

Andrzej Bytniewski

Uniwersytet Ekonomiczny we Wrocławiu
e-mail: andrzej.bytniewski@ue.wroc.pl
ORCID: 0000-0001-7830-2736;

Kamal Matouk

Uniwersytet Ekonomiczny we Wrocławiu
e-mail: kamal.matouk@ue.wroc.pl

Marcin Hernes

Uniwersytet Ekonomiczny we Wrocławiu
e-mail: marcin.hernes@ue.wroc.pl
ORCID: 0000-0002-3832-8154

**KU SYSTEMOM KLASY ERP IV
TOWARDS ERP IV SYSTEMS**

DOI: 10.15611/ie.2018.1.04

Streszczenie: Systemy klasy ERP uznawane są za najwyższy poziom w rozwoju aplikacji komputerowych. Wynikiem integracji tych systemów są coraz bardziej kompletne rozwiązania na potrzeby zarządzania strategicznego, taktycznego i operacyjnego. Obsługują one wszystkie sfery działalności przedsiębiorstwa: gospodarkę środkami trwałymi, zarządzanie zasobami ludzkimi, marketing, planowanie, zaopatrzenie, techniczne przygotowanie produkcji i zarządzanie procesem produkcyjnym, utrzymanie ruchu, sprzedaż, dystrybucję oraz finanse i rachunkowość. W związku z rozwojem nowych technologii informatycznych i ich implementacji w systemach zarządzania pojawiają się systemy o rozszerzonych funkcjonalnościach, nowych cechach użytkowych i nowych technologiach, takich jak np.: Internet rzeczy, mgła obliczeniowa, *big data*, *big management*. Są to systemy klasy ERP IV. Zwiększają one zakres automatyzacji, a nawet robotyzują procesy informacyjne, potrafią przekształcać informacje w wiedzę, co zwiększa sprawność procesów decyzyjnych, a tym samym zwiększa efektywności działania przedsiębiorstw i organizacji. Celem artykułu jest analiza cech charakterystycznych w nowo wyłaniającym się systemie ERP IV.

Słowa kluczowe: systemy ERP IV, system zintegrowany, Internet rzeczy (*IoT*), mgła obliczeniowa.

Summary: Due to the development of new information technologies and their implementation in management systems, there are systems that consist of extended functionalities, new functionalities, and new technologies such as the Internet of Things, Fog Computing, Big Data, Big Management. These are ERP IV class systems. They increase the scope of automation, and even robotize information processes. They are also able to transform information into knowledge, which increases the efficiency of the decision-making processes, and thus increases the efficiency of enterprises and organizations. The aim of this paper is to present the characteristic features in the newly emerging ERP IV system.

Keywords: ERP IV systems, integrated system, Internet of things (IoT), Fog Computing.

1. Wstęp

„Zintegrowany system informatyczny (klasy ERP¹) określić można jako system optymalizujący procesy biznesowe zarówno wewnętrzne, jak i zachodzące w najbliższym otoczeniu przedsiębiorstwa poprzez oferowanie gotowych narzędzi pozwalających automatyzować wymianę danych z kooperantami w całym łańcuchu logistycznym” [Adamczewski 2003, s. 25]. Bardziej ogólną definicję przedstawia Lenart [2010, s. 345], pisząc, że „zintegrowany system informatyczny jest to system wspomagający zarządzanie, który jest zorganizowany modułowo lub kompleksowo i obsługuje wszystkie obszary firmy w zakresie zarządzania”. Natomiast według P. Lecha „system informatyczny to system informacyjny, służący do wspomagania procesu zarządzania organizacją gospodarczą realizowany za pomocą środków komputerowych (informatycznych)” [Lech 2003, s. 7]. Schuh [2017] stwierdza, że system ERP w sposób efektywny agreguje różne zadania realizowane w przedsiębiorstwie, przede wszystkim planowanie i kontrolowanie zasobów wewnętrznych i zewnętrznych. W pracy [Issar, Navon 2016] stwierdzono, że ERP organizuje i integruje procesy operacyjne i przepływ informacji, aby optymalnie wykorzystać zasoby, takie jak ludzie, materiały, pieniądze i maszyny produkcyjne. Podkreślić należy, że obecnie infrastruktura informatyczna tych systemów jest bardzo zróżnicowana i zależna od producenta systemu i stopnia jego zaawansowania technologicznego.

W wielu definicjach uwypuklone są takie aspekty, jak: integracja, wszystkie dziedziny zarządzania działalnością przedsiębiorstwa, wykorzystanie technologii informacyjno-komunikacyjnych – bez których nie byłaby możliwa integracja. W świetle powyższego w nowej definicji zostanie pominięte już słowo „informatyczny”, jako że domyślnie przyjmuje się, że warunkiem zbudowania systemu zintegrowanego zarządzania jest baza sprzętowo-programowa.

Biorąc pod uwagę wszystkie powyżej przedstawione aspekty integracji systemów informatycznych zarządzania i zaprezentowane definicje, w pracy [Bytniewski 2015, s. 13] sformułowano następującą definicję uwzględniającą w sposób kompleksowy istotę współczesnych systemów ERP: „Zintegrowany system zarządzania (ERP) obejmuje wszystkie sfery zarządzania w przedsiębiorstwie, otoczenie (dostawcy, odbiorcy, sieci społecznościowe) oraz cechuje się wspólną bazą danych, algorytmami obliczeniowymi i wykonuje czynności infosterujące w celu zwiększenia optymalizacji procesów biznesowych poprzez wykorzystanie technologii informacyjno-komunikacyjnych”. W podobny sposób system ERP rozumiany jest w pracy [Issar, Navon 2016], a dodatkowo autorzy uwypuklają jego istotną rolę jako systemu wspomagania decyzji.

Główne cechy systemu ERP można ująć następująco [Adamczewski 2003, s. 25; Dyczkowski 2013, s. 119; Bytniewski 2015 (red.), s. 14-15]:

1) kompleksowość funkcjonalna: ujmuje wszystkie istotne sfery działalności techniczno-ekonomicznej jednostki organizacyjnej,

¹ ERP – *Enterprise Resource Planning* jest odpowiednikiem polskiego pojęcia „zintegrowany system informatyczny zarządzania” (ZSIZ) lub w skrócie „zintegrowany system zarządzania” (ZSZ), choć nie wszyscy autorzy tak uważają, np. P. Lech [2003, s. 11].

