

METODYKA WYBORU I WDROŻENIA SYSTEMU ERP W DOBIE ROZWOJU PRZEMYSŁU 4.0

Witold TORBACKI

Streszczenie: Koncepcja Przemysł 4.0 nawiązuje do postulowanej czwartej rewolucji przemysłowej. W takim kontekście pojawia się obecnie problem w jaki sposób przeprowadzić proces wdrożenia systemu ERP. Artykuł stanowi próbę odpowiedzi na to pytanie proponując ciąg procesów, które finalnie powinny doprowadzić do skutecznej implementacji w firmie systemu ERP. Łańcuch działań rozpoczyna wybór pomiędzy licencją i trybem Software as a Service (SaaS), który stanowi jeden z elementów koncepcji Przemysł 4.0. Następnie należy uwzględnić proponowaną metodykę wyboru usługodawcy SaaS, a także wdrożenia systemu, który powinien obsługiwać przedstawiony ciąg procesów zintegrowanego łańcucha zamówień, produkcji i dystrybucji towarów w kontekście koncepcji Przemysł 4.0. Artykuł może być pomocą przy wyborze chmurowego systemu ERP w dobie rozwoju Przemysłu 4.0.

Słowa kluczowe: Przemysł 4.0, ERP, SaaS, systemy cyber-fizyczne, Internet usług

1. Wstęp

Pierwsza rewolucja przemysłowa była związana z wykorzystaniem w produkcji maszyn parowych. Druga rewolucja to okres wprowadzania produkcji masowej. Cechą charakterystyczną trzeciej rewolucji była automatyzacja produkcji z wykorzystaniem komputerów. Pojęcie Przemysł 4.0 [1-3] jest często wykorzystywane do opisu zmian związanych z czwartą rewolucją przemysłową. Koncepcja Przemysł 4.0 obejmuje wszechstronny udział nowoczesnych technologii, które zmieniają współczesny przemysł. Należą do nich m.in. Internet rzeczy [4], Internet usług [5], przetwarzanie chmurowe [6], robotyka [7], inteligentne fabryki [8], inteligentna produkcja [9], transformacja cyfrowa [10], sztuczna inteligencja [11], rzeczywistość rozszerzona [12], interfejsy człowiek-maszyna [13], systemy cyber-fizyczne [14]. Istotnym elementem łączącym te rozwiązania w ramach Przemysłu 4.0 jest powszechne wykorzystanie Internetu w pracy operacyjnej.

Jeszcze do niedawna rozwiązania związane z Przemysłem 4.0 były dostępne tylko dla największych przedsiębiorstw. Obecnie niektóre z nich są dostępne także dla firm z sektora MSP. Coraz niższy koszt wdrożenia systemów z przetwarzaniem chmurowym powoduje, że ta grupa rozwiązań stanowi w praktyce coraz częściej pierwszy kontakt firm z technologiami wspierającymi koncepcję Przemysł 4.0.

Firmy często nie są skłonne płacić duże, pojedyncze kwoty z przeznaczeniem na licencje systemów informatycznych. Jednoczesny rozwój i dekapitalizacja sprzętu i systemów informatycznych jest tak szybka, że firmy coraz częściej sięgają po chmurowy model SaaS, który zapewnia dostęp do najnowszych systemów ERP przy jednoczesnym utrzymaniu całkowitych kosztów Total Cost of Ownership (TCO) na niskim poziomie.

Wyniki badań zaprezentowane w artykule powstały w ramach realizacji pracy badawczej pt. „Modelowanie wpływu wybranych rozwiązań logistyki miejskiej na ograniczenie negatywnego oddziaływania systemu transportowego na środowisko” nr 5/S/IZT/17 finansowanej z dotacji Ministerstwa Nauki i Szkolnictwa Wyższego na finansowanie działalności statutowej.

2. Systemy ERP w trybie SaaS i licencji

Wybór systemu IT dla firmy powinien być rozpoczęty od podjęcia decyzji o odpowiednim modelu użytkowania. Komercyjne systemy informatyczne ERP są oferowane przede wszystkim w trybie licencji i SaaS. SaaS oznacza świadczenie usług zdalnego dostępu do oprogramowania (wynajem oprogramowania). Model ten w praktyce oznacza brak konieczności instalowania jakiegokolwiek oprogramowania na stacji roboczej należącej do użytkownika oraz dostęp on-line do systemu z dowolnej lokalizacji, za pomocą urządzenia z dostępem do Internetu.

Korzyści z wprowadzenia w firmie produkcyjnej systemu ERP w trybie SaaS, zamiast licencji, można podzielić na cztery grupy [15-16]: finansowe, operacyjne, techniczne i strategiczne (tab. 1).

