

# PLANOWANIE INNOWACJI W SYSTEMACH WYTWÓRCZYCH: WYKORZYSTANIE IPOSYSTEMU DLA IDENTYFIKACJI POTRZEB

Magdalena JURCZYK-BUNKOWSKA

**Streszczenie:** Artykuł dotyczy planowania procesów innowacji w systemach wytwórczych. Skoncentrowano się w nim na problemie identyfikacji obszarów, w których wdrożenie innowacji będzie miało istotny wpływ na rozwój tego systemu, a tym samym realizację strategii produkcji. Wskazano miejsce tego typu decyzji w modelu planowania procesów innowacji. Zaproponowano sposób analizy prowadzący do identyfikacji obszarów innowacyjności w systemach wytwórczych. Jego podstawą są informacje gromadzone i tworzone przez inteligentny system sterowania produkcją - IPOsystem. Buduje on aktualny obraz systemu wytwórczego, by automatycznie podejmować decyzje dotyczące rozdziału zadań produkcyjnych. Dzięki temu staje się nieocenionym narzędziem analizy systemu wytwórczego. Rozwijając wybrane funkcje można też prowadzić symulację pracy systemu po zmianie jego wybranych parametrów. Mogą one wynikać np. z wdrożenia innowacji.

**Słowa kluczowe:** procesy innowacji, planowanie, system wytwórczy, IPOsystem (Intelligent Production Organization System), decyzje.

## 1. Wprowadzenie

Rozwój technologii informacyjnych zmienia sposób funkcjonowania całych społeczeństw, a tym samym wpływa na przedsiębiorstwa. Wynikiem tego postępu jest ewolucja możliwości zaspokojenia popytu, ale także zmiana wymagań stawianych przez klientów. Kieruje to przedsiębiorstwa w stronę spełnienia wymagań kolejnej rewolucji przemysłowej, nazwanej "Przemysłem 4.0". Jej założeniem jest daleko idąca cyfryzacja, która ma prowadzić do szybszych, bardziej elastycznych i efektywnych procesów produkcyjnych [1]. Urzeczywistnienie tej wizji warunkiem wzmocnienia konkurencyjności europejskiego przemysłu względem dalekowschodniego. Stanowi to duże wyzwanie, ale jest też ogromną szansą dla przedsiębiorstw w Polsce. Dlatego należy zakładać, że w niedługim czasie staną one przed wyzwaniem wprowadzenia znaczących zmian w swoich systemach produkcyjnych tak, by dostosować je do trendów zmian w otoczeniu.

Przez system produkcyjny rozumie się układ techniczno-społeczny obejmujący ludzi, maszyny, sprzęt, oprogramowanie i procedury, powiązane ze sobą wzajemnymi relacjami w celu zaspokajania potrzeb rynkowych i osiągnięcia w ten sposób zysku. Jego podstawowym elementem jest system wytwórczy wiążący się z projektowaniem i dystrybucją. Stanowi on układ powiązany wzajemnie na siebie oddziałyującymi strumieniami materiałów, informacji i energii. Systemy wytwórcze znacząco różnią się pomiędzy sobą, ponieważ ze względów praktycznych ich struktura, podejście do planowania i sterowania zależą od typu produkcji [2]. Trzeba zatem podkreślić istotne różnice wynikające m.in. z ciągłości produkcji, jej stabilności, zróżnicowania asortymentowego, trybu realizacji zleceń, itp. Różnice te determinują również wybór

innowacji, które mają prowadzić do rozwoju systemu wytwórczego. Istotą każdej zmiany określanej jako innowacja jest celowe i wieloetapowe zaimplementowanie nowej wiedzy w przedsiębiorstwie i uzyskanie w ten sposób pozytywnego efektu w sensie ekonomicznym. Obszar jej wdrożenia oraz wyjątkowość wiedzy są kryteriami najbardziej rozpowszechnionych klasyfikacji innowacji. Pierwsza z nich wyróżnia innowacje produktowe, procesowe, organizacyjne i marketingowe, natomiast druga innowacje przyrostowe i radykalne. W niniejszym artykule, uwzględniono powyższe klasyfikacje, jednak przede wszystkim zaproponowano wyróżnianie innowacji wdrażanych w systemie wytwórczym. Ich specyfiką jest to, że dotyczą bezpośrednio działalności podstawowej przedsiębiorstwa, a ich efekt trzeba rozpatrywać w kontekście całego układu powiązań. Wyodrębniając innowacje zorientowane na system wytwórczy kierowano ich odmiennością wobec procesów rozwoju nowego produktu, czy też innych związanych z pomocniczym i obsługowym procesem produkcyjnym. Z różnic tych wynika potrzeba zaproponowania specjalnych metod i narzędzi zarządzania procesami prowadzącymi do wdrożenia tej kategorii innowacji. Jest to oryginalne ujęcie problematyki planowania procesów innowacji ukierunkowane na szczegółowe określenie metod i narzędzi odpowiednich dla wybranej klasy problemów.

