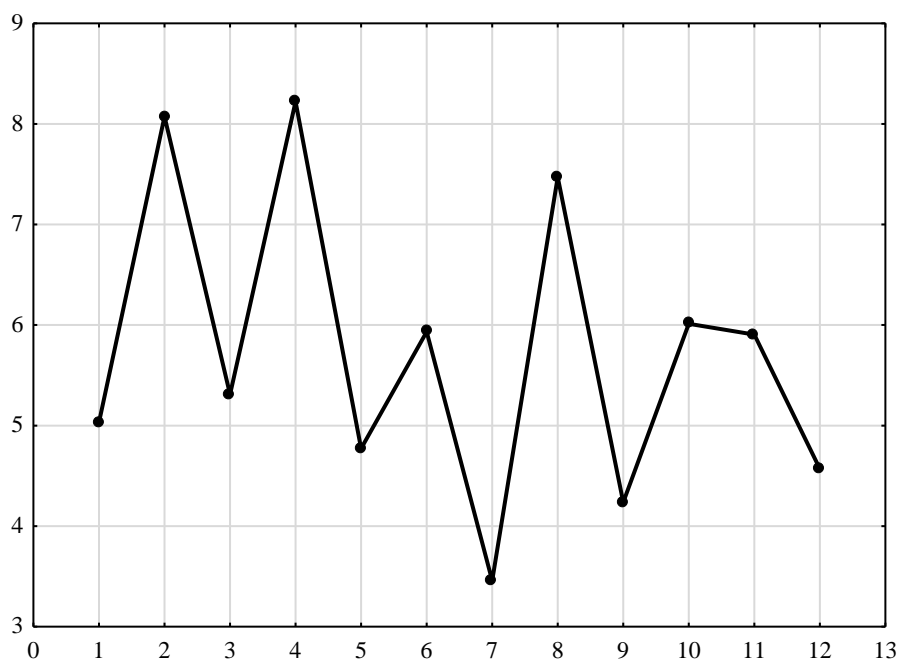
- całkowitej przedsiębiorstwa (PC),
- zaopatrzenia (PS),
- produkcji (PP),
- magazynu (PW),
- transportu (PT),
- gospodarki odpadami (PR).



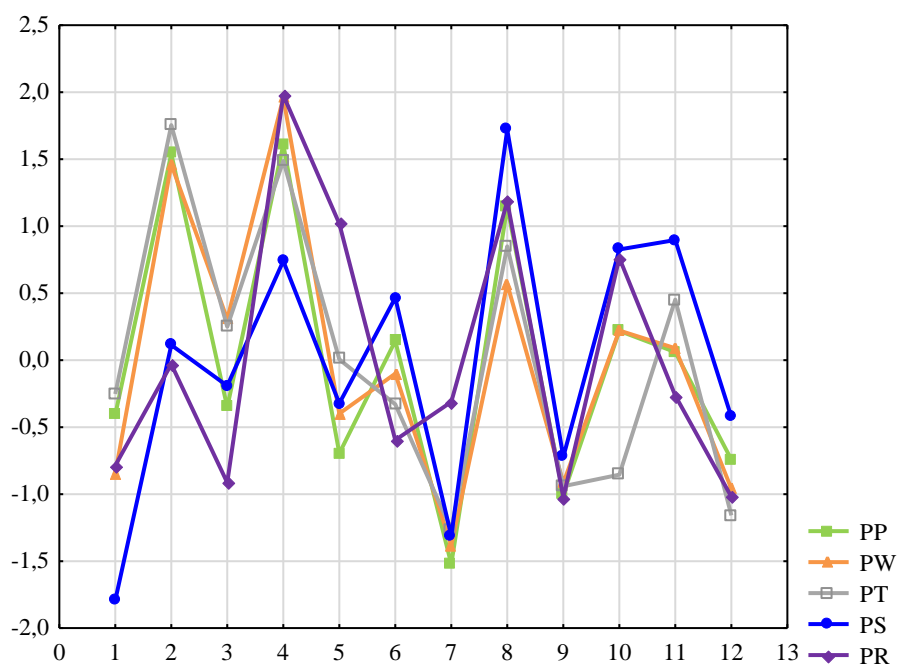


Rys. 4.23. System podziału wskaźników produktywności w przedsiębiorstwie trzecim

Zebrano dane dotyczące dwunastu miesięcy. Wyniki zaprezentowano na rysunkach: 4.24 i 4.25. Analiza rysunków wskazuje na brak stabilności wskaźników produktywności w przedsiębiorstwie. Ostatnie dwa miesiące charakteryzują się spadkami wartości wskaźników produktywności całkowitej jak i częściowych. Dodatkowo dokonano podstawowej analizy danych poprzez wyznaczenie wskaźnika zmienności (tab. 12). 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. 4.24. Wskaźnik produktywności całkowitej dla przedsiębiorstwa trzeciego



Rys. 4.25. Wskaźniki produktywności cząstkowych dla przedsiębiorstwa trzeciego

Tabela 12. Współczynniki zmienności wskaźników produktywności w przedsiębiorstwie trzecim

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

Celem lepszej analizy produktywności oraz podjęcia właściwej decyzji, co do wyboru procesu wymagającego usprawnienia, postanowiono wykonać prognozy poszczególnych wskaźników. Wyniki zbiorcze przedstawia tabela 13. 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:

$$- \text{ dla PC } y_t^* = -0,1189 \cdot t + 6,5226, \quad (65)$$

$$- \text{ dla PP } y_t^* = -0,1331 \cdot t + 7,3558, \quad (66)$$

$$- \text{ dla PW } y_t^* = -3,8623 \cdot t + 151,79, \quad (67)$$

$$- \text{ dla PR } y_t^* = -124,76 \cdot t + 9389,9. \quad (68)$$

Tabela 13. Prognoza wskaźników produktywności w przedsiębiorstwie trzecim - wyniki

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

W przypadku pozostałych wskaźników najmniejszymi błędami obarczona jest metoda średniej ruchomej 4-elementowa. Jednakże, w przypadku niektórych wskaźników zauważalne

są znaczące błędy prognoz. Według wybranych modeli prognostycznych każdy z wyznaczanych wskaźników powinien odnotować wzrost wartości w kolejnym miesiącu. 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 (tab. 14).

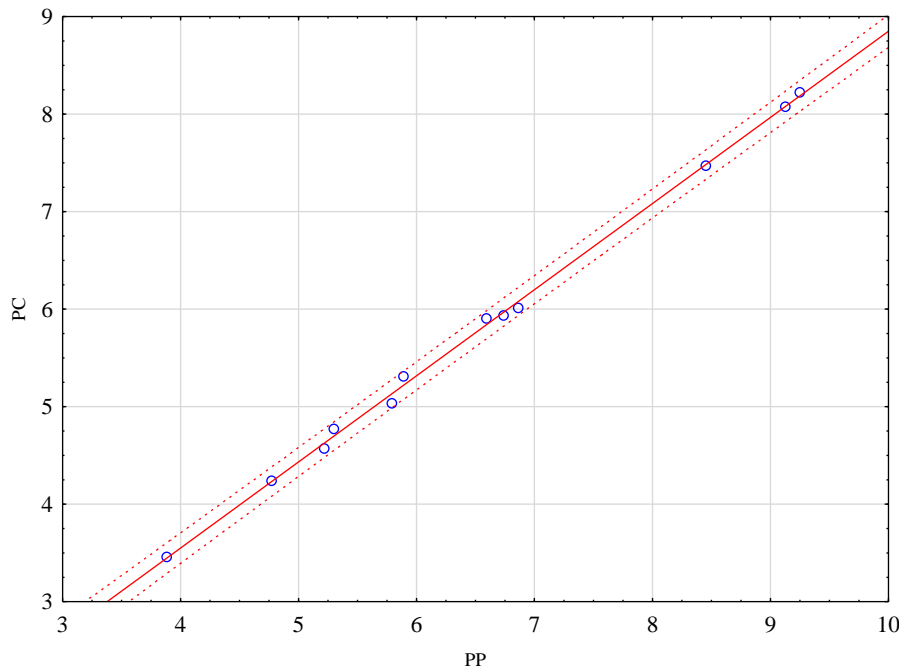
Tabela 14. Wskaźniki korelacji ( $r_{ij}$ ) dla wskaźników produktywności przedsiębiorstwa trzeciego

	PC	PP	PW	PT	PS	PR
PC	1	0,999	0,950	0,886	0,708	0,621
PP	0,999	1	0,941	0,873	0,700	0,614
PW	0,950	0,941	1	0,895	0,662	0,639
PT	0,886	0,873	0,895	1	0,503	0,530
PS	0,708	0,700	0,662	0,503	1	0,587
PR	0,621	0,614	0,639	0,530	0,587	1