2) integracja danych i procesów: to wymiana danych wewnątrz organizacji (między modułami), jak również z jej otoczeniem (np. poprzez elektroniczną wymianę danych – *Electronic Data Interchange*, EDI),

3) pełnienie funkcji infosterującej, co oznacza udostępnianie danych w czasie rzeczywistym w realizacji procesów biznesowych (np. w trakcie wystawiania faktury system sprawdza, czy jest wystarczający zapas),

4) orientacja procesowa polegająca na przygotowaniu systemu do automatycznej obsługi informacyjnej procesów biznesowych, a nie określonych tylko funkcjonalności,

5) otwartość: umożliwia zdolność rozszerzania systemu o nowe funkcjonalności,

6) skalowalna architektura, zazwyczaj typu *klient-serwer*: pozwala tworzyć połączenia z systemami partnerów rynkowych,

7) zaawansowanie merytoryczne: przejawia się pełnym informatycznym wspomaganiem procesów informacyjno-decyzyjnych z wykorzystaniem różnych mechanizmów: swobodnej ekstrakcji i agregacji danych, prognozowania, optymalizacji, wariantowania itp. Ponadto wykorzystuje koncepcję zarządzania logistycznego JiT (*Just-in-Time*), realizuje sterowanie wytwarzaniem produktów, usług zgodnie z założeniami MRP II (planowanie zasobów produkcyjnych), kompleksowe zarządzanie jakością (TQM) oraz standardy norm ISO 900x,

8) zaawansowanie technologiczne: zapewnia kompatybilność sprzętowo-programową z możliwością migracji na nowo wprowadzane rozwiązania sprzętu komputerowego, systemów operacyjnych, mediów komunikacyjnych,

9) zgodność z polskimi przepisami, np. z ustawą o rachunkowości, a przede wszystkim: zasadami prowadzenia komputerowych ksiąg, zasadami ustalania i raportowania wyników finansowych organizacji i określonych wymaganiami sporządzania sprawozdań finansowych itp.

Systemy klasy ERP uznawane są za najwyższy poziom w rozwoju aplikacji komputerowych. Wynikiem integracji są coraz bardziej kompletne rozwiązania na potrzeby zarządzania strategicznego, taktycznego i operacyjnego. Obsługują one wszystkie sfery działalności przedsiębiorstwa: gospodarkę środkami trwałymi, zarządzanie zasobami ludzkimi, marketing, planowanie, zaopatrzenie, techniczne przygotowanie produkcji i zarządzanie procesem produkcyjnym, utrzymanie ruchu, sprzedaż, dystrybucję oraz finanse i rachunkowość. Modułowa bądź komponentowa budowa tego typu systemów umożliwia etapowe wdrażanie tych elementów, które w danym obiekcie są niezbędne (inne moduły, komponenty będą potrzebne w przedsiębiorstwach produkcyjnych, a inne w przedsiębiorstwach handlowych). Systemy klasy ERP pozwalają na połączenie kompleksowej informatyzacji procesów zarządzania w przedsiębiorstwie z komputerowo sterowanymi systemami wytwarzania CIM (*Computer Integrated Manufacturing*) [Dyczkowski 2013, s.203], a także coraz częściej połączenie z rozwiązaniami określanymi jako Internet rzeczy (*IoT*) [Rot 2016, s. 54; Parys 2018, s. 668].

Celem artykułu jest analiza cech charakterystycznych w nowo wyłaniającym się systemie ERP IV. Wykorzystano następujące metody badawcze: analizę literatury, obserwację zjawisk, dedukcję oraz indukcję.

2. Rozwój strukturalny i technologiczny systemów klasy ERP

Od początku lat dziewięćdziesiątych ubiegłego stulecia praktyczne wykorzystanie technologii mikroelektronicznych przyczyniło się do przyspieszenia rozwoju ilościowego i jakościowego zastosowań systemów informatycznych zarządzania w przedsiębiorstwach. Wykreowany został rynek systemów klasy ERP zarówno w Polsce, jak i na całym świecie – stale się rozwija i obejmuje różne dodatkowe obszary działalności przedsiębiorstwa, tworząc nową jakość, a zarazem i nową klasę, określoną jako zintegrowane systemy informatyczne zarządzania, w naszym przypadku dalej nazywane ERP. Co ważne, wśród użytkowników rośnie świadomość korzyści niesionych przez te systemy. Wdrażane są już nie tylko w przedsiębiorstwach dużych, ale także w małych i średnich. Większość tych użytkowników pochodzi z sektora produkcyjnego, handlowego (hurtowego i detalicznego) oraz specjalistycznych usług.

Według raportu Instytutu Badań Rynku i Opinii Publicznej CEM z roku 2017 [*Rynek ERP... 2018*] w Polsce aż 67% badanych firm uważa, że system ERP powinien cechować się: praktyczną przydatnością, powiązaniem z obsługą procesów biznesowych, optymalizacją i automatyzacją codziennych zadań. 40% wysoko ocenia możliwości dopasowania systemu do struktury firmy. Natomiast 36% podkreśla, że system ERP powinien być kompleksowym wsparciem dla wszystkich obszarów w firmie.

Analitycy firmy Gartnera zauważają, że obecnie dzięki efektom upowszechnienia rozwiązań chmurowych systemy ERP coraz częściej stają się w małych i średnich firmach jednym z podstawowych narzędzi planistycznych, ewidencyjnych i analitycznych. Firma KPMG z kolei w swoim raporcie dotyczącym analizy firmowych informacji wykazała, że firmy, które potrafią szybko i skutecznie analizować informacje, lepiej radzą sobie z zarządzaniem ryzykiem, a także z tworzeniem długofalowych strategii i wprowadzaniem zmian. Dla 44% zbadanych firm analizy danych są istotne z punktu widzenia monitorowania potrzeb informacyjnych, poprawy raportów finansowych oraz analizowania potrzeb klientów [Bytniewski, Matouk 2017, s. 122].