Innowacją w systemie wytwórczym określa się wdrożenie nowatorskiego rozwiązania o charakterze technicznym lub organizacyjnym, prowadzącego do bardziej efektywnej, z uwagi na potrzeby rynku, realizacji jego zadań. Zatem tak, jak w przypadku każdej innowacji, celem jest podniesienie konkurencyjności przedsiębiorstwa [3]. Uzyskanie pozytywnego efektu ekonomicznego innowacji w systemie wytwórczym jest zdeterminowane właściwym jej zaplanowaniem. Rozumie się przez to trafne zidentyfikowanie jej celu oraz drogi jego osiągnięcia. Kluczem jest właściwa identyfikacja potrzeb innowacyjnych. Nie jest to prostym zadaniem, o czym świadczą częste rozbieżności pomiędzy oczekiwaniami, a uzyskiwanymi przez przedsiębiorstwa efektami z wdrożenia nowych rozwiązań. Celem niniejszego artykułu jest zaproponowanie takiego podejścia do planowania celu innowacji w systemie wytwórczym, które będzie gwarantowało pozytywny efekt zmian w kontekście realizacji procesu produkcyjnego, jako całości. Dotyczy ona zatem określenia potrzeb innowacyjnych, a tym samym początkowej fazy planowania procesów innowacji. Z tego względu w kolejnym punkcie artykułu omówiono specyfikę planowania innowacji w systemach wytwórczych. Szczególnie uwzględniono problem identyfikacji celów procesów innowacji w tym systemie oraz ich znaczenia modelu planowania procesów innowacji. W trzecim punkcie artykułu odniesiono się do znaczenia systemu informacyjnego w systemie wytwórczym, jako podstawy planowania jego rozwoju. W głównej części artykułu, którą stanowi punkt czwarty, pokazano oryginalne podejście do identyfikacji krótko, średnio i długoterminowych celów innowacji w systemach wytwórczych. Zaproponowano wykorzystanie inteligentnego systemu sterowania produkcją IPOsystem (Intelligent Production Organization System), jako narzędzia wspomagającego analizę identyfikacji obszarów innowacji oraz pozwalającego symulować jej efekt w odniesieniu do systemu wytwórczego, jako całości.

## **2. Planowanie innowacji w systemach produkcyjnych**

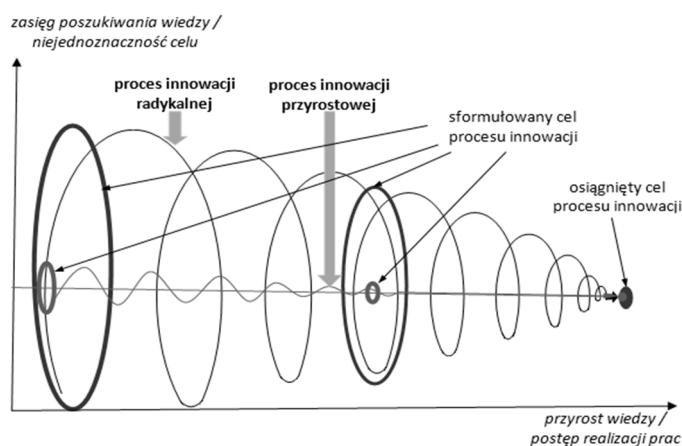
Zarządzanie innowacjami można zdefiniować, jako zbiór uporządkowanych działań takich jak: planowanie i podejmowanie decyzji, organizowanie, przeprowadzenie i kontrolowanie ukierunkowane na zasoby organizacji i skoncentrowane na osiągnięciu celów organizacji [4]. W sensie strategicznym dotyczy ono kształtowania systemów

zorientowanych na sprawne przeprowadzenie procesów innowacji. Natomiast na poziomie operacyjnym, którego dotyczy niniejszy artykuł, odnosi się do realizacji samych procesów innowacji. Planowanie polega na wyznaczeniu celów oraz doborze środków i sposobów ich osiągnięcia. W odniesieniu do procesów innowacji plan powinien wskazywać dokąd mają zmierzać zmiany oraz proponować działania i sposoby ich realizacji.

## 2.1. Problemy planowania celu innowacji w systemie produkcyjnym

Proces innowacji może być definiowany jako sekwencja działań prowadzących do przekształcenia pomysłu w rzeczywistość [5]. Ujęcie to wskazuje, że jest możliwe opracowanie mapy tego procesu opisującej jego poszczególne fazy i działania. Fazą procesu innowacji jest zbiór działań powiązanych ze sobą wspólnym celem pośrednim. Np. faza rozwoju koncepcji zmierza do opracowania prototypu wyrobu obejmując m.in. takie działania jak: opracowanie założeń konstrukcyjnych, wstępny projekt, analiza rozwiązań alternatywnych, itp.. W literaturze można znaleźć różne modele procesów innowacji, liniowe odpowiadają innowacjom przyrostowym [6]. Natomiast im większe nowatorstwo i złożoność procesu innowacji tym staje się on bardziej iteracyjny, zawiera więcej sprzężeń zwrotnych i równolegle podejmowanych działań. W praktyce uniemożliwia to szczegółowe zamodelowanie takiego procesu.

Podział innowacji na radykalne i przyrostowe pokazuje dwa bieguny całego spektrum rozwiązań o różnym poziomie nowatorstwa. Można przyjąć, że innowacje przyrostowe bazują na istniejącej wiedzy i doświadczeniu, a zatem niosą ze sobą mniejszą niepewność i ryzyko. Działania w ramach takiego procesu innowacji są bardziej przewidywalne i przebiegają w większości w sposób liniowy. Cel realizacji procesów innowacji przyrostowych już na początku realizacji procesu może być jasno sprecyzowany, co pokazuje rys.1. Inaczej jest w przypadku procesów prowadzących do radykalnych innowacji, które cechuje cykliczna struktura związana z pętlą uczenia się i zdobywania doświadczenia opartego na eksperymentowaniu. Cel ich realizacji jest bardzo szeroki i rozmyty. Szczególnie niejasny na początku procesu. Dopiero wiedza tworzona w trakcie trwania procesu pozwala na jego sukcesywne precyzowanie.



