

## Przemysław Niewiadomski

Uniwersytet Zielonogórski

e-mail: p.niewiadomski@wez.uz.zgora.pl

ORCID: 0000-0002-2805-4671

## Bogdan Nogalski

Wyższa Szkoła Bankowa w Gdańsku

e-mail: bogdannogalski.bn@gmail.com

ORCID: 0000-0003-0262-8355

---

# OPTIMALIZACJA KOSZTÓW W OBLICZU TRANSFORMACJI PRODUKCJI – OCENA W SEKTORZE TECHNICZNYCH ŚRODKÓW TRANSPORTU ROLNICZEGO

---

DOI: 10.15611/pn.2022.3.07

JEL Classification: L91, M54, O15, O34, O35

© 2022 Przemysław Niewiadomski, Bogdan Nogalski

*Praca opublikowana na licencji Creative Commons Uznanie autorstwa-Na tych samych warunkach 4.0 Międzynarodowe (CC BY-SA 4.0). Skrócona treść licencji na <https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/deed.pl>*

*Cytuj jako:* Niewiadomski, P. i Nogalski, B. (2022). Optymalizacja kosztów w obliczu transformacji produkcji – ocena w sektorze technicznych środków transportu rolniczego. *Prace Naukowe Uniwersytetu Ekonomicznego we Wrocławiu*, 66(3).

**Streszczenie:** W praktyce niska świadomość dotycząca kosztów utrudnia skuteczną analizę i podejmowanie decyzji optymalizacyjnych. Kluczowa jest zatem odpowiedź na pytanie (cel główny): jakie działania w obliczu transformacji produkcji sprzyjać będą optymalizacji kosztów, a co za tym idzie – które z wymienionych powinni podejmować polscy producenci części i podzespołów technicznych środków transportu rolniczego? Osiągnięcie celu głównego wymagało sformułowania i zrealizowania celów cząstkowych, do których autorzy zaliczają: (1) podkreślenie znaczenia kosztów z perspektywy transformacji produkcji (warstwa teoretyczna); (2) opracowanie modelu badawczego w postaci arkusza oceny będącego wypadkową eksploracji piśmiennictwa oraz badania zrealizowanego wśród celowo dobranych ekspertów (warstwa teoretyczno-projektowa). Skonkretyzowane działania nadały właściwy kierunek dalszym pracom badawczym (weryfikacja empiryczna), co pozwoliło na opiniowanie wśród przedsięwzięć (ocena istotności).

**Słowa kluczowe:** optymalizacja produkcji, koszty wytwarzania, fabryka przyszłości, zaawansowana produkcja.

## 1. Wstęp

Ciągłe i dynamiczne przeobrażenia (Petrus, 2019, s. 28-36), dokonujące się w otoczeniu zewnętrznym przedsiębiorstw, stawiają firmom coraz wyższe wymagania i trudniejsze problemy do rozwiązania (Niewiadomski i Nogalski, 2021, s. 87). Pojawiła się nowa gospodarka o trzech zasadniczych atrybutach: jest globalna, faworyzuje byty niematerialne (idee, informacje, powiązania i wiedzę) i jest silnie wewnętrznie połączona (Niewiadomski, 2016, s. 23). Te trzy cechy stwarzają nowy rodzaj rynku i społeczeństwa, zakorzeniony we wszechobecnej sieci powiązań. Przedsiębiorstwa powinny zatem łączyć i integrować ze sobą procesy i urządzenia, pogłębiając automatyzację. W sposób sprawny i skuteczny trzeba wykorzystać technologię chmur obliczeniowych (Subashini i Kavitha, 2011, s. 1-11), Internet rzeczy (Atzori, Iera i Morabito, 2010, s. 2787-2805), *big data* (Lee, Kao i Yang, 2014, s. 3-8), porozumiewanie się maszyn (Fallera i Feldmüllera, 2015, s. 88-91), automatyzację maszyny z człowiekiem (Szulewski, 2016, s. 574-578), wirtualną oraz rozszerzoną rzeczywistość (Żmijewski, 2014), proste przezbrajanie produkcji do zmiennego asortymentu (Kolberg i Zühlke, 2015, s. 1870-1875) czy druk 3D (Sęp i Budzik, 2015, s. 169-172). Ciężar planowania produkcji i nadzorowania procesów powinien zostać przeniesiony z ludzi na komputery z szerokim wykorzystaniem danych z systemów sterowania i kontroli (Chlebus, 2000).

Przywołane zjawiska wskazują na zmianę struktury wytwarzania, dając możliwość produkcji szczupłej, zwinnej czy elastycznej, wysoce spersonalizowanej i jednocześnie efektywnej kosztowo (Gerwin, 1993, s. 395-410)<sup>1</sup>. Formułowanie oraz skuteczna realizacja strategii przywództwa kosztowego wymagają zastosowania odpowiednich instrumentów zarządzania kosztami (Zysnawska-Dworczak, 2012) ukierunkowanego na tę strategię (Nowak, 2006). W ostatnich latach wyraźnie wzrosło zainteresowanie menedżerów instrumentami rachunkowości zarządczej wspomagającymi realizację takiej strategii (Derbeck, 2013; Hilton, Maher i Selto, 2008). Najważniejszą przyczyną tego wzrostu jest rozpowszechnianie w teorii i praktyce przekonania, że problemy związane z kosztami są zazwyczaj spowodowane czynnikami o charakterze długookresowym (Nowak, 2015b, s. 133-134).

Koszty oznaczają zużycie różnorodnych czynników produkcji (środków trwałych, materiałów, siły roboczej, usług obcych) wyrażonych wartościowo, dotyczących określonej jednostki czasu, i są związane z uzyskiwaniem określonych efektów w postaci produktów. Wiążą się z normalną działalnością przedsiębiorstw. Chodzi o wyrażone w pieniądzu zużycie w toku normalnej działalności gospodarczej w pewnym okresie rzeczowych składników majątku (środki trwałe, materiały),

---

<sup>1</sup> Kontrola kosztów powinna być jednym z priorytetów kadry zarządzającej i menedżerów w jednostkach gospodarczych (Kaplan, Cooper, 2000; Kołodziejczuk, 2014). Chodzi o to, aby uzyskać maksymalną wartość z zasobów przedsiębiorstwa przy jednoczesnym minimalizowaniu ponoszonych kosztów (Doyle, 2006, s. 12).

usług obcych oraz włożonej pracy ludzkiej (pod warunkiem że zaangażowane składniki przynoszą efekty w postaci wytworzonych wyrobów lub świadczonych usług). Do kosztów należą także pozycje niezwiązane z zużyciem zasobów, lecz wchodzące w ich skład na mocy obowiązujących przepisów, jak np. podatki, obciążające koszty, ubezpieczenie majątku, ubezpieczenie społeczne, opłaty. Są to nakłady czysto pieniężne (Czubakowska, 2015, s. 9-10). Koszty stanowią wyrażone w pieniądzu celowe zużycie składników aktywów trwałych i obrotowych, usług obcych, nakładów pracy ludzi oraz niektóre wydatki nieodzwierniadające zużycia, związane z prowadzeniem działalności przez jednostkę gospodarczą (Sawicki, 1995, s. 194). Są definiowane jako poniesione lub utracone nakłady służące do uzyskania określonych celów lub też nakłady wyrażone w jednostkach monetarnych, które trzeba zapłacić za różnego rodzaju dobra i usługi (Horngren i Foster, 1991, s. 25).

W podejmowaniu kluczowych decyzji, zarówno operacyjnych, jak i strategicznych, dotyczących asortymentu, klientów, dostawców czy cyfryzacji procesów wytwarzania, potencjalne zastosowanie znajduje rachunek kosztów (Nowak, 1994, 2010; Sawicki, 1998). Stanowi pomocne narzędzie w procedurze wdrożeniowej, kiedy ocena kosztów jest kluczowa dla poprawności i sukcesu usprawniania organizacji produkcji. Wobec tego rachunek kosztów – określany jako względnie wyodrębniony podsystem w systemie informacyjnym rachunkowości (Nowak i Wierziński 2010, s. 15) – stanowi narzędzie dotyczące danych finansowych przedsiębiorstwa. Podstawowym jego celem jest dostarczenie użytkownikom wieloprzekrojowych informacji ekonomicznych dotyczących ponoszonych kosztów.