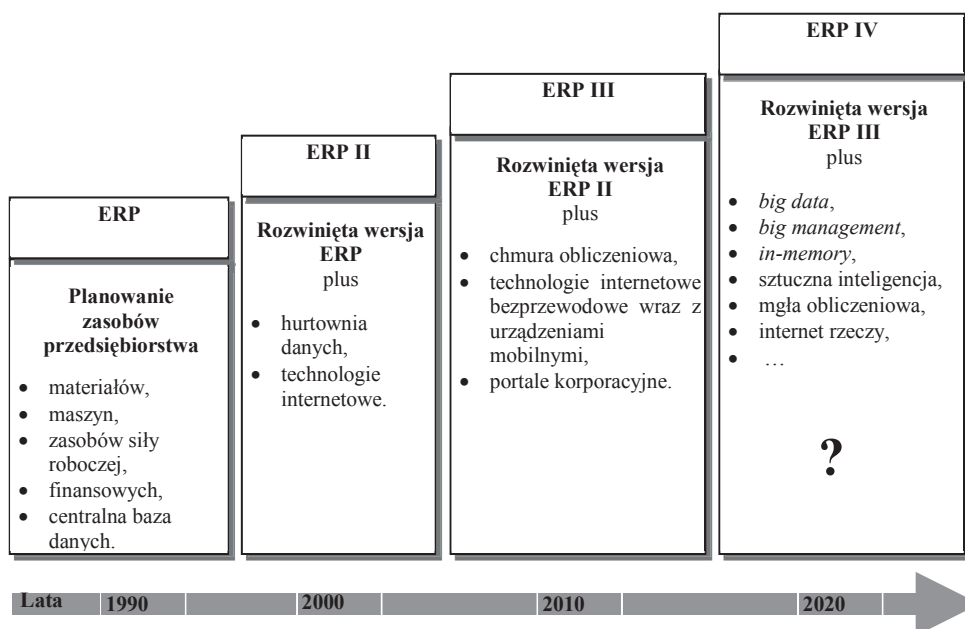
Systemy klasy ERP pod względem ich konstrukcji zazwyczaj, choć nie zawsze, dzielone są na podsystemy, które z kolei dzielą się na moduły. W ramach modułów wyróżniane są funkcje i zadania. W przypadku powyższych systemów zarządzania kryterium wyróżniania jest obszar działalności przedsiębiorstwa. Wśród tendencji rozwojowych (strukturalnych i technologicznych) zintegrowanych systemów zarządzania należy wskazać:

- szerszy zakres usług biznesowych (np. ERP poszerzony o wkomponowanie do niego CRM, SCM, PLM, inne) [Holmberg, Johansson 2016],
- pełniejsze wykorzystanie technologii internetowych (Internetu przewodowego, bezprzewodowego – sieć 5G) w realizacji idei e-biznesu,
- rozwój aplikacji na platformy mobilne (tablety, smartfony),
- wprowadzanie funkcji wspomagających zarządzanie wiedzą (kognitywne programy agentowe),
- wykorzystanie chmury obliczeniowej i mgły obliczeniowej w procesie eksploatacji systemów.

W procesie rozwoju poszczególnych systemów ERP o zróżnicowanych możliwościach i okresie ich powstania można wyróżnić kilka jego klas:

- ERP (*Enterprise Resource Planning*), czyli planowanie zasobów przedsiębiorstwa (lata 90. XX wieku) [Klonowski 2004, s. 94],
- ERP II (lub EERP – *Extended Enterprise Resource Planning*), czyli planowanie zasobów przedsiębiorstwa z rozszerzonym zakresem funkcjonalnym z wykorzystaniem technologii internetowych (I. dekada XXI wieku) [Klonowski 2004, s. 99],
- ERP III, czyli ERP II z rozszerzonym zakresem funkcjonalnym z wykorzystaniem technologii internetowych ze szczególnym uwzględnieniem urządzeń mobilnych (rok 2010 i lata następne) [Bytniewski 2015, s. 22],
- ERP IV (ERP4) – wszystkie funkcjonalności i technologie, takie jak w ERP III, rozszerzone o rozwiązania w zakresie wykorzystania sztucznej inteligencji (programów kognitywnych), Internetu rzeczy (*IoT*), *big data*, *big management*, przemysłu 4.0 (industry 4.0) oraz mgły obliczeniowej – końcówka II dekady i lata dwudzieste XXI wieku.

Zakres funkcjonalny systemów i zastosowane w nich technologie oraz lata ich wprowadzania na rynek poszczególnych klas systemów ERP przedstawia rys. 1. W przypadku systemów klasy ERP IV pojawił się „znak zapytania”, co oznacza, że w przyszłości mogą pojawić się inne nowe technologie, które dotychczas są jeszcze nieznanne.



Rys. 1. Ewolucja systemów klasy ERP i przybliżone okresy ich wprowadzania na rynek

Źródło: opracowanie własne i na podstawie [Bytniewski (red.) 2015, s. 27].

3. Zakres strukturalny systemu ERP IV

W rozważaniach przyjęto, że system klasy ERP IV zawiera najczęściej następujące podsystemy [Bytniewski (red.) 2015, s. 39]:

Wyliczenia:

1. BI – podsystem *Business Intelligence*.
2. ZZL – podsystem zarządzania zasobami ludzkimi.
3. FK – podsystem finansowo-księgowy.
4. CO – podsystem controllingu.
5. CRM – podsystem zarządzania relacjami z klientem.
6. ST – podsystem środków trwałych.
7. LO – podsystem logistyki.
8. ZP – podsystem zarządzania produkcją.

9. UR – podsystem utrzymania ruchu.

Z uwzględnieniem zakresu obszarowego systemu klasy ERP IV zostanie przeprowadzona krótka charakterystyka poszczególnych podsystemów. Każdy z nich pierwotnie rejestruje i ewidencjonuje odpowiadające im tematycznie zdarzenia.

