



# OCENA POTENCJALNYCH EFEKTÓW WDROŻENIA INNOWACJI ORGANIZACYJNEJ W SYSTEMIE PRODUKCYJNYM NA PRZYKŁADZIE IPOsystemu

Magdalena Jurczyk-Bunkowska<sup>1</sup>, Krzysztof Fiegler<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Instytut Innowacyjności Procesów i Produktów, Politechnika Opolska

<sup>2</sup> UIBS Teamwork Sp. z o.o.

## Autor korespondencyjny:

Magdalena Jurczyk-Bunkowska

Instytut Innowacyjności Procesów i Produktów

Politechnika Opolska

ul. Ozimska 75, 45-370 Opole, Polska

telefon: +48 77 44 98 845

e-mail: m.jurczyk-bunkowska@po.opole.pl

---

## SŁOWA KLUCZOWE

innowacja, system produkcyjny, IPOsystem, ocena agregatowa, normalizacja ilorazowa

## ASSESSMENT OF THE POTENTIAL EFFECTS OF IMPLEMENTATION ORGANIZATIONAL INNOVATION IN THE PRODUCTION SYSTEM ON EXAMPLE OF IPOsystem

### KEYWORDS

innovation, production system, IPOsystem, aggregate assessment, quotient standardisation method

### ABSTRACT

Innovative solutions are implemented as a result of very complex and often lengthy processes. The processes of innovation are strongly connected to the uncertainty and risk. The paper shows the proposal of multi-criteria assessment method oriented on potential effects of implementing innovation for the production system as a whole. It is more complete than monocriteria assessment, thus giving a more comprehensive image of the effects of the proposed solution. The method has been developed based on aggregate assessment. Aggregate assessment is a general assessment of the values of a certain object in this case the production system. It consists in combining individual assessment criteria into one unity. The values may be positive or negative and refers to various types of aspects, e.g. utilitarian, technical, economic, social, depending on the strategy of enterprise. When we want to implement the specified innovation in the production system, we should diagnose the potential effects of it for the whole system. It is the main reason of using the proposed methodology. The use of the method was shown on the example of implementation of the world class innovative software solution called IPOsystem. The system individually manages the work of employees and machines on an ongoing basis, including all changes concerning the condition of these resources and the current status in the production process in real time. IPOsystem complements ERP class systems in the field of active process planning and manufacturing process control. It provides managers with credible and current information concerning resources, production orders, terms of order realisation, actual working time, costs, quality control results, production deficiencies, breakdowns etc.

---

## 1. Wprowadzenie

Innowacje są główną siłą napędową postępu. Z punktu widzenia przedsiębiorstw motywem wdrażania innowacji jest uzyskanie przewagi konkurencyjnej [2], wzrost zysku [1] oraz rozwój przedsiębiorstwa [4]. Sens wdrażania innowacji jest jasny, spór pomiędzy naukowcami i praktykami dotyczy natomiast definicji tego pojęcia. Schumpeter, który wprowadził je do nauk ekonomicznych, wskazuje, że jest to zmiana o charakterze jednorazowym i nie wiąże jej z kreowaniem nowej wiedzy, a raczej z wdrożeniem wynalazku do praktyki przedsiębiorstwa [8]. Natomiast upowszechnianie innowacji określa imitacją, kopiowaniem. Jednak kolejni badacze zajmujący się tą problematyką nie zawsze są z nim zgodni.

Z tego względu zwykle się pojęcie innowacji definiować w wąskim i szerokim zakresie. Za innowację w ujęciu wąskim (sensu stricto) przyjmuje się [11]:

- zmianę fundamentalną lub radykalną, obejmującą transformację nowej idei lub wynalazku technologicznego w rynkowy produkt lub proces,
- pierwsze zastosowanie nauki i technologii w nowy sposób zapewniający rynkowy sukces,
- pierwsze handlowe wprowadzenie na rynek nowego produktu, procesu, systemu lub urządzenia,
- pierwsze zastosowanie wynalazku.

