

Koncepcja i uwarunkowania zintegrowanego systemu zarządzania majątkiem produkcyjnym przedsiębiorstw górniczych

W artykule przedstawiono koncepcję budowy i podstawowe uwarunkowania praktycznego opracowania zintegrowanego systemu zarządzania majątkiem produkcyjnym w górnictwie podziemnym. Szczególną uwagę poświęcono problematyce integracji istniejących płaszczyzn informacyjnych oraz oceny efektywności przedsięwzięć podejmowanych w dziedzinie zarządzania parkiem maszynowym. W rezultacie zidentyfikowano istotne grupy czynników rzutujących na efektywność docelowego rozwiązania oraz kluczowe aspekty funkcjonalne systemu realizującego kompleksowy nadzór nad cyklem życia podstawowych środków produkcji.

1. WSTĘP

Budowa nowoczesnego, ale przede wszystkim skutecznego systemu zarządzania majątkiem produkcyjnym przedsiębiorstw górniczych stanowi ogromne wyzwanie, które trudno ograniczyć w praktyce do wyboru odpowiedniego narzędzia i firmy wdrożeniowej. Zagadnienie to jest tym bardziej skomplikowane, że zdecydowana większość kopalń w Polsce stanowi obecnie wyodrębnione organizacyjnie zakłady górnicze większej grupy kapitałowej. Struktura taka, powszechna i uznawana za prawidłową w odniesieniu do kopalń będących niegdyś osobnymi przedsiębiorstwami, wiąże się z koniecznością spełnienia wspólnych wymogów co do jakości zarządzania we wszelkich istotnych aspektach ich działalności. W praktyce oznacza to eliminację uwarunkowań, które powstały w przeszłości, oraz budowę spójnego standardu zarządzania w zdywersyfikowanych pod względem organizacyjnym, produkcyjnym oraz technologicznym zakładach górniczych.

Podstawowy przedmiot uwagi – majątek produkcyjny kopalń – zważywszy na specyficzne warunki eksploatacji, cechuje zarówno zwiększone obciążenie, przyspieszone zużycie, uciążliwy dostęp, jak i częsta lub ciągła translokacja w terenie. Zasadniczo uwarunkowania tego typu sprzyjają powstawaniu swoistej bariery pomiędzy wspomagającymi zarzą-

danie systemami funkcjonującymi na powierzchni a dołową praktyką eksploatacyjną. Rozwiązanie tego problemu wymaga przede wszystkim budowy skutecznego wsparcia systemowego w zakresie kontroli i standaryzacji działań operacyjnych związanych z logistyką i obsługą majątku. W rezultacie konieczne staje się opracowanie koncepcji systemu zarządzania majątkiem, obejmującej integrację poszczególnych obszarów informacyjnych, celem stworzenia jednorodnej, kompletnej przestrzeni danych dla potrzeb ewidencyjnych oraz analityczno-raportowych.

W niniejszym artykule podjęto próbę określenia kształtu, jaki przybrać powinno sugerowane, docelowe rozwiązanie, umożliwiające realny wzrost jakości zarządzania w oparciu o wykorzystanie aktualnie dostępnych technologii i narzędzi informatycznych. Przedstawiona koncepcja obejmuje również identyfikację i ocenę podstawowych czynników warunkujących efektywność stosowanego w tym obszarze systemu.

2. CEL I UWARUNKOWANIA ZINTEGROWANEGO SYSTEMU

Potencjał kopalń rozpatrywany jest najczęściej w kontekście podstawowego, warunkującego możliwość prowadzenia dalszej działalności zasobu

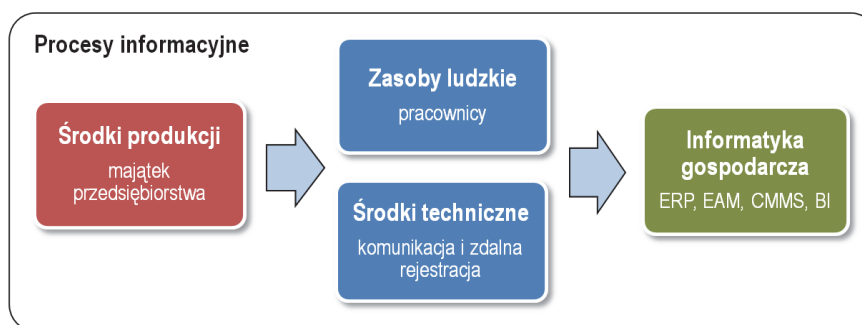
przedsiębiorstwa – dostępnych złóż surowców. Aby jednak ich eksploatacja była możliwa, przedsiębiorstwo górnicze musi posiadać zasoby w postaci środków rzeczowych, finansowych, kapitałowych, ludzkich, intelektualnych oraz informacyjnych. Skupiając się na ostatnim z wymienionych elementów, trzeba zauważyć, iż informacja stanowi w górnictwie element bezcenny, umożliwiający ciągle pogłębianie wiedzy o otoczeniu. Proces ten, w sposób naturalny wpisany w charakterystykę działalności górniczej, stanowi jej swoisty fundament, tym bardziej dziś, gdy rozwój technologii i konieczność rywalizacji na rynku narzuca branży, cechującej się wysoką kapitałochłonnością, dodatkowe wyzwania w zakresie optymalizacji procesów zarządczych i redukcji kosztów operacyjnych.

Definicja zarządzania systemem eksploatacji maszyn, np. podana w publikacji [16], określa je jako „efektywną realizację zadań produkcyjnych polegających na doborze ilościowym i strukturalnym środków produkcji, zgodnym z przeznaczeniem ich zastosowaniem i eksploataowaniem, ciągłym utrzymaniem w gotowości eksploatacyjnej, poprzez monitorowanie zmian stanu oraz prowadzenie uzasadnionej technicznie i ekonomicznie wymiany zużytych maszyn”. Zgodnie z powyższym podstawowym celem funkcjonującego w kopalni systemu wspomagającego zarządzanie majątkiem produkcyjnym powinno być zapewnienie maksymalnej skuteczności podejmowanych w tym obszarze decyzji i działań poprzez:

- zabezpieczenie dostępu do informacji umożliwiającej prawidłową identyfikację problemów (w tym strat chronicznych) i ich przyczyn,

- wsparcie w zakresie wyznaczenia przewidywalnie najskuteczniejszych sposobów przeciwdziałania nieprawidłowościom,
- nadzór nad sprawnością realizacji podjętych działań oraz ich efektywnością.

Trafność decyzji i działań podejmowanych przez osoby sprawujące funkcje zarządzania majątkiem produkcyjnym na poszczególnych jego poziomach uzależniona jest w znacznej mierze od dostępu do niezbędnej informacji. Jakość owej informacji rozpatrywać można w kontekście głównych jej cech, takich jak [7]: dokładność, kompletność, aktualność, istotność, zwięzłość, użyteczność, dyspozycyjność, porównywalność, wiarygodność. Podstawowym determinantem skuteczności systemu zarządzania majątkiem, obejmującego procesy planowania, kontroli, organizacji, motywowania i koordynowania wszelkich działań związanych z jego obsługą, są więc istniejące w tym obszarze systemy informowania (systemy informacyjne). Systemy te z definicji obejmują procesy pozyskiwania, klasyfikacji, gromadzenia, przetwarzania, wymiany oraz ochrony informacji dotyczącej zdarzeń lub zjawisk podlegających określonym procedurom ewidencji [11]. Optymalizacja i standaryzacja procesów informacyjnych, na etapie budowy, reorganizacji, lub w ramach ciągłego doskonalenia i rozwoju systemów organizacji, może więc stanowić w znacznej mierze o sprawności i efektywności działania całego systemu informacyjnego przedsiębiorstwa, co wpływa z kolei na percepcję otoczenia, a więc proces podejmowania decyzji.