Zmienne objaśniające powinny być mocno skorelowane ze zmienną objaśnianą. W tym celu wyznacza się wartość krytyczną współczynnika korelacji. Dla analizowanego przykładu, przy poziomie istotności  $\alpha=0,1$ , wartość ta wynosi  $r^*=0,497$ . Z pierwszej kolumny tabeli 14, należy wyeliminować te zmienne, dla których  $r_{ij}<r^*$ . Dla analizowanych danych brak jest takich zmiennych. Następnie wybiera się tą zmienną, która jest najbardziej skorelowana ze zmienną objaśnianą – jest nią PP. Ostatnim krokiem w doborze zmiennych do modelu jest eliminacja zmiennych, które są silnie ze sobą skorelowane, czyli wskaźniki korelacji są wyższe niż  $r^*$  - są to zmienne PW, PT, PS i PR. Z powyższego wynika, że w modelu należy uwzględnić PP, jako zmienną objaśniającą. Wykres rozrzutu produktywności całkowitej względem produktywności logistyki produkcji wskazuje na liniową zależność. Stąd też wybrano model regresji liniowej (rys. 4.26). Wykorzystano dostępne narzędzia w arkuszach kalkulacyjnych do wyznaczenia wzoru modelu oraz współczynnika determinacji, który wskazuje, w jakim stopniu model wyjaśnia rzeczywistość. Model ma postać:

$$PC = 0,0158 + 0,8835 * PP. \quad (69)$$

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

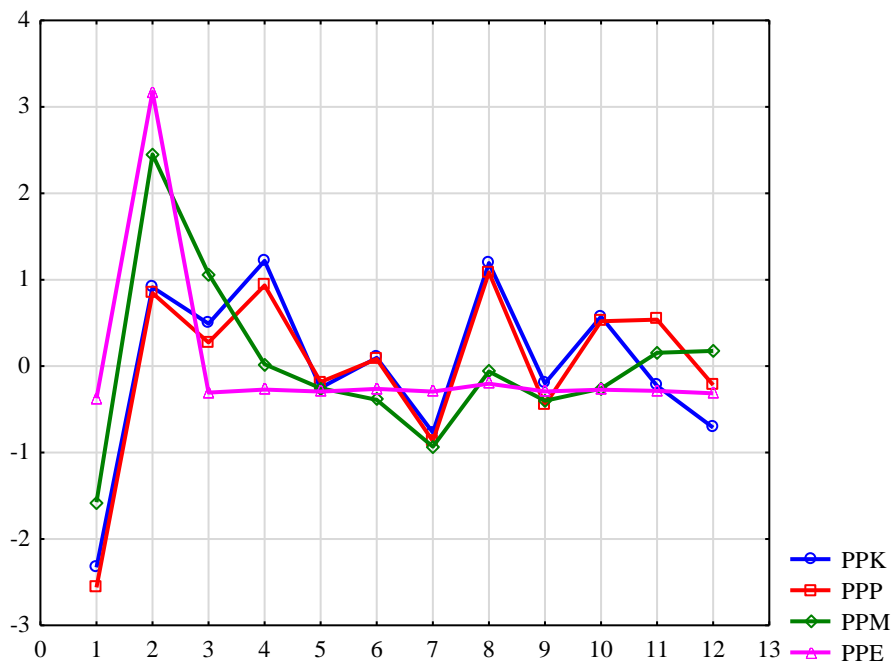


Rys. 4.26. Zależność PC względem PP

Analiza wykazała, że produktywność całkowita w głównej mierze zależna jest od realizacji logistycznych procesów produkcyjnych. Wyznaczono wskaźniki produktywności dla II poziomu szczegółowości, czyli produktywność logistycznych procesów produkcyjnych:

- kapitału (PPK),
- pracy (PPP),
- materiałów (PPM),
- energii (PPE).

Rysunek 4.27 przedstawia wyniki dla produktywności cząstkowej na kolejnym poziomie szczegółowości. 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 ulegają 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.

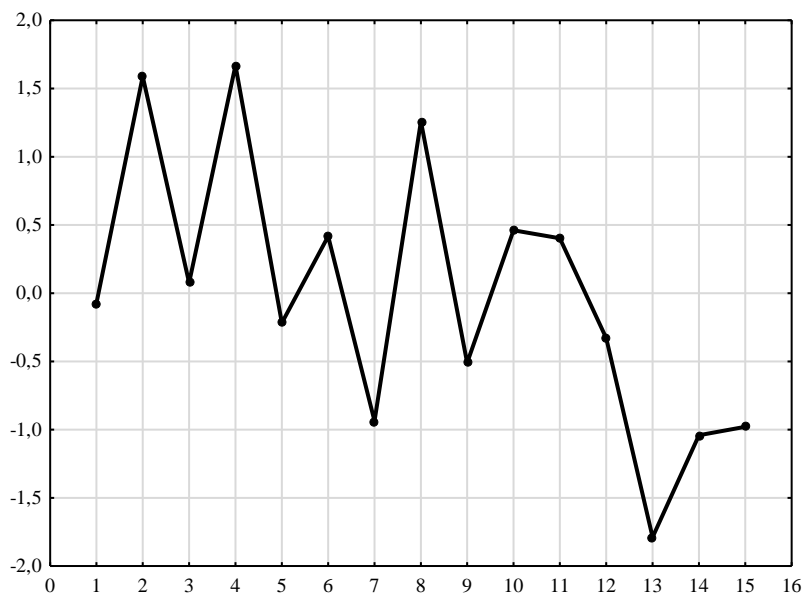


Rys. 4.27. Wskaźniki produktywności cząstkowej dla logistycznych procesów produkcyjnych

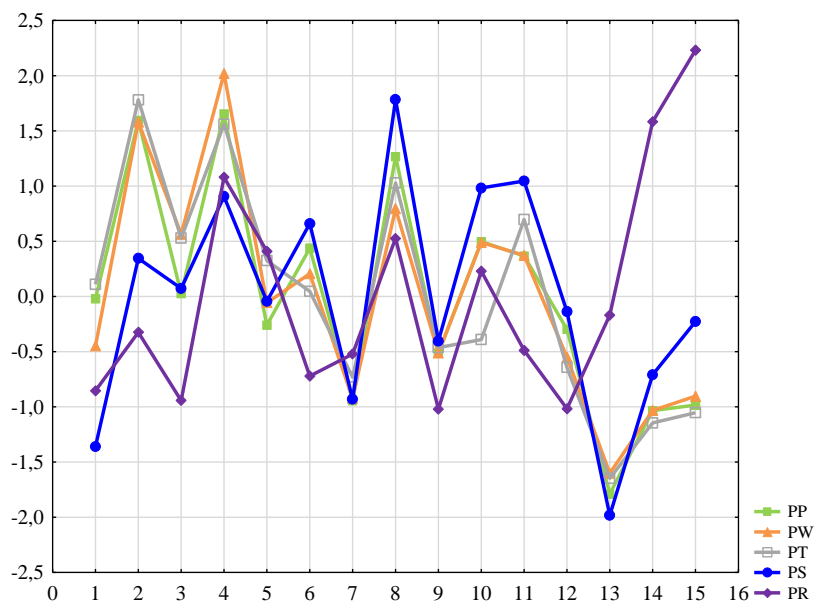
W związku z rozwojem przedsiębiorstwa postanowiono wdrożyć teorię ograniczeń (TOC). Doskonalenie procesów przy pomocy metody TOC wymaga identyfikacji wąskich gardeł. Wykazano, że wąskim gardłem w dążeniu do poprawy produktywności może być organizacja produkcji. Zmiany w przedsiębiorstwie są wprowadzane 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 nakładanie 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. Wyniki przedstawiają rysunki: 4.28 i 4.29, 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 zmiany w mianowniku, czyli na wahania kosztów związane z realizacją procesów gospodarowania odpadami. Pozostałe charakteryzują się podobnym przebiegiem jak produktywność całkowita.



Rys. 4.28. Produktywność całkowita dla przedsiębiorstwa trzeciego po piętnastu miesiącach



Rys. 4.29. Produktywności cząstkowe dla przedsiębiorstwa trzeciego po piętnastu miesiącach

#### **4.4.3. Podsumowanie**

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.

Badane przedsiębiorstwo jest w trakcie ciągłego rozwoju, dlatego interesuje się dokonywaniem usprawnień w różnych obszarach. Pierwszym krokiem było usystematyzowanie procesów logistycznych. Następnie dobrano wskaźniki i zebrano dane. Był to proces, który pochłonął trochę czasu. Ułatwieniem była prowadzona dosyć starannie archiwizacja danych oraz szeroki zakres gromadzonych danych. Po zestawieniu danych kolejnym pracochłonnym etapem była ich analiza. W badanym przedsiębiorstwie wykazano, że największy i bardzo znaczący wpływ na produktywność przedsiębiorstwa mają logistyczne procesy produkcyjne. Wdrożone rozwiązania mające usprawnić procesy planowania i organizowania produkcji, dotyczyły również innych obszarów logistycznych. W związku z tym, usprawnienia w przedsiębiorstwie wpłynęły pozytywnie nie tylko na logistykę produkcji.

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 przedsiębiorstwach.

Zmiana w procesach logistycznych spowodowała również zmianę w produktywności całkowitej. Analiza produktywności w całym badanym okresie potwierdza tę zależność. W związku z czym zasadne jest twierdzenie, że zmiany w procesach logistycznych wywołują zmiany w produktywności przedsiębiorstwa.

W badanym przedsiębiorstwie potwierdziło się założenie o powtarzalności procesu analizy produktywności. Poprawiono jeden z procesów i zauważono, że kolejne również mogą być usprawnione. Gdyby wskazać na rekomendacje w celu dalszej poprawy produktywności, sugeruje się przeanalizować gospodarkę odpadami, po to aby ją ustabilizować. Należałoby przeanalizować miejsca powstawania odpadów oraz możliwości ich eliminacji.



## **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.

Przeprowadzenie analizy literatury pozwoliło stwierdzić, że brak jest metod badania produktywności w przedsiębiorstwach produkcyjnych, które w sposób bezpośredni odnoszą się do realizowanych procesów logistycznych. Pozwoliło to określić wymagania stawiane nowej metodzie badania produktywności. Przedstawione dotychczas podejścia badania produktywności nie zawierały wskaźników pozwalających badać produktywność kompleksowo w aspekcie procesów logistycznych. Na podstawie analizy aktualnego stanu wiedzy sformułowano tezę oraz cele badawcze pracy.