Rys. 1. Stopniowe precyzowanie celu sfinalizowanych procesów innowacji przyrostowych i radykalnych  
źródło: opracowanie własne

Ilustracją różnicy w precyzji formułowania celów innowacji radykalnych i przyrostowych może być problem zmiany procedury przebrojenia oraz problem zmniejszenia zużycia energii w systemie wytwórczym.

Jednym z najważniejszych problemów planowania innowacji jest niepewność w odniesieniu do celu całego procesu. Jest on najczęściej sukcesywnie precyzowany wraz z postępem prac. Dopiero w wyniku podejmowanych działań w następujących po sobie fazach procesu innowacji wzrasta wiedza, co pozwala oszacować ich czas trwania i budżet. Z tego względu, w przypadku procesów innowacji, nie jest efektywne stosowanie typowego dla projektów podejścia do planowania i kontroli bazującego na zdeterminowanym czasie, zakresie i koszcie. Prowadziłoby ono porażki wynikającej przede wszystkim ze zbytniego sformalizowania ograniczającego kreatywność oraz elastyczność niezbędną przy reagowaniu na zmiany otoczenia [7].

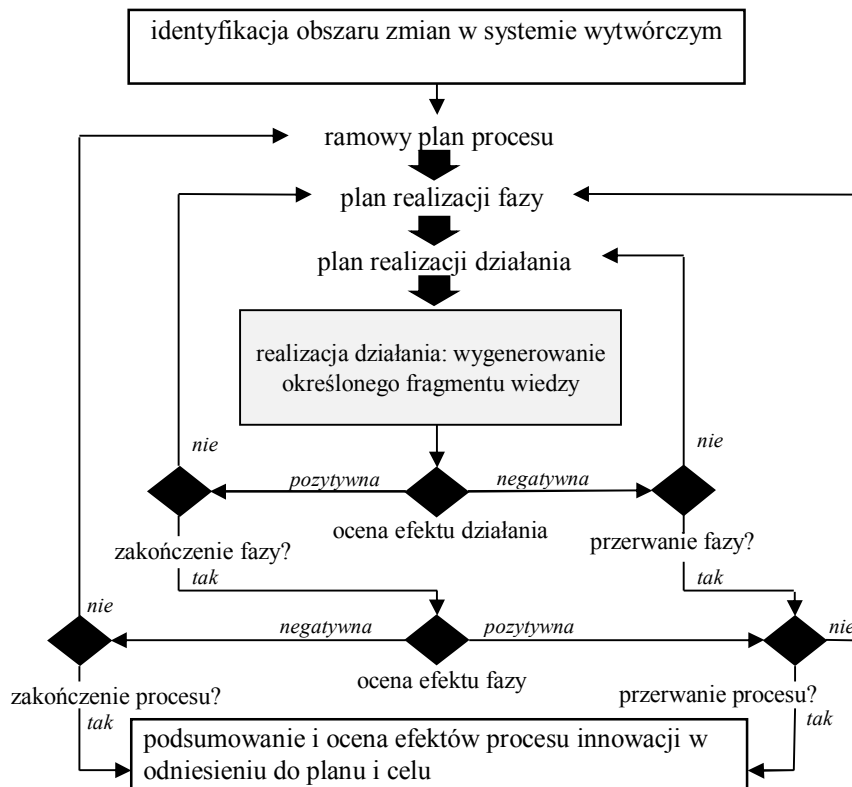
W odniesieniu do formułowania celu procesu innowacji w systemach wytwórczych problemy wynikają również z ich charakterystyki. Najtrudniej jest np. identyfikować obszary innowacyjności w przypadku bardzo złożonej struktury, typowej dla produkcji wieloasortymentowej. W przypadku licznych powiązań między wieloma podsystemami realizującymi różne funkcje niełatwo wskazać ten, w którym wdrożenie zmian wpłynie pozytywnie na całość systemu. Dodatkowym problemem jest fakt występowania w podsystemach produkcyjnych elementów wspólnych dla kilku z nich.

## **2.2. Zakres oraz model planowania procesów innowacji**

Planowanie jest procesem polegającym na świadomym ustalaniu kierunków działania oraz podejmowaniu decyzji opartych na celach, faktach i dobrze przemyślanych ocenach [8]. Istotą tworzenia planów jest orientacja wszystkich działań na założone cele oraz ich koordynacja. Brak sprecyzowanego ostatecznego celu procesu, można zastąpić formułowaniem celów pośrednich. Bazuje na tym zaproponowany model planowania procesów innowacji [9]. Jego istotą jest iteracyjne podejmowanie decyzji planistycznych, tak jak pokazano to na rys. 2.

Początek planowania stanowi sformułowanie potrzeb, co wiąże się z określeniem obszaru, gdzie wprowadzone innowacje mają szansę przynieść pozytywny efekt ekonomiczny ze względu na funkcjonowanie systemu jako całości. Oprócz wskazania miejsca zmian, należy też określić ich skalę. Błędem zarządzającego może być poniesienie wysokich nakładów na znaczny wzrost możliwości produkcyjnych w danym fragmencie produkcji, gdy nie przełoży się to na duży wzrost przepustowości systemu produkcyjnego, jako całości. Nadwyżka poniesionych nakładów względem potrzeb musi być wówczas postrzegana jako strata.