Tab. 1. Korzyści z wprowadzenia systemu ERP w trybie SaaS

Kategoria korzyści	Rodzaj korzyści
Finansowe	Niskie koszty rozpoczęcia pracy i duże oszczędności TCO
	Przewidywalność kosztów poniesionych na systemy IT
	Eliminacja kosztów licencji i uaktualnień
	Możliwość podejmowania strategicznych decyzji w firmie na podstawie realnych danych o kosztach
	Koszty wdrożenia systemu rozłożone w czasie, poprawa płynności finansowej
	Korzyści podatkowe związane z brakiem amortyzacji
	Niższe koszty rozwoju i aktualizacji systemu
	Zwiększona rentowność produktów
	Duża efektywność kosztów ponoszonych na systemy IT
Operacyjne	Łatwość planowania operacyjnego
	Stały dostęp do systemu zgodnego z obowiązującym prawem
	Ujednoczenie procedur operacyjnych w firmie
	Zazwyczaj szybkie wsparcie specjalistów producenta systemu
	Optymalizacja zarządzania zasobami firmy
Techniczne	Dostęp i wykorzystanie najnowszych technologii IT
	Wysoka dostępność, niezawodność i bezpieczeństwo systemu
	Aktualizacje i udoskonalenia systemów na bieżąco
	Możliwość wdrożenia telepracy
	Brak problemów z utrzymaniem systemów
Strategiczne	Łatwość użycia zaawansowanych rozwiązań informatycznych
	Koncentracja uwagi firmy na strategicznych kwestiach biznesowych
	Wykorzystanie wolnych środków na inne niż IT projekty
	Wykorzystanie rozbudowanych funkcji systemu ERP
	Znaczna poprawa obsługi procesów, logistyki i klientów
	Zmniejszone ryzyko podjęcia złych decyzji na podstawie nieprawdziwych danych
	Ułatwione monitorowanie, wnioskowanie i planowanie
Wdrożenie rozwiązania proekologicznego	

Tryb licencyjny, w którym aplikacje są instalowane bezpośrednio na serwerze klienta, ze względu na wysokie koszty TCO wybierany jest zazwyczaj przez duże firmy.

W outsourcingu (SaaS) użytkownicy indywidualnie określają liczbę pracowników, którzy będą mieli dostęp do systemu i na tej podstawie płacą abonament za wynajęty system komputerowy. Nie są stosowane ograniczenia maksymalnej liczby użytkowników. Systemy przygotowane do pracy w tym trybie są zoptymalizowane z punktu widzenia wysokiej skalowalności i wydajności działania sieci.

W wersji licencyjnej użytkownik korzysta i płaci za całość dostępnych funkcjonalności danego systemu. W SaaS użytkownik ma możliwość wyboru tylko faktycznie używanych i w danej chwili potrzebnych funkcji. Istnieje możliwość czasowego włączania i wyłączania przydatnych funkcjonalności w wynajmowanych modułach. Jest to często stosowane w czasie sezonowych zjawisk występujących w życiu każdego przedsiębiorstwa.

W zastosowaniach biznesowych o popularności danego rozwiązania IT decydują kwestie ekonomiczne. Przy szacowaniu kosztów TCO tradycyjnej licencji systemu ERP należy pamiętać o kosztach dodatkowych związanych z wykorzystywaniem systemu w tym trybie, które nie występują w przypadku SaaS. Do standardowych opłat za licencję systemu IT należy doliczyć koszty dodatkowe, tj. koszty serwerów, systemów operacyjnych i baz danych, wsparcia producenta systemu, energii elektrycznej do serwera i systemów UPS oraz aktualizacji wersji. Dla 25-osobowej firmy produkcyjnej porównano koszty licencji i SaaS tego samego systemu ERP oferowanego w dwóch trybach użytkowania. W analizie przyjęto okres 5 lat, po upływie których firmy zwykle zaczynają rozważać zmianę lub rozszerzenie systemu klasy ERP. W trybie licencyjnym, całkowite koszty w tym okresie można rozdzielić na następujące grupy: licencja systemu ERP (35%), aktualizacje wersji (16%), wsparcie działu wdrożeń i technicznego producenta systemu (15%), serwer systemu (14%), oprogramowanie do serwera systemu (11%), energia elektryczna do serwera i systemów wspomagających (9%). Traktując koszty licencyjne jako bazę porównawczą dla kosztów SaaS okazuje się, że opłaty abonamentowe stanowią 40% całkowitych kosztów licencji, a okresowe kopie zapasowe na nośnikach trwałych 2% tych kosztów. W efekcie, w trybie SaaS otrzymuje się 58% oszczędności TCO w porównaniu z licencją.

Często pomijane w analizie TCO są również koszty ponoszone na zapewnienie niezawodności systemów IT. W przypadku licencji należy oszacować także utracone zyski firmy wynikające z powodu przestoju systemów informatycznych, koszty utraty zaufania kontrahentów oraz nie w pełni efektywnej pracy pracowników, którzy nie mają wsparcia licencyjnego systemu informatycznego, który uległ awarii. W przypadku SaaS usługodawcy gwarantują w ramach kontraktów SLA dostęp do systemu przez ponad 99% czasu pracy usługobiorców. A ewentualne przerwy to zwykle przestoje konserwacyjne odbywające się poza godzinami pracy usługobiorców.

Dotychczas, podstawowe przeszkody w rozwoju modelu SaaS to brak dostępu do Internetu oraz kwestie bezpieczeństwa. W odpowiedzi na te zagrożenia coraz częściej spotyka się nie tyle utrudnienia i braki w dostępie do Internetu, ale zdarzają się obszary wręcz z bezpłatnym dostępem do Internetu (kraje Beneluksu i niektóre inne Europy Zachodniej). Powszechny i stosunkowo tani jest mobilny dostęp do Internetu w oparciu o sieci GSM. Z drugiej strony systemy ERP w SaaS są stale optymalizowane do efektywnej pracy w przeglądarkach i mają coraz mniejsze wymagania odnośnie parametrów dostępu do Internetu. W systemach ERP w SaaS, w zakresie bezpieczeństwa dostępu do danych, stosuje się mechanizmy zabezpieczeń tożsame z rozwiązaniami znanymi z bankowości elektronicznej. Bezpieczna komunikacja z serwerami podczas pracy w sieci rozległej jest zapewniana przez protokoły TLS 1.2/1.3 z wykorzystaniem silnych algorytmów

kryptograficznych, a użytkownik jest jednoznacznie i niezaprzeczalnie identyfikowany za pomocą indywidualnych sprzętowych lub programowych certyfikatów dostępu do systemu.