W ramach szerokiego ujęcia innowacja jest utożsamiana z nowością, odnosząc się do każdego dobra, które jest postrzegane przez kogoś jako nowe [5]. Istotą każdej definicji jest zmiana, której celem jest wzrost

konkurencyjności przedsiębiorstwa w stosunku do pozostałych podmiotów na rynku [12]. W niniejszym artykule przyjęto szeroki zakres postrzegania innowacji przyjmując, że w systemie produkcyjnym są to wszelkie zmiany o charakterze procesowym lub organizacyjnym, obejmujące zbiór czynności powiązanych z przepływem materiałów, których celem jest przetworzenie zasobów w produkty i dostarczenie ich klientom w uzgodnionych terminach i ilościach. Zmiany o charakterze procesowym obejmują wdrażanie nowych lub znacznie ulepszonych metod produkcji lub dystrybucji; mogą dotyczyć znacznych zmian w technice, wyposażeniu, sprzęcie i oprogramowaniu, a także zmian metod pracy [11]. Natomiast innowacje organizacyjne to takie, które oferują nowe sposoby realizacji podstawowych funkcji zarządzania. Można definiować je jako nowe sposoby organizowania działalności biznesowej, takiej jak np. produkcja czy też działalność badawczo-rozwojowa, które wpływają na koordynację zasobów ludzkich [3]. Ta definicja w pełni oddaje sposób rozumienia pojęcia innowacji organizacyjnej w niniejszym artykule, choć bardziej rozpowszechniona jest ta z podręcznika Oslo [7] wskazująca, że innowacje organizacyjne polegają na wdrożeniu nowych metod organizacyjnych, obejmujących zmiany w zakresie przyjętych przez firmę zasad działania, w organizacji miejsca pracy lub w stosunkach firmy z otoczeniem. Nie są to zatem rozwiązania o charakterze technologicznym, jednak bardzo często wynikają ze zmian o charakterze technicznym, a czasami mogą również być niezbędnym warunkiem wstępnym dla ich wdrożenia [6].

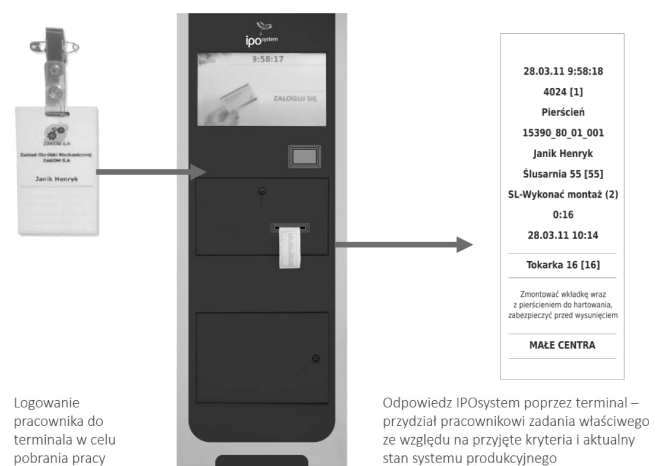
Wdrażanie innowacji wiąże się z ryzykiem większym niż ma to miejsce w przypadku stosowanych wcześniej przez firmę rozwiązań. Dotyczy to oczywiście w większym stopniu innowacji o charakterze radykalnym, a w mniejszym tych o charakterze przyrostowym. Innowacje wymagają zawsze pozyskania i zaimplementowania nowej wiedzy z punktu widzenia organizacji, a także poniesienia nakładów z tym związanych. Problemem jest to, czy uzyskane efekty dla systemu produkcyjnego jako całości uzasadniają podjęcie ryzyka i poniesienie określonych nakładów. Celem artykułu jest prezentacja opracowanej metodyki kompleksowej oceny innowacji organizacyjnej w systemie produkcyjnym. Przeprowadzenie jej przez pryzmat tylko jednego kryterium daje niepełny, a co za tym idzie, często mylny pogląd na jej wartość. Dla podjęcia racjonalnej decyzji o uruchomieniu wdrożenia innowacji potrzebny jest bardziej wszechstronny obraz, który oferuje wyłącznie ocena wielokryterialna. Wymaga to jednak zespolenia w jedną całość różnego rodzaju aspektów i odpowiadających im kryteriów. Niniejsza praca bazuje na paradygmacie oceny agregatywnej, polegającej na łączeniu indywidualnych kryteriów diagnostycznych w jeden złożony miernik [10].