Decyzje dotyczące tego, czy zmiany w systemie produkcyjnym mają mieć charakter innowacji, wynikać muszą przede wszystkim ze strategii przedsiębiorstwa i związanej z nią strategii innowacyjności. Podjęcie decyzji o innowacyjnym charakterze wdrażanych zmian uruchamia proces innowacji. Rozpoczyna się on przygotowaniem ramowego planu określającego przede wszystkim docelowy kierunek zmian, tym samym wskazując na ich oczekiwany efekt oraz stopień nowatorstwa. Ponadto, na tym etapie, określa się czas oraz koszt, które są organizacyjnie i ekonomicznie uzasadnione wobec zakładanego efektu innowacji. Decyzje te stanowią, wraz ze wskazaniem lidera oraz zakresu kooperacji, plan ramowy procesu innowacji, będący podstawą kolejnych, podejmowanych sukcesywnie decyzji.



Rys. 2. Model planowania procesów innowacji  
źródło: opracowanie własne

Specyfika planowania procesów innowacji polega na tym, że odbywa się ono sukcesywnie. Wynika to stąd, że wiedza konieczna do podjęcia decyzji dotyczących kolejnej fazy procesu jest efektem wykonania fazy poprzedniej. Podobnie postępuje się w przypadku planowania działań, które wchodzą w skład fazy procesu innowacji. Po wygenerowaniu fragmentu wiedzy, który jest rezultatem określonego działania, zostaje on poddany ocenie ze względu na założenia wynikające z planu fazy. Może być wówczas podjęta decyzja o powtórzeniu działania lub akceptacji jego wyniku i przejścia do realizacji kolejnego działania. Fundamentem wszystkich decyzji planistycznych jest identyfikacja obszaru innowacyjności w systemie wytwórczym, która nadaje kierunek procesowi innowacji. Szczegółowo model planowania procesów innowacji został opisany w [9].

### 3. Znaczenie systemu informacyjnego dla rozwoju systemu wytwórczego

Kierunki innowacyjności systemów produkcyjnych a więc także wytwórczych są zdeterminowane wymogami rynku. Wiąże się zazwyczaj ze zwiększeniem elastyczności, jakości, obniżaniem kosztów, bądź skróceniem czasu realizacji zlecenia. Kierunki rozwoju systemu produkcyjnego utożsamiane są z konkretnymi koncepcjami sterowania produkcją takimi jak np.: Just in Time (JIT), Optimized Production Technology (OPT), Total Quality Management (TQM), czy też Lean Production i Agile Production. Wdrożenie każdej z nich

wymaga odpowiednich powiązań informacyjnych pomiędzy elementami systemu wytwórczego, tak by było możliwe reagowanie w czasie rzeczywistym na różnego rodzaju zdarzenia produkcyjne [10]. Zapewnia to np. system KANBAN lub komputerowe systemy klasy MES (ang. Manufacturing Execution System). Koordynacja realizacji prac w systemie wytwórczym jest uzależniona od sprawnej organizacji przepływów rzeczowo-informacyjnych [11]. W przypadku braku możliwości zagwarantowania pozyskania i analizy informacji z systemu wytwórczego w czasie rzeczywistym, musi on szukać kompromisu, który ogranicza jego możliwości produkcyjne i rodzi problemy przedstawione w tab.1.

Tab. 1. Ograniczenia wdrażania nowoczesnych systemów sterowania produkcją

Kierunki rozwoju systemów produkcyjnych	Główne koncepcje sterowania produkcją powiązane z określoną orientacją	Problemy wdrożenia koncepcji w przypadku braku informatycznych systemów sterowania przepływem produkcji
Orientacja na czas	Just in Time (JIT) Optimized Production Technology (OPT)	– Duże serie produkcyjne, – odpowiednio zaprojektowany produkt (standaryzacja, modułowość), – zmienność usytuowania tzw.: "wąskich gardeł" ze względu na portfel zleceń.
Orientacja na koszt	Lean Production	– Konieczność zaangażowania każdego pracownika, – trudność w utrzymaniu zmian, – mała odporność na zakłócenia, – lokalna optymalizacja.
Orientacja na jakość	Total Quality Management (TQM)	– Wysokie koszty przygotowania i utrzymania systemu, – zaangażowanie pracowników w wypełnianie dokumentacji.
Orientacja na elastyczność	Agile Production	– Utrzymywanie wysokiego poziomu rezerw, – niska efektywność wykorzystania zasobów, – problemy planowania produkcji.

źródło: opracowanie własne

Właściwe sterowanie produkcją wymaga integracji procesów przebiegających w systemie produkcyjnym. W przypadku produkcji wieloasortymentowej rolę tę mogą pełnić systemy informatyczne. Jednak najpopularniejsze z nich - systemy ERP nie dają możliwości integracji działań i zasobów na poziomie sterowania przepływem produkcji. Zdarzenia produkcyjne są rejestrowane przez pracowników z pewnym opóźnieniem wobec ich wystąpienia. Z kolei systemy MES pozwalają na automatyczne pozyskiwanie informacji wprost z systemu wytwórczego. Daje to możliwość właściwej reakcji na bieżącą sytuację w systemie wytwórczym. W niniejszym artykule zwrócono jednak uwagę na możliwość wykorzystania tej cechy systemów w celu przeprowadzenia analizy prowadzącej do planowania innowacji w systemie produkcji.