Podsystem BI: jest zaliczany do systemów realizujących procesy inteligencji biznesowej. Pozwala on użytkownikowi wykorzystywać informacje z wielu źródeł, szczególnie z wcześniej wymienionych podsystemów systemu ERP IV oraz z cyberprzestrzeni. Zawiera on narzędzia zawansowanych analiz, raportowania w postaci graficznej. Dzięki temu kadra zarządzająca otrzymuje aktualne, przejrzyste i wartościowe informacje oraz wiedzę [Bytniewski (red.) 2015, s. 44-45]. W konsekwencji to umożliwi podejmowanie skutecznych i efektywnych decyzji. Podstawowe charakterystyki wybranych podsystemów BI zawarte są w pracy [Bytniewski, Matouk 2017, s. 124-126].

Podsystem ZZL: zajmuje się czynnościami związanymi z ewidencją umów z pracownikami. Ewidencjonuje czas pracy, nalicza wynagrodzenia i związane z nimi pochodne składniki, tworzy automatycznie deklaracje podatkowe i ubezpieczeniowe. Na cele sprawozdawcze opracowuje statystyki zatrudnienia, wynagrodzeń i czasu pracy. Podsystem ten realizuje wiele funkcji szczegółowych, a do nich można zaliczyć:

- automatyczne harmonogramowanie pracy zmianowej i wizualizację grafików dla poszczególnych grup pracowniczych na podstawie takich parametrów, jak roboczogodziny przypadające na konkretną zmianę grupy pracowniczej, liczba dni roboczych w okresie oraz przyjęte i ugruntowane wzorce zmianowe,
- harmonogramowanie adaptacyjne – wykorzystanie danych historycznych w celu bardziej „świadomego” definiowania terminarza pracy w przyszłości. Przyjęte przykładowo rozwiązanie w systemie IFS automatycznie uczy się, w jaki sposób tworzyć coraz lepsze harmonogramy prac, wykorzystując do tego celu obszerny zakres danych historycznych (np.: średni czas funkcjonowania harmonogramu w kontekście rodzaju klienta i postanowień umownych).

Podsystem FK²: ujmuje w sposób automatyczny³ w zasadzie prawie cały zakres zdarzeń gospodarczych występujących w przedsiębiorstwie. Zazwyczaj dotyczą one sumarycznie ujętego majątku trwałego, materiałów, wynagrodzeń i świadczeń pracowniczych, usług obcych, środków pieniężnych i kapitałów. Ponadto realizuje on takie funkcje, jak:

- automatyczne podejmowanie standardowych decyzji (np.: o przyznaniu kredytu kupieckiego, wprowadzeniu wstrzymania sprzedaży w sytuacji przeterminowanych należności klienta itd.),
- automatyczne wspomaganie księgowego w zakresie poszukiwania informacji w cyberprzestrzeni dotyczących sposobu dekretowania nowych zdarzeń gospodarczych, które dotyczą w organizacji nie wystąpiły.

Podsystem CO⁴: zajmuje się zagadnieniami planowania strategicznego i operacyjnego. Pobiera on w tym celu automatycznie dane ze wszystkich podsystemów o procesach biznesowych i operacjach księgowych. Z podsystemu FK przykładowo pobiera dane o kosztach usług obcych. Odwzorowane dane rzeczywiste wykorzystywane są dla celów porównawczych z danymi planowanymi, budżetowymi. W wyniku tego procesu określane są odchylenia, które następnie wykorzystuje się do realizacji funkcji kontrolnych, analitycznych, a także sterujących. Dane te pozwalają na wykazanie występowania „wąskich gardeł”.

Podsystem CRM⁵: ujmuje zagadnienia związane z zapewnieniem odpowiednich relacji z klientami, zbieraniem zamówień. Gromadzi również informacje o preferencjach klientów, ich upodobaniach, aby zwiększyć efektywności sprzedaży. Ponadto w wielu przypadkach zadaniem tego podsystemu jest realizacja takich funkcjonalności, jak:

- automatyczne sporządzanie indywidualnych ofert i reklam do klientów,
- automatyczna analiza opinii, jakie klienci wydali o produktach,
- planowanie i prognozowanie sprzedaży,
- automatyczne przeszukiwanie cyberprzestrzeni celem zidentyfikowania klientów, którzy mogą być zainteresowani ofertą firmy,
- automatyczne bieżące analizowanie zachowań klientów, wykrywanie i określanie ich wzorców oraz analizowanie zagrożeń utraty klientów, umożliwia także segmentowanie rynku [Internet 2],
- automatyczne wskazywanie klientowi towarów, które można zaproponować w trakcie transakcji (jest to tzw. asystent zarządzania związkami z klientami) [Pawłowicz 2016, s. 11],

² W pracy [Bytniewski 2015, s. 111-120] opisano w sposób szczegółowy podsystem FK w kontekście dostarczania informacji dla potrzeb zarządzania.

³ W pracy [Bytniewski 2012, s. 87-93] przedstawiono szczegółowy sposób robotyzacji księgowania operacji gospodarczych w systemie zintegrowanym klasy ERP.

⁴ W pracy [Bytniewski 2016, s. 72-82] szczegółowo opisano rolę podsystemu CO w generowaniu informacji dla potrzeb zarządczych.

⁵ Przykładowo szczegółowe informacje na temat podsystemu CRM i jego roli jako instrumentu dostarczającego informacji na potrzeby zarządzania ujmuje praca [Bytniewski 2013, s. 43-54].

- automatyczne tworzenie widoku klienta o charakterze scentralizowanym [Mejssner 2016, s. 33],
- automatyczna geolokalizacja sprzedawców celem zidentyfikowania ich rzeczywistych tras przejazdu oraz optymalizacja tych tras z wykorzystaniem aplikacji mobilnych [Internet 1].

Podsystem ŚT: obejmuje zarządzanie procesami, które zazwyczaj dotyczą finansowej obsługi środków trwałych, utrzymuje kartoteki środków trwałych i nalicza ich amortyzację. Tworzy dowody księgowe obejmujące obrót środków trwałych, wycenia środki trwałe na określony dzień oraz generuje sprawozdania w różnych przekrojach, dane te przekazuje do innych podsystemów (np. *Business Intelligence*, finansowo-księgowego, controllingu) [Bytniewski 2015, s. 42].