W opracowaniu metody kierowano się między innymi założeniami koła Deminga oraz opracowaniem wskaźników bezpośrednich. 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. Jednak pomimo tego, metoda najlepiej sprawdza się w średnich i dużych przedsiębiorstwach z uwagi na konieczność zaangażowania zespołu pracowników oraz jej pracochłonność.

W pracy zaprezentowano wyniki przeprowadzonych badań w trzech przedsiębiorstwach produkcyjnych, dwóch średnich i jednym dużym.

Nie zakończono badania jedynie na wskazaniu rozwiązań usprawniających i podaniu rekomendacji przedsiębiorstwom, lecz dokonano usprawnień i zweryfikowano efekty podjętych działań. Głównym celem pracy było opracowanie metody badania produktywności przedsiębiorstwa produkcyjnego z uwzględnieniem procesów logistycznych oraz opracowanie

zbioru wskaźników wykorzystywanych w badaniu produktywności. Cel ten został zrealizowany. W związku z uwzględnieniem w opracowanej metodzie etapu kontroli wyników, postanowiono badanie rozszerzyć i w przedsiębiorstwach wybrać usprawnienie do wdrożenia, a później dokonać weryfikacji.

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.

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 zagadnienie produktywności 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. Nie prowadzono badań w tym kierunku. Praca badawcza stanowi wkład w nauki techniczne. Łączy w sobie zagadnienia z zakresu produktywności, logistyki, statystyki, a także prognozowania i ekonometrii. Ponadto autorska metoda badania produktywności uwzględniająca procesy logistyczne ułatwi opracowywanie programów poprawy produktywności przedsiębiorstwom, sprawiając, że będą one efektywniejsze, poprawią funkcjonowanie oraz swoją pozycję konkurencyjną na rynku.

Przykłady praktyczne przedstawione w pracy, służące weryfikacji opracowanej metody badania produktywności przedsiębiorstw produkcyjnych ze szczególnym uwzględnieniem procesów logistycznych, 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.*

## **KIERUNKI DALSZYCH BADAŃ**

Opracowana metoda została zweryfikowana w przedsiębiorstwach, które skłoniły do rozważań nad dalszymi kierunkami badań. W kontynuowanej działalności badawczej praca będzie skierowana na poszerzenie liczby przedsiębiorstw stosujących metodę oraz w oparciu o kolejne przypadki dokonywana walidacja metody badania produktywności ze szczególnym uwzględnieniem procesów logistycznych. W tym kierunku opracowano już podział koncepcji, metod i narzędzi (tab. 5), które mogą prowadzić do poprawy produktywności poprzez usprawnianie poszczególnych procesów logistycznych. Należy kolejno zweryfikować poszczególne metody, czy i w jakim stopniu wpływają na poprawę produktywności przedsiębiorstwa.

Rozważania podczas badań w ramach opracowywania metody badania produktywności procesów logistycznych skierowane były na przedsiębiorstwa produkcyjne. Następnym etapem mogą być badania nad możliwościami aplikacyjnymi metody w przedsiębiorstwach usługowych.

Kolejnym elementem, który jest wart uwagi i poświęcenia czasu w ramach badań naukowych jest opracowanie listy rankingowej zalecanych metod do wdrożenia przez przedsiębiorstwa przemysłowe chcące poprawić produktywność. Lista ta zawierać powinna metody usprawniające procesy logistyczne według sugerowanej kolejności ich wdrażania. Po opracowaniu takiej listy przedsiębiorstwa szybciej będą znajdowały odpowiednie rozwiązania dostosowane do swoich warunków. Klasyfikacja tych metod powinna być dokonana ze względu na procesy logistyczne oraz zawierać kryteria, kiedy stosować dane rozwiązanie. Do wykonania tych badań potrzebna będzie odpowiednio dobrana próba badawcza.

W dalszych badaniach proponuje się wykonanie dokładnej oceny wpływu procesów logistycznych na produktywność. Jest to skomplikowany proces, ponieważ wymaga zaawansowanej wiedzy oraz umiejętności stosowania metod ekonometrycznych. Dodatkowo badanie takie będzie bardzo czasochłonne.

Przedstawiona metoda wskazuje na wpływ procesów logistycznych w przedsiębiorstwie. Opracowane wskaźniki mogą posłużyć do badania nie tylko jednostki, ale całej grupy przedsiębiorstw. Badania wskazują na istnienie możliwości wyznaczenia wartości produktywności poszczególnych procesów logistycznych dla różnych grup przedsiębiorstw

a nawet całej gospodarki. Wyznaczone w ten sposób wskaźniki mogą być wartościami wzorcowymi dla przedsiębiorstw. Należałoby dokonać klasyfikacji przedsiębiorstw w celu podziału na grupy i w każdej z nich badać produktywność ze szczególnym uwzględnieniem procesów logistycznych, a następnie wyznaczyć wskaźnik wzorcowy.

Z powyższego wynika, iż badanie produktywności procesów logistycznych jest tematem z szerokimi możliwościami jego kontynuowania w różnych aspektach.

## **SŁOWNIK WAŻNIEJSZYCH POJĘĆ**

Z uwagi na różnorodne definiowanie pojęć w literaturze przedmiotu, przyjmuje się następujące definicje pojęć stosowanych w pracy:

1. **Efektywność** jest to iloraz efektu użytkowego i nakładów poniesionych na jego uzyskanie. Efektywność jest pojęciem szerszym od produktywności - jest to relacja nakładów do efektów.
2. **Logistyka dystrybucji** jest to zintegrowany proces planowania, organizowania i kontroli przepływu produktów oraz związanych z nimi informacji. Składa się z takich działań, jak kompletowanie oraz sprawdzenie prawidłowości przygotowania produktu do dostarczenia, pakowanie wyrobów, przygotowanie dokumentacji wysyłkowej, załadunek oraz wysyłka, dostawa, transport towaru.
3. **Logistyka** obejmuje planowanie, koordynację i sterowanie, zarówno w aspekcie czasu jak i przestrzeni, przebieg procesów realnych, których organizacja jest uczestnikiem, w celu efektywnego osiągnięcia celów tej organizacji.
4. **Logistyka produkcji** zajmuje się planowaniem, organizowaniem i kontrolowaniem przepływu surowców, materiałów, części i elementów kooperacyjnych podczas procesu produkcyjnego, począwszy od składów zaopatrzeniowych (magazynów głównych), poprzez pośrednie magazyny wydziałowe, gniazdowe, stanowiskowe, aż do końcowych magazynów wyrobów gotowych i zbytu.
5. **Logistyka zaopatrzenia** jest zbiorem procesów logistycznych, będących ogniwem pośrednim między produkcją a dystrybucją, którego podstawowym celem jest zaspokajanie potrzeb materiałowych przedsiębiorstwa przy minimalnych kosztach tego procesu.
6. **Logistyka zwrotna** zajmuje się obsługą zwrotów wyrobów uszkodzonych lub pełnowartościowych, które z jakiś powodów klient zwraca oraz dotyczy ponownego zagospodarowania i utylizacji powstałych w procesie produkcyjnym odpadów.
7. **Magazynowanie** jest logicznie powiązaniem zbiorem czynności logistycznych związanych z zarządzaniem zapasami od wejścia do wyjścia z magazynu, realizowanym na każdym szczeblu organizacji.
8. **Miernik** rozumiany jest jako kategoria ekonomiczna i logistyczna odzwierciedlająca zdarzenia i fakty wyrażone w odpowiednich bezwzględnych jednostkach miary.

9. **Proces** jest to sekwencja lub częściowo uporządkowany zbiór powiązanych ze sobą działań, zintegrowanych przez czas, koszty, łączną ocenę wykonania i realizowanych, aby osiągnąć określony cel organizacji.
10. **Proces logistyczny** jest to sekwencja lub częściowo uporządkowany zbiór powiązanych za sobą działań logistycznych, zintegrowanych przez czas, koszty, łączną ocenę wykonania, i realizowanych, aby osiągnąć określony cel.
11. **Proces produkcyjny** jest to uporządkowany zespół działań, których celem jest wykonanie określonego wyrobu.
12. **Produktywność cząstkowa** jest to stosunek całkowitej ilości produkcji (lub ilości produktów poszczególnych rodzajów) do ilości poszczególnych rodzajów zasobów zużytych bądź wykorzystywanych do ich wytworzenia.
13. **Produktywność całkowita (przedsiębiorstwa)** jest to stosunek wielkości produkcji wytworzonej i sprzedanej w rozpatrywanym okresie do ilości wykorzystywanych i/lub zużywanych w tym okresie zasobów wejściowych.
14. **Produktywność procesów logistycznych** jest to stosunek produktu wytworzonego i sprzedanego w rozpatrywanym okresie do wykorzystywanych i/lub zużywanych w tym okresie logistycznych zasobów wejściowych.
15. **Rentowność** jest stosunkiem zysku uzyskanego przez przedsiębiorstwo do wartości sprzedaży, wartości aktywów lub do wartości kapitału własnego. Wskaźniki rentowności są pierwszoplanowymi wskaźnikami charakteryzującymi przedsiębiorstwo.
16. **Skuteczność** jest to stopień osiągnięcia przez system założonego celu. Jest on mierzony stosunkiem wyniku osiągniętego do wyniku założonego.
17. **Sprawność** jest to wykorzystywanie zasobów w sposób mądry i bez niepotrzebnego marnotrawstwa. Miarą sprawności może być stosunek wykorzystywanego czasu pracy zasobu do znajdujących się w dyspozycji zdolności produkcyjnych tegoż zasobu.
18. **Transport** jest działalnością, której celem głównym jest pokonywanie przestrzeni w określonym czasie przy określonych kosztach.
19. **Wskaźnik** odzwierciedla zdarzenia i fakty, jest liczbą względną wyrażającą wzajemny stosunek pewnych wartości oraz ma charakter oceniający, porównawczy.
20. **Wydajność** jest to stosunek całkowitej ilości produktów (wyrobów lub usług), wytworzonych przez obiekt (pracownika lub pracowników, urządzenie techniczne, zakład itd.) do czasu jego pracy.