3. Metodyka oceny i wyboru dostawcy i systemu ERP w modelu SaaS

Wiedza o wiarygodnych wskaźnikach oceny jakości usług SaaS oferowanych przez operatora, jest konieczna do prawidłowego wyboru dostawcy rozwiązania w tym trybie [17]. Dla producentów oprogramowania przejście z tradycyjnego, licencyjnego sposobu dystrybucji oprogramowania, do modelu chmurowego oznacza możliwość zachowania ciągłości przychodów i znalezienie nowych rynków zbytu w zmieniającej się sytuacji na rynku. Jednak aby dostarczać klientom usługi SaaS firmy muszą albo utrzymywać własne ośrodki przetwarzania danych Data Center albo wynajmować je od dostawców kompletnych platform IT w modelu Infrastructure as a Service (IaaS) lub Platform as a Service (PaaS). W każdym przypadku dostawcy SaaS muszą ponosić dodatkowe koszty swej działalności, które oczywiście pragną minimalizować zachowując jednocześnie satysfakcjonujący klientów poziom usług. Usługobiorca SaaS powinien zdawać sobie z tego sprawę i dokonując wyboru usługi, z jednej strony wybrać system IT z poszukiwaną funkcjonalnością, z drugiej wybrać dostawcę rozwiązania, który zagwarantuje odpowiednio wysoki poziom usług. Poniżej zaproponowano zestaw parametrów, które należy uwzględnić w trakcie procesu wyboru chmurowego rozwiązania ERP dla firmy:

- Historia systemu.
- Dopasowanie systemu do branży odbiorcy.
- Referencje usługodawcy SaaS.
- Plany rozwojowe systemu.
- Koszty i typ kontraktu.
- Bezpieczeństwo danych.
- Kontrakt Service Level Agreements (SLA).
- Eksport i import danych.
- Technologie zastosowane w systemie.
- Certyfikaty i audyty bezpieczeństwa.
- Wspierane przeglądarki.

Historia systemu. Dominująca na obecnym rynku ilość rozwiązań ERP była tworzona na potrzeby tradycyjnego modelu licencyjnej dystrybucji oprogramowania na nośnikach optycznych i pracy off-line. W części z nich została umożliwiona praca on-line, jak również część z nich została przystosowana do mobilnej pracy na urządzeniach przenośnych. Jednakże pierwotna architektura takich rozwiązań często nie jest dopasowana do obsługi struktury rozproszonej firm i nie udostępnia odbiorcom wszystkich możliwych zalet nowoczesnych systemów IT. Dopiero stosowanie całościowej strategii produkcji oprogramowania, przeznaczonego z góry na rynek SaaS, może zapewnić realizację systemu informatycznego, który spotka się z przychylnym odbiorem rynkowym.

Dopasowanie systemu do branży odbiorcy. Pomimo tego, że większość dostawców oprogramowania twierdzi, że ich aplikacje zaspokajają potrzeby zarówno dużych, jak i średnich oraz małych firm z różnych branż, w praktyce należy podchodzić do tego typu stwierdzeń z ostrożnością. Zdarza się, że oznacza to brak dalekosiężnej i całościowej koncepcji rozwoju i przeznaczenia oprogramowania. Ogólne wymagania odnośnie funkcjonalności systemów IT pochodzące z wielu branż mogą być podobne. Jednak w większości przypadków finalnie okazuje się, że różnice w wymaganym zakresie funkcji są

olbrzymią barierą dla efektywnej pracy tego samego oprogramowania w firmach z różnych segmentów. Ważne jest, aby sprawdzić przed kupnem czy dotychczasowa baza klientów zawiera dostateczną ilość firm podobnych do profilu przyszłego usługobiorcy. Zagwarantuje to również w przyszłości, że wymagania tego typu firm odnośnie rozwoju funkcjonalności będą brane poważnie pod uwagę w planach produkcyjnych kolejnych wersji oprogramowania.

Referencje usługodawcy SaaS. Należy poprosić o listę referencyjną i przykłady interesujących wdrożeń. Najbardziej cenne byłoby uzyskanie opinii od firm, które są użytkownikami oprogramowania od dłuższego czasu oraz tych, które zrezygnowały z jego wynajmu. Warto przeświecić również stabilność i przejrzystość finansową firmy. Trudne do zdobycia, ale cenne mogą być również informacje o kwalifikacjach osób odpowiedzialnych za zarządzanie firmą i rozwój oprogramowania, w szczególności z działów analiz oraz badań i rozwoju.

Plany rozwojowe systemu. Warto przedrzeć publikowane przez usługodawcę informacje o zmianach w oprogramowaniu, w wybranym okresie czasu oraz ewentualne publikacje o planowanych kierunkach rozwoju. Dzięki temu można uzyskać potwierdzenie dopasowania oprogramowania do własnych potrzeb oraz sprawdzić elastyczność producenta i jego szybkość reakcji na zmieniające się wymagania rynku.

Koszty i typ kontraktu. Należy zwrócić uwagę na typ kontraktu wynajmu, minimalny okres jego trwania, sposób rozwiązywania umowy, klauzule specjalne, całkowite koszty wdrożenia, szkoleń i przeniesienia danych. Osobną kwestią jest porównanie cenowe różnych rozwiązań, które często pod podobnymi nazwami kryją nie w pełni tożsame funkcjonalności. Ważne jest sprawdzenie czy w ramach opłat abonamentowych zapewniana jest aktualizacja oprogramowania.