Ocena innowacji organizacyjnej w systemie produkcyjnym zostanie przeprowadzona na przykładzie wdrożenia innowacyjnego systemu informatycznego, który został opracowany przez firmę UBIS Teamwork z Ryb-

nika. Jego celem jest harmonogramowanie i sterowanie produkcją, co szczegółowo zostało omówione w kolejnym punkcie artykułu. System ten został wdrożony w kilku polskich przedsiębiorstwach, m.in. w Andrychowskiej Fabryce Maszyn DEFUM S.A., a także u producenta maszyn do przemysłowej produkcji lodów – ICE Group z Rybnika. Efekty tych wdrożeń zostały zaprezentowane w rozdziale trzecim. Natomiast w rozdziale czwartym omówiono koncepcję metodyki oceny innowacji organizacyjnej w systemie produkcyjnym oraz przedstawiono strukturę kryteriów oceny. W kolejnym punkcie wykorzystano zaproponowane kryteria do przeprowadzenia oceny wdrożenia IPOsystemu w przykładowym przedsiębiorstwie. Artykuł podsumowano wskazując na znaczenie zaproponowanej metodyki dla planowania innowacji w systemach produkcyjnych.

## 2. Zakres i sposób funkcjonowania IPOsystemu

IPOsystem (*Intelligent Production Organization System*) jest polskim produktem o unikalnej na skalę światową funkcjonalności. Jego istotą jest podejmowanie decyzji odnoszących się do zarządzania produkcją bez udziału człowieka. Działa bezpośrednio na hali produkcyjnej, monitorując nieustannie stan systemu produkcyjnego. Na podstawie uzyskanych informacji podejmuje decyzje o kolejności uruchamiania operacji technologicznych oraz wskazuje zasoby, na których mają być wykonane. Bazą funkcjonowania IPOsystemu są terminale zainstalowane bezpośrednio na hali produkcyjnej. To za ich pośrednictwem zbierane są informacje o zdarzeniach produkcyjnych oraz dokonywany jest rozdział prac, tak jak pokazano to na rysunku 1.



Rys. 1. Terminal IPOsystem umożliwiający gromadzenie informacji o zdarzeniach produkcyjnych oraz przydział zadań pracownikom produkcyjnym (na podstawie materiałów UBIS Teamwork)

Wszystkie decyzje podejmowane przez system informatyczny uwzględniają bieżącą sytuację całego systemu produkcyjnego. Kryteriami są terminowość reali-

zacji zleceń i skracanie długości cyklu produkcyjnego, co zapewnia ograniczenie wielkości zapasów produkcji w toku.

W momencie podejmowania decyzji o przydziale zadania do zasobu uwzględniane są:

- kolejka zadań oczekujących przed każdym zdefiniowanym zasobem systemu, czyli np. ludźmi, maszynami, środkami transportu, stanowiskami kontroli, montażu itp.
- marszruty technologiczne wszystkich realizowanych w danym okresie zleceń,
- stan zaawansowania wszystkich zleceń oraz terminy ich realizacji,
- priorytety nadane przez zarządzającego poszczególnym zleceniom,
- stan zapasów produkcji w toku,
- stan zapasów materiałowych.

Można zatem powiedzieć, że IPOsystem zarządza samodzielnie, bezpośrednio i na bieżąco pracą pracowników i maszyn, uwzględniając w czasie rzeczywistym wszystkie zmiany dotyczące stanu tych zasobów i aktualnej sytuacji na hali produkcyjnej. Innowacyjnym rozwiązaniem wobec systemów MES jest automatyczne uaktualnianie harmonogramu prac. System automatycznie reaguje w czasie rzeczywistym na każde odstępstwo od planu, np. wydłużenie bądź skrócenie czasu wykonania operacji technologicznej korektą harmonogramu produkcji. Każdy z pracowników po zakończeniu realizowanej przez siebie operacji technologicznej, w przeciągu 5 sek. otrzymuje kolejne, najbardziej odpowiednie na dany moment polecenie pracy. W ten sposób IPOsystem zwalnia zarządzających produkcją z konieczności realizacji skomplikowanych procesów planistycznych, logistycznych oraz czynności bezpośredniego przydzielania zadań na halach produkcyjnych. Trzeba tu podkreślić, że takie systemy jak ERP, APS i MES wspierają jedynie decyzje zarządcze, które podejmowane są przez ludzi. Praktyką podczas użytkowania tych systemów jest decydowanie o realizacji konkretnych operacji technologicznych przez nadzór bezpośredni bądź przez samych pracowników produkcyjnych na hali, którzy nie mają wiedzy o bieżącym stanie systemu produkcyjnego i potrzebują znacznie więcej czasu niż komputer na przeanalizowanie dostępnych informacji.