Transformacja cyfrowa wymaga identyfikacji i oceny czynników wpływających na ponoszone koszty. Wiele firm opiera się na doświadczeniach innych przedsiębiorstw. Tylko niektóre opracowują szczegółowe ekspertyzy, które te parametry identyfikują. W praktyce przedsiębiorstwa korzystają zwykle ze sprawdzonych rozwiązań. W większości przypadków nie ma mowy o samodzielnym konstruowaniu systemu zarządzania kosztami; szybciej, a przede wszystkim taniej jest sięgnąć po gotowy wzorzec, naprzeciw czemu wychodzi niniejsze opracowanie. Ma ono na celu zapoznanie czytelnika z problematyką kosztów z perspektywy procesów transformacyjnych. Istotne jest bowiem zapewnienie dostępu do informacji bieżących i strategicznych jako podstawy podejmowania decyzji. Ze względu na nietypowe podejście do analizy kosztów i działań optymalizacyjnych zastosowano badanie bazujące na identyfikacji poszczególnych mikroprocesów w ramach określonych systemów produkcyjnych.

Niska świadomość kosztów utrudnia skuteczną analizę i podejmowanie decyzji optymalizacyjnych. Do poprawy konkurencyjności konieczne są zatem posiadanie świadomości co do istoty ponoszonych kosztów, możliwości ich kształtowania, znajomości czynników determinujących ich wartość i wiedza na temat związku z ponoszonym ryzykiem (Nowak, 2017). O ile możliwości optymalizacji kosztów pojawiają się przy ich świadomym i przemyślanym kształtowaniu, o tyle potrzeba dokonania transformacji produkcji oznacza konieczność inwestycji i ich ponoszenia.

W perspektywie koszty można jednak znacząco ograniczyć. Kluczowa jest zatem odpowiedź na pytanie (cel główny): jakie działania w obliczu transformacji produkcji sprzyjać będą optymalizacji kosztów, a co za tym idzie – które z wymienionych powinni podejmować polscy producenci części i podzespołów technicznych środków transportu rolniczego? Osiągnięcie celu głównego wymagało sformułowania i zrealizowania celów częściowych, do których autorzy zaliczyli: (1) podkreślenie znaczenia kosztów z perspektywy transformacji produkcji (warstwa teoretyczna); (2) opracowanie modelu badawczego w postaci arkusza oceny będącego wypadkową eksploracji piśmiennictwa oraz badania zrealizowanego wśród celowo dobranych ekspertów (warstwa teoretyczno-projektowa). Skonkretyzowane działania nadały właściwy kierunek dalszym pracom badawczym (weryfikacja empiryczna) oraz zaopiniowaniu wśród przedsiębiorstw (ocena istotności), czego efektem jest ocena istotności przeprowadzona wśród przedsiębiorstw.

Rachunek kosztów i zarządzanie kosztami są obszarami, które wzajemnie się przenikają i uzupełniają. Aby skutecznie zarządzać kosztami, należy lepiej zrozumieć mechanizm ich kształtowania, który obejmuje różne wykonywane działania. Wiedza na temat natury kosztów jest niezbędna do trafnej ich oceny, wyjaśnienia przyczyny i wskazania właściwych sposobów wyeliminowania nieprawidłowości prawnych dotyczących zbyt wysokich kosztów (Nowak, 2015a, s. 171).

## 2. Z praktyki przedsiębiorstw

Koszty wytwarzania, jakkolwiek stanowią podstawowy parametr działalności produkcyjnej (Chalastra, 2018; Czubakowska, 2006), są trudno mierzalne. We wszystkich rachunkach optymalizacyjnych przeprowadzanych w skali przedsiębiorstwa nie wszystkie elementy kosztów daje się skwantyfikować, a dokładność pomiaru też często pozostawia wiele do życzenia. Wielu przykładów dostarcza praktyka obliczania efektywności wytwarzania. Może to wynikać z niedostatków, a nawet błędów stosowanych metod obliczania tej efektywności (z trudności kwalifikacji określonych nakładów), kiedy koszty mogą być nie tylko niewyliczane, ale nawet nieuświadomiane w danym momencie.

Trudności pomiaru kosztów działalności przedsiębiorstw wynikają głównie z konieczności realizacji wielu procesów. Cena za wyprodukowanie jakiegoś wyrobu przez określone ogniwo systemu produkcyjnego nie oznacza jeszcze kosztu całego przedsiębiorstwa. W rzeczywistości koszty mogą być znacznie wyższe. Okoliczność ta czyni niesłychanie ważnym problemem ocenę zgodności dynamiki i relacji kosztów przedsiębiorstw i kosztów związanych z wytwarzaniem. Problem jest niezwykle złożony, gdyż występuje szereg przeszkód w tym, aby koszty produkcji mogły wyrażać ogólne koszty funkcjonowania. Trudność polega na tym, że część kosztów związanych z funkcjonowaniem przedsiębiorstw nie znajduje odbicia w kosztach wytwarzania. Rachunek kosztów produkcji nie obejmuje tak ważnych kosztów związanych z prowadzeniem działalności, jak społeczne koszty siły robo-

czej, opieki lekarskiej, koszty administracyjne, marketingowe itd. Ponadto wzrost lub spadek kosztów wytwarzania nie zawsze musi być związany ze wzrostem lub spadkiem ogólnych kosztów funkcjonowania przedsiębiorstwa. Przykładowo poprawa jakości wyrobu, związana z określonym podwyższeniem jego kosztów, może powodować obniżenie kosztów ogólnych przedsiębiorstwa. Może wystąpić, oczywiście, również sytuacja odwrotna.

Inną, jeszcze ważniejszą, podstawową przeszkodą wnioskowania o kosztach funkcjonowania przedsiębiorstwa wyłącznie na podstawie kosztów wytwarzania jest deformacyjne działanie cen. Ceny zużywanych przez przedsiębiorstwo środków produkcji mają, poza wielkością jego zużycia, decydujący wpływ na poziom kosztów. Koszty przedsiębiorstwa są w dużej mierze funkcją cen. Oderwanie się cen wyrobów od kosztów wytwarzania jest istotnym czynnikiem deformującym koszty przedsiębiorstwa i powodującym, że relacje między kosztami własnymi nie odpowiadają relacjom między kosztami wytwarzania. Ceny nieoddające kosztów funkcjonowania całego przedsiębiorstwa są zatem źródłem złudzeń w rachunkach ekonomicznych, przyczyną ustalania pozornej wysokiej efektywności lub nieefektywności określonych działań i dokonywania na ich podstawie wyborów niezgodnych z interesem przedsiębiorcy.

Wielu przedsiębiorców przeszkodę w wyrażaniu kosztów funkcjonowania przedsiębiorstwa przez koszty wytwarzania widzi nie w tym, że w kosztach wytwarzania nie znajduje wyrazu szereg elementów ponoszonych kosztów, i nie w deformacyjnym działaniu cen, a w tym, że w kosztach wytwarzania – poza nakładami poniesionymi z tytułu zużycia w procesie produkcji – występują także takie nakłady, które nie reprezentują tego zużycia.

Nieadekwatność wyrażania przez koszty przedsiębiorstw przemysłowych kosztów wytwarzania, rozbieżności między dynamiką i relacjami w zakresie tych dwóch kategorii kosztów są faktem. Wydaje się jednak, że wnioski praktyczne z tego stwierdzenia powinny być różne w zależności od skali przedsięwzięć gospodarczych, których koszty dotyczą, i od sektora, w którym działają przedsiębiorstwa. Chodzi o to, że stopień zniekształcenia kosztów przedsiębiorstw przez pryzmat kosztów wytwarzania zależy w dużym stopniu właśnie od skali przedsięwzięcia. Wydaje się, że w rachunku ekonomicznym dużych przedsięwzięć gospodarczych, choć przewidywane koszty muszą być brane pod uwagę, to jednak muszą być one często poddawane korekcie oraz weryfikacji i uzupełniane elementami kosztów ogólnych nieznanymi wyrazu w kosztach produkcji.

### 3. Materiał i metoda

Wzrost strategicznego znaczenia zarządzania kosztami znajduje swój wyraz w prowadzonych badaniach. Autorzy zdecydowali o przeprowadzeniu wieloetapowego procesu zróżnicowanych działań mających zapewnić poznanie zdefiniowanego wycinka rzeczywistości. W przedłożonej warstwie pracy zastosowano trzyetapową procedurę postępowania badawczego implikowanego celem artykułu.

Zasadniczym celem badań jest odpowiedź na pytanie: jakie działania w obliczu transformacji produkcji sprzyjać będą optymalizacji kosztów, a co za tym idzie – które z wymienionych powinni podejmować polscy producenci części i podzespołów technicznych środków transportu rolniczego?