Bezpieczeństwo danych. Dane o kontrahentach są często olbrzymią wartością przedsiębiorstw. W modelu SaaS zawsze należy oszacować ryzyko utraty danych lub co równie groźne, przejęcia ich przez konkurencję. Należy sprawdzić procedury bezpieczeństwa wdrożone przez usługodawcę. Należy także ustalić jakie ośrodki zapasowe Data Center posiada usługodawca, który powinien zagwarantować, że w przypadku awarii ośrodka głównego, przetwarzanie zostanie bezzwłocznie przejęte przez ośrodki zapasowe. Należy również sprawdzić jak chronione są dane od strony użytkownika i jego stacji roboczej. Duże firmy nie są skłonne do wprowadzania rozwiązań chmurowych, gdy nie jest zapewniona przejrzystość odnośnie położenia geograficznego centrów przechowywania danych, o co zresztą w dobie postępującej wirtualizacji jest coraz trudniej. Jest to spowodowane obawami o przepisy prawa, które mogą za granicą umożliwić dostęp do danych agendom rządowym lub umowami ubezpieczeniowymi, które mogą określać dopuszczalność przechowywania danych tylko w niektórych rejonach. Z drugiej strony wymóg pełnej przejrzystości i niezmienności w tym zakresie przeczy koncepcji przetwarzania chmurowego.

Kontrakt Service Level Agreements (SLA). SLA oznacza zwykle umowę, w ramach której usługodawca określa minimalny, gwarantowany i mierzalny poziom oferowanych usług, których naruszenie powoduje często wypłacenie odszkodowania przez usługodawcę. Parametry zawarte w kontrakcie gwarantują usługobiorcy uzyskanie wysokiej wydajności pracy, dostępności i bezpieczeństwa danych. Wybrane wskaźniki SLA mogą określać m.in.:

- jaki jest gwarantowany, minimalny czas dostępu do usługi w trakcie trwania umowy,
- liczbę użytkowników mogących pracować jednocześnie,

- specjalne wzorce testowe „benchmark”, do których jest okresowo porównywana bieżąca wydajność systemu, plan wcześniejszego powiadamiania o zmianach, które mogą wpływać na pracę użytkowników,
- czas reakcji działów technicznych na zgłaszane problemy różnego typu,
- dostępność pomocy technicznej,
- statystyki jakości świadczonych usług.

Statystyki jakości świadczonych usług mają specjalne znaczenie w kontrakcie SLA. Firma, która decyduje się na uruchomienie chmurowego systemu ERP powinna otrzymać usługę umożliwiającą pracownikom komfortową pracę, w warunkach nie gorszych niż przy korzystaniu z oprogramowania zainstalowanego lokalnie na stacji roboczej. W tym celu należy zawrzeć w kontrakcie SLA wartości kluczowych dla odbiorcy parametrów określających bezproblemową pracę on-line. Zakres tych mierzalnych parametrów może być różny dla różnych firm. Często stosowany jest przykładowo pomiar czasu wystawienia i zapisu wybranych dokumentów, czas wykonania przez system zaawansowanych raportów lub czas potrzebny do prawidłowego zakończenia lub rozpoczęcia pracy z aplikacją. Pomiar tych parametrów przez usługodawcę powinien być ciągły, a wyniki w łatwy sposób udostępniane do weryfikacji przez usługobiorcę.

Eksport i import danych. Usługobiorca powinien mieć możliwość eksportu danych i zapewniony sposób dostępu do danych archiwalnych. Firmy mogą chcieć zrezygnować z modelu SaaS. W takim przypadku bardzo ważne jest, aby mieć możliwość eksportu danych do nowych systemów. W innych przypadkach, takich jak zawieszenie działalności firmy, upadłości lub z powodu kontroli podatkowej lub sprawy sądowej może wystąpić potrzeba dostępu do archiwalnych danych. Ważne jest sprawdzenie czy dostawca uwzględnia takie sytuacje i czy przygotował odpowiednie procedury w tym zakresie. Warto również sprawdzić wysokość opłaty za eksport danych do różnych systemów i za dostęp do danych archiwalnych po rozwiązaniu umowy. Należy sprawdzić także, czy w przypadku decyzji o przejściu na model SaaS możliwy jest import do nowego systemu posiadanych przez firmę danych.

Technologie zastosowane w systemie. Należy zorientować się przy pomocy jakich narzędzi informatycznych zostało stworzone oprogramowanie, na jakie platformy jest ono przeznaczone oraz na jakich urządzeniach może być uruchamiane obecnie i w przyszłości. Konieczne jest zwrócenie uwagi na to jakie koszty dodatkowe trzeba będzie ponieść w wyniku zdecydowania się na poszczególne rozwiązania różnych dostawców. Ważne jest, aby była to informacja o kosztach do czasu pełnej integracji oprogramowania z procesami biznesowymi w firmie. Technologie stosowana przez twórcę systemu powinny być zweryfikowane pod kątem zapewnienia skalowalności rozwiązania, redundancji infrastruktury i niezawodności rozwiązania.

Certyfikaty i audyty bezpieczeństwa. Firmy oferujące usługi outsourcingowe SaaS powinny legitymować się certyfikatami potwierdzającymi wysoką jakość zarządzania i przetwarzania informacji. Przykładem odpowiedniego standardu o międzynarodowym zasięgu jest System Zarządzania Bezpieczeństwem Informacji ISO 27001. Często zdarza się, że użytkownicy systemów SaaS przy konkurowaniu w przetargach lub przy okazji starania się o różne certyfikaty ISO są weryfikowani przez audytorów zewnętrznych, którzy domagają się przedstawienia tego typu zaświadczeń o firmach świadczących usługi SaaS. W przypadku, gdy usługodawca SaaS nie ma powyższego certyfikatu powinien być gotowy do przejścia ścieżki audytu na żądanie. Audyt weryfikuje czy całościowy proces gromadzenia i przetwarzania informacji, kontroli wewnętrznych oraz każdy z elementów środowiska IT spełnia wysokie standardy.