Podsystem LO: tworzy i ewidencjonuje dokumenty ujmujące zakup materiałów, towarów, rozchodowanie materiałów na cele produkcyjne, przyjęcie wyrobów gotowych z produkcji, wydanie wyrobów gotowych na cele sprzedaży, fakturowanie sprzedaży itp. [Januszewski 2008, s. 194]. Dane o zdarzeniach gospodarczych zapisane w dokumentach źródłowych przenoszone są automatycznie i natychmiastowo do innych podsystemów (np. controllingu, finansowo-księgowego). W poszczególnych zdarzeniach gospodarczych odwzorowane są dane osoby sporządzającej ten dokument, a identyfikatorem tych czynności są kody pracowników zaewidencjonowanych w podsystemie ZZL. Kody te automatycznie pozwalają kontrolować osoby materialnie odpowiedzialne (z zasady są to pracownicy magazynowi). Cykliczność migracji danych określana jest przez zarządzających i zależna od specyfiki działalności przedsiębiorstwa [Bytniewski 2015, s. 42]. Podsystem wykonuje także inne bardziej wyspecjalizowane funkcje, jak np.:

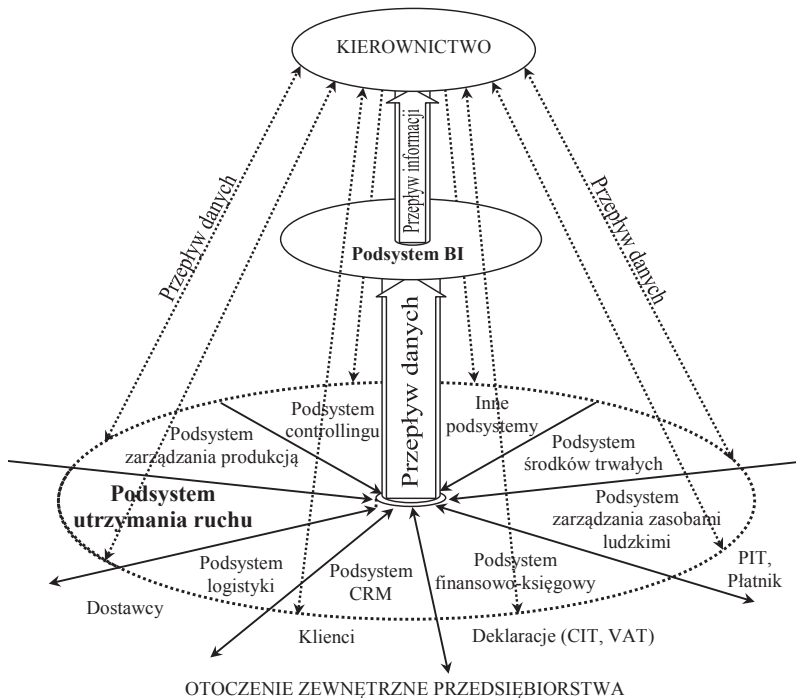
- automatyczna eksploracja cyberprzestrzeni w celu znalezienia odpowiednich dostawców (np. na podstawie opinii o dostawcach, które są publikowane na forach internetowych),
- automatyczne identyfikowanie surowców, materiałów, towarów z wykorzystaniem radiowej identyfikacji RFID [Rot 2016, s. 53] oraz analizowanie i interpretowanie wielkości i optymalności zapasów w magazynach,
- automatyczne generowanie procesów związanych z zarządzaniem łańcuchem dostaw.

Podsystem ZP: ujmuje dane o wykonaniu gotowej produkcji, produkcji w toku i odwzorowuje je w bazie dokumentacji dotyczącej wyników produkcji. Stanowią one podstawę informacyjną do jej wyceny. Dokonywana ona jest w podsystemie controllingu. Istotna rola tego rozwiązania pojawia się w sytuacji, gdy na wydziałach produkcyjnych stosowany jest system akordowo-premiowy, w którym występują karty pracy odwzorowujące operacje produkcyjne. Stanowią one podstawę naliczania wynagrodzeń w podsystemie ZZL. Dodatkowo podsystem ten wykonuje takie funkcje, jak np.:

- automatyczne generowanie planu produkcji z wykorzystaniem kognitywnych programów agentowych na podstawie zamówień składanych przez klientów,
- automatyczna aktualizacja kartoteki strukturalnej, a także technologicznej wyrobu, np. na podstawie wniosków z przeprowadzonej analizy opinii klientów o produkcie (pozyskanych z podsystemu CRM).

Podsystem utrzymania ruchu: zaliczyć go należy do nowo krystalizującego się, szczególnie w przedsiębiorstwach o wysokim zaawansowaniu informatyzacji. Wykonuje wiele specyficznych funkcji związanych z technicznym utrzymaniem środków trwałych, a do nich należy zaliczyć [Hernes, Bytniewski 2017]:

- automatyczne rejestrowanie czasu pracy maszyn i urządzeń, które są zainstalowane na linii produkcyjnej, oraz planowanie remontów,
- automatyczne analizowanie wyników monitorowania i na ich podstawie zapobieganie awariom maszyn i urządzeń z wykorzystaniem Internetu rzeczy (np.: z wykorzystaniem kamer o różnych widmach podczerwieni, ultrafioletu). Dane uzyskiwane z tych urządzeń pozwalają przewidywać prawdopodobieństwo wystąpienia awarii (np. w widmie podczerwieni przegrzewające się łożysko może dawać obraz alarmujący, a to wskazywało będzie na konieczność jego wymiany),
- automatyczny pomiar wydajności pracowników oraz urządzeń⁶.



Rys. 2. Architektura ramowa systemu ERP IV z uwzględnieniem podsystemu utrzymania ruchu

Źródło: opracowanie własne i na podstawie [Bytniewski (red.) 2015, s. 27].

⁶ Celem tej funkcji jest poprawa efektywności produkcji poprzez szczegółową kontrolę procesów zachodzących na hali produkcyjnej. Zbieranie danych odbywa się na dwa sposoby. Pierwszy polega na automatycznym gromadzeniu informacji bezpośrednio z maszyn, takich jak liczba wyprodukowanych przedmiotów w danej jednostce czasu, informacje o zakończeniu danej partii czy o nieprawidłowościach i problemach technicznych. Drugim sposobem jest zbieranie danych przez pracowników za pomocą mobilnych ekranów dotykowych [Internet 3].