## LITERATURA

1. *A guide to productivity measurement*. Spring Singapore, 2011. [https://www.spring.gov.sg/Resources/Documents/Guidebook\\_Productivity\\_Measurement.pdf](https://www.spring.gov.sg/Resources/Documents/Guidebook_Productivity_Measurement.pdf), dostęp 12.03.2014.
2. Abt S.: *Zarządzanie logistyczne w przedsiębiorstwie*. PWE, Warszawa 1998.
3. Adamczyk P.: *Produktywność czynników wytwórczych w przemyśle spożywczym w Polsce*. Zeszyty Naukowe SGGW „Ekonomika i organizacja gospodarki żywnościowej”, 2008, nr 71, s. 95-106.
4. Apanowicz J.: *Metodologiczne uwarunkowania pracy naukowej*. Difin, Warszawa 2005.
5. Armisted C., Rowland P.: *Managing Business Processes*. Wiley and Sons, Chichester 1996.
6. Armstrong J. S. (red.): *Principles of forecasting: a Handbook for Researchers and Practitioners*. Kulwer Academic Publisher, New York 2001.
7. Bajer-Marczk R.: *Konsekwencje ciągłego doskonalenia procesów w organizacjach*. W: red. S. Nowosielski: *Podejście procesowe w organizacjach*. Wydawnictwo Uniwersytetu Ekonomicznego, Wrocław 2009.
8. Baran J., Maciejczak M., Pietrzak M., Rokicki T., Wicki L.: *Logistyka. Wybrane zagadnienia*. Wyd. Szkoły Głównej Gospodarstwa Wiejskiego, Warszawa 2008.
9. Beier F. J., Rutkowski K.: *Logistyka*. SGH, Warszawa 1993.
10. Bendkowski J.: *Logistyka jako strategia zarządzania produkcją*. Zeszyty Naukowe Politechniki Śląskiej „Organizacja i Zarządzanie”, zeszyt nr 63, 2013.
11. Bendkowski J., Matusek M.: *Logistyka produkcji praktyczne aspekty. Część I Planowanie i sterowanie produkcją*. Wydawnictwo Politechniki Śląskiej, Gliwice 2013.
12. Bendkowski J., Matusek M.: *Logistyka produkcji praktyczne aspekty. Część II Narzędzia, metody, systemy*. Wydawnictwo Politechniki Śląskiej, Gliwice 2013.
13. Bendkowski J., Radziejowska G.: *Logistyka zaopatrzenia w przedsiębiorstwie*. Wydawnictwo Politechniki Śląskiej, Gliwice 2011.
14. Berlińska J.: *Zwiększenie efektywności pracy maszyn i urządzeń dzięki zastosowaniu Total Productive Maintenance*. „Logistyka”, 6/2013, s.17-23.
15. Blaik P.: *Efektywność logistyki. Aspekt systemowy i zarządczy*. PWE, Warszawa 2015.
16. Blaik P.: *Logistyka. Koncepcja zintegrowanego zarządzania*. PWE, Warszawa 2010.
17. Blaik P., Bruska A., Kauf S., Matwiejczuk R.: *Logistyka w systemie zarządzania przedsiębiorstwem. Relacje i kierunki zmian*. PWE, Warszawa 2013.
18. Blaik P., Matwiejczuk R.: *Logistyczny łańcuch tworzenia wartości*. Wydawnictwo Uniwersytetu Opolskiego, Opole 2008.
19. Blanchard B. S.: *Logistics engineering and management*. Pearson Prentice Hall, New York 2004.
20. Borkowski B., Dudek H., Szczesny W.: *Ekonometria. Wybrane zagadnienia*. PWN, Warszawa 2004.
21. Bovas A., Ledolter J.: *Statistical methods for forecasting*, John Wiley & Sons, New Jersey 2005.
22. Brilman J.: *Nowoczesne koncepcje i metody zarządzania*. PWE, Warszawa 2002.
23. Bučková M., Krajčovič M., Grabaj I.: *Integrated logistics*. W: red. J. Matuszek: *Metody i techniki kształtowania procesów produkcyjnych*. Akademia Techniczno-Humanistyczna, Bielsko-Biała 2016, s. 31-36.



24. Budzyński W.: *Transport w przedsiębiorstwie. Logistyka, spedycja, reklamacje*. Poltext, Warszawa 2017.
25. Christopher M.: *Logistics and Supply Chain Management*. Pearson Education, Great Britain 2005.
26. Christopher M.: *Logistics and Supply Chain Management*. Pearson Education/ Financial Times, 2016.
27. Christopher W. F.: *Productivity measurement handbook*. Productivity Press, Cambridge 1985.
28. Christopher W. F., Thor C. G.: *Handbook for Productivity Measurement and Improvement*. Productivity Press, Cambridge 1993.
29. Ciesielski M. (red.): *Instrumenty zarządzania logistycznego*. PWE, Warszawa 2006.
30. Ciesielski M. (red.): *Logistyka w biznesie*. PWE, Warszawa 2006.
31. Cieślak M. (red.): *Prognozowanie gospodarcze. Metody i zastosowania*. PWN, Warszawa 2005.
32. Coelli Timothy J., Rao Prasada D. S., O'Donnell Christopher J., Battese George E.: *An Introduction to Efficiency and Productivity Analysis*. Springer, New York 2005.
33. Cox J., Schleier J.: *Handbook: Theory of Constraints*. Wydawnictwo McGraw Hill, New York 2010.
34. Coyle J. J., Bardi E. J., Langley C. J. Jr.: *Zarządzanie logistyczne*. PWE, Warszawa 2010.
35. 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.
36. Czakon W. (red.): *Podstawy metodologii badań w naukach o zarządzaniu*. Oficyna Wolters Kluwer, Warszawa 2015.
37. Davenport T. H.: *Process innovation. Reengineering. Work Through Information Technology*. Harvard Business School Press, Boston, Massachusetts 1993.
38. Davenport T. H.: *Reed radical innovation and continuous improvement? Integrate process reengineering and TQM*. „Plan Review” May/Jun 1993, vol. 21, no. 3.
39. Dittmann P.: *Prognozowanie w przedsiębiorstwie. Metody i ich zastosowanie*. Oficyna Ekonomiczna, Kraków 2017.
40. Dohn K.: *Studium oceny procesu produkcyjnego w przedsiębiorstwie przemysłowym*. Wydawnictwo Politechniki Śląskiej, Gliwice 2006.
41. Drabik L., Sobol E.: *Słownik języka polskiego PWN*. Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa 2016.
42. Dudziński Z.: *VADEMECUM organizacji gospodarki magazynowej*. Ośrodek Doradztwa i Doskonalenia Kadr Sp. z o.o., Gdańsk 2008.
43. Durlik I.: *Inżynieria zarządzania: strategia i projektowanie systemów produkcyjnych. Część I Strategie organizacji i zarządzania produkcją*. Agencja Wydawnicza Placet, Warszawa 1996.
44. Dwiliński L.: *Zarządzanie produkcją*. Oficyna Wydawnicza Politechniki Warszawskiej, Warszawa 2002.
45. Dziechciarz J (red.): *Ekonometria. Metody, przykłady, zadania*. Wyd. Akademii Ekonomicznej im. Oskara Langego we Wrocławiu, Wrocław 2003.
46. Fagerberg J.: *Innovation: A Guide to the Literature*. W: red. J. Fagerberg, D. Mowery, R. Nelson: *The Oxford Handbook of Innovation*. Oxford University Press, Oxford 2005.
47. 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.
48. Ficoń K.: *Procesy logistyczne w przedsiębiorstwie*. Impuls Plus Consulting, Gdynia 2001.