#### **4. Wykorzystanie IPOsystemu, jako narzędzia analizy potrzeb innowacyjnych w systemach wytwórczych**

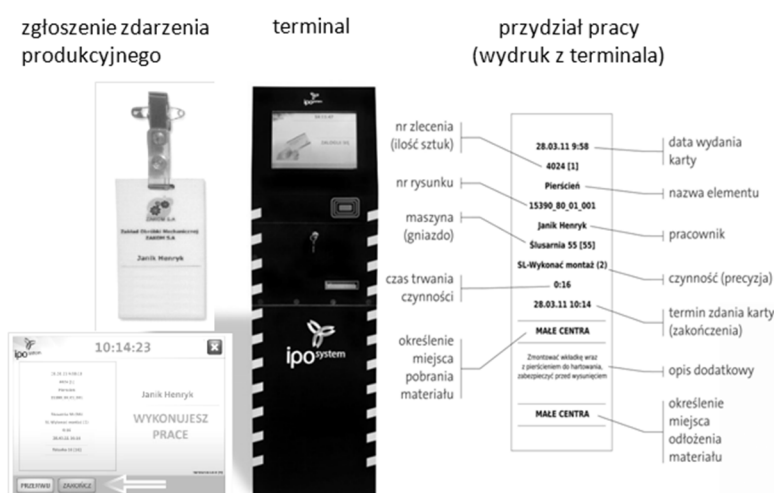
Jak wspomniano w drugim punkcie artykułu, planowanie innowacji w systemie wytwórczym wymaga wskazania obszaru, w którym powinna być ona wdrożona oraz oszacowania w jakim stopniu powinna wpłynąć na zmianę możliwości produkcyjnych. Decyzje te muszą odnosić się do potrzeb rozpatrywanych w różnych horyzontach czasowych. Każda z nich wymaga odpowiedniej analizy systemu wytwórczego. Można w tym celu wykorzystać informacje pozyskiwane z inteligentnego narzędzia zarządzania produkcją o nazwie IPOsystem. Jego przewagę nad innymi systemami informatycznymi realizującymi podobne funkcje stanowi to, że nie tylko śledzi przebieg produkcji, ale samodzielnie go analizuje i automatycznie i autonomicznie podejmuje adekwatne do sytuacji decyzje. Dzięki tej właściwości staje się znakomitym narzędziem symulowania wpływu różnego typu innowacji na rzeczywistość produkcyjną.

##### **4.1. Charakterystyka IPOsystemu**

Efektywne zarządzanie zasobami firmy musi iść w parze z konkurencyjnością przedsiębiorstwa. Jest to możliwe dzięki błyskawicznemu reagowaniu na zmiany warunków produkcji, co umożliwia IPOsystem. Jest to produkt polskiej firmy UBIS Teamwork o unikalnej na skalę światową funkcjonalności. Umożliwia on sterowanie produkcją samodzielnie bez udziału ludzi, czyli: planistów, pracowników dozoru średniego i niższego na halach produkcyjnych. IPOsystem kierując się odpowiednimi regułami podejmuje decyzje dotyczące kolejności realizacji prac oraz doboru zasobów dla poszczególnych operacji technologicznych. 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. W typowych systemach MES szef produkcji, na podstawie raportu, może obliczać rezerwy mocy produkcyjnych i decydować o ich zmniejszeniu. Natomiast w IPOsystemie odpowiednie decyzje podejmowane są automatycznie przy analizie portfela zleceń, stanu wszystkich zasobów w systemie wytwórczym, a także stanie zapasów produkcji w toku oraz zapasów magazynowych. Wdrożenie takiego rozwiązania gwarantuje radykalny postęp w synchronizacji przepływów rzeczowych i informacyjnych. Przekonały się o tym firmy, które wdrożyły IPOsystem uzyskując w ten sposób radykalną poprawę w zakresie terminowości realizacji zleceń i poziomu zapasów produkcji w toku. Najbardziej spektakularne efekty są osiągnięte w przypadku produkcji jednostkowej i małoseryjnej, gdzie różnorodność zleceń i złożoność powiązań w systemie wytwórczym utrudnia skuteczne sterowanie przepływem produkcji. Problemy, z jakimi borykają się tego typu przedsiębiorstwa, są konsekwencją niewielkiej możliwości synchronizacji procesów wytwórczych wynikającej z niskiej stabilności produkcji i słabego powiązania stanowisk produkcyjnych. Ponadto, duża złożoność przepływów wynikająca z technologicznego układu stanowisk, bardzo ogranicza możliwości analizy systemu jako całości. Tradycyjne podejście do sterowania produkcją ogranicza się wyłącznie do analizy określonego fragmentu systemu i wymaga kompromisu pomiędzy efektywnością wykorzystania zasobów, poziomem zapasów produkcji w toku i terminowością realizacji zleceń. IPOsystem pozwala na analizę systemu wytwórczego, jako całości. Dzięki temu można uzyskać wysoką efektywność wykorzystania zasobów w połączeniu z terminowością realizacji zleceń i ograniczeniem zapasów produkcji w toku. Należy też dodać, że

IPOsystem umożliwia też synchronizację w ramach systemu produkcyjnego obejmując obok wytwarzania także projektowanie, zaopatrzenie, dystrybucję oraz kooperację. Uzyskuje się ją na różnych poziomach decyzyjnych poprzez powiązanie z systemami klasy ERP.