Przykładem podsystemu wspierającego utrzymanie ruchu jest CMMS (*Computerized Maintenance Management System*), który został włączony w skład systemu ERP IV.

Architekturę ramową systemu ERP IV przedstawia rys. 2.

4. Charakterystyka systemu ERP IV

Ze względu na to, że poszczególne wersje systemów ERP, ERP II i ERP III zostały szczegółowo opisane w pracach [Bytniewski 2105; Parys 2018], w niniejszej pracy bliżej scharakteryzowano symptomy nowo wyłaniającego się i kształtującego się systemu ERP IV o nowych cechach funkcjonalnych, które będą, a w części już są, zrealizowane za pomocą nowych technologii informatycznych, takich jak: kognitywne programy agentowe, *big data*, Internet rzeczy^{7,8}, chmura obliczeniowa, mgła obliczeniowa⁹.

⁷ Od kilku lat sporo mówi się o tym, jak duży wpływ na biznes ma rozwój *Internet of Things* (IoT). Każdego dnia na świecie do sieci podłączanych jest 5,5 mln nowych urządzeń (takie wyliczenia podaje firma badawcza Gartner). Według prognoz analityków, w 2020 r. IoT rozrośnie się do liczby 100 miliardów urządzeń generujących i przesyłających dane w sieci. W ramach Internetu rzeczy w systemach ERP IV dąży się do wykorzystywania urządzeń ubieralnych (komputerów ubieranych – *wearables*). W tradycyjnym wytwarzaniu możliwe jest zastosowanie tych technologii. Są przydatne w procesach wymagających pracy bez użycia rąk, a także w zakresie rejestrowania i analizy danych operacyjnych. Na przykład użytkownicy mogą montować produkty, używając specjalnych okularów, które skanują czynności w celu zapewnienia wyboru właściwych części i dostarczają instrukcji dotyczących montażu. Innym przykładem są funkcje usług napraw lub inspekcji terenowych, w których użytkownicy potrzebują danych z systemów [Grackin 2018].

⁸ Ogromna różnorodność potencjalnych źródeł danych stwarza nieograniczone wręcz możliwości wykorzystania IoT. Biorąc pod uwagę korzyści biznesowe, na zjawisko należy patrzeć co najmniej z trzech punktów widzenia:

- Sensory i urządzenia instalowane w ramach infrastruktury przedsiębiorcy wspierają optymalizację procesów, operacji, zwiększając produktywność i efektywność pracy i redukując koszty. Jako przykłady można podać: wsparcie automatycznych zamówień na podstawie monitoringu stanów magazynowych, optymalizację metod *kanban*, generowanie alertów dotyczących wymaganej konserwacji maszyn działających na hali produkcyjnej, wsparcie rejestracji czasu pracy na podstawie monitoringu obecności pracownika w miejscu pracy itp.
- Podłączenie do sieci niektórych produktów pozwala producentom lepiej rozumieć sposób ich wykorzystywania przez klientów. To z kolei umożliwia ciągle doskonalenie oferty produktowej pod kątem oczekiwań użytkowników, a także daje szanse wdrażania skuteczniejszych kampanii marketingowych i segmentacji.

Urządzenia mogą też służyć do analizy behawioralnej klientów, co znacznie poszerza możliwości komunikacji z nimi. Dla przykładu: na podstawie częstotliwości zakupów czy danych z geolokalizacji klienta system może automatycznie generować personalizowane oferty w czasie rzeczywistym. Badania wskazują, że wielu klientów oczekuje od firm personalizowanego kontaktu i że komunikacja odnosząca się do rzeczywistych potrzeb odbierana jest jako wysoki standard obsługi. A to oczywiście pozytywnie przekłada się na obroty i wizerunek.

⁹ Mgła obliczeniowa łączy Internet rzeczy z chmurą obliczeniową. Głównym paradygmatem mgły obliczeniowej jest wspieranie transmisji i przetwarzanie danych rejestrowanych przez urządzenia Internetu rzeczy (sensory, czujniki, serwomechanizmy). Zarejestrowane dane natychmiast lokalnie są

System ERP IV to planowanie zasobów przedsiębiorstwa z rozszerzonym zakresem funkcjonalnym z wykorzystaniem technologii internetowych ze szczególnym uwzględnieniem urządzeń mobilnych, chmury obliczeniowej, mgły obliczeniowej, kognitywnych programów agentowy, *big data*, *big management*¹⁰ (koniec II dekady i lata dwudzieste XXI wieku). Pozwala w szerszym zakresie realizować mechanizmy globalizacji działań gospodarczych i integracji powiązań między partnerami rynkowymi i organizacjami współpracującymi (banki, ZUS, szeroko rozumiana administracja) oraz z portalami społecznościowymi. Możliwości tej klasy systemu wpisują się w wymagania koncepcji przedsiębiorstwa działającego w czasie rzeczywistym (*Real Time Enterprise* – RTE), co we wcześniejszych wersjach tych systemów było w zasadzie tylko postulatem. Przedsiębiorstwo RTE staje się konkurencyjne na skutek eliminowania opóźnień decyzji kierowniczych w wyniku automatycznej realizacji wielu szczegółowych i kluczowych procesów. Szczególnego podkreślenia wymaga zastosowanie urządzeń mobilnych oraz mgły obliczeniowej, gdyż to te urządzenia i oprogramowanie komunikacyjne likwidują „geografię” pobytu, lokalizacji pracowników przedsiębiorstwa. Mogą oni, będąc w dowolnym miejscu, obsługiwać udostępnione im funkcjonalności systemu informatycznego. Stanowią one reakcję zwrotną na wyzwanie gospodarki sieciowej związane z powszechnie realizowanym nowym sposobem organizowania powiązań między kooperantami.