49. Fleischman M. i inni.: *Quantitative models for reserve logistics: A review*. „European Journal of Operational Research”, 103/1997.
50. Frankowska M., Jedliński M.: *Efektywność systemu dystrybucji*. PWE, Warszawa 2011.
51. Fried H. O., Lovell C. C. K., Schmidt S. S.: *The Measurement of Productive Efficiency and Productivity Growth*. University Press. Oxford 2008.
52. Fukuda Y., Sase T.: *Integrated Productivity and Quality Improvement*. Japan Productivity Center, Tokio 1994.
53. Gableta M., Jagas J., Lichtarski J.: *Czynniki i kierunki podnoszenia produktywności w przedsiębiorstwach w procesie urynkwienia gospodarki polskiej i jej integracji z Unią Europejską*. W: red. J. Jagas: *Produktywność. Konkurencyjność. Integracja. Tom XI*. Uniwersytet Opolski, Opole 1999, s.161-175.
54. Galińska B.: *Gospodarka magazynowa*. Difin, Warszawa 2016.
55. Gawlik J., Plichta J., Świć A.: *Procesy produkcyjne*. PWE, Warszawa 2013.
56. Gleissner H., Femerling J. Ch.: *Logistics. Basics — Exercises — Case Studies*. Springer, Switzerland 2013.
57. Golińska P.: *Remanufacturing, recycling, reuse in automotive industry – new challenges for production logistics*. W: red. M. Fertsch, K. Grzybowska, A. Stachowiak: *Efficiency of production processes*. Publishing House of Poznan University of Technology, Poznań 2009, s. 39-50.
58. Golińska-Dawson P., Kosacka M., Werner-Lewandowska K.: *Gdzie i jak usprawniać procesy? – Identyfikacja potencjałów optymalizacyjnych przez analizę marnotrawstw (muda) w perspektywie zrównoważonego wykorzystania zasobów*. „Logistyka”, 2/2015, s. 167-178.
59. Gołębska E. (red.): *Kompendium wiedzy o logistyce*. PWN, Warszawa 2010.
60. Gołębska E. (red.): *Logistyka*. C. H. Beck, Warszawa 2012.
61. Goshau Y. Y., Kitaw D., Matebu A.: *Development of Productivity Measurement and Analysis Framework for Manufacturing Companies*. W: „Journal of Optimization in Industrial Engineering”, 22/2017, s. 1-13, DOI: 10.22094/joie.2017.274.
62. Grajewski P.: *Organizacja procesowa*. PWE, Warszawa 2007.
63. Grajewski P.: *Procesowe zarządzanie organizacją*. PWE, Warszawa 2012.
64. Grandys E.: *Podstawy zarządzania produkcją*. Difin, Warszawa 2013.
65. Grant D. B. i inni.: *Fundamentals of Logistics Management: European edition*. McGraw-Hill Education, Maidenhead 2006.
66. Gupta S., Starr M.: *Production and Operations Management Systems*. CRC Press, Boca Raton, London, New York 2014.
67. Guszczak B., Stajniak M., Łyskawa D.: *The use of a process analysis in assessing logistics processes in a company*. W: red. M. Fertsch, K. Grzybowska: *Logistics in the enterprises – selected aspects*. Publishing House of Poznan University of Technology, Poznań 2010, s. 91-102.
68. Hanke J. E., Wichern D. W.: *Business Forecasting*. Pearson, Harlow 2009.
69. Hannula M.: *Total productivity measurement based on partial productivity ratios*. W: „International Journal of Production Economics”, 2002, Volume 78, Issue 1, s. 57-67.
70. Harrison A., Hoek R.: *Logistics Management and Strategy: Competing Through the Supply Chain*. Financial Times Prentice Hall, Harlow 2008.
71. Haus B.: *Czynniki wzrostu produktywności przedsiębiorstwa*. W: red. A. Stabryła: *Strategie wzrostu produktywności firmy*. Akademia Ekonomiczna w Krakowie, Kraków 2000.
72. Hawks K.: *What is reserve logistics?* Reserve Logistics Association, 2005.
73. <https://lean.org.pl/lean/baza-wiedzy/narzedzia-i-metody-lean/>, dostęp 16.07.2015.

74. Jacyna M., Lewczuk K.: *Projektowanie systemów logistycznych*. PWN, Warszawa 2016.
75. Jasiński J. (red.): *Podstawy zarządzania operacyjnego*. Oficyna Wolters Kluwer, Warszawa 2011.
76. Jaworski J., Mytlewski A. (red.): *Funkcjonowanie systemów logistycznych*. Prace naukowe WSB w Gdańsku, tom 2/2009, Wyższa Szkoła Bankowa, Gdańsk 2009.
77. Kadłubek M.: *Zarządzanie procesami dystrybucji w przedsiębiorstwie, cz.1.* „Logistyka”, nr 5/2012, s. 482-489.
78. Kadłubek M.: *Zarządzanie procesami dystrybucji w przedsiębiorstwie, cz.2.* „Logistyka”, nr 5/2012, s. 490-496.
79. Kalaw A.D., Philipppies Jr.: *Handbook on productivity*. Asian Productivity Organization, Japan 2015.
80. Kamble R.S., Wankhade L.N.: *The questionnaire on productivity attributes (QPA): Designing and developing a measuring tool to estimate productivity in manufacturing industries*. W: „International Journal of Productivity and Performance Management”, 2018, No 67 (5), s. 845-872.
81. Karkuła M.: *Modelowanie symulacyjne jako narzędzie doskonalenia procesów logistycznych na przykładzie centrum logistycznego*. W: red. S. Nowosielski: *Podejście procesowe w organizacjach*. Wydawnictwo Uniwersytetu Ekonomicznego, Wrocław 2009.
82. Kauf S., Płaczek E., Sadowski A., Szoltysek J., Twaróg S.: *Vademecum logistyki*. Difin, Warszawa 2016.
83. Kauf S., Tłuczak A.: *Optymalizacja decyzji logistycznych*. Difin, Warszawa 2016.
84. Kempa E.: *Znaczenie magazynowania dla funkcjonowania procesów dystrybucji w przedsiębiorstwie*. „Logistyka”, nr 3/2012.
85. Kisperska-Moroń D.: *Benchmarking jako narzędzie zarządzania w logistyce*. Wydawnictwo Akademii Ekonomicznej w Katowicach, Katowice 2000.
86. Kisperska-Moroń D., Krzyżaniak S. (red.): *Logistyka*. Instytut Logistyki i Magazynowania, Poznań 2009.
87. Knosala R. (red.): *Inżynieria produkcji. Kompendium wiedzy*. PWE, Warszawa 2017.
88. Knosala R., Boratyńska-Sala A., Jurczyk-Bunkowska M., Moczala A.: *Zarządzanie innowacjami*. PWE, Warszawa 2014.
89. Knosala R. i zespół: *Komputerowe wspomaganie zarządzania przedsiębiorstwem*. PWE, Warszawa 2007.
90. Koliński A.: *Przegląd metod i technik oceny efektywności procesu produkcyjnego*. „Logistyka”, nr 5/2011.
91. Komitet Inżynierii Produkcji PAN: *Istota inżynierii produkcji*. KIP PAN, Warszawa 2012.
92. Korczak J.: *Inżynieria procesów logistycznych*. Wydawnictwo Uczelniane Wyższej Szkoły Gospodarki, Bydgoszcz 2013.
93. Kosieradzka A.: *Metoda wielokryterialnej oceny produktywności*. „Zarządzanie Przedsiębiorstwem”, nr 2/2004, s. 37-45.
94. Kosieradzka A.: *Ocena i analiza produktywności w przedsiębiorstwie*. W: red. A. Stabryła: *Strategie wzrostu produktywności firmy*. Wydawnictwo Akademii Ekonomicznej w Krakowie, Kraków 2000, s. 284-293.
95. Kosieradzka A.: *Zarządzanie produktywnością przedsiębiorstwa*. C. H. Beck, Warszawa 2012.
96. Kosieradzka A.: *Zasady wskaźnikowej oceny produktywności w przedsiębiorstwie*. „Problemy Jakości”, nr 4/1998, s. 22-26.

97. Kosieradzka A.: *Zintegrowany wskaźnik produktywności – model i wyniki badań*. W: red. R. Knosala: *Komputerowo Zintegrowane Zarządzanie*. Oficyna Wydawnicza Polskiego Towarzystwa Zarządzania Produkcją, Opole 2010, s. 25-34.
98. Kosieradzka A., Kąkol U., Krupa A.: *The development of production management concepts*. „Foundations of Management”, 2011, Vol. 3, No. 2, s. 55-74.
99. Koushki F.: *Performance measurement and productivity management in production units with network structure by identification of the most productive scale size pattern*. „International Journal of Supply and Operations Management”, 2018, Volume 5, Issue 4, s. 379-395.
100. Kowalczyk J.: *Szef firmy w systemie zarządzania przez jakość ISO 9001 – TQM*. CeDeWu, Warszawa 2011.
101. Kowalska K.: *Efektywność procesów logistycznych*. W: red. K. Kowalska, S. Markusik: *Sprawność i efektywność zarządzania łańcuchem dostaw*. Wyższa Szkoła Biznesu, Dąbrowa Górnicza 2011, s. 237-241.
102. Kowalska K.: *Logistyka zaopatrzenia*. Wydawnictwo Akademii Ekonomicznej w Katowicach, Katowice 2005.
103. Kozieł L.: *Istota i ocena produktywności*. Zeszyty Naukowe Małopolskiej Wyższej Szkoły Ekonomicznej, zeszyt nr 5, 2004.
104. Kozłowski R., Sikorski A.: *Podstawowe zagadnienia współczesnej logistyki*. Wydawnictwo Oficyna, Kraków 2009.
105. Krawczyk S. (red.): *Logistyka. Teoria i praktyka. Tom I*. Difin, Warszawa 2011.
106. Krawczyk S. (red.): *Logistyka. Teoria i praktyka. Tom II*. Difin, Warszawa 2011.
107. Krawczyk S.: *Metody ilościowe w logistyce (przedsiębiorstwa). Tom II*. C. H. Beck, Warszawa 2001.
108. Krawczyk S.: *Zarządzanie procesami logistycznymi*. PWE, Warszawa 2001.
109. Kubański M., Bylinko L.: *Znaczenie logistyki w zarządzaniu współczesnym przedsiębiorstwem – wybrane aspekty*. W: red. H. Howaniec, I. Szewczyk, W. Waszkielewicz: *Problemy logistyczne, jakościowe i personalne w zarządzaniu przedsiębiorstwem*. ATH, Bielsko-Biała 2012, s. 9 - 30.
110. Kumar A., Suresh N.: *Production and Operations Management*. New Age International, New Delhi 2008.
111. Lachiewicz S., Zakrzewska-Bielawska A.: *The roles and conditions for the functioning of logistics managers in production enterprises*. W: red. M. Fertsch, K. Grzybowska, A. Stachowiak: *Efficiency of production processes*. Publishing House of Poznan University of Technology, Poznań 2009, s. 209-222.
112. Lawlor A.: *Productivity Improvement Manual*. Aldershot, Gover 1985.
113. Lenort R.: *Production logistics concepts and systems*. AGH University of Science and Technology Press, Kraków 2010.
114. Lewandowski J., Skołud B., Plinta D.: *Organizacja systemów produkcyjnych*. PWE, Warszawa 2014.
115. Li P.: *Supply chain management*. InTech, Rijeka, 2011. [http://www.pfri.uniri.hr/knjiznica/documents/Supply\\_Chain\\_Management.pdf](http://www.pfri.uniri.hr/knjiznica/documents/Supply_Chain_Management.pdf), dostęp 12.12.2015.
116. Lis S. (red.): *Vademecum produktywności*. Agencja wydawnicza Placet, Warszawa 1999.
117. Lis S., Kosieradzka A.: *Produktywność. Metody analizy oceny i tworzenia programów poprawy*. Wydawnictwo Politechniki Warszawskiej, Warszawa 2000.
118. Lis S., Kosieradzka A.: *Programowanie poprawy produktywności*. ORGMASZ, Warszawa 1998.
119. Lysons K.: *Zakupy zaopatrzeniowe*. PWE, Warszawa 2004.