Wspierane przeglądarki. Naturalnym środowiskiem pracy systemów w SaaS są przeglądarki internetowe. Częste publikowanie kolejnych wersji powoduje, że implementowane są w nich najnowsze rozwiązania technologiczne. Z drugiej strony pojawiają się w nich nowe błędy i niedociągnięcia, które zmuszają producentów oprogramowania chmurowego do przeprowadzania pracochłonnych i czasochłonnych testów w celu usuwania niezgodności i doprowadzania do prawidłowej współpracy aplikacji z przeglądarkami. Usługodawcom rozwiązań chmurowych nie zawsze udaje się przetestować i usunąć na czas wszystkie błędy. Nie sprzyja temu także system automatycznych, bez udziału użytkownika, aktualizacji wersji niektórych przeglądarek (np. Chrome). Na przeciwnym biegunie znajduje się dedykowana dla obszaru biznesowego przeglądarka Mozilla Firefox w wersji ESR (ang. Extended Support Release), która jest objęta przedłużonym wsparciem wydawcy, z wydłużonym cyklem wydawniczym, który daje czas producentom aplikacji na dostosowanie ich do tego rozwiązania. Z kolei przeglądarka Internet Explorer firmy Microsoft nie implementuje takiej ilości nowinek technologicznych, jak rywalizujące ze sobą pod tym względem Firefox i Chrome. Efekty polityki twórców przeglądarek i preferencje polskich internautów można zaobserwować w zmieniającym się udziale rynkowym poszczególnych rozwiązań (tab. 2.).

Tab. 2. Grupy przeglądarek używanych przez internautów w Polsce

Nazwa przeglądarki	XII 2017	VI 2017	XII 2016	VI 2016	XII 2015
Chrome	31,64%	30,32%	30,76%	31,04%	33,81%
Chrome Mobile	26,46%	23,48%	20,11%	16,71%	12,07%
Firefox	20,28%	22,45%	25,52%	27,45%	26,69%
Safari Mobile	4,91%	5,07%	5,30%	5,55%	5,81%
Opera	4,60%	3,90%	4,22%	4,56%	5,74%
Internet Explorer	3,69%	4,67%	5,54%	6,81%	10,01%

Źródło: Gemius, 01.12.2015 – 31.12.2017 [18]

Przy wyborze systemów ERP w SaaS warto pamiętać o zwróceniu uwagi na rekomendacje producenta odnośnie pracy w poszczególnych przeglądarkach i na różnych urządzeniach, zwłaszcza mobilnych typu smartfony i tablety.

4. Metodyka wdrożenia systemu ERP w modelu SaaS

Poniżej przedstawiono listę kolejnych kroków zapewniających skuteczne i efektywne wdrożenie rozwiązania chmurowego ERP, w firmach różnej wielkości o różnym poziomie zaawansowania informatycznego:

- Wytypowanie zespołu sterującego.
- Opracowanie nowego modelu biznesowego i strategii wdrożenia chmury w firmie.
- Wybór typu rozwiązania chmurowego.
- Wybór chmurowego systemu ERP do zarządzania produkcją.
- Wybór modelu wynajmu oprogramowania.
- Określenie zakresu obowiązków w procesie wdrożenia, testów, rozwoju i zarządzania usługami chmurowymi.
- Ustalenie zakresu parametrów SLA i umów serwisowych.
- Ocena i rozwiązanie zagadnień prywatności i bezpieczeństwa danych.
- Powołanie zespołu wdrożeniowego.

- Integracja z istniejącymi systemami IT w firmie.
- Weryfikacja koncepcji rozwiązania przed finalnym wdrożeniem.
- Wdrożenie rozwiązania i zarządzanie środowiskiem chmurowym.

Wytypowanie zespołu sterującego - ważne jest aby stworzyć zespół, którego zadaniem będzie opracowanie i zatwierdzenie strategii wprowadzenia rozwiązań chmurowych w firmie. Nie powinny być to tylko osoby z działów IT, gdyż przyjęcie rozwiązania chmurowego powinno być postrzegane jako kompleksowa transformacja firmy. W praktyce obok ścisłego kierownictwa, w zespole powinny uczestniczyć osoby z poszczególnych działów firmy. Można wyodrębnić trzy główne fazy: fazę strategiczną z wypracowaniem wizji, fazę taktyczną z analizami biznesowymi i technicznymi oraz fazę operacyjną obejmującą negocjacje, testy, wdrożenie i późniejszą pracę z systemem.

W zakresie kolejnego punktu - **opracowania nowego modelu biznesowego i strategii wdrożenia chmury w firmie** - należy przygotować: krótko- i długoterminową strategię działań obejmujących adaptację pracowników do nowego środowiska, plan szkoleń dla pracowników, analizę kosztów z porównaniem rozwiązania chmurowego do tradycyjnego modelu posiadania rozwiązań IT, ocenę koniecznych kosztów inwestycyjnych i wpływu zmiany na poziom oferowanych usług, ocenę powiązanych regulacji prawnych (np. RODO), ocenę posiadanego środowiska IT, mechanizm ewentualnego wyjścia i rezygnacji z rozwiązań chmurowych.