### 3. Przykłady wdrożenia IPOsystemu

Pierwsze wdrożenie IPOsystemu miało miejsce w 2009 roku w Zakładzie Obróbki Precyzyjnej Łabędy Sp. z o.o. Jest to przedsiębiorstwo zajmujące się produkcją części maszyn dla różnych gałęzi przemysłu, a więc realizujące produkcję małoseryjną i jednostkową. Cechą tego typu przedsiębiorstw jest bardzo niski stopień automatyzacji prac i równoległa realizacja różnorodnych zleceń. Powoduje to duże trudności organizacyjne w zarządzaniu produkcją, co skutkuje wysokim stanem zapasów produkcji w toku. Podobne problemy występowały w Andrychowskiej Fabryce Maszyn DE-

FUM S.A., gdzie zakończono wdrożenie IPOsystemu w marcu 2013 roku. Produkowane są tam obrabiarzki i inne urządzenia różniące się wyposażeniem, często projektowanym specjalnie na potrzeby konkretnego odbiorcy. Z tego powodu w realizację zleceń zaangażowane są: Dział Handlowy, Konstrukcyjny, Technologiczny, Zaopatrzenie, Przygotowanie Produkcji, Magazyn, Wydział Mechaniczny i Wydział Montażu. Podstawą do planowania produkcji przed wdrożeniem IPOsystemu był przygotowany przez Dział Handlowy plan sprzedaży. Zarządzanie projektami i produkcją odbywało się poprzez system spotkań i narad, na których ustalano priorytety i rozwiązywano problemy, a realizacja poszczególnych zadań w działach i bieżące zarządzanie pracownikami odbywało się poprzez kierowników tych działów na podstawie ustalonych dla tych procesów procedur. W przedsiębiorstwie występowały typowe w takich warunkach problemy:

1. Problemy z komunikacją pomiędzy działami: konstrukcyjnym, technologicznym, planowania, zaopatrzenia i produkcją.
2. Nieefektywne zarządzanie pracownikami na halach produkcyjnych.
3. Znaczne ilości zapasów produkcji w toku.
4. Niedotrzymywanie terminów realizacji zamówień.
5. Brak możliwości dokładnego rozliczania pracowników z ich pracy.

Po wdrożeniu IPOsystemu zmienił się zakres obowiązków osób zarządzających procesami produkcyjnymi. W wyniku zmian organizacyjnych ich zadaniem jest wprowadzanie niezbędnych do pracy systemu informacji (zleceń, technologii, kalendarzy pracy ludzi i maszyn, fizycznej wysyłki zamówień na materiały, usługi i podzespoły wygenerowanych przez IPOsystem itp.) oraz ustalanie priorytetów zleceń i żądanych terminów ich realizacji, a także nadzór nad pracą systemu. Wdrożenie IPOsystemu w AFM DEFUM S.A. pozwoliło na uzyskanie szeregu korzyści, z których najważniejsze to:

- znaczące ograniczenie zapasów produkcji w toku, system zapewnia realizację tylko niezbędnych prac, maksymalnie wykorzystując czas pracy dostępnych w danym dniu zasobów;
- usprawnienie wewnętrznej komunikacji;
- wyeliminowanie błędów związanych z nieefektywną komunikacją pomiędzy współpracującymi działami;
- poprawa terminowości realizacji zamówień,
- bezpośrednia i bardzo dokładna wiedza o zaawansowaniu prac nad każdym zleceniem,
- informacja o zaangażowanych kosztach na dany moment.

Podobne efekty uzyskano w przedsiębiorstwie ICE Group, które wdrożyło IPOsystem w lipcu 2014 roku. Jest to producent maszyn z branży spożywczej, specjalizujący się w liniach produkcyjnych lodów. W przedsiębiorstwie tym jest zatrudnionych blisko 100 pracowników, a wśród nich 12 pełnoetatowych konstruktorów i 7 automatyków programujących maszyny w siedzibie firmy i odpowiadających za teleserwis. W tym przypadku właściciele mocno podkreślają poprawę wewnątrz-

nej komunikacji oraz usprawnienie pracy konstruktorów i technologów.

Przykładem wdrożenia IPOsystemu w przedsiębiorstwie realizującym średnioseryjną produkcję jest firma Teknomet, zajmująca się produkcją grilli ogrodowych, przyczep do quadów oraz sanek. Korzystne efekty, które są podkreślane w tym przypadku to: wprowadzenie zaawansowanego zarządzania dokumentacją, uproszczenia w modyfikacji technologii, usprawnienie współpracy z kooperantami, zarządzanie wielkością partii produkcyjnej.