120. Łazicki A., Krużycka L., Zieliński L., Jurek R., Jaworska E., Krzyżak P.: *Zarządzanie magazynem: zapasy, WMS, Lean, bezpieczeństwo*. Wyd. Wiedza i Praktyka, Warszawa 2016.
121. Maciąg A., Pietroń R., Kukła S.: *Prognozowanie i symulacja w przedsiębiorstwie*. PWE, Warszawa 2013.
122. Maddala G.S.: *Ekonometria*. PWN, Warszawa 2008.
123. Majewski J.: *Systemowe zarządzanie magazynem*. Warszawska Grupa Wydawnicza, Warszawa 2016.
124. Makridas S., Wheelwright S. C., Hyndman R. J.: *Forecasting. Methods and Applications*. John Wiley & Sons, INC., New York 1998.
125. Malak M., Pruska Ż., Stachowiak A.: *Closed-loop supply chain – answer for environmental changes*. W: red. M. Fertsch, K. Grzybowska: *Logistics in the enterprises – selected aspects*. Publishing House of Poznan University of Technology, Poznań 2010, s. 150-163.
126. Maniakowski A., Tarapata Z.: *Prognozowanie i symulacja rozwoju przedsiębiorstw*, DrukTur sp. z o.o., Warszawa 2011.
127. Matulewski S., Konecka S., Fajfer A.: *Systemy logistyczne*. Instytut Logistyki i Magazynowania, Poznań 2007.
128. Matuszek J.: *Logistyka produkcji*. Wydawnictwo uczelniane PWSZ w Wałbrzychu, Wałbrzych 2012.
129. Matuszek J.: *Logistyka zaopatrzenia*. Wydawnictwo uczelniane PWSZ w Wałbrzychu, Wałbrzych 2012.
130. Matwiejczuk R.: *Efektywność – próba interpretacji*. „Przegląd Organizacji”, nr 11/2000.
131. Michłowicz E.: *Podstawy logistyki przemysłowej*. Wydawnictwo Akademii Górniczo-Hutniczej, Kraków 2002.
132. Michłowicz E.: *Zarys logistyki przedsiębiorstwa*. Wydawnictwo Akademii Górniczo-Hutniczej, Kraków 2012.
133. Mohapatra S.: *Business Process Reengineering: Automation Decision Points on Process Reengineering*. Springer, New York 2013.
134. Mokrzyński H.: *Logistyka. Podstawy procesów logistycznych*. Wyższa Szkoła Zarządzania i Finansów, Białystok 1998.
135. Monczka R., Trent R., Handfield R.: *Purchasing and Supply Chain Management*. Thomson/South-Western, Mason (Ohio) 2005.
136. Montgomery D. C., Jennings Ch. L., Kulahci M.: *Introduction to Time Series Analysis and Forecasting*. John Wiley & Sons, New Jersey 2008.
137. Mroczko F.: *Logistyka*. Prace naukowe Wyższej Szkoły Zarządzania i Przedsiębiorczości, Seria „Zarządzanie”, nr 46, Wyższa Szkoła Zarządzania i Przedsiębiorczości, Wałbrzych 2016.
138. Muhlemann A. P., Oakland J. S., Lockyer K. G.: *Productions and Operations Management*. Pitman, London 1992.
139. Murphy P. R. Jr., Wood D. F.: *Contemporary logistics*. Pearson Education International, New Jersey 2011.
140. Müller R., Rupper P.: *Process Reengineering*. Astrum, Wrocław 2000.
141. Myronenko Y.: *Productivity – measurement and improvement*. Stockholm 2012. <http://www.diva-portal.org/smash/get/diva2:551581/fulltext01.pdf>, dostęp 15.02.2015.
142. Nagashima S.: *100 Management Charts*. Asian Productivity Organization, Tokio 1992.
143. Nazarko J. (red.): *Prognozowanie w zarządzaniu przedsiębiorstwem. Cz. I. Wprowadzenie do metodyki prognozowania*. Wyd. Politechniki Białostockiej, Białystok 2011.

144. Nazarko J. (red.): *Prognozowanie w zarządzaniu przedsiębiorstwem. Cz. II. Prognozowanie na podstawie szeregów czasowych*. Wyd. Politechniki Białostockiej, Białystok 2011.
145. Nazarko J. (red.): *Prognozowanie w zarządzaniu przedsiębiorstwem. Cz. III. Prognozowanie na podstawie modeli adaptacyjnych*. Wyd. Politechniki Białostockiej, Białystok 2011.
146. Niemczyk A.: *Zarządzanie magazynem*. Wyższa Szkoła Logistyki, Poznań 2010.
147. Niziński S., Żurek J.: *Logistyka ogólna*. Wydawnictwo Komunikacji i Łączności, Warszawa 2011.
148. Nowak E.: *Zarys metod ekonometrii*. PWN, Warszawa 2002.
149. Nowakowski T.: *Niezawodność systemów logistycznych*. Oficyna Wydawnicza Politechniki Wrocławskiej, Wrocław 2011.
150. Nowakowski T.: *Systemy logistyczne*. Difin, Warszawa 2011.
151. Nowicka-Skowron M.: *Efektywność systemów logistycznych*. PWE, Warszawa 2000.
152. OECD: *Measuring Productivity - OECD Manual: Measurement of Aggregate and Industry-level Productivity Growth*. OECD Publishing, Paris 2001. <http://dx.doi.org/10.1787/9789264194519-en>, dostęp 15.12.2013.
153. Osbert-Pociecha G.: *Relacja między efektywnością i elastycznością organizacji*. W: red. T. Dudycz, G. Osbert-Pociecha: *Efektywność – rozważania nad istotą i pomiarem*. Wydawnictwo Akademii Ekonomicznej we Wrocławiu, Wrocław 2007.
154. Ossowski M.: *Identyfikacja i klasyfikacja procesów w przedsiębiorstwie*. „Zarządzanie i Finanse”, 2012, nr 4, cz. 3, 2012, s. 297-312.
155. Pająk E.: *Zarządzanie produkcją. Produkt, technologia, organizacja*. PWN, Warszawa 2006.
156. Pająk E., Klimkiewicz M., Kosieradzka A.: *Zarządzanie produkcją i usługami*. PWN, Warszawa 2014.
157. Pasternak K.: *Zarys zarządzania produkcją*. PWE, Warszawa 2005.
158. Pfohl H. Ch.: *Systemy logistyczne. Podstawy organizacji i zarządzania*. Instytut Logistyki i Magazynowania, Poznań 1998.
159. Pfohl H. Ch.: *Zarządzanie logistyką. Funkcje i instrumenty. Zastosowanie koncepcji logistyki w przedsiębiorstwie i w stosunkach między przedsiębiorstwami*. Instytut Logistyki i Magazynowania, Poznań 1998.
160. Phusavat K.: *Productivity Management in an Organization. Measurement and analysis*. ToKnowPress, Bangkok, Celje, Lublin 2013.
161. Piętowska-Laska R.: *Doskonalenie produktywności we współczesnych przedsiębiorstwach*. „Ekonomia i Zarządzanie”, nr 2/2012, s. 82-91.
162. Piętowska-Laska R.: *Produktywność systemów logistycznych – ujęcie teoretyczno-praktyczne*. „Logistyka”, nr 4/2015, s. 5315-5324.
163. Pisz I., Sęk T., Zielecki W.: *Logistyka w przedsiębiorstwie*. PWE, Warszawa 2013.
164. Porter M.: *Competitive Advantage*. Free Press, New York 1985.
165. Prokopenko J.: *Productivity management. A practical handbook*. International Labour Office, Geneva 1987.
166. Prokopenko J., North K.: *Productivity and Quality Management: A Modular Programme*. International Labour Office, Geneva 1996.
167. Prońko J, Soboń A., Zamiar Z.: *Zarządzanie produkcją*. Wydawnictwo Uniwersytetu Humanistyczno-Przyrodniczego Jana Kochanowskiego, Kielce 2008.
168. Quinn J. P.: *Are There Ever Any Happy Returns?* „Logistics Management”, 06/2005, s. 63-66.