Kolejny krok to **wybór typu rozwiązania chmurowego**. Definiuje się trzy podstawowe typy chmur: prywatną (z własnymi rozwiązaniami sprzętowymi lub z wynajmowanymi, lecz niewspółdzielonymi zasobami), publiczną i hybrydową kombinację obydwóch metod. Przykładem rozwiązań hybrydowych może być wykorzystywanie różnych chmur do tworzenia kopii zapasowych. Innym przykładem może być przetwarzanie wrażliwych danych księgowych w chmurze prywatnej i jednocześnie wykorzystywanie chmury publicznej do testowania i rozwoju oprogramowania.

Następny krok to **wybór chmurowego systemu ERP do zarządzania produkcją**. Zalecenia odnośnie tego kroku zawarto w poprzednim rozdziale niniejszego artykułu.

Kolejny krok to **wybór modelu wynajmu oprogramowania**, spośród trzech najbardziej popularnych modeli chmurowych: SaaS, PaaS lub IaaS. Należy dopasować dany model do specyfiki przedsiębiorstwa z uwzględnieniem potrzeb biznesowych, potencjalnych problemów i korzyści, jak również stopnia zaawansowania środowiska IT w firmie.

Kolejny krok obejmuje **określenie zakresu obowiązków w procesie wdrożenia, testów, rozwoju i zarządzania usługami chmurowymi**. W tym etapie rozważa się wykorzystanie własnych zasobów pracowniczych lub skorzystanie z usług firm zewnętrznych: dostawcy usług chmurowych lub firm konsultingowych. Innym podejściem jest wybór aplikacji, która jest modyfikowana przez usługodawcę tylko w znikomym stopniu i z założenia nie wymaga zespołu wsparcia.

W następnym etapie należy **opracować zestaw monitorowanych parametrów SLA** pamiętając, aby gwarantowały one poziom komfortu pracy porównywalny z pracą w systemach instalowanych lokalnie na stacjach roboczych użytkowników. Należy opracować również sposób interwencji w przypadku obniżenia parametrów SLA lub zajścia zdarzeń objętych akcjami serwisowymi.

W kolejnym kroku należy zweryfikować poprawność rozwiązań oferowanych przez usługodawcę w zakresie prawnej **obsługi zagadnień prywatności danych i bezpieczeństwa danych**. Ważnym krokiem jest ocena metody postępowania w przypadku awarii i przywracania danych z kopii zapasowych.

Następnie należy **powołać wewnętrzny zespół wdrożeniowy**. Zadaniem tego zespołu jest:

- weryfikacja czy usługa chmurowa ma pełną funkcjonalność w środowisku testowym,
- weryfikacja czy wszystkie założone procesy, z punktu widzenia poszczególnych pracowników są obsługiwane przez aplikację,
- praktyczne sprawdzenie działania mechanizmów odzyskiwania danych,
- sprawdzenie szybkości reakcji działów wsparcia technicznego usługodawcy,
- opracowanie planu powrotu do wcześniejszych rozwiązań w przypadku nieoczekiwanych zdarzeń w początkowej fazie wdrożenia.

Kolejnym krokiem jest **ocena możliwości integracji nowego środowiska z istniejącymi rozwiązaniami IT** w firmie. Warto podkreślić, że im większa jest firma wdrażająca rozwiązania chmurowe, tym mniejsza jest jej zdolność do całkowitej zamiany dotychczasowego środowiska IT, na odpowiedniki chmurowe. Na rynku funkcjonuje szereg metod umożliwiających hybrydowe łączenie usług chmurowych z klasycznymi rozwiązaniami IT funkcjonującymi w firmach. Każdorazowo w przypadku sprzęgów między odmiennymi środowiskami, należy zwrócić szczególną uwagę na zagadnienia bezpieczeństwa transmisji danych.

Przed finalnym uruchomieniem w firmie nowego środowiska informatycznego należy **dokonać ostatecznej weryfikacji umowy zawartej z przyszłym usługodawcą**, kontraktów SLA, stopnia przeszkolenia pracowników, poprawności i kompletności procedur przewidzianych do zastosowania w nowym środowisku IT oraz parametrów KPI ustalonych do oceny prawidłowości wdrożenia.

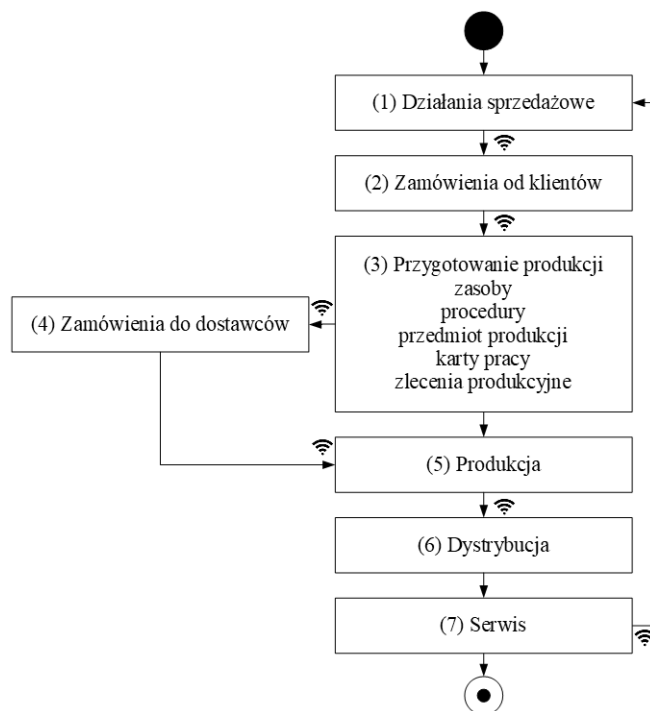
Po wdrożeniu konieczne jest regularne monitorowanie parametrów pracy. Wsparcie techniczne zależy od stosowanego typu rozwiązania chmurowego (prywatne, publiczne) Usługodawca powinien być w stałym kontakcie z usługobiorcą. W trakcie bieżącej pracy operacyjnej często zachodzi konieczność modyfikacji zarówno parametrów SLA, jak i zakresu funkcjonalnego systemu zgodnie z oczekiwaniami pracowników firmy.