Realizacja celu wymagała – w pierwszej kolejności – sprokurowania katalogu mikroparametrów istotnie identyfikujących katalog działań istotnych w obliczu transformacji produkcji, które sprzyjać będą optymalizacji kosztów. Wymieniono działania, które powinni podejmować polscy producenci części i podzespołów technicznych środków transportu rolniczego (obiekt badawczy). Technika badawczą, która została wybrana do zebrania danych pierwotnych, była rekonstrukcja i interpretacja literatury przedmiotu. Rekonesans piśmiennictwa pozwolił na sformalizowaną i zobiektywizowaną syntezę dotychczasowego dorobku naukowego oraz ocenę dotychczas prowadzonych badań (Columb i Lalkhen, 1995, s. 391-394).

W kolejnym etapie – stanowiącym zbiorowe poszukiwanie pomysłów – powołano zespół twórczego myślenia. Jako że do podstawowych metod poszukiwania twórczych pomysłów (za taki uznano identyfikację działań optymalizujących koszty w obliczu transformacji) należy burza mózgów, zdecydowano o wyborze właśnie tej metody badań.

Cele badania stanowiły identyfikacja oraz przedyskutowanie z ekspertami (tabela 1) działań optymalizacyjnych, które powinni podejmować polscy producenci części i podzespołów technicznych środków transportu rolniczego. Na tej podstawie przygotowano ankietę stanowiącą narzędzie do przeprowadzenia badania właściwego.

**Tabela 1.** Skład zespołu orzekającego (eksperskiego)

Ekspert	Symbol	Specjalizacja	<sup>w</sup> K*
Właściciel przedsiębiorstwa produkcyjnego sektora maszyn rolniczych	G.W.	Nadzór właścicielski, zarządzanie elastycznymi systemami produkcyjnymi, transport rolniczy	0,9
Współwłaściciel przedsiębiorstwa, członek zarządu (dr hab. inż.)	P.Ni.	Strategie podatkowe przedsiębiorstw, rachunek kosztów działań, przemysł 4.0, transformacja cyfrowa	0,9
Poznański Instytut Technologiczny – Sieć Badawcza Łukasiewicz (dr hab.)	A.K.	Transformacja cyfrowa i elektronizacja, robotyzacja i automatyzacja prac w rolnictwie, rolnictwo precyzyjne	1,0
Członek zarządu ds. finansów	W.B.	Rachunkowość zarządcza, rachunek kosztów działań	0,9
Doradca Podatkowy Dyplomowany księgowy	A.Cz.	Doradztwo podatkowe, rachunkowość finansowa i menedżerska	1,0
Ekspert Fundacja Platforma Przemysłu Przyszłości	P.No.	Przemysł 4.0, transformacja cyfrowa	1,0
* Wyraża zależność współczynnika informatywności [Ki] (znajomości danego zagadnienia) i współczynnika argumentacji [Ka] (wyznacza się na podstawie wywiadu z danym ekspertem).			

Źródło: opracowanie własne.



W związku z niemożnością zorganizowania spotkania bezpośredniego zastosowanie znalazła tzw. wirtualna burza mózgów. Wykorzystanie narzędzi informatycznych (ZOOM) pozwoliło wyeliminować trudności związane z organizacją i prowadzeniem sesji generowania pomysłów. Połączenie tradycyjnej metody pracy grupowej z systemem komputerowym stworzyło możliwość zorganizowania spotkania w sieci i wpłynęło na pozytywne efekty procesu weryfikacji pomysłów. Wszyscy członkowie grupy z wyprzedzeniem zostali poinformowani o temacie i zasadach obowiązujących podczas spotkania (*on-line*). Otrzymali także materiały robocze będące kompilacją kwerendy literatury i obserwacji własnych autorów. Umożliwiło to dokonanie przemyśleń i generowanie pomysłów w okresie poprzedzającym sesję. Rozmowa z ekspertami była przygotowana według scenariusza implikowanego potrzebami badawczymi. Przyjęto formę rozmowy, w której ekspert miał pełną inicjatywę w prowadzonych rozważaniach, kierując się celem badawczym (prokurowanie modelu badawczego).

Zasadniczy etap badań realizowano natomiast wśród 46 celowo dobranych przedsiębiorstw. Respondentów poproszono o wskazanie, w jakim stopniu wyodrębnione w modelu badawczym działania w obliczu transformacji produkcji sprzyjać będą optymalizacji kosztów. Respondenci reprezentowali mikro- (8,70%), małe (32,61%), średnie (54,35%) oraz duże (4,35%) przedsiębiorstwa działające w sektorze maszyn rolniczych. W badaniu wzięli udział producenci części i podzespołów technicznych środków transportu rolniczego.

Biorąc pod uwagę rozkład, ze względu na przeważający charakter produkcji deklarowano produkcję masową lub wielkoseryjną (58,70%), produkcję krótkoseryjną (36,96%) lub produkcję jednostkową (4,35%). Wśród opiniodawców dominowała grupa osób pomiędzy 41 a 60 rokiem życia (58,70); zaledwie 6,52% stanowili ankietowani w przedziale wiekowym do 30 lat, 15,22% badanych to osoby w wieku między 31 a 40 rokiem życia, 34,78% respondentów miało pomiędzy 41 a 50 lat, 23,91% miało od 51 do 60 lat, zaś 19,57% – powyżej 60 lat. Zdecydowanie przeważała grupa osób z wykształceniem wyższym (63,04%), 23,91% ekspertów miało wykształcenie średnie, natomiast 13,04% – zawodowe.

**Tabela 2.** Działania optymalizujące koszty – skala oceny

Ranga	Deskrypcja
5	Bardzo wysoki wpływ na optymalizację kosztów; istnieją wyraźne przesłanki realizacji danego działania (obligatoryjny)
4	Wysoki wpływ na optymalizację kosztów; istnieją widoczne (niezaprzeczalne) korzyści z podejmowania działania (ewidentny)
3	Ograniczony wpływ na optymalizację kosztów; istnieją wskazania i rekomendacje realizacji określonego działania (rekomendowany)
2	Znikomy poziom wpływu wybranego mikrofundamentu; istnieją rekomendacje jego realizacji (kontekstowy)
1	Niedostrzegalny poziom wpływu na optymalizację kosztów; rekomendacje podejmowania działania są sprawą indywidualną (obojętny)

Źródło: opracowanie własne.

W celu przeprowadzenia oceny przyjęto pięciostopniową skalę opisującą poziom dojrzałości implementacji poszczególnych koncepcji (tabela 2).

Rozpoznania istotności poszczególnych czynników dokonano, opierając się na wartości średniej obliczonej na podstawie wskazań osób biorących udział w badaniu, co jest praktyką powszechnie stosowaną przy opracowywaniu wyników badań ankietowych.

#### 4. Wyniki badań własnych

W toku prowadzonych badań podjęto się próby interpretacji wyników oraz głębszej analizy opartej na deklaracjach ekspertów. Kluczowym etapem był opis uzyskanych danych (tabela 3) oraz dokonanie ich interpretacji, co opisano w dalszej części opracowania.

**Tabela 3.** Wyniki badań własnych

Działania optymalizacyjne	Skala ocen					Średnia
	1	2	3	4	5	
	%					
1	2	3	4	5	6	7
Inteligentna produkcja	–	–	–	17	29	<b>4,63</b>
	–	–	–	37,0	63,0	
Kompleksowa inżynieria zorientowana na klienta	–	–	2	14	30	<b>4,61</b>
	–	–	4,3	30,4	65,2	
Robotyzacja i automatyzacja maszyn (wdrażanie rozwiązań elastycznych)	–	–	2	15	29	<b>4,59</b>
	–	–	4,3	32,6	63,0	
Morale i atmosfera	–	–	2	16	28	<b>4,57</b>
	–	–	4,3	34,8	60,9	
Profesjonalna kadra pracownicza	–	–	2	17	27	<b>4,54</b>
	–	–	4,3	37,0	58,7	
Wprowadzenie zasady bycia otwartym i godnym zaufania	–	1	1	17	27	<b>4,52</b>
	–	2,2	2,2	37,0	58,7	
Wzrost innowacyjności i wytwarzanie produktów o wyższej jakości	–	1	5	9	31	<b>4,52</b>
	–	2,2	10,9	19,6	67,4	
Docenianie pracowników i tworzenie optymalnego środowiska pracy	–	1	3	14	28	<b>4,50</b>
	–	2,2	6,5	30,4	60,9	
Zmiany w budowie produktu lub sposobie jego wytwarzania ( <i>value engineering</i> )	1	1	2	13	29	<b>4,48</b>
	2,2	2,2	4,3	28,3	63,0	