169. 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.
170. Richards G.: *Warehouse management: a complete guide to improving efficiency and minimizing costs in the modern warehouse*. Kogan Page, London, Philadelphia, New Delhi 2017.
171. Rogers D. S., Tibben-Lambke R. S.: *Going Backwards: Reverse Logistics Trends and Practices*. Reverse Logistics Executive Council, 1998.
172. Rogowski A.: *Podstawy organizacji i zarządzania produkcją w przedsiębiorstwie*. CeDeWu, Warszawa 2012.
173. Rostek M., Knosala R.: *Analiza strat i nadwyżek w łańcuchu logistycznym w aspekcie produktywności*. „Logistyka”, nr 6/2014, CD, s. 12401-12404.
174. Rostek M., Knosala R.: *Analiza wskaźników produktywności kapitału z uwzględnieniem działań logistycznych*. „Logistyka”, nr 6/2013, CD 2, s. 696-700.
175. 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>.
176. Rostek M., Knosala R.: *Badanie produktywności procesów logistycznych w przedsiębiorstwie produkcyjnym*. „Zarządzanie Przedsiębiorstwem”, nr 1/2014, s. 41-48.
177. Rostek M., Knosala R.: *Budowa modelu ekonometrycznego do analizy produktywności przedsiębiorstwa*. „Logistyka”, nr 6/2015, CD, s.403- 407.
178. Rostek M., Knosala R.: *Koncepcja oceny wpływu działań logistycznych na produktywność przedsiębiorstwa*. W: red. R. Knosala: *Innowacje w Zarządzaniu i Inżynierii Produkcji*. Wydawnictwo PTZP, Opole 2013, s. 788-798.
179. 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.
180. 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.
181. 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.
182. Rostek M., Knosala R.: *Ocena produktywności logistyki przedsiębiorstwa z wykorzystaniem pośrednich mierników produktywności*. W: red. R. Knosala: *Innowacje w Zarządzaniu i Inżynierii Produkcji, Tom II*. Wydawnictwo PTZP, Opole 2017, s. 79-88.
183. Rostek M., Knosala R.: *Porównanie dwóch sposobów podziału wskaźników produktywności uwzględniając procesy logistyczne w przedsiębiorstwach produkcyjnych*. „Zarządzanie Przedsiębiorstwem”, nr 3/2016, s. 31-38.
184. Rostek M., Knosala R.: *Produktywność gospodarki magazynowej na wybranym przykładzie*. W: red. R. Knosala: *Innowacje w Zarządzaniu i Inżynierii Produkcji. Tom I*. Wydawnictwo PTZP, Opole 2015, s. 949-957.
185. Rostek M., Knosala R.: *Produktywność procesów logistycznych na przykładzie przedsiębiorstwa produkcyjnego*. „Gospodarka Materiałowa i Logistyka”, nr 11, 2016, CD, s. 126-134.
186. Rostek M., Knosala R.: *Prognozowanie produktywności dla przedsiębiorstwa produkcyjnego*. W: red. R. Prusak, E. Kardas: *Systemy Wspomagania w Inżynierii*

- Produkcji. Zapewnienie prawidłowości przebiegu i bezpieczeństwa procesów produkcyjnych.* Volume 6, issue 9, Gliwice 2017, s. 83-93.
187. Rostek M., Knosala R.: *Verification of the method for assessing productivity, taking into account logistical processes in manufacturing companies.* W: red. A. Hamrol, O. Ciszak, S. Legutko, M. Jurczyk: *Advances in Manufacturing. Lecture Notes in Mechanical Engineering.* Springer, Cham 2018, s. 57-66, [https://doi.org/10.1007/978-3-319-68619-6\\_6](https://doi.org/10.1007/978-3-319-68619-6_6).
  188. Rostek M., Knosala R.: *Wskaźniki produktywności energii z wykorzystaniem podziału fazowego logistyki.* W: red. R. Knosala: *Innowacje w Zarządzaniu i Inżynierii Produkcji, Tom I.* Wydawnictwo PTZP, Opole 2014, s. 346-356.
  189. Rostek M., Knosala R.: *Wskaźniki produktywności pracy z uwzględnieniem działań logistycznych.* W: red. P. Łebkowski: *Zarządzanie przedsiębiorstwem. Teoria i praktyka 2014.* Wydawnictwa AGH, Kraków 2014, s. 347-355.
  190. Rummler G., Brache A.: *Podnoszenie efektywności organizacji.* PWE, Warszawa 2000.
  191. Rutkowski K. (red.): *Logistyka dystrybucji. Specyfikacja. Tendencje rozwojowe. Dobre praktyki.* SGH, Warszawa 2005.
  192. Saari S.: *Productivity. Theory and Measurement in Business.* European Productivity Conference, Finland 2006.
  193. Sarjusz-Wolski Z.: *Sterowanie zapasami w przedsiębiorstwie.* PWE, Warszawa 2000.
  194. Sink S.: *Productivity Management - Planning, Measurement and Evaluation Control and Improvement.* John Willey & Sons, New York 1985.
  195. Skowronek C., Sarjusz-Wolski Z.: *Logistyka w przedsiębiorstwie.* PWE, Warszawa 2012.
  196. Skrzypek E., Hofman M.: *Zarządzanie procesami w przedsiębiorstwie.* Oficyna Wolters Kluwer, Warszawa 2010.
  197. Sławińska M., Witczak H.: *Podstawy metodologiczne prac doktorskich w naukach ekonomicznych.* PWE, Warszawa 2012.
  198. Słowiński B.: *Inżynieria zarządzania procesami logistycznymi.* Wydawnictwo Politechniki Koszalińskiej, Koszalin 2008.
  199. Słowiński B.: *Wprowadzenie do logistyki.* Wydawnictwo Politechniki Koszalińskiej, Koszalin 2008.
  200. Smoleński S.: *Zarządzanie produktywnością w przedsiębiorstwie.* Oficyna Wydawnicza Ośrodka Postępu Organizacyjnego, Bydgoszcz 2000.
  201. Sołtysik M.: *Zarządzanie logistyczne.* Wydawnictwo Akademii Ekonomicznej w Katowicach, Katowice 2003.
  202. Stabler A.: *Productivity, Performance Measurement and Management in Logistics.* „Asia Pacific Journal of Marketing and Logistics”, 1996, vol. 8.
  203. Stabryła A.: *Metodologiczne aspekty rachunku produktywności.* W: red. A. Stabryła: *Strategie wzrostu produktywności firmy.* Wydawnictwo Akademii Ekonomicznej w Krakowie, Kraków 2000, s. 559-567.
  204. Stabryła A. (red.): *Strategie wzrostu produktywności firmy.* Wydawnictwo Akademii Ekonomicznej w Krakowie, Kraków 2000.
  205. Stabryła A.: *Zarządzanie strategiczne w teorii i praktyce firmy.* PWN, Warszawa 2007.
  206. Stajniak M.: *Mapowanie i symulacja procesów logistycznych.* „Logistyka”, Nr 4/2010, s.155-158.
  207. Stajniak M., Guszczak B.: *Logistics aspects of process mapping and modelling.* W: red. M. Fertsch, K. Grzybowska: *Logistics in the enterprises – selected aspects.* Publishing House of Poznan University of Technology, Poznań 2010, s.103-110.



208. Stajniak M., Koliński A.: *The impact of transport processes standardization on supply chain efficiency*. W: „Logforum”, 2016, 12(1), s. 37-46 12, DOI: 10.17270/J.LOG.2016.1.4.
209. Starzyńska W.: *Statystyka praktyczna*, PWN, Warszawa 2005.
210. Szczepańska K., Bugdol M. (red.): *Podstawy zarządzania procesami*. Difin, Warszawa 2016.
211. Szołtysek J.: *Logistyka zwrotna. Reverse logistics*. Instytut Logistyki i Magazynowania, Poznań 2009.
212. Sztucki T.: *Marketing - sposób myślenia, system działania*. Agencja Wydawnicza Placet, Warszawa 1996.
213. Szymonik A.: *Ekonomika transportu dla potrzeb logistyka(i). Teoria i praktyka*. Difin, Warszawa 2013.
214. Szymonik A.: *Informatyka dla potrzeb logistyka(i)*. Difin, Warszawa 2015.
215. Szymonik A.: *Logistics and supply chain management*. W: red. H. Howaniec, I. Szewczyk, W. Waszkielewicz: *Problemy logistyczne, jakościowe i personalne w zarządzaniu przedsiębiorstwem*. ATH, Bielsko-Biała 2012, s. 31 - 59.
216. Szymonik A.: *Logistyka i zarządzanie łańcuchem dostaw. Część I*. Difin, Warszawa 2010.
217. Szymonik A.: *Logistyka i zarządzanie łańcuchem dostaw. Część II*. Difin, Warszawa 2011.
218. Szymonik A.: *Logistyka produkcji*. Difin, Warszawa 2012.
219. Szymonik A.: *Technologie informatyczne w logistyce*. Placet, Warszawa 2010.
220. Szymonik A. (red.): *Zarządzanie zapasami i łańcuchem dostaw*. Difin, Warszawa 2013.
221. Śliwczyński B.: *Planowanie logistyczne*. Instytut Logistyki i Magazynowania, Poznań 2008.
222. Śliwczyński B., Koliński A.: *Organizacja i monitorowanie procesów dystrybucji*. Instytut Logistyki i Magazynowania, Poznań 2013.
223. Śliwczyński B., Koliński A., Andrzejczyk P.: *Organizacja i monitorowanie procesów produkcyjnych*. Instytut Logistyki i Magazynowania, Poznań 2014.
224. Świerczek A.: *Koncepcja zarządzania procesami logistycznymi w przedsiębiorstwie*. Zeszyty Naukowe Wyższej Szkoły Zarządzania Ochroną Pracy w Katowicach, nr 1, 2006, s. 115-124.
225. Tangen S.: *Demystifying productivity and performance*. „International Journal of Productivity and Performance Management”, 54 (1), s. 34-46.
226. Trott P.: *Innovation Management and New Product Development*. Prentice Hall, Harlow-Milan 2005.
227. Twaróg J.: *Mierniki i wskaźniki logistyczne*. Instytut Logistyki i Magazynowania, Poznań 2003.
228. Wawak S.: *Zarządzanie jakością. Teoria i Praktyka*. Helion, Gliwice 2006.
229. Wazed M. A., Ahmed S.: *Multifactor Productivity Measurements Model (MFPMM) as Effectual Performance Measures in Manufacturing*. „Australian Journal of Basic and Applied Sciences”, 2008, 2 (4), s. 987-996.
230. Wendt R.: *Produktywność w logistyce*. „EuroLogistics”, nr 3/2012, s. 32-34.
231. Wegelius-Lehtonen T.: *Performance measurement in construction logistics*. „International Journal of Production Economics”, 2001, Volume 69, Issue 1, s. 107-116.
232. Welfe A.: *Ekonometria. Metody i ich zastosowanie*. PWE, Warszawa 2009.
233. Więcek Dorota, Więcek Dariusz: *Methodology assessment of process automation systems the production logistics*. W: red. J. Matuszek: *Metody i techniki kształtowania procesów produkcyjnych*. Akademia Techniczno-Humanistyczna, Bielsko-Biała 2016, s. 219-236.