Rys. 1. Uproszczona struktura systemu informacyjnego wspomagającego zarządzanie środkami produkcji (opracowanie własne)

Począwszy od lat 60. XX wieku informacyjne systemy zarządzania stanowią łącznie z technikami IT (ang. *Information Technology*) wspólną dziedzinę wiedzy skupiającą się na problemach dotyczących przetwarzania i ewidencji danych oraz szeroko pojętego zarządzania. Skutecznie działający system zarządzania majątkiem produkcyjnym, tworząc

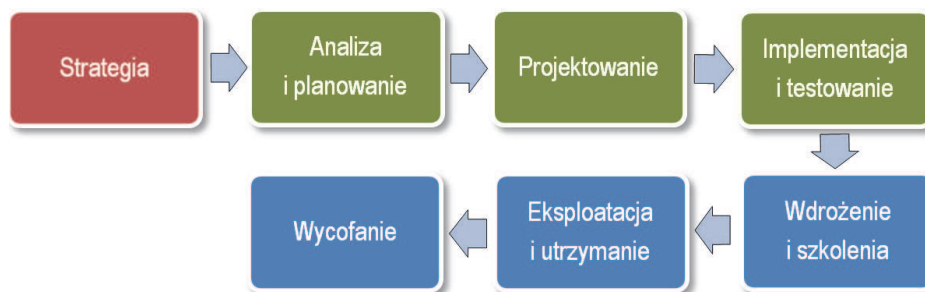
zbiory informacyjne, w pierwszej kolejności za pośrednictwem określonych kanałów informacyjnych zabezpieczyć powinien przepływ wymaganych danych z otoczenia (źródła) do odbiorcy. Proces ten w odniesieniu do maszyn i urządzeń realizowany może być obecnie nie tylko za pośrednictwem zasobów ludzkich, lecz również nowoczesnych, tech-

nicznych środków umożliwiających zdalną rejestrację, przesyłanie, gromadzenie i przetwarzanie informacji (rys. 1) – przykładowo systemów I&C (ang. *Instrumentation and Control*) lub RFID (ang. *Radio-frequency identification*). Aby to jednak było możliwe, budowa, rozwój i utrzymanie systemu wymaga powołania wielofunkcyjnych zespołów angażujących osoby z wielu działów, m.in.: automatyki i telekomunikacji, utrzymania ruchu, księgowości i inwestycji, miernictwa. Przede wszystkim wdrożenie zintegrowanego systemu zarządzania majątkiem produkcyjnym powinno być wynikiem rosnącego zapotrzebowania kierownictwa na rzetelną informację oraz potrzeby jej standaryzacji z zamiarem praktycznego wykorzystania. Pośrednio więc oznacza to wdrożenie procedur i narzędzi organizujących procesy ewidencji danych i nadzorujących przebieg czynności wykonywanych w trakcie całego cyklu życia nadzorowanego obiektu technicznego, od etapu zakupu i instalacji do likwidacji (ang. *Life Cycle Asset Management*). Pojawienie się tego typu rozwiązań wewnątrz organizacji powinno być efektem realizacji spójnej strategii firmy oraz konsekwencją opracowania kompletnej koncepcji biznesowej, stanowiącej w pewnym sensie umowę klient-dostawca w odniesieniu do zidentyfikowanych korzyści biznesowych. Koncepcja ta, traktują-

ca biznes jako „proces, w którym następuje przetwarzanie elementów zasileń (surowce, podzespoły, kapitał, umiejętności, informacje, wiedza itp.) w efekty końcowe (produkty, usługi, informacje, dokumentacje), przynoszące zysk lub stratę” [8], obejmować powinna [9]:

- określanie potrzeb informacyjnych – specyfikację wymagań informacyjnych,
- modelowanie i reorganizację procesów gospodarczych,
- formułowanie koncepcji systemu informatycznego,
- dobór składników systemu,
- studium wykonalności wymagań,
- projekt systemu,
- projekt funkcjonalny,
- ogólny projekt techniczny,
- aspekt biznesowy proponowanych zmian.

Proces budowy i użytkowania informatycznego systemu zarządzania majątkiem, stanowiący jego cykl życia, rozumiany jako „ciąg wyodrębnionych, wzajemnie spójnych etapów, pozwalających na pełne i skuteczne zaprojektowanie, a następnie użytkowanie systemu informatycznego” [15], powinien umożliwić osiągnięcie wymiernych, zidentyfikowanych w koncepcji biznesowej korzyści oraz realizację celów zawartych w strategii firmy (rys. 2).



Rys. 2. Cykl życia systemu informatycznego [14]

Wdrożenie nowego systemu informatycznego, wspomagającego procesy zarządzania majątkiem, powinno z zasady wnieść wartość dodaną do przedsiębiorstwa, jednak jej wymiar często ograniczony być może stopniem skomunikowania systemu z pozostałymi obszarami informacyjnymi. Na tym etapie warto zaznaczyć, iż informatyczny system zarządzania stanowi wyłącznie narzędzie pełniące funkcję przetwarzania i przechowywania danych w strukturze informacyjnej przedsiębiorstwa, w pewien sposób odwzorowujące i standaryzujące obraz rzeczywistości. Jego funkcjonalność a zarazem efektywność uzależniona jest silnie od zaangażowania organizacji w proces jego dopasowania do real-

nych potrzeb, które uwzględniać powinny integrację poszczególnych obszarów informacyjnych przedsiębiorstwa, często wspieranych przez różnorodne rozwiązania informatyczne. Najczęściej o zintegrowanym charakterze informatycznego systemu zarządzania świadczy stopień wewnętrznego skomunikowania i standaryzacji w aspekcie dostępu do funkcji, interfejsu oraz danych gromadzonych w systemie [9]. Problematyka budowy zintegrowanego systemu zarządzania majątkiem produkcyjnym, przedstawiona w niniejszym artykule, dotyczy w szczególności budowy spójnej „szyny informacyjnej” i „logiki przetwarzania” gwarantującej dostęp do kluczowych źródeł danych wraz z procesami

ich wymiany (aktualizacji) pomiędzy wszystkimi cząstkowymi obszarami informacyjnymi, ze szczególnym uwzględnieniem tych posiadających już dedykowane sobie narzędzia informatyczne.

Koncepcja zintegrowanego systemu zarządzania majątkiem produkcyjnym obejmować powinna wszelkie aspekty gospodarki technicznymi środkami produkcji w kontekście uzupełnienia niezbędnych funkcjonalności i integracji istniejących narzędzi informacyjnych obejmujących wymagane dane. Sprawnie działający system, zabezpieczający istotne obszary funkcjonalne, wpływać powinien na poprawę wyników w pięciu podstawowych obszarach:

1. Użytkowania majątku, poprzez m.in.: nadzór nad kluczowymi miarami produktywności i efektywnością wykorzystania wyposażenia produkcyjnego [13].
2. Utrzymania majątku, poprzez m.in.: wzrost skuteczności diagnostyki stanu technicznego obiektów, dobór prawidłowego planu i intensywności działań konserwacyjno-remontowych skutkujących redukcją całkowitych kosztów posiadania parku maszynowego.
3. Magazynowania i logistyki, w zakresie m.in.: zarządzania zapasami, ewidencji zużycia materiałów i czynności związanych z przeniesieniem, zabudową lub likwidacją miejsca pracy maszyn i urządzeń.
4. Doboru stosownych technologii i rozwiązań technicznych, poprzez dostęp do bazy danych eksploatacyjnych i kosztowych, umożliwiającej m.in.: praktyczną optymalizację ciągów technologicznych, specyfikację warunków zamówień lub bezpośredni dobór wyposażenia w oparciu o zgromadzone doświadczenia, doskonalenie konstrukcji sprzętu we współpracy z jego producentem.
5. Efektywności pracy i standaryzacji zadań operacyjnych realizowanych przez służby utrzymania ruchu w terenie, poprzez m.in.: centralne zarządzanie przeglądami i czynnościami obsługowymi, planowanie marszrut, automatyczną inicjację zleceń naprawczych w oparciu o monitoring *on-line*.

Zintegrowane zarządzanie majątkiem produkcyjnym wymusza budowę kompleksowego systemu informacyjnego integrującego wszelkie dziedziny tematyczne związane z cyklem życia obiektów. W wymiarze czysto ekonomicznym wdrożenie zintegrowanego systemu zarządzania majątkiem produkcyjnym w całym okresie jego życia powinno umożliwić ogólną redukcję jednostkowych kosztów inwestycyjnych i operacyjnych związanych z jego nabyciem, użytkowaniem i utrzymaniem, przekładając się na poprawę stopy zwrotu aktywów – ROA (ang. *Return on Assets*).