1	2	3	4	5	6	7
Zwiększenie liczby zleceń produkcyjnych	1	–	3	14	28	<b>4,48</b>
	2,2	–	6,5	30,4	60,9	
Wdrożenie nowych technologii	–	–	3	19	24	<b>4,46</b>
	–	–	6,5	41,3	52,2	
Minimalizacja odpadów	–	1	2	18	25	<b>4,46</b>
	–	2,2	4,3	39,1	54,3	
Uczenie się i zarządzanie adaptacyjne	–	1	3	17	25	<b>4,43</b>
	–	2,2	6,5	37,0	54,3	
Fabryka otwarta, skoncentrowana na łańcuchu wartości	1	–	2	18	25	<b>4,43</b>
	2,2	–	4,3	39,1	54,3	
Zarządzanie dostawcami (wdrożenie efektywnej polityki zakupowej)	–	1	3	18	24	<b>4,41</b>
	–	2,2	6,5	39,1	52,2	
Ułatwienie zmian w firmie	1	1	1	18	25	<b>4,41</b>
	2,2	2,2	2,2	39,1	54,3	
Dopasowanie modelu biznesowego do firmy oraz uwarunkowań rynkowych	1	–	3	18	24	<b>4,39</b>
	2,2	–	6,5	39,1	52,2	
Oparcie działań firmy na zarządzaniu przez cele (MBO)	–	–	5	18	23	<b>4,39</b>
	–	–	10,9	39,1	50,0	
Reorientacja procesu technologicznego (eliminacja czynnika błędu ludzkiego)	1	1	3	16	25	<b>4,37</b>
	2,2	2,2	6,5	34,8	54,3	
Wdrażanie kreatywnych pomysłów	1	1	2	18	24	<b>4,37</b>
	2,2	2,2	4,3	39,1	52,2	
Polityka podatkowa i efektywne wykorzystywanie instrumentów finansowych	–	–	5	20	21	<b>4,35</b>
	–	–	10,9	43,5	45,7	
Dobór struktury i kompetencji pracowników do ich odpowiedzialności i zadań	1	–	5	16	24	<b>4,35</b>
	2,2	–	10,9	34,8	52,2	
Dostęp do danych w całej sieci łańcucha w czasie rzeczywistym	1	1	4	16	24	<b>4,33</b>
	2,2	2,2	8,7	34,8	52,2	
Unifikacja formatu opakowania komponentów	2	–	2	20	22	<b>4,30</b>
	4,3	–	4,3	43,5	47,8	
Poprzedzone analizami przekazanie części procesów ( <i>outsourcing</i> )	1	1	4	18	22	<b>4,28</b>
	2,2	2,2	8,7	39,1	47,8	

1	2	3	4	5	6	7
Metody wytwarzania uwzględniające aspekty ekologiczne	1	2	3	18	22	<b>4,26</b>
	2,2	4,3	6,5	39,1	47,8	
Eliminowanie zbędnych czynności wykonywanych przez pracowników	1	2	5	15	23	<b>4,24</b>
	2,2	4,3	10,9	32,6	50,0	
Poprawa logistyki wewnętrznej	1	1	5	19	20	<b>4,22</b>
	2,2	2,2	10,9	41,3	43,5	
Wykorzystanie różnic indywidualnych jako siły organizacyjnej	1	2	5	17	21	<b>4,20</b>
	2,2	4,3	10,9	37,0	45,7	
Oszczędzanie energii elektrycznej	1	2	4	20	19	<b>4,17</b>
	2,2	4,3	8,7	43,5	41,3	
Redukcja zapasów	1	2	4	22	17	<b>4,13</b>
	2,2	4,3	8,7	47,8	37,0	

Źródło: opracowanie własne.

Aby sprostać zmiennym wymaganiom i warunkom w sieci dostaw i w zakresie potrzeb klientów, co w perspektywie służy optymalizacji kosztów, wytwórcy powinni wdrażać w pełni zintegrowane, współpracujące z jednostkami produkcyjnymi reagującymi w czasie rzeczywistym systemy produkcyjne (4,63), w których pracownicy wspierani są przez asystentów cyfrowych i inteligentnie zaprojektowane miejsca pracy. W systemach dostępne są zdecentralizowane, inteligentne komponenty automatyzacji ze zintegrowanym oprogramowaniem, które wykonują swoje zadania niezależnie i autonomicznie. Kompleksowe połączenie wszystkich komponentów automatyki, maszyn, procesów i danych produktów (od rozwoju i produkcji po recykling) skraca czas opracowywania, a tym samym obniża koszty rozwoju linii produktowych zarówno całkowicie nowych, jak i już wdrożonych.

Szczególną uwagę zwrócono na to, by kompleksowo realizować oczekiwania klientów w stosunku do produktów (*end-to-end customer focussed engineering*). Niezbędne są zapewnienie niezawodności produktu, a następnie poprawa satysfakcji klienta i rentowności przedsiębiorstwa. Konieczne jest spełnienie wielu wymagań na różnych etapach, m.in. w zakresie projektowania, zakupu, produkcji oraz obsługi posprzedażowej (4,61).

Postępujący wzrost kosztów pracy, wynikający z faktu starzenia się społeczeństw oraz systematycznie rosnących wymagań jakościowych, kompetencji i wymagań pracowników, wymusza konieczność wdrażania rozwiązań elastycznych. Zwrócono uwagę na metody służące łatwemu dostosowywaniu się do zmian rodzaju i liczby wytwarzanych produktów. Korzyści z zastosowania *flexible manufacturing systems* to minimalizacja kosztów produkcji, zwiększona wydajność pracy maszyn,

wyższa jakość produktu, poprawa niezawodności, zmniejszenie zapasów części, krótsze czasy realizacji i szybsza produkcja (4,59). Obecnie konfiguracja złożona jest najczęściej z centrów obróbczych CNC, robotów przemysłowych (lub współpracujących) oraz centralnego sterowania realizowanego przez komputer przemysłowy lub sterownik. Dzięki powtarzającym się czynnościom wykonywanym mechanicznie wzrasta wydajność produkcji, a jednocześnie zmniejszają się koszty generowane przez zatrudnianie pracowników wykonawczych (osób fizycznych). Automatyzacja procesów podnosi również poziom bezpieczeństwa w zakładzie pracy. Roboty zastępują ludzi na stanowiskach, na których występują trudne warunki pracy, np. wysoka temperatura, zanieczyszczenia czy hałas.

Jakkolwiek automatyzacja przyczynia się do ograniczenia kosztów produkcji, trudno znaleźć pracownika, który będzie zadowolony ze świadomości, że jest tylko elementem systemu produkcyjnego. Dlatego trzeba zadbać o dobre samopoczucie podwładnych, zapewniając im komfortowe warunki pracy i rozwoju (4,57). Celem podniesienia morale jest więc pracowników z marką przedsiębiorstwa, dla którego pracują. Przekłada się to na zwiększenie wydajności, niezawodności, czasu wykorzystania maszyn oraz minimalizację przestojów.

Proces produkcyjny do prawidłowego i efektywnego przebiegu wymaga odpowiednio kompetentnych pracowników (4,54). Zwraca się uwagę na ich kwalifikacje, kompetencje i profesjonalne szkolenie. Trzeba zadbać o rozwój pracowników. Profesjonalista z ogromnym doświadczeniem jest dla każdego przedsiębiorstwa cennym zasobem. Działania związane z profesjonalizacją kadry pracowniczej dotyczą także pozyskiwania nowych pracowników. Kluczowe jest usprawnienie całego procesu rekrutacji, tak by wyszukać i wyselekcjonować kandydatów solidnie wykonujących swoje zadania produkcyjne.

W tym kontekście wyartykułowano konieczność wdrażania metod zarządzania prowadzących do zbudowania organizacji skupionej na człowieku, w tym wprowadzenia zasady bycia otwartym i godnym zaufania (4,52). Wymaga to ciągłego zbierania informacji i uwag od zatrudnionych, a także osadzania działań w strategii przedsiębiorstwa. Przejawem otwartości i zaufania może być i jest zdolność przyciągania nowych pracowników i utrzymania obecnie zatrudnionych, a także wzrost zaangażowania ludzi w doskonalenie obecnych lub przyszłych produktów (działanie w społecznie odpowiedzialny sposób). Wyrazem tego jest zwiększenie stopnia innowacyjności i wytwarzanie produktów o wyższej jakości (4,52).