234. Witkowski J. (red.): *Logistyka w zarządzaniu przedsiębiorstwem*. Wydawnictwo Akademii Ekonomicznej we Wrocławiu, Wrocław 2002.
235. Wojciechowski T.: *Marketing i logistyka na rynku środków produkcji*. PWE, Warszawa 1995.
236. Wojciechowski A., Wojciechowska N.: *Zastosowanie klasycznych metod prognozowania popytu w logistyce dużych sieci handlowych*, Zeszyty Naukowe Uniwersytetu Szczecińskiego „Problemy Zarządzania, Finansów i Marketingu”, 2015, nr 41, t. 2, s. 545-555, DOI: 10.18276/pzfm.2015.41/2-44.
237. Zieleniewski J.: *Organizacja i zarządzanie*. PWN, Warszawa 1981.
238. Zieleniewski J.: *Organizacja zespołów ludzkich*. PWN, Warszawa 1967.
239. Zieleniewski J.: *Metodologia pracy naukowej*. Oficyna Wydawnicza ASPRA-JR, Warszawa 2012.
240. Zeliaś A., Pawelek B., Wanat S.: *Prognozowanie ekonomiczne. Teoria, przykłady, zadania*. PWN, Warszawa 2004.
241. Żebrowski M., Waćkowiak K.: *Strategiczne zarządzanie innowacjami. Strategie małych i średnich przedsiębiorstw*. Difin, Warszawa 2011.

## **SPIS TABEL**

Tabela 1. Wskaźniki produktywności dla procesów logistycznych .....	59
Tabela 2. Wskaźniki produktywności cząstkowych dla przedsiębiorstwa – podział według zasobów	96
Tabela 3. Wskaźniki produktywności procesów logistycznych dla przedsiębiorstwa .....	98
Tabela 4. Charakterystyka podstawowych modeli prognostycznych.....	103
Tabela 5. Klasyfikacja koncepcji, metod i narzędzi służących poprawie produktywności w podziale na procesy logistyczne .....	108
Tabela 6. Wartości współczynnika zmienności wskaźników produktywności – przedsiębiorstwo pierwsze.....	121
Tabela 7. Wartości współczynnika zmienności wskaźników produktywności cząstkowych dla energii .....	122
Tabela 8. Współczynniki zmienności produktywności cząstkowych w badanym przedsiębiorstwie.	123
Tabela 9. Współczynniki zmienności produktywności cząstkowych w przedsiębiorstwie drugim....	131
Tabela 10. Współczynniki zmienności produktywności cząstkowych w przedsiębiorstwie drugim dla piętnastu miesięcy .....	137
Tabela 11. Prognoza wskaźników produktywności w przedsiębiorstwie drugim - wyniki .....	138
Tabela 12. Współczynniki zmienności wskaźników produktywności w przedsiębiorstwie trzecim ..	147
Tabela 13. Prognoza wskaźników produktywności w przedsiębiorstwie trzecim - wyniki .....	147
Tabela 14. Wskaźniki korelacji ( $r_{ij}$ ) dla wskaźników produktywności przedsiębiorstwa trzeciego....	148

## **SPIS RYSUNKÓW**

Rys. 1.1. Koncepcja badania naukowego .....	12
Rys. 2.1. Modułowy system oceny produktywności .....	38
Rys. 2.2. Funkcjonalne rozgraniczenie systemów logistycznych według faz przepływu towarów w przedsiębiorstwie produkcyjnym .....	42
Rys. 3.1. Wpływ procesów logistycznych na produktywność przedsiębiorstwa .....	77
Rys. 3.2. Logistyczne mierniki i wskaźniki wpływające na produktywność przedsiębiorstwa .....	77
Rys. 3.3. Struktura procesów występujących w procesie produkcyjnym – model produkcji na zamówienie .....	79
Rys. 3.4. Podział logistyki w przedsiębiorstwie .....	81
Rys. 3.5. Cykl badania produktywności przedsiębiorstw produkcyjnych ze szczególnym uwzględnieniem procesów logistycznych .....	83
Rys. 3.6. Mapa procesu badania produktywności ze szczególnym uwzględnieniem procesów logistycznych .....	85
Rys. 3.7. Podział wskaźników produktywności ze względu na wykorzystywane zasoby .....	95
Rys. 3.8. Podział wskaźników produktywności ze względu na procesy logistyczne .....	97
Rys. 3.9. Wzór karty wejść i wyjść procesów logistycznych .....	100
Rys. 3.10. Warianty działania zespołu ds. produktywności po zrealizowanym cyklu metody .....	110
Rys. 4.1. Procedura badania produktywności przedsiębiorstwa z uwzględnieniem procesów logistycznych dla przedsiębiorstwa pierwszego .....	115
Rys. 4.2. Uproszczona mapa procesów dla przedsiębiorstwa pierwszego .....	116
Rys. 4.3. System podziału wskaźników produktywności w przedsiębiorstwie pierwszym według sposobu pierwszego metody badania produktywności .....	118
Rys. 4.4. System podziału wskaźników produktywności w przedsiębiorstwie pierwszym według sposobu drugiego metody badania produktywności .....	119
Rys. 4.5. Produktywność całkowita dla przedsiębiorstwa pierwszego .....	120
Rys. 4.6. Produktywności cząstkowe dla przedsiębiorstwa pierwszego uwzględniające podział ze względu na zasoby .....	120
Rys. 4.7. Produktywności cząstkowe energii dla poszczególnych procesów logistycznych w przedsiębiorstwie pierwszym .....	121
Rys. 4.8. Produktywności cząstkowe dla przedsiębiorstwa pierwszego uwzględniające podział ze względu na procesy logistyczne .....	123
Rys. 4.9. Produktywność procesów dystrybucji dla przedsiębiorstwa pierwszego – etap kontroli ....	125

Rys. 4.10. Procedura badania produktywności przedsiębiorstwa z uwzględnieniem procesów logistycznych dla przedsiębiorstwa drugiego .....	127
Rys. 4.11. System podziału wskaźników produktywności w przedsiębiorstwie drugim .....	129
Rys. 4.12. Produktywność całkowita dla przedsiębiorstwa drugiego .....	130
Rys. 4.13. Produktywności cząstkowe dla przedsiębiorstwa drugiego według podziału na procesy logistyczne .....	131
Rys. 4.14. PS dla przedsiębiorstwa drugiego – etap kontroli .....	133
Rys. 4.15. Produktywność całkowita dla przedsiębiorstwa drugiego – etap kontroli .....	134
Rys. 4.16. System podziału wskaźników produktywności dla przykładu trzeciego .....	136
Rys. 4.17. Produktywność przedsiębiorstwa drugiego – wartości standaryzowane.....	137
Rys. 4.18. Wartości wskaźników produktywności wraz z prognozą .....	138
Rys. 4.19. Produktywności cząstkowe dla przedsiębiorstwa drugiego dla dwudziestu miesięcy .....	140
Rys. 4.20. Produktywność całkowita dla przedsiębiorstwa drugiego dla dwudziestu miesięcy .....	140
Rys. 4.21. Procedura badania produktywności przedsiębiorstwa z uwzględnieniem procesów logistycznych dla przedsiębiorstwa trzeciego .....	142
Rys. 4.22. Uogólniona mapa procesów dla przedsiębiorstwa trzeciego.....	144
Rys. 4.23. System podziału wskaźników produktywności w przedsiębiorstwie trzecim.....	145
Rys. 4.24. Wskaźnik produktywności całkowitej dla przedsiębiorstwa trzeciego .....	146
Rys. 4.25. Wskaźniki produktywności cząstkowych dla przedsiębiorstwa trzeciego .....	146
Rys. 4.26. Zależność PC względem PP .....	149
Rys. 4.27. Wskaźniki produktywności cząstkowej dla logistycznych procesów produkcyjnych .....	150
Rys. 4.28. Produktywność całkowita dla przedsiębiorstwa trzeciego po piętnastu miesiącach.....	151
Rys. 4.29. Produktywności cząstkowe dla przedsiębiorstwa trzeciego po piętnastu miesiącach.....	151

## **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 wpływania 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 cząstkowe 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**

**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.