3. KONCEPCJA I BUDOWA SYSTEMU

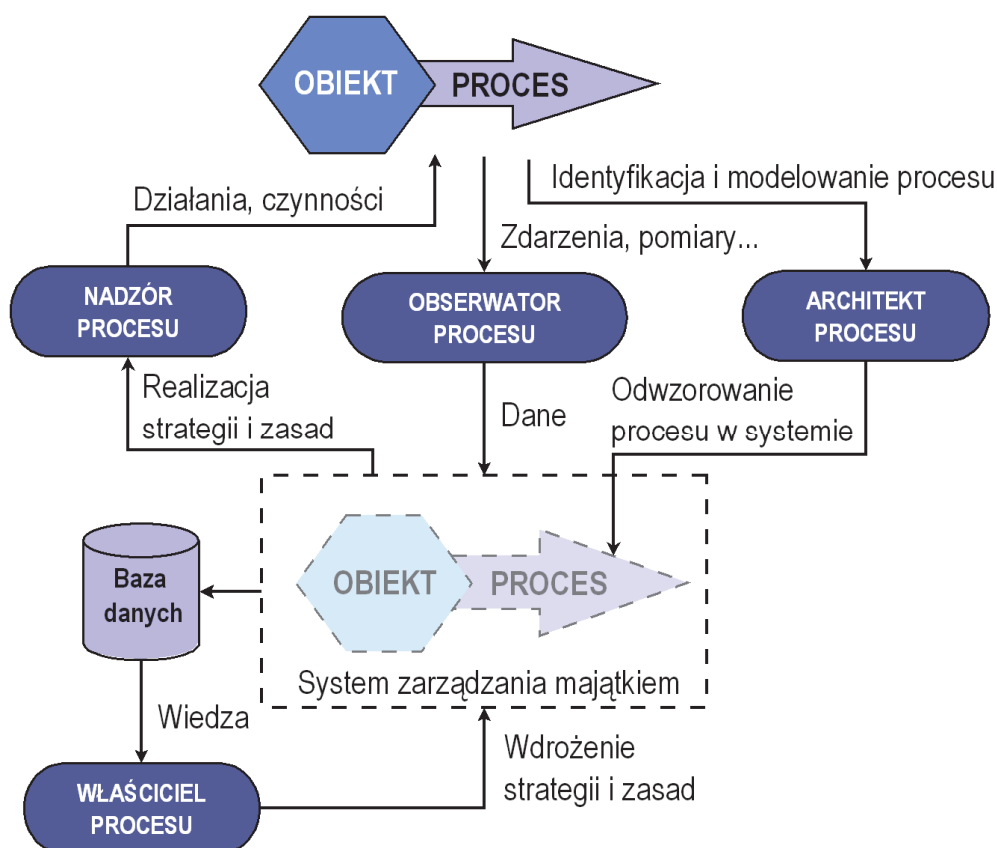
Zintegrowany system zarządzania majątkiem produkcyjnym powinien przede wszystkim dostarczyć odpowiedzi na pytania o to, co znajduje się na wyposażeniu zakładu górniczego, jaka jest obecna lokalizacja majątku, jak przebiega proces użytkowania i obsługi obiektu oraz jak kształtują się koszty związane z przebiegiem owych procesów. Popularne techniki „szczupłego” zarządzania (ang. *Lean Management*) przemawiają za tym, aby pozyskać te informacje możliwie najkrótszą, najbardziej efektywną drogą. Dodatkowe angażowanie pracowników w ciągłą inwentaryzację oraz raportowanie na temat pracy urządzeń najczęściej nie stanowi w tym przypadku mechanizmu optymalnego, jakkolwiek podstawą i pierwszym krokiem wprowadzenia zintegrowanego systemu zarządzania majątkiem produkcyjnym na funkcjonującym organizmie przedsiębiorstwa powinna być inwentaryzacja (paszportyzacja) majątku. W dalszej perspektywie działanie to powinno mieć charakter automatyczny, uwalniając służby kopalni od dodatkowych, cyklicznie wykonywanych prac inwentaryzacyjnych bądź podobnych działań mających na celu wybiórcze pozyskanie szczegółowych informacji na temat przebiegu procesu eksploatacji. Tworząc koncepcję zintegrowanego systemu zarządzania majątkiem produkcyjnym, należy określić podstawowe funkcje, jakie powinien on realizować, takie jak:

- pełna ewidencja majątku produkcyjnego wraz z podstawowymi danymi i dokumentacją wyposażenia,
- lokalizacja majątku w terenie, odwzorowanie struktury funkcjonalnej oraz własnościowej,
- rejestracja i udostępnienie danych dotyczących przebiegu procesu użytkowania i obsługi majątku,
- automatyzacja i standaryzacja przepływów pracy, umożliwiające sprawne wprowadzenie w życie rekomendowanych działań i strategii opracowanych na podstawie dostępnych danych.

Na rys. 3. przedstawiony został uproszczony schemat obejmujący rekomendowanych czterech podstawowych uczestników procesu zarządzania majątkiem produkcyjnym – architekta, obserwatora, nadzór oraz właściciela procesu. Zadaniem należącym do architekta (domyślnie: grupy projektowej przeprowadzającej wdrożenie, realizującej funkcje utrzymania i rozwoju systemu) jest identyfikacja i odwzorowanie procesów wchodzących w obręb systemu zarządzania majątkiem. Zadaniem obserwatora procesu jest dostarczenie danych do systemu – funkcję tę mogą pełnić zarówno pracownicy spr-

wujący operacyjny nadzór nad procesem użytkownika i obsługi (operator, utrzymanie ruchu), jak i środki techniczne (domyślnie: systemy zdalnej identyfikacji majątku oraz aparatura kontrolno-pomiarowa). Nadzór nad procesem, w zależności od jego typu, sprawować mogą zarówno służby utrzymania ruchu w zakresie obsługi majątku, jak i, przykładowo, dział księgowości – w zakresie ewidencji zleconych na zewnątrz usług bądź zakupów. Właściciel procesu (domyślnie: osoba bądź

komórka organizacyjna, sprawująca funkcje zarządzania w oparciu o informacje i wiedzę zgromadzoną w ramach zintegrowanego systemu zarządzania) podejmuje decyzje, które implementowane w systemie, obligują osoby sprawujące nadzór do wdrożenia odpowiednich działań. W dalszej części najważniejszą rolę pełni informacyjne sprzężenie zwrotne, stanowiące o trafności działań podjętych na podstawie dostępnych przesłanek lub o popełnionych błędach.



Rys. 3. Model przebiegu procesów zarządzania majątkiem produkcyjnym (opracowanie własne)

Skuteczność zintegrowanego systemu zarządzania majątkiem w znacznej mierze podyktowana jest jakością gromadzonych informacji, sprawnością wcielenia przyjętych strategii i zasad w życie oraz dokładnością odwzorowania rzeczywistych procesów na poziomie systemu. Podstawowym zadaniem systemu jest wymiana informacji oraz utworzenie płaszczyzny komunikacji pomiędzy uczestnikami poszczególnych procesów. Można przyjąć, iż obecność narzędzia informatycznego jest niezbędna do standaryzacji czynności oraz budowy spójnego zasobu informacyjnego. System wspomagający funkcje zarządzania w obszarze utrzymania majątku wykorzystywać powinien dostępne obecnie metody i techniki, dając możliwość adaptacji dowolnych

strategii obsług prewencyjnych, w tym m.in. PM (ang. *Preventive Maintenance*), PdM (ang. *Predictive Maintenance*), RCM (ang. *Reliability Centered Maintenance*), lub optymalizując działania pracowników na etapie kolejowania i przydzielania czynności obsługowych w terenie.