Istotną funkcją ERP jest tzw. świadomość kontekstu geograficznego. Monitorowanie danych o lokalizacji ludzi i rzeczy wykroczyło poza prostą technologię GPS. W czasie rzeczywistym monitorowane są dane o środowisku, takie jak pogoda, ruch drogowy i warunki geopolityczne (np.: na podstawie danych z portali społecznościowych). Zapewnia to funkcja kontekstu geograficznego, w którym działają urządzenia, ludzie lub procesy, mogąca ujawniać nowe obszary wymagające poprawy. Zaawansowane aplikacje geoprzestrzenne wykraczają poza mapy statyczne i mogą dostarczać dynamicznych danych geoprzestrzennych w czasie rzeczywistym [Grackin 2018].

Ponadto występuje funkcja złożonego przetwarzania zdarzeń (*Complex Event Processing*, CEP). Działa ona na podstawie danych źródłowych, które mogą być danymi kontrolnymi z zakresu finansów, geoprzestrzeni lub mogą być przesyłane strumieniowo ze sprzętu. CEP identyfikuje zdarzenia, łączy je i ujawnia spójne wzorce przyczynowo-skutkowe. CEP to rozwijający się obszar zaawansowanych analiz [Grackin 2018].

przetwarzane przez lokalne zasoby mgły obliczeniowej i są natychmiast (w czasie od jednej do co najwyżej kilku milisekund) wykorzystywane w procesach sterowania [Rot 2016, s. 58-59]; podkreślić należy, że tak szybkiego przesyłania danych nie zapewnia chmura obliczeniowa. Ponadto zadaniem mgły obliczeniowej jest porządkowanie danych i przesyłanie ich odpowiednio wyselekcjonowanych (z pewną ich redukcją) do chmury obliczeniowej w celu dalszego przetwarzania w systemie ERP IV [Czy Twój... 2017].

¹⁰ Koncepcję *big management* zdefiniowano w pracy [Hernes, Bytniewski 2017] jako realizację procesu zarządzania z uwzględnieniem nowych paradygmatów w połączeniu z koncepcją *big data*.

Tabela 1. Zestawienie najważniejszych różnic między systemami ERP, ERP II, ERP III i ERP IV

Cecha	ERP	ERP II	ERP III	ERP IV
Rola	Optymalizacja firmy	Optymalizacja firmy, partycypacja w rozszerzonym łańcuchu dostaw, c-commerce	Optymalizacja firmy, partycypacja w rozszerzonym łańcuchu dostaw, e-commerce	Jak w ERP III plus, automatyczne generowanie i realizacja decyzji, zwłaszcza na poziomie operacyjnym i taktycznym
Domena	Produkcja i dystrybucja	Wszystkie branże i segmenty rynku	Wszystkie branże i segmenty rynku, organizacje otoczenia	Wszystkie branże i segmenty rynku, organizacje otoczenia
Obszary informatyzowane	Produkcja, sprzedaż i dystrybucja, finanse	Łączenie przemysłów/branż, specyficzne procesy przemysłowe i/lub usługowe	Wszystkie sfery działania przedsiębiorstwa w połączeniu także z różnorodnym otoczeniem	Wszystkie sfery działania przedsiębiorstwa w połączeniu także z różnorodnym otoczeniem (np. banki, towarzystwa ubezpieczeń, urzędy)
Procesy	Wewnętrzne, ukryte	Wewnętrzne i zewnętrzne, które są ze sobą zintegrowane	Wewnętrzne i zewnętrzne, które są ze sobą zintegrowane, reengineering realizacji procesów biznesowych	Jak w ERP III plus możliwości zdalnego obsługiwanie procesów biznesowych
Architektura	Zamknięta, niesieciowa, monolityczna	Otwarta, oparta na sieci Internet, komponentowa	Oparta na różnorodnych sieciach (Internetu przewodowego i bezprzewodowego)	Jak w ERP III plus samodostosowująca, modyfikująca własne zachowanie w odpowiedzi na zmiany w środowisku funkcjonowania
Dane	Wewnętrznie generowane i użytkowane	Udostępniane wewnętrznie i zewnętrznie w miejscach występowania Internetu przewodowego	Udostępniane wewnętrznie i zewnętrznie w czasie rzeczywistym w dowolnym miejscu	Udostępniane w dowolnym miejscu, a także mogą być przekształcone w wiedzę
Wykorzystywane technologie informacyjne	Lokalne sieci komputerowe	Sieć Internet (dominuje sieć przewodowa)	Internet przewodowy i bezprzewodowy z wykorzystaniem urządzeń mobilnych	Jak ERP III plus mgła obliczeniowa, Internet rzeczy
Technologie w oprogramowaniu	Wewnętrzne bazy danych, hurtownie danych	Wewnętrzne bazy danych wraz z źródłem zewnętrznym, hurtownie danych	Sztuczna inteligencja, <i>big data</i> , przetwarzanie <i>in-memory</i>	Sztuczna inteligencja, <i>big data</i> , przetwarzanie <i>in-memory</i> , <i>big management</i>
Sposób eksploatacji	We własnym ośrodku	We własnym ośrodku	We własnym ośrodku i przetwarzanie w chmurze	We własnym ośrodku, jednak dominujące znaczenie ma chmura obliczeniowa, mgła obliczeniowa

Źródło: opracowanie własne i na podstawie [Banaszak, Kloos, Mleczko 2011, s. 103; Dyczkowski 2013, s. 123; Bytniewski (red.) 2015, s. 24].

Systemy ERP IV wspomagają również produkcję cyfrową. Jest to nowa grupa technologii umożliwiających projektowanie i produkcję z drukowaniem trójwymiarowym. Przykładowe zastosowania to prototypowanie lub projektowanie modeli, a także tworzenie jednorazowych części niestandardowych. Oprogramowanie do zarządzania cyklem życia produktu (PLM) wykorzystuje coraz częściej trójwymiarowe modele projektowe. Wiele systemów ERP obejmuje również projektowanie modułów produkcyjnych, PLM/CAD, a także technologię wizualizacji 3D [Grackin 2018].