#### 4. Koncepcja kompleksowej oceny wdrożenia innowacji organizacyjnej w systemie produkcyjnym

Jak pokazują doświadczenia, wdrożenie IPOsystemu wpływa na wiele różnych aspektów funkcjonowania systemu produkcyjnego. Niektóre z nich mają wymiar taktyczny i są widoczne już w krótkim czasie po wdrożeniu, inne natomiast mają charakter strategiczny i dostrzegalne są dopiero po upływie dłuższego czasu. Ponadto, innowacje w systemach produkcyjnych mogą wpływać pozytywnie na jedne aspekty produkcyjne, natomiast negatywnie na inne. Na przykład zmiana sposobu realizacji operacji technologicznej ograniczająca liczbę braków może pociągnąć za sobą wzrost kosztów energii albo zmiana mająca na celu przyspieszenie przebrożenia może powodować wyższe koszty utrzymania ruchu. Podejmując decyzję o wdrożeniu innowacji w systemie produkcyjnym, należy kompleksowo zdiagnozować jej spodziewane efekty. Wymaga to wielokryterialnej oceny zorientowanej na funkcjonowanie systemu produkcyjnego jako całości, a nie na jego poszczególne fragmenty. Dlatego postanowiono zastosować ocenę agregatową, której istotą jest scalenie pojedynczych kryteriów dla potrzeb uzyskania odpowiedzi na pytanie

o ogólną wartość obiektu. Pojęcie obiektu ma tutaj charakter uniwersalny. Jest on traktowany jako przedmiot badania, np. rzecz, czynnik, cecha, struktura, system, element. Każdy obiekt charakteryzują cechy ilościowe lub jakościowe, przyjmując postać parametrów i funkcji empirycznych bądź teoretycznych [9].

Na rysunku 2. przedstawiono zbiór kryteriów oceny innowacji w systemie produkcyjnym, stanowiący wzorzec oceny. Zaproponowane do modelu kryteria podzielono na cztery podgrupy, w których znajduje się po sześć kryteriów. Pierwszą stanowią kryteria taktyczne, których zmiana wartości może być widoczna już po kilku tygodniach. Druga grupa, to kryteria strategiczne, na które wpływ wdrożonej innowacji będzie zauważalny po czasie zbliżonym do jednego roku lub dłuższym. Celem wdrażania każdej innowacji jest podniesienie pozycji konkurencyjnej. Można to osiągnąć dwiema drogami. Pierwszą jest ukierunkowanie systemu na poprawę synchronizacji z popytem, drugą obniżenie kosztów funkcjonowania. Dlatego zarówno wśród kryteriów taktycznych, jak i strategicznych wyodrębniono grupę produkcyjną i rynkową.

Zaproponowane zestawienie kryteriów, tworzących wielokryterialny układ wartościujący efekty wdrożenia innowacji w systemie produkcyjnym, może być wykorzystywany zarówno do diagnozy efektów innowacji organizacyjnych, jak i procesowych. Zaproponowane kryteria mogą być rozwijane i poprzez to model oceny staje się bardziej szczegółowy. Np. stopień wykorzystania zasobów może być rozpatrywany oddzielnie wobec pracowników, maszyn czy urządzeń, podobnie kryterium poziomu zapasów odnosi się do materiałów, produkcji w toku, wyrobów gotowych czy też części zamiennych. Rozwinięcie kryteriów i zastosowanie odrębnej oceny sprawdzającej dla subkryteriów będzie bardziej pracochłonne, jednak jest uzasadnione podniesieniem jakości diagnozy.

	PRODUKCYJNE	RYNKOWE
<b>TAKTYCZNE</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• stopień wykorzystania zasobów;</li> <li>• poziom zapasów;</li> <li>• koszty braków;</li> <li>• koszty zużycia mediów i amortyzacji;</li> <li>• pracochłonność;</li> <li>• koszty przeglądów i konserwacji.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• terminowość;</li> <li>• stabilność i niezawodność systemu;</li> <li>• różnorodność asortymentu;</li> <li>• długość cyklu produkcyjnego;</li> <li>• czas reakcji na zlecenie;</li> <li>• możliwość sterowania zleceniami według zmiennych priorytetów.</li> </ul>
<b>STRATEGICZNE</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• zdolności produkcyjne;</li> <li>• współpraca w ramach sieci;</li> <li>• motywacja pracowników;</li> <li>• komunikacja wewnętrzna;</li> <li>• stan techniczny infrastruktury;</li> <li>• możliwości gromadzenia i analizy danych na potrzeby decyzji produkcyjnych.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• czas rozwoju nowego produktu;</li> <li>• stabilna jakość produkcji;</li> <li>• bezpieczeństwo i ekologia;</li> <li>• interakcja z klientem;</li> <li>• elastyczność produkcji;</li> <li>• zaawansowanie techniczne.</li> </ul>