Poniekąd podstawę wdrożenia zintegrowanego systemu zarządzania majątkiem produkcyjnym kopalń stanowić powinna rozbudowa istniejących bądź wdrożenie nowych informatycznych systemów przewidzianych do wsparcia podstawowych procesów operacyjnych w zakresie zarządzania majątkiem – typowo klasy EAM (ang. *Enterprise Asset Management*) oraz CMMS (ang. *Computerised Maintenance Management System*). Dzięki obecno-

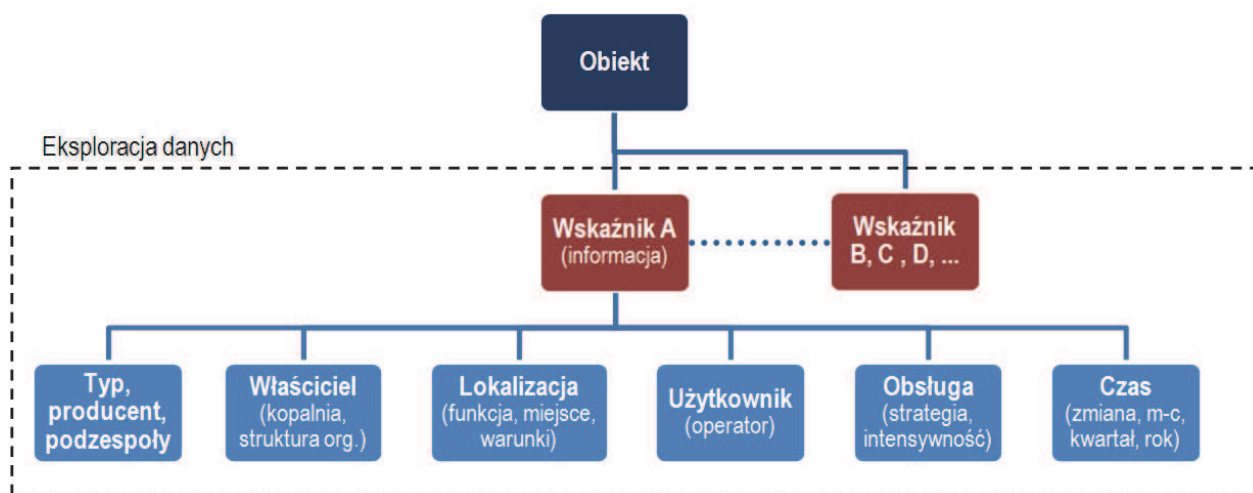
ści tego typu rozwiązań, stanowiących swego rodzaju podsystem wykonawczy, możliwa staje się automatyzacja i standaryzacja przepływów pracy (zleceń pracy) w obszarze utrzymania środków produkcji, co skutkuje między innymi:

- zwiększeniem ilości i jakości gromadzonych danych (ich strukturalizacją),
- poprawą sposobu komunikacji międzyprocesowej i przepływu dokumentów wewnątrz organizacji,
- centralizacją przydzielania zadań pracy (sprawne wdrożenie zmian w strategiach obsługowych).

Narzędzia klasy EAM/CMMS, posiadające w większości elastyczne środowiska przeznaczone do modelowania przepływów pracy (ang. *Workflow*) oraz dokumentów, upraszczają i automatyzują procesy planowania, przydzielania i koordynacji zadań realizowanych przez pracowników w obszarze utrzymania ruchu. Zastosowanie tego typu rozwiązań umożliwia szczegółową ewidencję zdarzeń eksploatacyjnych oraz dekretację kosztów operacyjnych związanych m. in. z zużyciem materiałów, pracą własnych lub zewnętrznych służb serwisowych. Funkcjonalność ta najczęściej umożliwia optymalizację procesu ewidencji kosztów, zapewniając w rezultacie duże możliwości analityczne

z zastosowaniem wielowymiarowej analizy szczegółowych i w pełni wartościowych danych kosztowych z wykorzystaniem hurtowni danych i technologii OLAP (ang. *OnLine Analytical Processing*) [3]. Automatyzacja tych procesów niesie jednak często ze sobą konieczność zmian w istniejących systemach finansowo-księgowych. W zdecydowanej większości przypadków dotyczy to potrzeby kompleksowej inwentaryzacji środków trwałych oraz zmiany sposobu dekretacji kosztów w odniesieniu do poszczególnych procesów i rzeczywistych miejsc ich powstawania. Zmiany te, poczynione jednorazowo, umożliwiają w dalszej perspektywie wprowadzenie jednolitego standardu działania w zakresie czynności związanych z utrzymaniem ruchu, gwarantując tym samym ewidencję w pełni jakościowych danych umożliwiających weryfikację stanu faktycznego oraz prawidłową ewidencję kosztów bez użycia często stosowanych, sztucznych kluczy podziałowych.

Typowy dla górnictwa schemat, umożliwiający eksplorację zgromadzonych w systemie zarządzania majątkiem danych eksploatacyjnych bądź kosztowych w kontekście cech obiektu, zaprezentowany został na rys. 4.



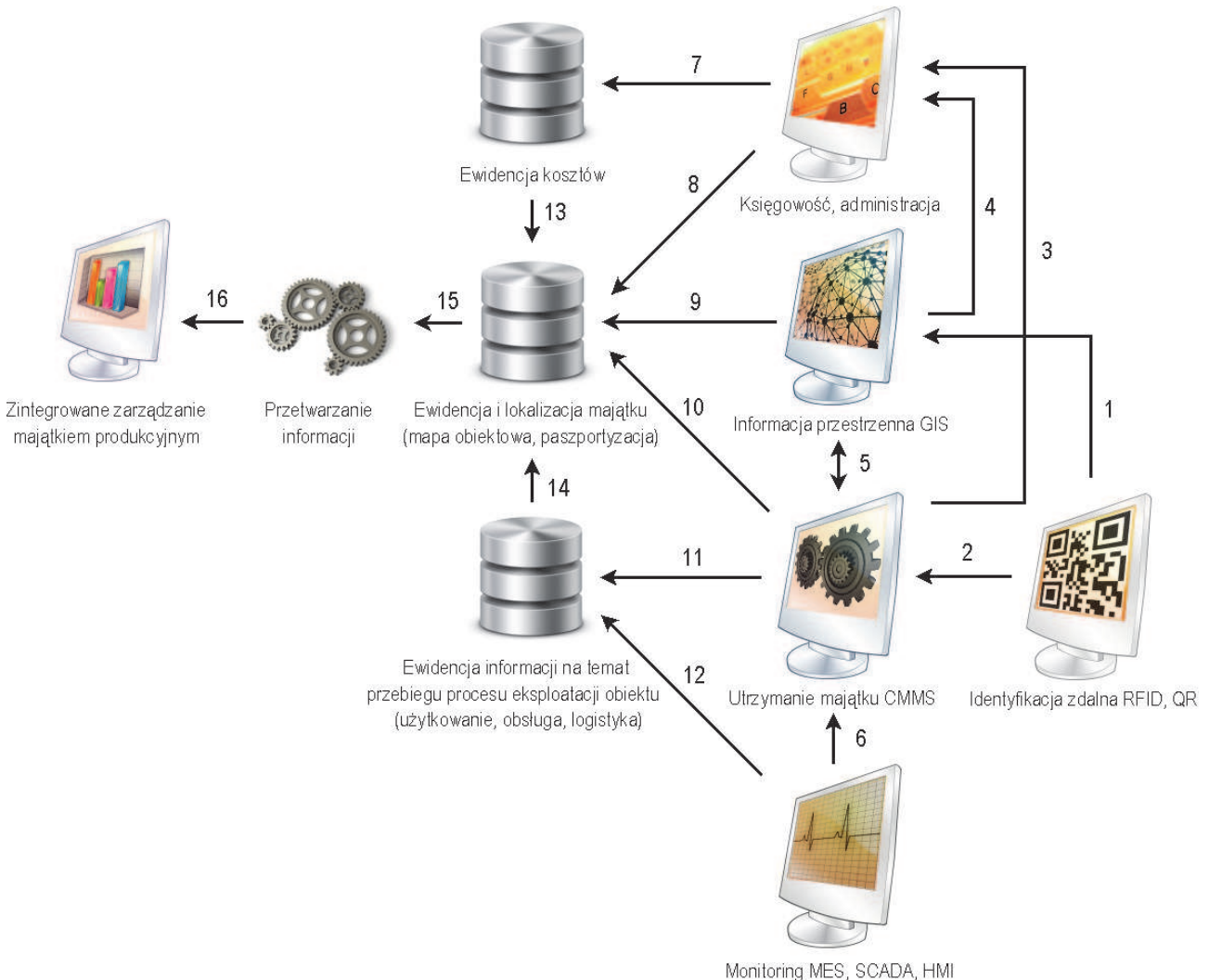
Rys. 4. Model przebiegu procesów zarządzania majątkiem produkcyjnym (opracowanie własne)