Realizacja strategii skupionej na człowieku wymaga uwzględnienia działań zmierzających do zapewnienia zdrowia, bezpieczeństwa i dobrego samopoczucia pracowników (4,50). Docenianie pracowników i tworzenie przyjaznego środowiska pracy w perspektywie przyczynia się do ograniczenia kosztów produkcji, podobnie jak zmiany wprowadzane w budowie i składzie produktu lub sposobie jego wytwarzania (4,48). O ile sposobem na obniżenie kosztu może być m.in. zastosowanie tańszych materiałów i komponentów, o tyle warunkiem idei inżynierii wartości (*value engineering*) jest założenie, że wprowadzane zmiany nie mogą odbić się negatywnie

na jakości i walorach użytkowych wyrobu. Postuluje się zatem zmiany w procesie technologicznym mogące obejmować jego uproszczenie, przyspieszenie albo mniejsze zapotrzebowania na surowce.

Wprowadzenie nowoczesnych maszyn i systemów produkcyjnych umożliwiających wysoki poziom automatyzacji produkcji (ze względu na konieczność przeprojektowania, rekonfiguracji i modyfikacji) pozwala na zwiększenie liczby zleceń produkcyjnych. Korzyści wynikające ze zwiększenia wydajności systemów produkcyjnych to minimalizacja kosztów produkcji, zwiększona wydajność pracy maszyn (czas wykorzystania maszyn oraz minimalizacja przestojów), zmniejszenie zapasów części, krótsze czasy realizacji zleceń i komplementarna produkcja (4,48).

Zwrócono uwagę na zakup specjalistycznych maszyn i urządzeń (4,46). Niezawodność i wydajność maszyn skracają bowiem całą linię produkcyjną oraz czas realizacji produkcji. Przy tym podkreśla się także serwisowanie, monitorowanie pracy maszyn i prowadzenie badań czy analiz. Technologie, które pozwalają kontrolować procesy, ulepszać je, a także zbierać dane, analizować je i na ich podstawie wyciągać użyteczne wnioski, są podstawą także na stanowiskach konstrukcyjno-projektowych.

Aby minimalizować koszty produkcji – w opinii badanych przedsiębiorstw – należy zapobiegać powstawaniu odpadów poprodukcyjnych albo do minimum ograniczać ich ilość (4,46). Oznacza to, że przebieg produkcji musi polegać na efektywnym wykorzystaniu surowców, wody i energii. Ważnym czynnikiem jest również minimalizowanie substancji niebezpiecznych i szkodliwych dla środowiska, których utylizacja znacznie zawyża koszty. Odpady poprodukcyjne należy podzielić na surowce wtórne stanowiące przedmiot recyklingu, dzięki któremu przedsiębiorstwo nie ponosi kosztów utylizacji (np. opakowania szklane lub aluminiowe, palety drewniane itp.), i odpady niepodlegające ponownemu przetwórstwu, przeznaczone do likwidacji (generujące dodatkowe koszty). Im mniejsza jest zatem ilość odpadów poprodukcyjnych i im wyższy poziom wykorzystania surowców, wody i energii<sup>2</sup>, tym wyższy jest zysk przedsiębiorstwa. W toku realizowanych badań wielokrotnie wskazywano, że dbanie o środowisko to etyczna postawa, która może podnieść wartość firmy na tle innych, mniej przyjaznych naturze. To dodatkowa szansa na uzyskanie potencjalnego nabywcy produktów i w perspektywie niższe koszty produkcji (4,26).

Wśród badanych przedsiębiorstw utrwaliło się przekonanie, że najcenniejszą zdolnością przedsiębiorstw, pozwalającą na osiągnięcie i utrzymanie przewagi konkurencyjnej, jest umiejętność uczenia się, zwłaszcza uczenia się szybciej, niż robią to konkurenci (DeGeus, 1988; Edmondson i Moigneon, 1998). Koncepcja organizacyjnego uczenia się i zarządzania adaptacyjnego stanowi odpowiedź na stojące przed producentami (będącymi w obliczu transformacji) wyzwania w postaci poprawy osiąganych wyników (4,43). W tym zakresie od dawna zwraca się uwagę m.in. na oferowanie produktów lepiej dopasowanych do potrzeb klientów czy wyższy poziom innowacyjności

---

<sup>2</sup> W dobie trwałego wzrostu cen energii szczególną uwagę zwrócono na oszczędności w tym zakresie (4,17).

organizacji i skrócenie czasu wprowadzania nowych produktów na rynek (Barkema, Bell i Pennings, 1996; Bhatt, 2001; Fugate, Stank i Mentzer, 2009; Hayward, 2002; Pennings, Barkema i Douma, 1994; Slater i Narver, 1995; Stata, 1989).

Kluczowe z perspektywy optymalizacji kosztów jest podejście oparte na łańcuchu wartości (4,43) określonego działaniami wymaganymi do opracowania produktu lub usługi (obejmuje analizę od etapu koncepcji, poprzez zaopatrzenie w surowce, funkcje produkcyjne i działania marketingowe, aż do dystrybucji)<sup>3</sup>. Ma ono na celu zrozumienie potrzeb innych podmiotów funkcjonujących w ramach danego sektora (dostawców surowców, nabywców końcowych, komórek wsparcia świadczących usługi techniczne, biznesowe i finansowe dla przemysłu oraz otoczenia biznesowego). W kontekście powyższego zwrócono uwagę na konieczność wdrożenia efektywnej polityki zakupowej (4,41). Wyartykułowano tym samym przyjęcie odpowiedniej metody wyboru, prowadzenie systematycznej oceny dostawcy oraz badania możliwości rynku, korzystanie z platform zakupowych oraz wykorzystywanie efektu skali i właściwego planowania zakupów dla całej firmy.

W dobie konkurencyjnej gospodarki o rynkowym sukcesie coraz częściej decydują technologia i przemyślana strategia wykorzystania narzędzi cyfrowych w prowadzeniu biznesu. To dzięki nowym technologiom firmy są zdolne do zmiany modeli biznesowych, innowacyjnych działań i budowania nowych relacji z klientami, jednocześnie nabywając zdolność holistycznego spojrzenia na wszystkie swoje procesy. Badane przedsiębiorstwa dostrzegają potrzebę optymalizacji kosztów, która wymaga dopasowania modelu biznesowego do profilu działania firmy oraz uwarunkowań rynkowych (4,39). Każdorazowo należy zatem uwzględnić specyfikę i sposób funkcjonowania przedsiębiorstwa oraz dostosować założenia modelu do uwarunkowań organizacyjnych. Odnosi się to w szczególności do sposobu zarządzania przedsiębiorstwem skoncentrowanym na realizacji jego strategicznych i operacyjnych celów. Zwrócono zatem uwagę na uzyskanie pewności, że ustalone cele strategiczne realizowane są przez wszystkie poziomy organizacji i są odzwierciedlone w codziennej pracy (4,39). Dzięki takiemu podejściu uzyskuje się wydajniejszą działalność produkcyjną, a szczególnie tę związaną z rozwojem strategicznym. Oparcie działań firmy na zarządzaniu przez cele (*management by objectives*) może stać się kluczową determinantą w optymalizacji kosztów. Technika jest popularna, ponieważ jest łatwa zarówno w zastosowaniu, jak i we wdrożeniu. Pozostawia w wyznaczaniu celów dużo swobody, koncentruje się na tym, co najważniejsze. Planowanie staje się intuicyjne. Wystarczy wyznaczyć cel, a następnie dopasować do niego miary, które będą służyły ocenie postępów. Wnosi do firmy cechy właściwe dla zwinnego zarządzania, co otwiera nowe możliwości związane z planowaniem rozwoju i realizacją celów.

---

<sup>3</sup> Zwrócono uwagę na ułatwienie wdrożenia zmian zwiększających stopień konkurencyjności łańcucha i generowanie przychodu wszystkich uczestniczących w nim firm (4,41).