Rys. 2. Zestaw kryteriów oceny innowacji w systemach produkcyjnych

## 5. Przeprowadzenie oceny efektów wdrożenia IPOsystemu

Ocenę innowacji w systemie produkcyjnym według proponowanej metodyki można przeprowadzić zarówno przed, jak i po wdrożeniu. Większe znaczenie ma dla zarządzającego jej wykonanie na etapie planowania innowacji. Jednak bazuje ona wówczas na prognozach. W odniesieniu do kryteriów taktycznych, w której wartości kryteriów są przedstawiane ilościowo, można je przeprowadzić modelując zmiany w systemie produkcyjnym i oceniając w ten sposób ich potencjalne efekty, np. wykorzystując oprogramowanie Tecnomatix Plant Simulation. W odniesieniu do kryteriów strategicznych, których wartości określane są jakościowo, wykorzystano ocenę ekspercką. Wszystkie zaproponowane w przypadku oceny efektów innowacji w systemie produkcyjnym kryteria oceny mają charakter postulatyczny. Część z nich to stymulanty, czyli cechy, dla których pożądana jest tendencja wzrostowa, a część to destymulanty, czyli cechy, dla których pożądana jest tendencja spadkowa.

W przykładzie oceny efektów wdrożenia innowacji nie przydzielono kryteriom wag, chociaż opracowana metodyka przewiduje wprowadzenie wartości, które określałyby znaczenie danego aspektu w ocenie całościowej, zgodnie z zależnością (1):

$$V_{ij} = w_j \cdot q_{ij}, \quad (1)$$

gdzie:  $V_{ij}$  – wartość ważona  $i$ -tego obiektu ze względu na  $j$ -te kryterium oceny;  $w_j$  – waga  $j$ -tego kryterium oceny;  $q_{ij}$  – ocena sprawdzająca odniesiona do  $i$ -tego obiektu, ze względu na  $j$ -te kryterium oceny;  $i = 1, \dots, m$  – obiekty, w tym przypadku innowacje wdrażane w systemie produkcyjnym;  $j = 1, \dots, n$  – kryteria oceny.

W niniejszym rozdziale skupiono się na dokonaniu oceny sprawdzającej, która jest pomiarem stopnia spełnienia wymagań, w której wartość agregowaną  $A_i$ , oblicza się według zależności (2):

$$A_i = \sum_{j=1}^n q_{ij}. \quad (2)$$

Ocena sprawdzająca ( $q_{ij}$ ) ma pokazać, w jakim stopniu innowacja w systemie produkcyjnym spełnia określone wymagania. Formuła oceny sprawdzającej wyraża się poprzez sumę relacji stanu systemu produkcyjnego przed wprowadzeniem innowacji do wzorca i stanu systemu produkcyjnego po wprowadzeniu innowacji do wzorca. W przypadku kryteriów o charakterze produkcyjnym wzorcem są wielkości planowane postrzegane przez zarządzających jako docelowe. Natomiast w przypadku kryteriów rynkowych wzorce odnoszą się do konkurencji. W omawianym przykładzie jest to najbliższy konkurent. Ocena sprawdzająca może być wyrażona w postaci punktowej lub wskaźnikowej. Punktowa forma

oceny jest właściwa dla użycia skali przedziałowej. Natomiast postać wskaźnikowa jest wyrazem zastosowania normalizacji ilorazowej, którą proponuje się wykorzystać w zaproponowanej metodyce. Dla stymulantów znormalizowaną wartość  $i$ -tej innowacji ze względu na  $j$ -te kryterium oblicza się według zależności (3):

$$z_{ij} = \frac{x_{ij}}{\max_i \{x_{ij}\}}, \quad (3)$$

gdzie:  $x_{ij}$  – wartość osiągnięć  $i$ -tej innowacji ze względu na  $j$ -te kryterium (wartość  $j$ -tego kryterium oceny).