Istotą działania IPOsystemu jest analiza bieżącej sytuacji w systemie wytwórczym każdorazowo po wystąpieniu zdarzenia produkcyjnego, którym może być np. zakończenie operacji technologicznej, przerwanie pracy na danym stanowisku, wprowadzenie nowego zlecenia, dostarczenie materiałów, itp. Zdarzenia te są wprowadzane za pośrednictwem terminali umieszczonych w hali produkcyjnej lub okien interfejsu. Na podstawie kompleksowej analizy bieżącej sytuacji IPOsystem podejmuje decyzję o najbardziej korzystnym z punktu widzenia wybranego kryterium przydziale zadań. Rozdział prac na hali produkcyjnej jest dokonywany automatycznie za pośrednictwem terminali, tak jak to pokazano na rys. 3.

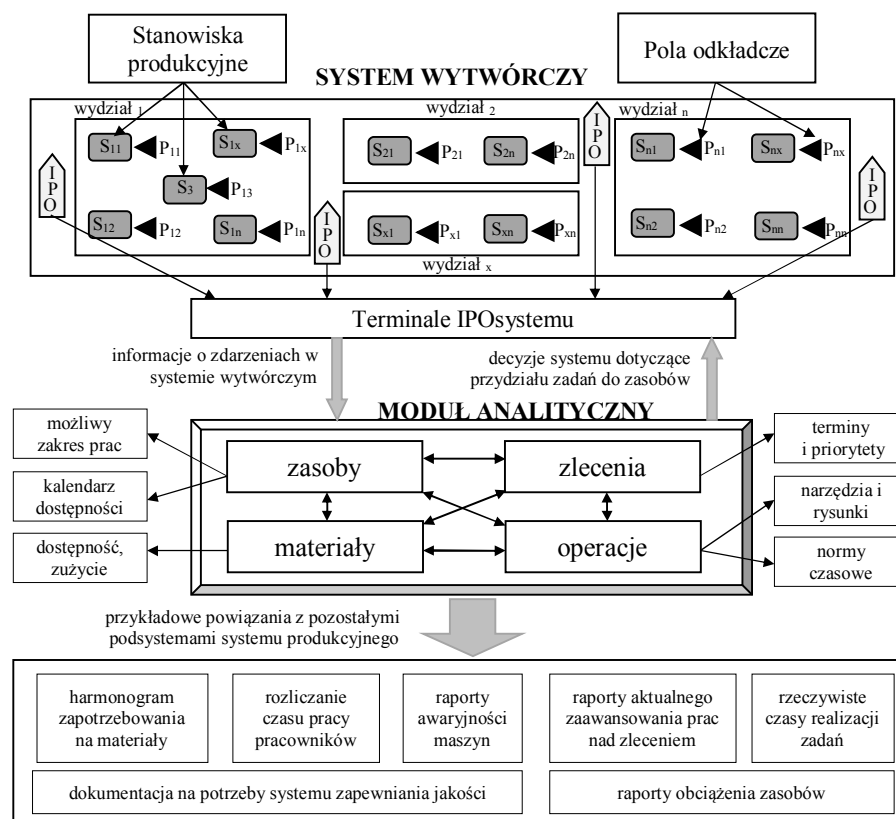


Rys. 3. Terminal na hali produkcyjnej: zgłaszanie zdarzeń oraz rozdział prac  
źródło: opracowanie własne na podstawie materiałów UBIS Teamworking

Każda podjęta decyzja o przydziale zadań do zasobów wiąże się z konsekwencjami dla sytuacji w systemie wytwórczym. Dlatego na bieżąco tworzone są raporty pokazujące istotne z punktu widzenia nadzoru informacje np. progres realizacji poszczególnych zleceń, obciążenia zasobów, itp.. Schemat na rys. 4 pokazuje powiązania pomiędzy modułem analitycznym IPOsystemu, a stanowiskami produkcyjnymi oraz innymi podsystemami systemu produkcyjnego przedsiębiorstwa.

Najistotniejszą cechą IPOsystemu z punktu widzenia niniejszego artykułu jest odwzorowanie aktualnej sytuacji w systemie wytwórczym. Dzięki temu może on podejmować trafne decyzje, jeżeli chodzi o rozdział prac. W momencie podejmowania decyzji o przydziale zadania do zasobu uwzględnia on kolejkę zadań oczekujących przed każdym zdefiniowanym zasobem systemu, czyli np. ludźmi, maszynami, środkami transportu, stanowiskami kontroli, montażu, itp. Ma też informacje dotyczące marszrut technologicznych, struktury zleceń, terminów ich realizacji i priorytetów oraz stanie zapasów. Jest to zatem pełny obraz sytuacji w systemie wytwórczym w określonym momencie.





Rys. 4. Schemat powiązań modułu analitycznego IPOsystemu z systemem wytwórczym oraz innymi elementami systemu produkcyjnego  
źródło: opracowanie własne

W dalszej części artykułu zaproponowano wykorzystanie informacji IPOsystemu do identyfikacji potrzeb zmian w systemach wytwórczych. Do określenia obszaru, w którym warto wdrażać innowację mają służyć raporty generowane regularnie na potrzeby nadzoru. Natomiast obraz sytuacji w systemie wytwórczym ma służyć symulacji prowadzącej do określenia jaki wymiar innowacji zagwarantuje uzyskanie określonego efektu dla systemu wytwórczego jako całości.