Dążenie do eliminacji możliwości powstawania błędów jest jednym z czynników, które mogą przyczynić się do rozwoju przedsiębiorstwa. Dlatego zwrócono uwagę na minimalizowanie kosztów, które zostałyby poniesione w wyniku powstawania błędów, oraz wyeliminowanie możliwości popełnienia pomyłek przez ludzi wykonujących dane procesy (4,37). Nacisk w firmie na produkowanie bez wad i defektów spowodował powstanie wielu rozwiązań nazywanych *poka-yoke*. Określa się takie rozwiązania, które zapobiegają powstaniu błędów w trakcie wykonywania czynności produkcyjnej. Dodatkowym atutem metody jest fakt, że zmniejsza ona fizyczne i psychiczne obciążenie pracownika, który nie musi cały czas koncentrować się na unikaniu pomyłek mogących prowadzić do powstania defektów. Może skupić się zatem na szukaniu sposobów na uczynienie swojej pracy szybszą i przyjemniejszą. Bardzo dobrą metodą na szukanie alternatywnych rozwiązań produkcyjnych problemów jest wsłuchanie się w propozycje pracowników i wdrażanie ich kreatywnych pomysłów (4,37). Zaangażowanie kadry w proces ciągłego doskonalenia (należące do filarów idei *kaizen*) powoduje, że każdy pracownik produkcji generuje średnio kilkanaście pomysłów na usprawnienie produkcji w ciągu roku, co bezpośrednio przekłada się na optymalizację ponoszonych kosztów.

Właściwa polityka podatkowa i efektywne wykorzystywanie instrumentów finansowych, działania zapewniające wybór najkorzystniejszej z prawnie dostępnych strategii podatkowych oraz proponowanych dla poszczególnych rodzajów przedsiębiorstw dodatkowych instrumentów, po spełnieniu odpowiednich warunków, według badanych przedsiębiorstw, wpływają także na optymalizację kosztów (4,35), podobnie jak dobór struktury i kompetencji poszczególnych pracowników do ich odpowiedzialności i zadań (4,35). Struktura swoją złożonością powinna odzwierciedlać charakterystykę przedsiębiorstwa, a menedżerowie powinni mieć obszary odpowiedzialności dopasowane do możliwości i kompetencji. Zadania przypisywane pracownikom powinny pozwalać na zwiększenie efektów ich prac, należy zatem mieć na względzie, że kompetencje są elementami zmiennymi, powinny więc być systematycznie oceniane i w razie potrzeby doskonalone.

Cyfrowa fabryka to zakład produkcyjny, w którym ludzie, maszyny, produkty współdzielą (w czasie rzeczywistym) informacje o wszystkich etapach procesu produkcyjnego. Warunkiem uzyskania pełnej funkcjonalności cyfrowej fabryki jest szybki i niezawodny dostęp do danych w całej sieci łańcucha w czasie rzeczywistym (4,33). Generowane w czasie rzeczywistym dane zwiększają wydajność, produktywność, bezpieczeństwo i pomagają w lepszej ochronie środowiska. Usprawniają także kontrolę przepływów (surowców, produkcji w toku i produktów gotowych). W toku realizowanych badań zwrócono uwagę na uzgodnienie z dostawcami odpowiedniego, jednolitego formatu opakowania komponentów (4,30). Takie działania pozwala na wyeliminowanie czasochłonnego etapu przedprodukcyjnego. Materiały, surowce, części czy podzespoły, zdadne do natychmiastowego użytku, mogą trafić bezpośrednio na stanowiska produkcyjne.



W dalszej kolejności zwrócono uwagę na poprzedzone analizami przekazanie części procesów poza firmę (4,28). Jakkolwiek dotyczy to głównie procesów wsparcia, logistycznych, dystrybucyjnych czy sprzedażowych, coraz popularniejsze jest również korzystanie z leasingu pracowniczego. Według badanych przedsiębiorstw współczesne metody wytwarzania powinny uwzględniać aspekty ekologiczne (4,26). Zwraca się uwagę na zastosowanie odpadów w formie zasobów produkcyjnych, przywrócenie do obiegu produktów, które na tym etapie życia nie odpowiadają początkowo zdefiniowanym potrzebom konsumentów, zastosowanie sprawnych komponentów lub ich części czy ponowne zastosowanie materiałów odpadowych. Zaspokojenie oczekiwań, jakie są generowane w stosunku do współczesnego przedsiębiorstwa, a które dotyczą permanentnego zmniejszania kosztów i czasu realizacji produkcji, jest coraz trudniejsze, bardziej skomplikowane i wymaga uwzględnienia coraz większej liczby danych, często mających zmienną naturę. Kluczowe jest ustanowienie tzw. przemysłowej metody organizacyjnej, charakteryzującej się zoptymalizowanym zarządzaniem zapasami i przepływami materiałów oraz energii. W praktyce chodzi o proste rozwiązania, dotyczące m.in. wyposażenia hali produkcyjnej, które – zwłaszcza w obliczu rosnących cen energii – mogą w dłuższej perspektywie wyjść na korzyść<sup>4</sup>. Wykorzystanie energooszczędnych maszyn, montaż oświetlenia lub zaimplementowanie systemu zarządzania energią mogą okazać się kolejną strategią optymalizacyjną, jednak ważne jest to, by takie ograniczanie kosztów przebiegało racjonalnie, bez pozbawiania pracowników podstawowych narzędzi i warunków<sup>5</sup>. Ponadto trzeba podkreślić, że dbanie o środowisko to etyczna postawa, która może podnieść wartość firmy na tle innych uczestników rynku.

Eliminowanie zbędnych czynności wykonywanych przez pracowników stanowi kolejną – akcentowaną przez przedsiębiorstwa – determinantę optymalizacji kosztów (4,24). Zwrócono uwagę na zwiększanie ergonomii stanowisk, utrzymywanie porządku i właściwych standardów pracy. Stosowanym do tego narzędziem jest metoda 5S (sortowanie, systematyka, sprzątanie, standaryzacja, samodoskonalenie).

---

<sup>4</sup> Przyczyny tego wzrostu są złożone. Na pewno można do nich zaliczyć koszt zakupu uprawnień do emisji CO<sub>2</sub>, co w szczególności obciąża polską energetykę, w której zdecydowana większość produkcji pochodzi ze źródeł nieodnawialnych (węgiel brunatny i kamienny). Warto dodać, że koszt emisji jednej tony CO<sub>2</sub> sięga już ponad 90 euro, natomiast jesienią 2021 roku było to 20 euro. Wzrost cen energii przekłada się bezpośrednio na wyższe rachunki, wobec czego szczególną uwagę zwrócono na oszczędność energii elektrycznej.

<sup>5</sup> Powyższe warto zobrazować praktycznym przykładem. W zakładzie firmy Kramp właściwe rozmieszczenie oświetlenia i jego automatyzacja spowodowały znaczne oszczędności energetyczne i w konsekwencji finansowe. Firma podzieliła halę na strefy sterowania, dobrała oprawy i zamontowała czujniki wykrywania ruchu. Całością zarządza zdalny system, który daje wgląd do infrastruktury m.in. z przeglądarki internetowej i powiadamia o awariach pocztą elektroniczną. Inteligentne czujniki obecności zastosowane w alejkach wysokiego składowania i przestrzeniach otwartych współpracują z sensorami stałego natężenia oświetlenia. To pozwoliło ograniczyć zużycie energii o dodatkowe 40%. Sterowanie manualne za pomocą paneli i przycisków jest możliwe z wielu punktów na terenie obiektu, dodatkowo oświetleniem można zarządzać z poziomu komputera lub smartfonu (Przemysł Przyszłości, b.d.).

nie). Pozwala ona zidentyfikować niepotrzebne czynności, poprawić warunki pracy, a także wyrobić dobre nawyki u pracowników i podnieść bezpieczeństwo. Ułatwia zachowanie infrastruktury produkcyjnej w dobrym stanie, co ma bezpośrednie przełożenie na jakość wytwarzanych artykułów i ciągłość produkcji.

Sprawny przebieg procesu produkcyjnego wymaga stałego zasilania stanowisk produkcyjnych określonymi zasobami (logistyka wewnętrzna). Im większy system produkcyjny, tym trudniej zapanować nad skomplikowanym procesem zasilania stanowisk produkcyjnych niezbędnymi surowcami i materiałami. Odpowiednia organizacja tej kwestii, z jednej strony, stanowi rozwiązanie wielu problemów związanych z utrzymaniem ciągłości produkcji (płynnego przepływu materiałów i produktów), z drugiej zaś istotnie ogranicza ponoszone koszty. Na optymalizację logistyki i jej dostosowanie do aktualnych potrzeb wpływać mogą informatyczne systemy realizacji produkcji (*manufacturing execution systems*). Pozwalają one śledzić w czasie rzeczywistym przepływ materiałów na hali produkcyjnej, informować o stanach i dostarczać danych do analiz i optymalizacji (4,22).