Co istotne, analiza dowolnej informacji (wskaźnika) powinna być przeprowadzana nie tylko w kontekście czasu oraz zmian cech obiektu (grupy obiektów), lecz również w odniesieniu do innych informacji (wskaźników), z którymi może zachodzić korelacja. Definiując właściwe potrzeby informacyjne, technologia i narzędzia najczęściej już obecne w zakładach górniczych powinny służyć budowie i pogłębianiu wspólnych zasobów informacyjnych, wyręczając pracowników z obowiązków bądź

usprawniając ich przebieg. Proces budowy bazy wiedzy poprzez eksplorację i drażnienie ewidencjonowanych danych (ang. *data mining*), uwzględniając rozbudowany park maszynowy oraz skrajnie trudne warunki pracy, może znaleźć szczególne zastosowanie podczas planowania remontów tudzież specyfikacji nowych inwestycji zakupowych bądź stosowanych rozwiązań technologicznych. Przemawia to jednoznacznie za koniecznością analizy skutków celem stwierdzenia przyczyn i prawidłowości,

tym bardziej ze względu na fakt, iż technika zabezpiecza w dzisiejszych czasach najbardziej skomplikowane działania analityczne.

Rekomendowaną, podstawową strukturę łączącą dostępne obecnie narzędzia i systemy informacyjne w zakresie gospodarki środkami produkcji przedstawiono na rys. 5.

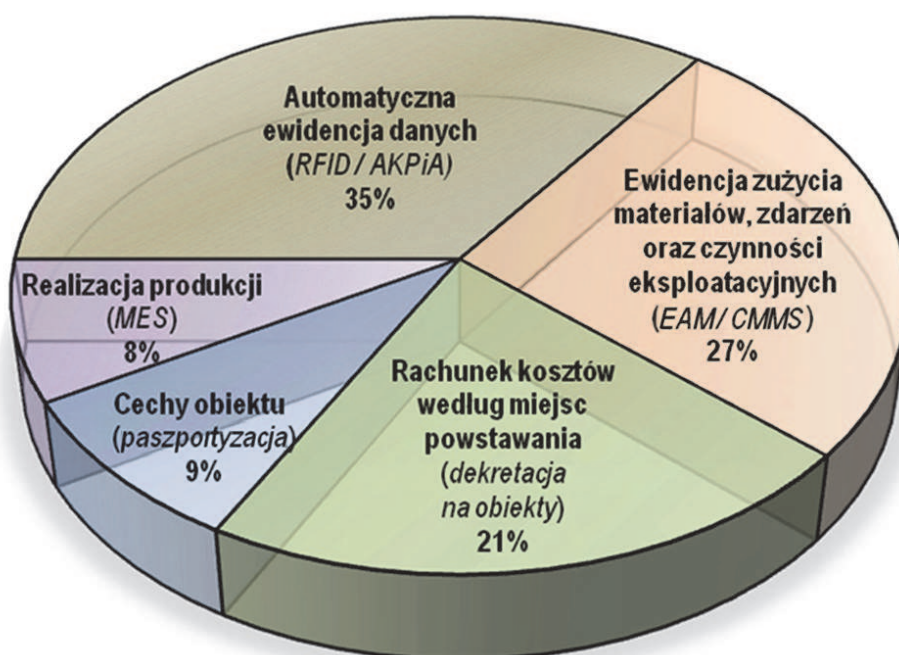


Rys. 5. Koncepcja zintegrowanego systemu zarządzania majątkiem produkcyjnym w zakładach górniczych (opracowanie własne)

1, 2 – zdalna lokalizacja pracowników (operatorów, służb utrzymania ruchu), majątku i materiałów; 3 – ewidencja majątku, czynności obsługowych (m.in. zabudowa, likwidacja) i zużycia materiałów, rozliczenie usług obcych; 4 – inwentaryzacja majątku (lokalizacja, właściciel, stan); 5 – aktualizacja cyfrowej mapy obiektowej (lokalizacja), paszportyzacja (dokumenty, parametry techn.), wizualizacja cech; 6 – informacja diagnostyczna – alarmy inicjujące obsługę, wskaźniki produktywności, efektywności i awaryjności (MES); 7 – ewidencja kosztów w układzie rodzajowym, funkcjonalno-kalkulacyjnym według rzeczywistych miejsc ich powstawania; 8 – rejestr środków trwałych, identyfikacja w systemie księgowym; 9 – lokalizacja środków trwałych w terenie, identyfikacja warunków eksploatacji; 10 – dane podstawowe (producent, typ, rodzaj), parametry techniczne, struktura obiektu (elementy składowe), dokumentacja; 11 – rejestr zdarzeń eksploatacyjnych, czynności obsługowych, zużycia materiałów; 12 – raporty przebiegu parametrów produkcyjnych, diagnostycznych, efektywnościowych, niezawodnościowych; 13 – integracja przestrzeni finansowej z kompleksową bazą ewidencyjną; 14 – integracja informacji operacyjnych (użytkowanie i obsługa) z kompleksową bazą ewidencyjną; 15 – eksport danych do środowiska realizującego funkcję integracji i przygotowania danych do celów analitycznych; 16 – raportowanie i analiza kompleksowej informacji zarządczej wspomagającej bieżącą kontrolę miar efektywności, identyfikację problemów, podejmowanie doraźnych decyzji i wyznaczania strategicznych kierunków działania

Kluczem do budowy przedstawionej sieci powiązań jest przeprowadzenie paszportyzacji majątku, w wyniku której poszczególne składniki majątkowe można zidentyfikować w przedstawionych systemach. Łącząc informacje na temat obsługi maszyn (EAM/CMMS) z informacją na temat jego położenia [systemy informacji geograficznej – GIS (ang. *Geographic Information System*), systemy identyfikacji radiowej – RFID], sposobem użytkowania, stanem technicznym i produktywnością [systemy MES (ang. *Manufacturing Execution System*), SCADA (ang. *Supervisory Control and Data Acquisition*), HMI (ang. *Human–Machine Interface*)] można dopiero mówić o budowie kompleksowego systemu zarządzania majątkiem produkcyjnym. Integracja wymienionych warstw wydaje się czymś naturalnym, umożliwia bowiem usprawnienie obecnie realizowanych procesów zarządczych oraz poprawę stopnia wewnętrznego skomunikowania mię-

dzy innymi poprzez fakt, iż dane wprowadzane są jednokrotnie i nie „żyją” odrębnym bytem w poszczególnych podsystemach, co stanowi w rozumieniu autora podstawową cechę zintegrowanego systemu zarządzania. Obecnie, dzięki podejmowanym bądź ukończonym działaniom takim, jak: budowa centralnej bazy danych stanowiącej podstawowy zasób GIS, integracja systemów akwizycji danych za pośrednictwem otwartych standardów wymiany danych – przykładowo OPC (ang. *OLE for Process Control*), możliwe jest całościowe lub częściowe wdrożenie proponowanego rozwiązania. Przekrój przewidywanego zapotrzebowania na informacje usprawniające i zwiększające jakość zarządzania podstawowym majątkiem produkcyjnym z podziałem na poszczególne źródła danych, pod względem ilości ewidencjonowanych informacji, przedstawiony został na rys. 6.