5. Obieg zamówień, produkcji i dystrybucji przy wsparciu systemu ERP w trybie SaaS w ramach koncepcji Przemysł 4.0

Rzeczywisty cykl działań obejmujących integrację zamówień, produkcji i dystrybucji towarów w ramach Przemysłu 4.0 może być różnorodny i dopasowany do specyfiki przedsiębiorstwa. Cechuje go wszechstronne wykorzystanie Internetu rzeczy, Internetu usług oraz systemów cyber-fizycznych na potrzeby monitoringu, optymalizacji i inicjowania procesów. W cyklu produkcyjnym oznacza to, że systemy IT rejestrują i monitorują przebieg procesów fizycznych, które w pętli sprzężenia zwrotnego wpływają na proces przetwarzania danych w systemach.

Przykładowy obieg realizacji zamówienia powiązanego z produkcją może obejmować poniższe kroki (rys. 1):

- Działania sprzedażowe (1) w wyniku których następuje złożenie zamówienia na produkcję (2) (poprzez dział sprzedaży firmy lub samodzielnie przez klienta za pomocą różnorodnych platform internetowych). W odniesieniu do Przemysłu 4.0 oznacza to, że także stan zapasów towarów w sklepie, magazynie odbiorcy zarejestrowany przy pomocy systemów cyber-fizycznych może uruchomić proces produkcyjny. Integracja pomiędzy modułami oznacza, że w systemie zostają utworzone wzajemnie powiązane dokumenty sprzedażowe, magazynowe



Rys. 1. Obieg zamówienia w dobie Przemysłu 4.0

i zamówienia na brakujące towary do kontrahentów. Implikacje zagadnień przedstawianych w niniejszej części artykułu powinny być rozpatrywane na szerszym tle. Przedstawiany schemat odnosi się do działań bezpośrednio związanych z produkcją. Temat może być jednak poruszany szerzej. Jednym z interesujących i aktualnych zagadnień jest badanie efektu wpływu Przemysłu 4.0 na zagadnienia logistyczne, w tym wynikające z rozwoju przemysłowego wzmoczone przewozy towarów na obszarach miejskich [19].

- Przygotowanie produkcji (3) z rezerwacją zasobów sprzętowych, osobowych i materiałowych.
- Określenie przedmiotu produkcji z procedurami poszczególnych etapów produkcji.
- Wygenerowanie kart pracy. Na potrzeby osobowych stanowisk produkcyjnych nie wyposażonych w urządzenia komputerowe przygotowuje się drukowane karty pracy. Takie hybrydowe podejście występuje również w przypadku tzw. inteligentnych fabryk.
- Na podstawie złożonego zamówienia na produkcję zostaje utworzone konkretne zlecenie produkcyjne z m.in. harmonogramem produkcji, liczbą i typem produktu i zasobami. Wytworzone produkty można przypisać dla poszczególnych odbiorców.
- Potwierdzenie złożonego zamówienia na produkcję powoduje automatyczne zamówienie u kontrahentów (4) brakujących i niezbędnych składników. Automatyczne zamawianie brakujących towarów i blokowanie ich w magazynie na potrzeby konkretnego zlecenia produkcyjnego ułatwia uniknięcie przekroczenia terminów i występowania tzw. „wąskich gardeł”.

- Na podstawie zlecenia produkcyjnego i kart pracy zostają pobrane z magazynu materiały i zostaje uruchomiona produkcja (5).
- Systemy produkcyjne obsługują procesy planowania na podstawie analizy rotacji materiałów i danych zarejestrowanych przez systemy cyber-fizyczne.
- Gotowe produkty zostają umieszczone w magazynie.
- Po zakończeniu produkcji zlecenie jest zamykane i rozliczane w księgowości. Integracja pomiędzy modułami umożliwia automatyczne rozliczenie produkcji i uzyskanie błyskawicznej informacji o wyniku finansowym produkcji.
- W systemach zwykle kontrolowany jest realny czas pracy pracowników, a także realizacji zlecenia produkcyjnego. Dzięki temu możliwa jest weryfikacja planu z wykonaniem zadań, a tym samym urealnienie kosztów zlecenia.
- Produkty są dystrybuowane do klientów (6), a w systemach ERP obejmowane modułami i procesami serwisowymi oraz reklamacyjnymi (7).