Redukcja bieżących zapasów jest jednym z etapów organizacji przedsiębiorstwa opartych na założeniach *lean manufacturing*. Pozwala na zmniejszenie kosztów magazynowania. Firmy, posiadając duże ilości zapasów, są narażone na straty w związku z zamrożonym kapitałem. W nieprzewidywalnych czasach (m.in. w trakcie pandemii COVID-19) minimalizacja tzw. WIP (*work in progress*) i wdrożenie JIT (*just-in-time*) cieszą się mniejszym zaufaniem (4,13). Problemy na rynku zaopatrzenia obnażyły ryzyko związane z całkowitym odejściem od magazynowania zapasów produkcyjnych. Podejmując próbę redukcji zapasu, a co za tym idzie – uszczuplając zamrożony kapitał, należy zawsze utrzymać płynność swoich dostaw. Optymalną redukcję stanu zapasów przedsiębiorstwo osiągnie tylko wtedy, gdy swoje stany zapasu rozpatrzy z uwzględnieniem całego łańcucha logistycznego, to znaczy od surowców po gotowy produkt. Przy tym konieczne jest włączenie do kontroli także zewnętrznych dostawców. Kluczowe są jednocześnie odrzucenie wielozadaniowości i konkretyzacja działań, bez odkładania na później procesu wytwórczego, oraz ustanowienie limitów zadań możliwych do zrealizowania przez zespoły pracowników, które mają duży stopień samodzielności w działaniu.

Sposobów na optymalizację kosztów jest wiele i ich lista nigdy nie będzie skończona. Istnieje też wiele metodyk, których jednym z celów jest optymalizacja kosztów. Zależne są one od sektora, w jakim działa firma, jej profilu i samego rodzaju kosztu. Dla części przedsiębiorstw priorytetowe będą te, które przyniosą oszczędności najszybciej. Dla innych najważniejsze będą łatwość wprowadzenia zmiany lub oczekiwana stopa zwrotu z inwestycji. Bez względu na przyjętą strategię, optymalizacja kosztów będzie z pewnością dla wielu jednym z najważniejszych wyzwań w najbliższym czasie, zwłaszcza w dobie transformacji cyfrowej.

## 5. Dyskusja i wnioski

Producenci muszą dostosowywać swą działalność do przeobrażeń zachodzących w otoczeniu. Jest to spowodowane zmieniającymi się oczekiwaniami klientów. Aby sprostać tym wyzwaniom, przedsiębiorstwa muszą wprowadzać zmiany w działalności, polegające m.in. na przestawieniu się na inny rodzaj działalności (dywersyfikacja produktowa) czy też inny sposób jej prowadzenia (zmiana modelu biznesu). Współczesny biznes wykorzystuje możliwości, które dają nowoczesne technologie i era cyfryzacji, w tym takie narzędzia, jak sztuczna inteligencja, uczenie maszynowe, robotyzacja czy automatyzacja procesów biznesowych. To biznes dbający o informatyzację, zwłaszcza w czasach pracy zdalnej i hybrydowej (funkcjonowania biur zarówno fizycznych, jak i tych wirtualnych). To zupełnie nowe podejście, pozwalające na odpowiednią transformację biznesową i technologiczną firmy, a tym samym na zbudowanie przewagi konkurencyjnej i zapewnienie sobie mocnej pozycji na rynku.

Transformacja powinna przyczynić się do poprawy rentowności dotychczas prowadzonej działalności wytwórczej. To właśnie dzięki wdrażaniu nowoczesnych rozwiązań nowy asortyment produktów (typoszereg) może być wytwarzany przy tym samym poziomie ogólnych kosztów, przy czym ta sama kwota kosztów będzie odniesiona do większej liczby asortymentów, co przyczyni się do obniżenia jednostkowych kosztów wytwarzania. Podobnie będzie z kosztami sprzedaży oraz z kosztami ogólnego zarządu w sytuacji, gdy zwiększy się asortyment produktów dostarczanych tym samym klientom przedsiębiorstwa.

Koszty ponoszone przez przedsiębiorstwa są skutkiem decyzji zarówno operacyjnych, jak i strategicznych (Nowak, 2014, s. 468). Na kształtowanie się kosztów wpływają decyzje ukierunkowane na systematyczne wykonywanie zadań gospodarczych i decyzje powzięte w reakcji na występujące określone sytuacje. Chodzi zwłaszcza o dostosowanie się do zmian zachodzących w otoczeniu przedsiębiorstwa. Poziom kosztów przedsiębiorstwa zależy bowiem nie tylko od decyzji o charakterze rutynowym, ale także podejmowanych czynności optymalizacyjnych. W perspektywie koszty można znacząco ograniczyć. Kluczowe jest zatem podejmowanie działań, które w obliczu transformacji produkcji sprzyjać będą ich ograniczeniu.

Największe szanse redukcji kosztów produkcji, co pokazuje praktyka, pojawiają się w momencie powstawania projektu produktu. Decyzje o co najmniej 60-80% kosztów wytwarzania zapadają w fazie projektowania i jego rozwoju. Wyzwaniem dla przedsiębiorstw jest zatem uzyskanie wartościowych informacji o kosztach (bezpośrednich i pośrednich) w momencie, gdy zarządzający mają największą możliwość wywarcia na nie wpływu. Podczas dokonywania optymalizacji kosztów przedsiębiorstwa kluczowe jest: (1) zbudowanie obrazu na temat aktualnego stanu w zakresie ponoszonych kosztów, (2) opracowanie raportu zawierającego propozycje działań optymalizujących w celu minimalizacji kosztów, (3) wdrożenie programu redukcji kosztów opisanego w propozycji działań optymalizujących, (4) sprawowa-

nie nadzoru oraz monitoring uzyskanych efektów po implementacji poszczególnych rozwiązań optymalizacyjnych.

Punktem wyjścia do optymalizacji kosztów jest właściwe wyodrębnienie działań, które są przyczynami powstawania kosztów. W rachunku kosztów działań koszty zebrane według podmiotów muszą zostać ujęte w przekroju działań, a następnie w przekroju obiektów kosztowych (wyrobów i usług). Informacje o kosztach z systemu finansowo-księgowego należy przeorganizować w taki sposób, aby umożliwiły one analizę kosztów z perspektywy procesów i działań.

Wartości kosztów wytwarzania są uzależnione od wartości parametrów cech konstrukcyjnych, wytwarzania i organizacyjnych określanych już na etapie projektowania procesów produkcyjnych. Zbudowanie odpowiednich modeli wyznaczania kosztów na podstawie rachunku kosztów działań pozwoli dokładniej określać zużycie zasobów na dany obiekt kosztowy w szacowaniu kosztów projektowanych elementów na każdym etapie projektowania procesów produkcyjnych.

Zaproponowane podejście do optymalizacji kosztów produkcji (bezpośrednich i pośrednich) umożliwi identyfikację kosztów działań oraz zapewni narzędzia (działania) służące ich ograniczaniu.

## 6. Zakończenie

Koszty można znacząco ograniczyć, jednak kluczowe jest podejmowanie działań (zidentyfikowanych w ramach prowadzonych badań), które w obliczu transformacji produkcji będą temu sprzyjać.

Nawiązując do celu pracy – w toku realizowanych badań – dookreślono znaczenie kosztów z perspektywy transformacji produkcji (warstwa teoretyczna). Opracowano – będący wypadkową kwerendy piśmiennictwa oraz badania zrealizowanego wśród celowo dobranych ekspertów dziedzinowych – model badawczy (warstwa teoretyczno-projektowa). Podejmowane działania umożliwiły prowadzenie dalszych prac badawczych. Zdefiniowano arkusz oceny, który umożliwił zaopiniowanie ujętych w modelu działań optymalizacyjnych (ocena istotności wśród przedsiębiorstw).

Rekomendacje, będące rezultatem prowadzonych przez autorów wywodów teoretycznych, oraz zrealizowane postępowanie badawcze stanowią istotną bazę wiedzy, która upoważnia autorów do stwierdzenia, że poddane badaniu przedsiębiorstwa produkcyjne działające w sektorze maszyn rolniczych wykazują stosunkowo duże rozpoznanie w zakresie działań optymalizujących koszty produkcji. Ponadto należy zauważyć, że model badawczy powstały w wyniku dyskusji ekspertów pokrywa się z rekomendacjami formułowanymi przez badane przedsiębiorstwa (wysoki odsetek wskazań). Jakkolwiek poddane ocenie, wskazane w ramach badań literaturowo-projektowych mikrofundamenty nie wyczerpują omawianej problematyki, należy podkreślić, że stanowią istotne rozpoznanie, i jako takie powinny być podwaliną dalszych prac badawczych.