#### 4.2. Analiza potrzeb innowacji w systemie wytwórczym z wykorzystaniem IPOsystemu

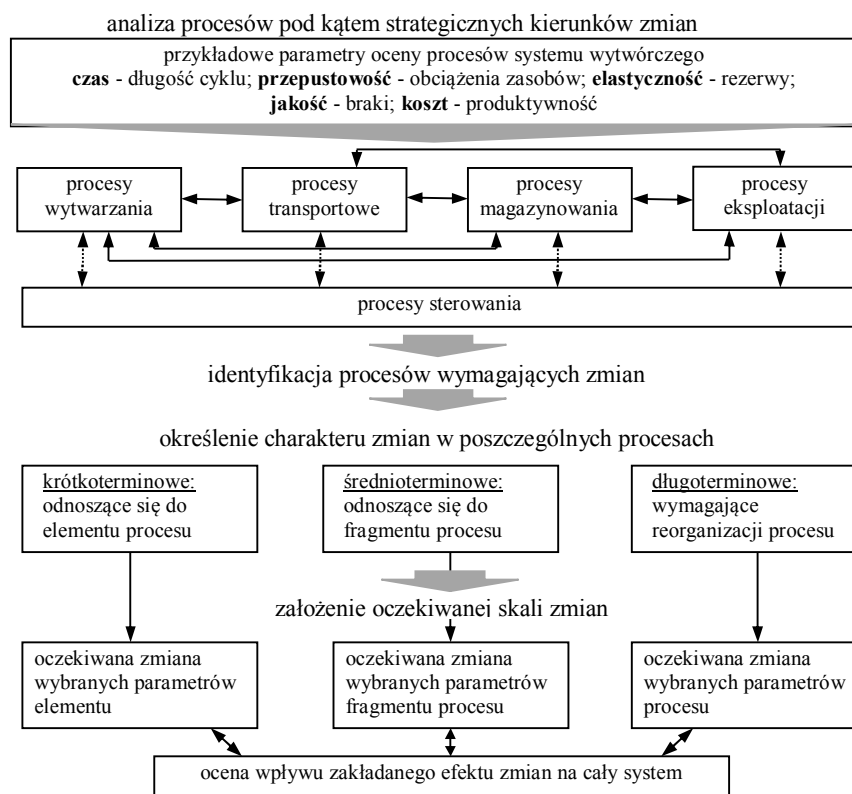
Jak wspomniano w rozdziale trzecim, rozwój systemu wytwórczego może być podporządkowany odmiennym strategiom. Wynika to z analiz otoczenia i określenia co w chwili obecnej oraz bliższej i dalszej przyszłości będzie determinowało konkurencyjność przedsiębiorstwa. Strategia produkcji jest zatem jednym z elementów strategii przedsiębiorstwa i jest jej podporządkowana. Nie powinna mieć miejsca sytuacja, w której za cel strategiczny uznano wzrost elastyczności, natomiast zmiany w systemie wytwórczym koncentrują się na ograniczaniu kosztów wytwarzania.

Innowacje wdrażane w systemach wytwórczych wiążą się z głównymi kierunkami zmian i mogą być zorientowane na:

- ograniczenie kosztów wytwarzania,
- wzrost wykorzystania zasobów w systemie,
- skrócenie czasu realizacji zleceń,
- wzrost elastyczności systemu, rozumiany jako możliwość realizacji szerokiego wachlarza asortymentu,
- poprawa jakości procesów i produktów.

Każda ze zmian powiązanych z określoną strategią może być rozpatrywana w różnych horyzontach czasu: krótko, średnio i długoterminowym. Postępowanie zgodne z określoną strategią determinuje obszary, w których należy dokonywać zmian w systemie wytwórczym. Jego wielkość wynika z horyzontu czasowego. Im jest on dłuższy, tym zakres, a tym samym obszar zmian jest szerszy. Zatem w przypadku innowacji o charakterze krótkoterminowym, zorientowanych na bieżące potrzeby będzie to określony element systemu np. stanowisko produkcyjne. Przykładem tego typu innowacji może być opracowanie i wdrożenie innowacyjnego narzędzia, zmiana sposobu załadunku, dokonywania operacji kontroli, reorganizacja pola odkładczego lub zmiana sekwencji montażu, itp. Innowacje o charakterze średnioterminowym będą dotyczyły fragmentów procesów obejmując nie tylko same zasoby, ale także powiązania pomiędzy nimi. Ich znaczenie wynika z rozwoju potencjału systemu wytwórczego poprzez działania zorientowane na poszczególne fazy procesu wytwórczego. Przykładowe obszary innowacyjności to skrócenie czasu obróbki wstępnej lub sposobów przezbrojenia, wprowadzenie nowych środków transportu, zmiana procedur kontroli jakości, wdrożenie nowego sposobu pakowania, itp. Natomiast innowacje długiego horyzontu czasu, zmierzające do uzyskania perspektywicznych celów, będą obejmowały kilka lub wszystkie procesy realizowane w systemie wytwórczym. Obszarami takich innowacji mogą być: zmiana technologii, zmiana infrastruktury transportu bliskiego, reorganizacja hali produkcyjnej, itp.

Identyfikacja obszaru innowacyjności powinna wynikać z analizy procesów ukierunkowanej na fragmenty, które stanowią ograniczenie w odniesieniu do założonych celów strategicznych. Schemat realizacji badań prowadzących do identyfikacji obszaru innowacji w systemie wytwórczym pokazano na rys. 5. Bazą, od której mogą być one rozpoczęte, stanowią raporty generowane przez IPOsystem. Umożliwiają one wyznaczenie wskaźników dla poszczególnych fragmentów systemu wytwórczego. Ich badanie i ocena prowadzi do identyfikacji fragmentów wymagających zmian pod kątem rozwoju systemu w określonym kierunku strategicznym. Dzięki informacjom wyjściowym IPOsystemu problemem przestaje być pozyskanie informacji. Kluczowym natomiast staje się właściwy dobór wskaźników oceny potencjału systemu wytwórczego. Na ich podstawie dokonywana jest nie tylko identyfikacja procesów wymagających zmian, ale określane są również ich charakter związany z zakresem i horyzontem czasu. Ostatnim etapem proponowanej analizy jest wskazanie oczekiwanej skali efektów innowacji. Zależą od niej nakłady, które pochłonie proces innowacji, ale także ryzyko, które będzie mu towarzyszyło. Nieuzasadnione ekonomicznie jest przewymiarowanie innowacji pociągające za sobą koszty, których nie zrekompensuje uzyskany efekt. Ze względu na złożoność systemów wytwórczych często trudno przy pomocy modeli i metod analitycznych wskazać adekwatną do potrzeb skalę zmian.