6. Wnioski

W artykule przedstawiono metodykę wyboru i wdrożenia systemu ERP w kontekście rozwoju koncepcji Przemysł 4.0. Prawidłowy ciąg procesów powinien obejmować wybór trybu użytkownika systemu ERP. Następnie należy wykorzystać zaproponowaną metodykę wyboru usługodawcy oferującego ERP, a także metodykę wdrożenia takiego systemu, który w kontekście Przemysłu 4.0 powinien obsługiwać zintegrowany łańcuch zamówień, produkcji i dystrybucji. Nowoczesne i kompleksowe podejście do zagadnienia obsługi produkcji umożliwia firmom nie tylko produkcję i sprzedaż towarów, ale także stałe podnoszenie jakości obsługi klientów, będących odbiorcami produktów. W ramach Przemysłu 4.0 firmy produkcyjne za pomocą systemów IT mogą znaleźć odpowiedź na pytanie jak optymalnie planować, kontrolować i realizować zamówienia. Kluczem do efektywnego wsparcia zagadnień produkcyjnych jest zaprezentowane w artykule wykorzystanie atrybutów Przemysłu 4.0 do powiązania procesu produkcji ze sprzedażą i zamówieniami klientów oraz zamówieniami towarów do produkcji, magazynem, dystrybucją i obsługą posprzedażową. W ramach wdrażania koncepcji Przemysł 4.0 ważne jest również uwzględnienie połączenia między ludźmi, systemami i obiektami, które wymagają złożonej, dynamicznej i równoległe zoptymalizowanej sieci połączeń. Z drugiej strony istnieje konieczność jednoczesnego zapewnienia odpowiedniego zakresu danych i dostępności tych danych w czasie rzeczywistym, co powoduje powstanie szeregu nowych wymagań dotyczących infrastruktury i technologii informatycznych, również w kontekście zarządzania ryzykiem. Dalsze badania powinny koncentrować się na uszczegółowieniu specyfiki wymagań w tym zakresie.

Literatura

1. Bauernhansl T., Hompel M., Vogel-Heuser B.: Industrie 4.0 in Produktion, Automatisierung Und Logistik. Springer, Wiesbaden, 2014.
2. Kagermann H., Hellbig J., Hellinger A., Wahlster W.: Recommendations for Implementing the Strategic Initiative INDUSTRIE 4.0: Securing the Future of German Manufacturing Industry; Final Report of the Industrie 4.0 Working Group, Forschungsunion, 2013.

3. Liao Y., Deschamps F., Loures E.F.R., Ramos L.F.P.: Past, Present and Future of Industry 4.0 - a Systematic Literature Review and Research Agenda Proposal. *International Journal of Production Research*, 55, 12, 2017, 3609-3629.
4. Qu T., Lei S.P., Wang Z.Z., Nie D.X., Chen X., Huang G.Q.: IoT-based Real-Time Production Logistics Synchronization System Under Smart Cloud Manufacturing, *Int. J. Adv. Manuf. Technol.*, 84, 1-4, 2015, 147–164.
5. Cardoso J., Voigt K., Winkler M.: *Service Engineering for the Internet of Services*, International Conference on Enterprise Information Systems ICEIS 2008. Springer, Berlin, 2009.
6. Scavo F., Newton B., Longwell M.: Choosing Between Cloud and Hosted ERP, and Why it Matters. *Computer Economics Report*, 34, 8, 2012, 1-12.
7. Kehoe B., Patil S., Abbeel P., Goldberg K.: A Survey of Research on Cloud Robotics and Automation. *IEEE Transactions on Automation Science and Engineering*, 12, 2, 2015, 398-409.
8. Koustoumpardis P.N., Fourkiotis J.S., Aspragathos N.A.: Intelligent Evaluation of Fabrics' Extensibility from Robotized Tensile Test. *International Journal of Clothing Science and Technology*, 19, 2, 2007, 80-98.
9. Zhong R.Y., Xu X., Klotz E., Newman S.T.: Intelligent Manufacturing in the Context of Industry 4.0: A Review. *Engineering*, 3, 5, 2017, 616–630.
10. Ustundag Alp., Emre C.: *Industry 4.0: Managing The Digital Transformation*. Springer, Berlin, 2017.
11. Kumar S.P.L.: State of The Art-Intense Review on Artificial Intelligence Systems Application in Process Planning and Manufacturing. *Engineering Applications of Artificial Intelligence*, 65, 2017, 294-329.
12. Paelke V.: Augmented reality in the smart factory: Supporting Workers in an Industry 4.0 Environment. 2014 IEEE Emerging Technology and Factory Automation (ETFA), 2014, 1-4.
13. Gorecky D., Schmitt M., Loskyll M.: Human-Machine-Interaction in the Industry 4.0 era. *IEEE International Conference on Industrial Informatics (INDIN)*, 2014, 289-294.
14. Nasser J.: Cyber Physical Systems in the Context of Industry 4.0. 2014 IEEE Int. Conference on Automation, Quality and Testing, Robotics (AQTR), 2014, 1-4.
15. Elmonem M.A.A.E., Nasr E.S., Geith M.H.: Benefits and Challenges of Cloud ERP Systems – A Systematic Literature Review. *Future Computing and Informatics Journal*, 1, 1–2, 2016, 1-9.
16. Torbacki W.: Modelowanie procesów, CRM, DMS i SaaS - kierunki rozwoju systemów informatycznych dla branży TSL. *Logistyka*, 10, 2010, 1-14.
17. Marinescu D.C.: *Cloud Computing. Theory and Practice*. Morgan Kaufmann, New York, 2013.
18. Ranking Gemius.com, 01.12.2015 – 31.12.2017 [4.1.2018].
19. Kijewska K., Iwan S.: Analysis of the Functioning of Urban Deliveries in the City Centre and its Environmental Impact Based on Szczecin Example, *Transportation Research Procedia*, 12, 2016, 739-749.

Dr inż. Witold TORBACKI
Akademia Morska w Szczecinie
Wydział Inżynieryjno-Ekonomiczny Transportu
70-507 Szczecin, ul. H. Pobożnego 11
e-mail: w.torbacki@am.szczecin.pl