Rys. 6. Przewidywany procentowy udział źródeł danych zabezpieczających potrzeby informacyjne w procesach zarządzania majątkiem produkcyjnym zakładów górniczych (opracowanie własne na podstawie przeprowadzonych badań [6, 4, 5])

4. EFEKTYWNOŚĆ INFORMATYCZNEGO SYSTEMU ZARZĄDZANIA MAJĄTKIEM

Podejmując temat oceny czynników mających wpływ na efektywność systemu zarządzania majątkiem produkcyjnym kopalni, warto ustalić, co właściwie oznacza owa „efektywność”. Ogólna, powszechnie obecna w większości pozycji literaturo-

wych definicja efektywności określa ją jako „rezultat podjętych działań, opisywany relacją uzyskanych efektów do poniesionych nakładów”. W praktyce biznesowej efekty najczęściej stanowią wymierne korzyści ekonomiczne, będące wynikiem zmian w organizacji realizowanych procesów. Efektywność systemu zarządzania majątkiem produkcyjnym, liczona jako stosunek uzyskanych efektów do poniesionych kosztów, jest więc możliwa do oszaco-

wania zarówno jako podsumowanie zmian wprowadzonych w przebiegu procesów, jak i też jako wartość charakteryzująca jakość zarządzania w odniesieniu do innego przedsiębiorstwa lub jednostki organizacyjnej. W odniesieniu do działań mających charakter projektowy efektywność można identyfikować w ujęciu „*ex post*” i „*ex ante*” (przed ich zakończeniem i po nim). Ponieważ główny efekt zmian wprowadzonych w zakresie utrzymania majątku to poprawa stanu obecnego, korzyści te można bezpośrednio zidentyfikować w dłuższym horyzoncie czasowym. Znacznie trudniej jednak określić dokładny poziom kosztów, zarówno tych bezpośrednich, jak i pośrednich, związanych między innymi z zaangażowaniem służb własnych bądź stratami wynikającymi ze startu produktywnego nowego systemu informacyjnego.

W praktyce często występuje błędne przekonanie, iż samo wdrożenie rozwiązania danej klasy skutkuje pojawieniem się wymiernych korzyści. Studium przypadku, obejmujące przebieg udanych wdrożeń, przemawia jednak za tym, aby rozwój i opracowanie systemu informatycznego jako narzędzia, były podparte cykliczną analizą, mającą odpowiedzieć na takie pytania, jak: czy warto podejmować dane działanie? jakie będą jego koszty i efekty? za pomocą jakich zasobów – ludzkich bądź sprzętowych – uda się osiągnąć zamierzone cele przy minimalnym koszcie własnym? Tego typu zdroworozsądkowe podejście – obecne na każdym etapie wdrożenia i rozwoju systemu, w tym doboru maksymalnej szczegółowości struktury obiektów, która rzutuje na

poziom dekretacji informacji, jak również na koszty utrzymania systemu informacyjnego – stanowi istotę budowy efektywnego systemu zarządzania majątkiem.

Wdrażając system wspomagający zarządzanie majątkiem klasy EAM/CMMS, na wstępie większość firm staje przed problemem wyboru narzędzia (systemu informatycznego) oraz firmy wdrożeniowej. Decyzje podjęte na tym etapie mają znaczący wpływ na efektywność przyszłego rozwiązania głównie ze względu na ich wiążący charakter. Na rynku oprogramowania dostępne są liczne systemy wspomagające procesy zarządzania majątkiem; ich mnogość i stopień zintegrowania z innymi aplikacjami bądź modułami może powodować dylemat: zaopatrzyć się w jeden wyspecjalizowany system i integrować go z pozostałymi warstwami biznesowymi czy zastosować moduł dający zbliżone możliwości, wchodzący w skład większego systemu klasy ERP (ang. *Enterprise Resource Planning*)? Modyfikacje i dopasowanie uniwersalnego oprogramowania do realnych potrzeb stanowią na ogół wyzwanie trudne i kosztowne, opłacalne jednak w przypadku, gdy organizacja wie dokładnie, jakich funkcjonalności i zmian wymaga, oraz jest do nich przygotowana. Działanie takie jest o tyle ryzykowne, że bez wersji dedykowanych dla branży system może być budowany praktycznie od podstaw, co może wpłynąć na funkcjonalność rozwiązania i łączny koszt wdrożenia po uwzględnieniu wymaganych modyfikacji.



Rys. 7. Schemat nieprawidłowego oraz prawidłowego przebiegu wdrożenia [12]

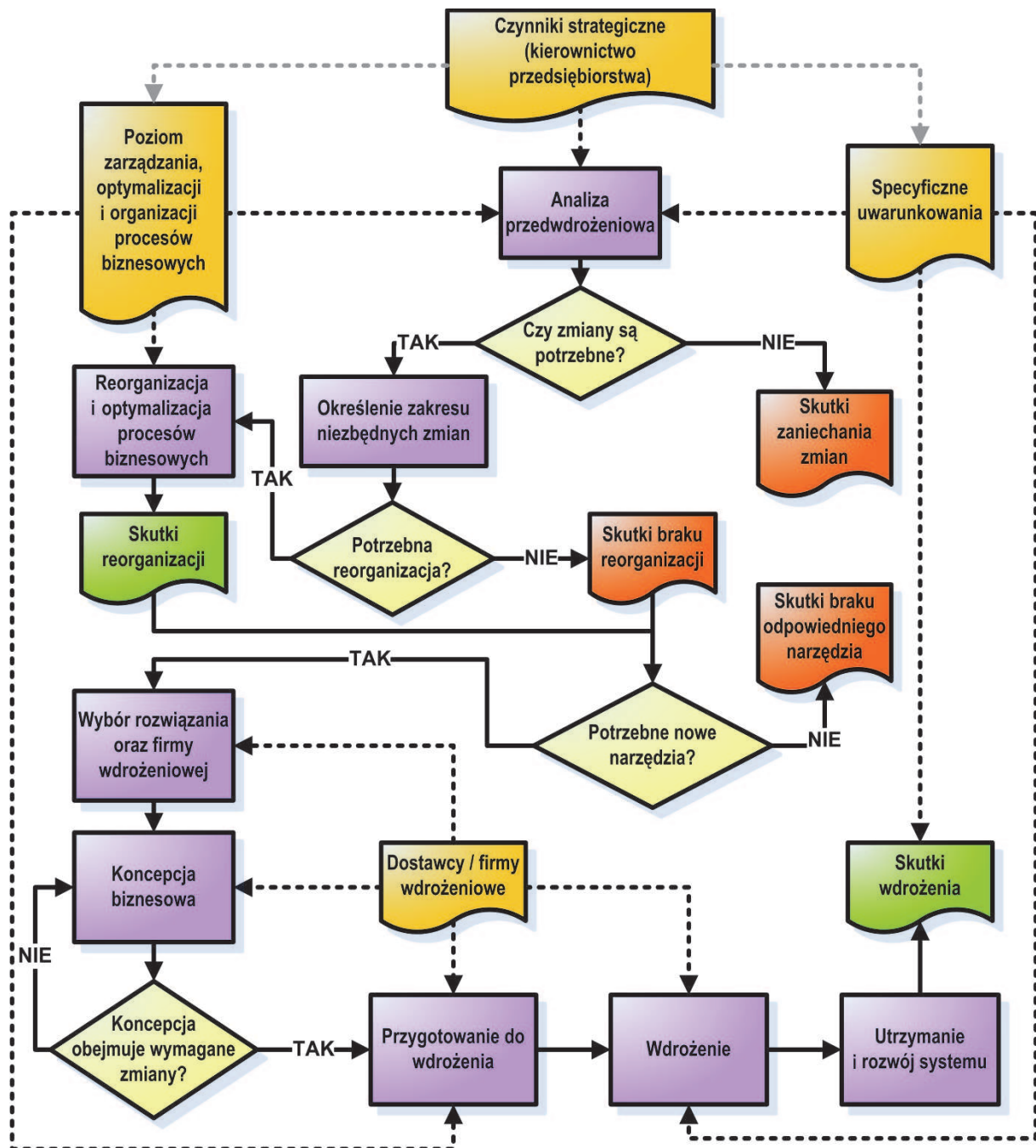
Wobec powyższego, metodą optymalną jest zatem najczęściej wdrożenie wyspecjalizowanego oprogramowania, którego kształt jest wynikiem zebranych przez lata doświadczeń, dobrych praktyk i wprowadzonych w nim usprawnień. Co ważne, tego typu oprogramowanie z reguły charakteryzuje się w pewnym stopniu ograniczoną elastycznością. Wymaga bowiem, aby organizacja zaadaptowała podstawowe, zdrowe zasady po to głównie, by wyeliminować najbardziej sceptyczny scenariusz budowy sys-

temu zarządzania majątkiem, gdzie rozwiązanie informatyczne jest opracowywane pod to, co obecnie istnieje, z pominięciem trudu reorganizacji procesów (rys. 7). Działanie to, rozumiane jako automatyzacja nieefektywnych procesów, wiąże się z wprowadzeniem rozwiązań cząstkowych, mało wydajnych, nie przynoszących dodatkowych wartości, a często stanowiących dodatkowy ciężar do udźwignięcia przez przedsiębiorstwo. Poprawna reorganizacja i zarządzanie procesami uwzględniają planowanie celów,

prawidłowy przydział zasobów, określenie sposobu realizacji procesów i ich mapowanie, zarządzanie ich efektywnością oraz tzw. białymi plamami między czynnościami. Ułatwia to w znaczący sposób monitorowanie i koordynację działań oraz zachodzących przepływów informacyjnych.