## Literatura

- Atzori, L., Iera, A. i Morabito, G. (2010). The Internet of Things: A survey. *Computer Networks*, 54(15), 2787-2805.
- Barkema, H., Bell, J. i Pennings, J. M. (1996). Foreign entry, cultural barriers, and learning. *Strategic Management Journal*, 17(2), 151-166.
- Bhatt, G. (2001). Knowledge management in organizations: Examining the interaction between technologies, techniques, and people. *Journal of Knowledge Management*, 5(1), 68-75.
- Chalastra, M. (2018). *Rachunek kosztów księgowego i controllera*. Wrocław: Wydawnictwo Marina.
- Chlebus, E. (2000). *Techniki komputerowe CAX w inżynierii produkcji*. Warszawa: WNT.
- Columb, M. O. i Lalkhen, A. G. (2005). Systematic reviews & meta-analyses. *Current Anaesthesia & Critical Care*, 16(6), 391-394.
- Czubakowska, K. (2006). Rachunek kosztów jako źródło informacji zarządczej. W: K. Czubakowska, W. Gabrusewicz, E. Nowak (red.), *Podstawy rachunkowości zarządczej*. Warszawa: PWE.
- Czubakowska, K. (2015). *Rachunek kosztów i wyników*. Warszawa: PWE.
- DeGeus, A. P. (1988). Planning as learning. *Harvard Business Review*, 66(2), 70-74.
- Derbeck, E. J. (2013). *Principles of cost accounting*. Mason: South-Western Cengage Learning.
- Doyle, D. P. (2006). *Kontrola kosztów. Element zarządzania strategicznego*. Kraków: Oficyna Ekonomiczna.
- Edmondson, A. i Moingeon, B. (1998). From organizational learning to the learning organization. *Management Learning*, 29(5), 5-20.
- Fallera, C. i Feldmüllera, D. (2015). Industry 4.0 learning factory for regional SMEs. *Procedia CIRP*, (32), 88-91.
- Fugate, B. S., Stank, T. P. i Mentzer, J. T. (2009). Linking improved knowledge management to operational and organizational performance. *Journal of Operations Management*, 27(3), 247-264.
- Gerwin, D. (1993). Manufacturing flexibility: A strategic perspective. *Management Science*, 39(4), 395-410.
- Hayward, M. L. A. (2002). When do firms learn from their acquisition experience? Evidence from 1990-1995. *Strategic Management Journal*, 23(1), 21-39.
- Hilton, R. W., Maher, M. W. i Selto, F. H. (2008). *Cost management. Strategies for Business Decisions*. New York: McGraw-Hill.
- Horngren, Ch.T., Foster, G. (1991). *Cost Accounting. A Managerial Emphasis*, New Jersey: Prentice-Hall International Editions, Upper Saddle River.
- Kaplan, R. S. i Cooper, R. (2000). *Zarządzanie kosztami i efektywnością*. Kraków: Dom Wydawniczy ABC.
- Kolberg, D. i Zühlke, D. (2015). Lean automation enabled by Industry 4.0 technologies. *IFAC Papers OnLine*, (48-3), 1870-1875.
- Kołodziejczuk, B. (2014). Zarządzanie kosztami w poprawie efektywności wykorzystania zasobów przedsiębiorstwa. *Prace Naukowe Uniwersytetu Ekonomicznego we Wrocławiu*, (335).
- Lee, J., Kao, H.-A. i Yang, S. (2014). Service innovation and smart analytics for Industry 4.0 and big data environment. *Procedia CIRP*, (16), 3-8.
- Niewiadomski, P. (2016). *Determinanty elastyczności funkcjonowania przedsiębiorstwa produkcyjnego sektora maszyn rolniczych*. Poznań: Wydawnictwo Politechniki Poznańskiej.
- Niewiadomski, P. i Nogalski, B. (2021). Koszty jakości w strategii przedsiębiorstwa. *Zeszyty Naukowe Małopolskiej Wyższej Szkoły Ekonomicznej w Tarnowie*, 51(3), 87-105.
- Nowak, E. (1994). *Decyzyjne rachunki kosztów*. Warszawa: PWN.
- Nowak, E. (2010). *Rachunek kosztów przedsiębiorstwa*. Wrocław: Ekspert Wydawnictwo i Doradztwo.
- Nowak, E. (2014). Koszty w różnych sytuacjach działalności jednostek gospodarczych. *Prace Naukowe Uniwersytetu Ekonomicznego we Wrocławiu*, (343), 462-469.
- Nowak, E. (2015a). Rachunek kosztów a zarządzanie kosztami. Rozważania o relacjach. *Studia Ekonomiczne*, (245), 162-172.

- Nowak, E. (2015b). Zarządzanie kosztami zorientowane na strategię przedsiębiorstwa. *Studia Ekonomiczne*, (229), 133-142.
- Nowak, E. (2017). Costs an economic category exposed to risk. W: E. Nowak, M. Kowalewski (red.), *Global challenges of management control and reporting* (s. 195-202). Wrocław: Wydawnictwo Uniwersytetu Ekonomicznego we Wrocławiu.
- Nowak, E. (red.). (2006). *Strategiczne zarządzanie kosztami*. Kraków: Oficyna Ekonomiczna.
- Nowak, E. i Wierzbiński, M. (2010). *Rachunek kosztów. Modele i zastosowania*. Warszawa: PWE.
- Pennings, J. M., Barkema, H. i Douma, S. (1994). Organizational learning and diversification. *Academy of Management Journal*, 37(3), 608-640.
- Petrus, B. (2019). Environmental dynamism: The implications for operational and dynamic capabilities effects. *Management Sciences*, 24(1), 28-36.
- Przemysł Przyszłości. (b.d.). Pobrano z <https://przemyslprzyszlosci.gov.pl/jak-obnizyc-koszty-dzieki-przebudowie-oswietlenia-w-zakladzie/>
- Sawicki, K. (1995). Istota i podstawowa klasyfikacja kosztów. W: T. Kiziukiewicz (red.), *Rachunkowość. Zasady prowadzenia w jednostkach gospodarczych*. Wrocław: Ekspert.
- Sawicki, K. (1998). *Analiza kosztów w przedsiębiorstwie przemysłowym*. Warszawa: PWE.
- Sęp, J. i Budzik, G. (2015). Możliwości aplikacyjne technologii Rapid Manufacturing w przemyśle lotniczym. *Mechanik*, (12), 169-172.
- Slater, S. i Narver, J. (1995). Market orientation and the learning organization. *Journal of Marketing*, 59(3), 63-74.
- Stata, R. (1989). Organizational learning – the key to management innovation. *Sloan Management Review*, 30(3), 63-74.
- Subashini, S. i Kavitha, V. (2011). A survey on security issues in service delivery models of cloud computing. *Journal of Network and Computer Applications*, 34(1), 1-11.
- Szulewski, P. (2016). Koncepcje automatyki przemysłowej w środowisku Industry 4.0. *Mechanik*, (7), 574-578.
- Zysnawska-Dworczak, B. (2012). *Jak zarządzać kosztami w przedsiębiorstwie*. Warszawa: Difin.
- Żmijewski, R. (2014). *Elementy koncepcji „Industrie 4.0” w praktyce. Systemowe modelowanie produktu w wirtualnym przedsiębiorstwie*. Warszawa: Siemens Industry Software.

## **COST OPTIMIZATION IN THE FACE OF PRODUCTION TRANSFORMATION – ASSESSMENT IN THE TECHNICAL MEANS OF AGRICULTURAL TRANSPORT SECTOR**

**Abstract:** In practice, low cost awareness hinders effective analysis and making optimization decisions. Therefore, in order to improve competitiveness, it is important to be aware of the essence of the costs incurred, the possibility of shaping them, knowledge of the factors determining their value, and knowledge of the relationship with the risk incurred. Therefore, the key is to answer the question (main goal): What activities in the face of the transformation of production will favour cost optimization, and thus which of the listed ones should be taken by Polish producers of parts and technical components of agricultural transport means? Achieving the main goal required the formulation and implementation of partial goals, the authors of which include: (1) enhancing the significance of costs from the perspective of production transformation (theoretical layer); (2) developing a research model in the form of an evaluation sheet, which is the result of the exploration of the literature and a study carried out among deliberately selected experts (theoretical and design layer). Specific activities gave the right direction for further research (empirical verification); opinion among enterprises (significance assessment).

**Keywords:** production optimization, manufacturing costs, factory of the future, advanced production.