Rys. 5. Schemat analizy prowadzącej do identyfikacji potrzeb innowacyjnych w systemie wytwórczym  
źródło: opracowanie własne

Proponuje się wykorzystanie IPOsystemu do przeprowadzenia symulacji pozwalającej oszacować właściwą, ze względu na efekt dla systemu jako całości, skalę innowacyjnych zmian. Wymaga to przeniesienia obrazu systemu wytwórczego tworzonego w danym momencie przez IPOsystem na odrębny serwer. Pozwoli to na wprowadzenie zmian uwzględniających oczekiwany efekt innowacji w modelu systemu wytwórczego, bez konsekwencji dla podejmowanych przez system na bieżąco decyzji. Dzięki temu można prowadzić obserwację wpływu zakładanych efektów innowacji na realizację procesu wytwórczego.

## 5. Podsumowanie i kierunki dalszych badań

System produkcyjny musi dynamicznie reagować na zmiany zachodzące w otoczeniu. Stwierdzenie to dotyczy nie tylko bieżącego sterowania produkcją, ale również rozbudowy systemu w perspektywie różnych horyzontów czasowych. Ze względu na tempo rozwoju produkcji i perspektywę kolejnej rewolucji przemysłowej, zmiany te mają coraz częściej innowacyjny charakter. W artykule odniesiono się do problematyki skutecznego formułowania celów procesów innowacji w systemach wytwórczych, stanowiących główny element systemów produkcji. Zaproponowano IPOsystem jako narzędzie, które ułatwia to

zadanie. Jednak najistotniejsza jest sama procedura analizy, która powinna stanowić element każdego procesu innowacji. Rozwój systemu wytwórczego musi być skoordynowany ze strategią przedsiębiorstwa. Tylko wówczas nakłady poniesione na opracowanie i wdrożenie innowacji dadzą wymierny efekt.

Dalsze badania będą koncentrować się na przygotowaniu przykładów analizy systemu wytwórczego pod kątem wdrożenia innowacji. Opracowany zostanie mechanizm planowania procesów innowacji w systemie wytwórczym. Jego zadaniem będzie dostarczenie narzędzi i sposobu postępowania właściwych dla podejmowania decyzji w poszczególnych etapach planowania procesu innowacji zmierzających do rozwoju systemu wytwórczego. W dalszej perspektywie miałyby on być dostosowany do planowania innowacji w ramach systemu produkcyjnego przedsiębiorstwa.

## Literatura

1. Drath, R., Horch A.: Industrie 4.0: Hit or Hype? IEEE Industrial Electronics Magazine, Nr 8/2, 2014, str. 56–58.
2. Lewandowski J., Skołod B., Plinta D.: Organizacja Systemów Produkcyjnych. PWE, Warszawa, 2014.
3. Siguaw J.A., Simpson P.M Enz C.A.: Conceptualizing Innovation Orientation: A Framework for Study and Integration of Innovation Research. Journal of Product Innovation Management, Nr 23/6, 2006, str. 556-574.
4. Baruk J.: Innowacje jako czynnik sukcesu organizacji. Zarządzanie i Finanse, Nr 1/4, 2013, str. 7-13.
5. Brown S., Lamming R., Bessant J., Jones P.: Strategic Operations Management (3th ed.), Routhledge, Oxford, 2013.
6. Lynn G.S., Morone J.G. and Paulson, A.S.: Marketing and discontinuous innovation: The probe and learn process, California Management Review, Nr 38(3), 1996, str. 8 - 37.
7. Bart C.K.: Controlling new product R&D projects. R&D Management, 1993, Nr 23, str. 187-197.
8. Koźmiński A.K., Piotrowski W.: Zarządzanie –teoria i praktyka. Warszawa, PWN, 2000.
9. Jurczyk-Bunkowska M., Chwastyk P.: Planowanie procesów innowacji. Aspekty teoretyczne ilustrowane praktycznymi przykładami. Wydawnictwo Politechniki Opolskiej, 2013.
10. McLean R., Jiju A.: Why continuous improvement initiatives fail in manufacturing environments? A systematic review of the evidence. International Journal of Productivity and Performance Management, 2014, Nr 63/3, str.370-376.
11. Zasada B., Wyrwicka M.K., Utrudnienia we wdrażaniu Lean Manufacturing w przedsiębiorstwach produkcyjnych, Logistyka 2/2008, Instytut Logistyki i Magazynowania, Poznań 2008.

Dr inż. Magdalena JURCZYK-BUNKOWSKA  
Instytut Innowacyjności Procesów i Produktów  
Politechnika Opolska  
45-370 Opole, ul. Ozimska 75  
tel.: (0-77) 423 40 44  
e-mail: m.jurczyk-bunkowska@po.opole.pl