Dla destymulantów normalizację ilorazową kryteriów oceny przeprowadza się według zależności (4):

$$z_{ij} = \frac{\min_i \{x_{ij}\}}{x_{ij}}. \quad (4)$$

Sprowadza się ona do ujednoczenia wartości poszczególnych kryteriów wyboru poprzez odniesienie ich do ustalonych wartości wzorcowych. Znormalizowane wartości kryteriów wyboru leżą w przedziale od 0 do 1: im bliższe są one jedności, tym wyższa jest ocena sprawdzająca innowacji. Natomiast wartości bliższe zeru świadczą o niższej ocenie sprawdzającej. Chcąc ocenić efekty wdrożenia innowacji w systemie produkcyjnym, należy porównać wartości znormalizowane oceny przed i po wdrożeniu.

W tabeli 1 został przedstawiony przykład oceny wdrożenia IPOsystemu jako innowacji organizacyjnej w systemie produkcyjnym. Bazuje on na rzeczywistej ocenie, chociaż zaprezentowane wartości  $V_{ij}$  (wartość  $j$ -tego kryterium przed wdrożeniem IPOsystemu) oraz  $V_{ij,i}$  (wartość  $j$ -tego kryterium po wdrożeniu IPOsystemu) zostały zmienione wobec rzeczywistych.

Podstawą oceny była różnica pomiędzy diagnozą przeprowadzoną po pewnym czasie od wdrożenia innowacji i oceną systemu przed jej wdrożeniem. Pozwoliło to na uchwycenie efektu uzyskanego dla systemu produkcyjnego przedsiębiorstwa poprzez wdrożenie IPOsystemu. Jest on bardzo korzystny, co udowadniają bardzo wysokie wskaźniki w każdej z grup. Zarządzający przedsiębiorstwem nie byli tym zaskoczeni, ponieważ wyraźnie odczuwali efekty. Przeprowadzenie tej diagnozy miało na celu pokazanie skali korzyści płynących z wdrożenia IPOsystemu dla systemu produkcyjnego. Największą wartość wskaźnika uzyskano dla kryteriów odnoszących się do efektów strategicznych i aspektów produkcyjnych (1,90). Najniższą wartość uzyskano w ocenie według kryteriów opisujących efekty strategiczne odnoszące się do aspektów rynkowych (0,85). Tylko w przypadku jednego kryterium efekty okazały się ujemne, co wynika ze wzrostu kosztów związanych z obsługą samego oprogramowania i terminali. Sumaryczny wskaźnik oceny wynosi 5,33, a jego wysokość wynika z tego, że IPOsystem jest innowacją obejmującą cały system produkcyjny łącznie z procesami technologicznymi i logistycznymi.

Tab. 1. Ocena efektów wdrożenia IPOSytemu jako innowacji organizacyjnej

Kryterium	Wartość kryterium			Wartość po normalizacji		
	$V_{ij}$	wzorcowa	$V_{ij-i}$	$z_{ij-p}$	$z_{ij-k}$	różnica $z_{ij-c} = z_{ij-i} - z_{ij}$
<b>KRYTERIA PRODUKCYJNE</b>						
<i>kryteria taktyczne</i>	<b>1,38</b>					
stopień wykorzystania zasobów	0,71	0,90	0,86	0,79	0,96	0,17
poziom zapasów (udział w majątku obrotowym)	0,50	0,15	0,20	0,30	0,75	0,45
koszty braków (udział w obrotach)	0,15	0,05	0,08	0,33	0,63	0,29
koszty zużycia mediów i amortyzacji (miesięczne)	15000	10000	18000	0,67	0,56	-0,11
pracochłonność (na jednostkę referencyjną w godzinach)	12	8	10	0,67	0,80	0,13
koszty przeglądów i konserwacji (zł miesięczne)	50000	15000	20000	0,30	0,75	0,45
<i>kryteria strategiczne</i>	<b>1,90</b>					
stopień dopasowania zdolności produkcyjnych do popytu	0,90	1,00	0,90	0,90	0,90	0,00
współpraca w ramach sieci	0,50	1,00	0,80	0,5	0,8	0,30
motywacja pracowników	0,50	1,00	0,90	0,5	0,9	0,40
komunikacja wewnętrzna	0,50	1,00	0,90	0,5	0,9	0,40
stopień integracji systemowej	0,60	1,00	0,90	0,6	0,9	0,30
możliwości gromadzenia i analizy danych na potrzeby decyzji produkcyjnych	0,30	1,00	0,80	0,3	0,8	0,50
<b>KRYTERIA RYNKOWE</b>						
<i>kryteria taktyczne</i>	<b>1,20</b>					
terminowość	0,58	0,95	0,87	0,61	0,92	0,31
stabilność i niezawodność systemu	0,70	0,95	0,85	0,74	0,89	0,16
elastyczność asortymentu	0,75	0,98	0,85	0,77	0,87	0,10
długość cyklu produkcyjnego	21,00	10,00	17,00	0,48	0,59	0,11
czas reakcji na zlecenie (średnio – dni)	14,00	2,00	7,00	0,14	0,29	0,14
priorytetowość (możliwość sterowania wg priorytetów)	0,30	0,80	0,60	0,375	0,75	0,38
<i>kryteria strategiczne</i>	<b>0,85</b>					
czas rozwoju nowego produktu	0,70	1,00	0,90	0,7	0,9	0,20
stabilna jakość produkcji	0,80	1,00	0,95	0,8	0,95	0,15
bezpieczeństwo i ekologia	0,80	1,00	0,80	0,8	0,8	0,00
interakcja z klientem	0,50	1,00	0,90	0,5	0,9	0,40
elastyczność produkcji	0,80	1,00	0,90	0,8	0,9	0,10
zaawansowanie techniczne	0,90	1,00	0,90	0,9	0,9	0,00