Przygotowanie organizacji do głębokich zmian i reorganizacja sposobu zarządzania procesami stanowi w praktyce niezwykle istotny aspekt wdrożenia systemu informatycznego, rzutujący na wyniki

firmy oraz wewnętrzny stopień skomunikowania organizacji. Przykładowy, uproszczony schemat postępowania wskazujący na konieczność wprowadzenia zmian, zamieszczony został na rys. 8. Kolorem żółtym zaznaczone zostały na nim czynniki mające wpływ na efektywność wdrożenia, kolorem zielonym – efekty wprowadzanych zmian, kolorem pomarańczowym – negatywne skutki będące konsekwencją błędów bądź zaniechań w realizacji przedstawionego procesu decyzyjnego.

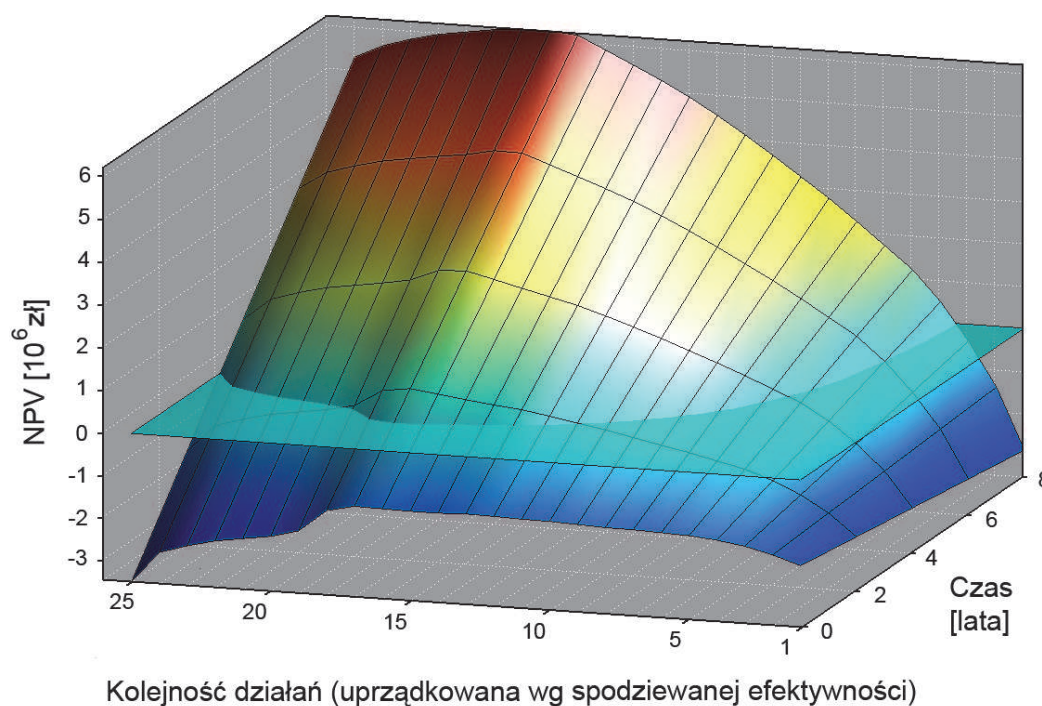


Rys. 8. Schemat decyzyjny określający przebieg reorganizacji procesów informacyjnych w przedsiębiorstwie [12]

Wprowadzając zmiany w istniejącym systemie zarządzania majątkiem produkcyjnym, w pierwszej kolejności warto odpowiedzieć na pytanie, jakie działania będą efektywne (tj. ich przewidywalna skuteczność w realizacji wytyczonych celów jest na tyle duża, iż warto je podjąć). Skuteczność, rozumiana tutaj jako miara przeprowadzenia właściwych działań w sprawny sposób, stanowi więc w decydującym stopniu o ich efektywności. Działanie skuteczne to takie, które prowadzi do określonego celu, którym może być przykładowo wzrost poziomu bezpieczeństwa pracowników. Działanie tego typu uwzględnia wartości niematerialne, nie bierze jednak pod uwagę kosztów i jest skuteczne pomimo swojej ekonomicznej nieopłacalności. Inaczej skuteczność może być rozumiana w kontekście redukcji kosztów eksploatacji obiektów technicznych i poprawy zdolności produkcyjnych, które, by wykluczyć działania „za wszelką cenę”, powinny być

zorientowane na poniesione koszty, tzn. powinny być efektywne ekonomicznie.

Rys. 9. prezentuje wyniki rachunku ekonomicznego wykonanego na etapie tworzenia planu wdrożenia w obszarze zarządzania majątkiem produkcyjnym kopalni. Wynik ekonomiczny reprezentowany przez wskaźnik NPV (ang. *Net Present Value*) przedstawiony został na osi czasu oraz scenariuszy, obejmujących rosnącą ilość działań uporządkowanych według wzrastającej efektywności ekonomicznej, gdzie najbardziej efektywne działania i te bezpośrednio powiązane z nimi (bez których nie mogą one zostać zrealizowane) podejmowane są jako pierwsze. Ponieważ działania opisuje określony poziom ryzyka oraz w niektórych przypadkach zachodzi zjawisko współzależności i synergii efektów, do budowy mapy efektywnościowej przedsięwzięcia (proponowanej kolejności działań) zdecydowano się użyć metody Monte Carlo.



Rys. 9. Przykładowy wpływ działań podjętych na etapie budowy systemu informacyjnego na całkowitą efektywność przedsięwzięcia (opracowanie własne na podstawie przeprowadzonych badań)

Rachunek ekonomiczny doskonale ilustruje wpływ kosztów stałych, niezależnych od funkcjonalnego zakresu wdrożenia, związanych z nabyciem i utrzymaniem sprzętu oraz oprogramowania, przydzieleniem zasobów własnych (zatrudnienie dodatkowych pracowników, powołanie zespołu projektowego) czy dostępem do usług doradczych i szkoleniowych. Obecność tych kosztów tworzy tzw. „efekt

skali”, skutkujący zwiększonym wykorzystaniem dostępnych środków w ramach kolejnych, uzasadnionych działań, umożliwiających zwiększenie zakresu funkcjonalnego systemu. Prowadzi to do konkluzji, iż każdy projekt, rozumiany jako przedsięwzięcie służące realizacji zadanych celów i osiągnięciu wymiernych korzyści, posiada wartość krytyczną zakresu funkcjonalnego, bez przekroczenia

którego może być mało lub zupełnie nieefektywny. W związku z powyższym, inwestując w narzędzie informatyczne i decydując się na zmiany (reorganizację) w funkcjonującym systemie informacyjnym, warto wprowadzić je w możliwie jak najszerszym akceptowalnym zakresie – najlepiej, stosując metodę „małych kroków” bądź pilotażowe wdrożenie z wykorzystaniem metody *roll-out*.