## 6. Podsumowanie

Organizacja systemu produkcyjnego powinna zapewniać warunki do ekonomicznej produkcji asortymentu określonej jakości. Ze względu na nieustanny postęp technologiczny i społeczny systemy produkcyjne wymagają coraz częściej zmian o charakterze innowacyjnym, by sprostać wymaganiom rynku. Problem stanowi ocena wpływu wdrożenia takiego rozwiązania na system jako całość. Dopiero takie spojrzenie, gwarantuje uniknięcia pułapki suboptymalizacji oraz skonfrontowanie ponoszonych nakładów i ryzyka z efektami, które ma przynieść innowacja w systemie produkcyjnym.

Rezultatem przeprowadzenia syntetycznej oceny efektów innowacji w systemie produkcyjnym jest konkretna wartość liczbowa. Pokazuje ona, na jakie korzyści można liczyć w perspektywie średnio i długoterminowej. Dzięki niej możliwe jest nie tylko diagnozowanie, ale również porównywanie wariantów innowacji w systemie produkcyjnym. W tym znaczeniu zaproponowana metodyka oceny stanowi skuteczne i systematyczne narzędzie wspomagania decyzji w zakresie planowania innowacji.

## Literatura

- [1] Cooper R.G., Edgett, S.J., Kleinschmidt, E.J., *Portfolio management for new product development: Results of an industry practices study*. "R&D Management", 2001, Nr 31(4), pp. 361–380.
- [2] Dosi G., *Sources, procedures, and microeconomic effects of innovation*. "Journal of Economic Literature", 1988, Nr 26(3), pp. 1120–1171.
- [3] Edquist C., Hommen C.L., McKelvey M., *Innovation and employment: Process versus product innovation*. Edward Elgar, Cheltenham 2001.
- [4] Johnes A., *Successful market innovation*. "European Journal of Innovation Management", 1999, Nr 2(1), pp. 6–11.
- [5] Kotler Ph., *Marketing: Analiza, uwarunkowania, wdrażanie, kontrola*. Wydawnictwo Gebethner i S-ka, Warszawa 1994.
- [6] Lam A., *Organizational innovation*, [w:] *The Oxford handbook of innovation*, red. J. Fagerberg, D. Mowery, R. Nelson. Oxford University Press, New York 2004.

- [7] *Podręcznik Oslo: Zasady gromadzenia i interpretacji danych dotyczących innowacji*, OECD, Eurostat, Ministerstwo Nauki i Szkolnictwa Wyższego, Warszawa 2008.
- [8] Schumpeter J., *Teoria rozwoju gospodarczego*. PWN, Warszawa 1960.
- [9] Stabryła A., *Methods of aggregate assessment in project decisions*. "The Małopolska School of Economics in Tarnów research papers collection", Nr 1(17), 2011, pp. 235–254.
- [10] Stabryła A., *Zarządzanie strategiczne w teorii i praktyce firmy*. Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa 2000.
- [11] Szatkowski K., *Istota i rodzaje innowacji*, [w:] Brzeziński M. (red.), *Zarządzanie innowacjami technicznymi i organizacyjnymi*. Difin, Warszawa 2001, s. 17–65.
- [12] Wasilewska A., Wasilewski M., *Stan, kierunki i efektywność innowacji w przedsiębiorstwach przetwórstwa rolno-spożywczego*. Wydawnictwo SGGW, Warszawa 2016.