5. WNIOSKI

Szacowany obecny poziom zużycia środków trwałych w górnictwie, wynoszący ponad 53% [1], w połączeniu ze wzrostem ogólnej produktywności majątku, który miał miejsce na przestrzeni lat 1996-2004 [2], świadczyć może o konieczności rozbudowy istniejącego systemu zarządzania eksploatacją środków produkcji i dopasowania go do warunków zwiększonego ich obciążenia. Podjęta w niniejszym artykule próba scharakteryzowania budowy zintegrowanego systemu informacyjnego, wspomagającego procesy zarządzania majątkiem produkcyjnym, pozwoliła na wyznaczenie czynników oraz działań zidentyfikowanych jako istotne z punktu widzenia efektywności proponowanego w tym obszarze rozwiązania. Do działań tych – w aspekcie czysto technicznym – zaliczyć można w szczególności:

- przeprowadzenie gruntownej inwentaryzacji (paszportyzacji) majątku łącznej z budową „pomostu” pomiędzy zasobami GIS, systemami ewidencyjno-transakcyjnymi oraz technologiami i środowiskami zdalnej kontroli stanu obiektów,
- wdrożenie narzędzi umożliwiających budowę systemowego wsparcia w zakresie działań operacyjnych związanych z obsługą majątku i logistyką,
- pełną ewidencję zdarzeń oraz danych ilościowych i jakościowych za pośrednictwem systemów MES, SCADA, EAM/CMMS, czytników kodu, technologii RFID w odniesieniu do konkretnego obiektu,
- rezygnację ze stosowania łatwych technologii (typu arkusze kalkulacyjne) na rzecz budowy zintegrowanych zasobów informacyjnych posiadających środowiska umożliwiające raportowanie i analizę danych – BI (ang. *Business Intelligence*),
- reorganizację systemu ewidencji kosztów pracy i utrzymania podstawowych obiektów, ukierunkowaną na zapewnienie wymaganej ze względów analitycznych szczegółowości dekretacji danych kosztowych poprzez integrację z oprogramowaniem klasy EAM/CMMS i technicznymi systemami bilansowo-rozliczeniowymi,

- wdrożenie podejścia projektowego w zakresie ewidencji kosztów eksploatacji podstawowych maszyn górniczych i transportowych związanych bezpośrednio z realizacją konkretnych zadań wydobywczych, celem umożliwienia szczegółowej oceny ekonomicznej przedsięwzięcia,
 - automatyzację przepływów pracy umożliwiającą standaryzację oraz poprawę komunikacji międzyprocesowej,
 - budowę systemu motywacyjnego w oparciu o automatyczną identyfikację przydzielonych i wykonanych zleceń pracy oraz efektywność ich realizacji,
 - przejście od „gaszenia pożarów” w zakresie utrzymania ruchu do obsługi zapobiegawczej opartej, tam gdzie to możliwe, na kontroli stanu *on-line* poprzez zabudowane systemy I&C.
- Jednocześnie w odniesieniu do szeroko pojętej organizacji działań oraz wymaganych zmian wewnątrz przedsiębiorstwa nad wyraz istotne wydają się:
- chęć ciągłego doskonalenia i wykorzystania najlepszych praktyk, świadomość konieczności zmian,
 - koncentracja na efektach, a nie technologiach – ciągła weryfikacja zasadności biznesowej,
 - opracowanie trwałych, przejrzystych oraz celowych wytycznych dotyczących zakresu funkcjonalnego oraz efektów związanych z wdrożeniem narzędzi informatycznych,
 - przygotowanie i gotowość organizacji do głębokich zmian i reorganizacji istniejących procesów,
 - przydzielenie procesom reorganizacyjnym, integracyjnym i wdrożeniowym wysokiego priorytetu,
 - opracowanie projektów bądź programów wiążących realizację wszelkich działań, zgodnie z zaleceniami obecnie stosowanych metodyk zarządzania [10], poprzez m.in.:
 - koncentrację na kontekście biznesowym, produktach i kryteriach ich akceptacji,
 - budowę silnej relacji klient-dostawca,
 - powołanie komitetu sterującego projektem, posiadającego wymagane uprawnienia i decyzyjność,
 - zarządzanie aspektami efektywności projektu (jakość, koszt, czas, zakres),
 - powołanie w zespole zarządzania projektem kierowników zespołów zadaniowych – liderów gwarantujących zorientowanie wprowadzonych zmian na wyniki, a nie na same działania,
 - zaangażowanie pracowników wszystkich szczebli w procesy standaryzacji, doskonalenia i optymalizacji realizowanych procesów, zapewnienie wszelkim interesariuszom dostępu do wymaganej informacji.

Zgodnie z maksymą „Kluczem wzrostu jest przejście na wyższy poziom świadomości” (Lao Tzu) większość zidentyfikowanych czynników, determinujących skutecznie i efektywnie działanie zintegrowanego systemu zarządzania majątkiem w zakładach górniczych dotyczy – bezpośrednio lub pośrednio – zmian wewnątrz organizacji. Stan taki wydaje się być uzasadniony, ponieważ bezpośrednim właścicielem systemu informacyjnego jest przedsiębiorstwo. Pomimo faktu, iż narzędzia oraz usługi konsultingowe i szkoleniowe dostarczane są przez wybrane firmy obce, od spójnej strategii, wizji i potrzeb wynikających ze świadomości pracowników, jak również chęci wprowadzenia konkretnych zmian wewnątrz organizacji, uzależniony jest sukces projektu.

Literatura

1. Franik T.: *Analiza zmian udziału przemysłu wydobywczego w osiągniętych wynikach makroekonomicznych gospodarki w okresie przemian ustrojowych w Polsce*, Komputerowo zintegrowane zarządzanie, Oficyna Wydawnicza Polskiego Towarzystwa Zarządzania Produkcją, Opole 2010.
2. Franik T.: *Efektywność wykorzystania trwałych składników majątkowych w górnictwie*. Komputerowo zintegrowane zarządzanie, Oficyna Wydawnicza Polskiego Towarzystwa Zarządzania Produkcją, Opole 2011.
3. Januszewski A.: *Funkcjonalność informatycznych systemów zarządzania*, PWN, Warszawa 2008.
4. Kicki J., Dyczko A., Polak R. i in.: *Koncepcja monitoringu i transmisji danych technologicznych dot. pracy samojezdnych maszyn górniczych*, KGHM PM S.A., Kraków 2012, niepublikowane.
5. Kicki J., Dyczko A., Polak R. i in.: *Opracowanie i wdrożenie zintegrowanego systemu ewidencji, kontroli i oceny pracy maszyn i urządzeń w Działach Energomechanicznych kopalni Jastrzębskiej Spółki Węglowej*, Kraków 2011, niepublikowane.
6. Kicki J., Dyczko A., Polak R. i in.: *Rozszerzenie funkcjonalności systemu EKSPERT o obszar zarządzania dla Działów Energomechanicznych w kopalniach oraz Zakładów Przerobczych*, „EKSPERT TM/ZWR” KGHM Polska Miedź S.A., Kraków 2009, niepublikowane.
7. Kiełtyka L.: *Komunikacja w zarządzaniu*, Agencja Wydawnicza Placent, Warszawa 2002.
8. Kuczyńska-Chałada M., Sosnowski R., Gajdzik B.: *Organizacja i zarządzanie w przemyśle*, Wydawnictwo Politechniki Śląskiej, Gliwice 2008.
9. Lech P.: *Zintegrowane systemy zarządzania ERP/ERP II. Wykorzystanie w biznesie*, wdrażanie, Difin, Warszawa 2003.
10. Murray A.: *PRINCE2. Skuteczne zarządzanie projektami*, OGC, Londyn 2009.
11. Nowacki A., Sitariska M.: *Procesy informacyjne w zarządzaniu*, Wydawnictwo Uniwersytetu Ekonomicznego we Wrocławiu, Warszawa 2010.
12. Polak N.: *Efektywność systemów wspomagających zarządzanie i dekreację kosztów w zakładach produkcyjnych*, Kraków 2011, niepublikowane.
13. Polak R.: *Koszty cyklu życia urządzeń energomechanicznych w kontekście oceny efektywności ich pracy w podziemnych zakładach górniczych*. „Wiadomości Górnicze”, 2011.
14. Rostek K., Gąsioriewicz A., Zawila-Niedźwiecki J.: *Informatyka gospodarcza*. C.H. Beck, Warszawa 2010.
15. Wrycza S.: *Analiza i projektowanie systemów informatycznych zarządzania*. *Metodyki, techniki i narzędzia*, PWN, Warszawa 1999.
16. Żółtowski M.: *Komputerowe wspomaganie zarządzania systemem eksploatacji w przedsiębiorstwie produkcyjnym*, Komputerowo zintegrowane zarządzanie, Oficyna Wydawnicza Polskiego Towarzystwa Zarządzania Produkcją, Opole 2011.

Artykuł został zrecenzowany przez dwóch niezależnych recenzentów.