W świetle powyższego system klasy ERP IV powinien mieć następujące składniki:

- Portal korporacyjny integrujący wszystkie podsystemy i technologie informatyczne, dane, informacje i wiedzę z organizacji oraz z jej otoczenia.
- Rozproszone rozwiązania mobilne – opracowane z wykorzystaniem sprzętu mobilnego, np.: smartfonów, tabletów, fabletów – urządzenia te wykorzystują bezprzewodowy Internet, intranet, Internet rzeczy, mgłę obliczeniową (sensory, czujniki, serwomechanizmy, komputery lokalne). Służą one do zdalnej obsługi funkcji systemu informatycznego zarządzania.
- Sklepy internetowe, giełdy, aukcje, rynki elektroniczne zintegrowane z wewnętrznym systemem informatycznym zarządzania, funkcjonujące jako część portalu korporacyjnego, stosowane w ramach współpracy z kooperantami.
- Oprogramowanie realizujące współpracę, komunikację z partnerami. Komunikacja między systemami biznesowymi i organizacjami otoczenia odbywa się przy wykorzystaniu elektronicznej wymiany danych (EDI). Transakcje biznesowe realizowane są na podstawie takich standardów, jak: EDIFACT (*Electronic Data Interchange For Administration, Commerce and Transport*), ANSI (*American National Standards Institute*), CXML (*commerce eXtensible Markup Language*).

Syntetyczne zestawienie różnic pomiędzy poszczególnymi klasami systemów ERP (ERP, ERP II, ERP III) przedstawia tab. 1.

5. Zakończenie

Przedstawiona klasa systemów ERP IV jest nowym symptomem krystalizacji systemów informatycznych zarządzania, o rozszerzonych możliwościach informacyjnych, przekształcania informacji w wiedzę, udostępniania jej w czasie rzeczywistym do podejmowania szybkich decyzji mających na celu optymalizację strategicznych i bieżących procesów biznesowych, systemy te zmierzają zatem do urzeczywistnienia koncepcji przedsiębiorstwa czasu rzeczywistego. Podkreślić należy, że w systemach ERP IV wykorzystywane są zaawansowane technologie informatyczne, takie jak: sieci (Internet, intranet, ekstranet), chmura obliczeniowa, mgła obliczeniowa, Internet rzeczy, sztuczna inteligencja, *big data*, *big management*. Rozwiązania o ta-

kiej specyfikacji powoli wkraczają, choć jeszcze w niepełnym zakresie, do obsługi procesów biznesowych współczesnych organizacji gospodarczych i instytucji.

Przedstawiona charakterystyka nowych cech systemu ERP IV może stanowić wskazówkę dla organizacji, na jakie cechy powinny one zwrócić uwagę w procesie wyboru nowego systemu lub jego modernizacji.

Literatura

- Adamczewski P., 2003, *Zintegrowane systemy informatyczne w praktyce*, Mikom, Warszawa.
- Banaszak Z., Kłós S., Mleczo J., 2011, *Zintegrowane systemy zarządzania*, Zarządzanie i inżynieria produkcji, Polskie Wyd. Ekonomiczne, Warszawa.
- Bytniewski (red.), 2015, *Architektura zintegrowanego systemu zarządzania*, Wyd. Uniwersytetu Ekonomicznego we Wrocławiu, Wrocław.
- Bytniewski A., 2012, *Robotyzacja systemu rachunkowości jako sposób wspomagania rachunkowości zarządczej i controllingu*, Prace Naukowe Uniwersytetu Ekonomicznego we Wrocławiu, nr 251.
- Bytniewski A., 2015, *Podsystem finansowo-księgowy jako instrument rachunkowości zarządczej i controllingu*, [w:] *Rachunkowość a controlling*, E. Nowak, P. Bednarek (red.), Wyd. Uniwersytetu Ekonomicznego we Wrocławiu, Wrocław.
- Bytniewski A., 2016, *Podsystem controllingu w ramach zintegrowanego systemu zarządzania jako źródło informacji na potrzeby rachunkowości zarządczej i controllingu*, Prace Naukowe Uniwersytetu Ekonomicznego we Wrocławiu, nr 440.
- Bytniewski A., Matouk K., 2017, *Informacyjna rola podsystemu business intelligence w ZSIZ*, Zeszyty Naukowe Politechniki Częstochowskiej, Zarządzanie, nr 26, Częstochowa.
- Czy Twój system ERP jest gotowy na IoT*, 2017, https://www.erp-view.pl/erp/czy_twoj_system_erp_jest_gotowy_na_iiot.html, data odczytu (10.11.2017).
- Dyczkowski M., 2013, *Systemy informatyczne obiektów gospodarczych*. [w:] *Informatyka ekonomiczna*. Część II. *Informatyzacja obiektu gospodarczego*, J. Korczak, M. Dyczkowski, B. Łukasik-Markowska (red.), Wyd. Uniwersytetu Ekonomicznego we Wrocławiu, Wrocław.
- Grackin A., 2018, *What are the most promising innovations in ERP technology?*, <https://searcherp.techtarget.com/answer/What-are-the-most-promising-innovations-in-ERP-technology>, data odczytu (05.04.2018).
- Hernes M., Bytniewski A., 2017, *Towards Big Management*, [w:] Król D., Nguyen N., Shirai K. (eds) *Advanced Topics in Intelligent Information and Database Systems*, ACIIIDS 2017. Studies in Computational Intelligence, vol. 710. Springer, Cham.
- Holmberg N., Johansson B., 2016, *A Conceptual View of Enterprise Resource Planning Systems as Services*, [w:] Řepa V., Bruckner T. (eds), *Perspectives in Business Informatics Research*, BIR 2016. Lecture Notes in Business Information Processing, vol. 261, Springer, Cham.
- Issar G., Navon L.R., 2016, *Enterprise Resource Planning (ERP)*, [w:] *Operational Excellence. Management for Professionals*, Springer, Cham.
- Januszewski A., 2008, *Funkcjonalność informatycznych systemów zarządzania*, Tom 1, Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa.
- Klonowski Z.J., 2004, *Systemy informatyczne zarządzania przedsiębiorstwem. Modele rozwoju i właściwości funkcjonalne*, Oficyna Wyd. Politechniki Wrocławskiej, Wrocław.
- Lech P., 2003, *Zintegrowane systemy zarządzania ERP/ERP II, Wykorzystanie w biznesie, wdrażanie*, Difin, Warszawa.
- Lenart A., 2010, *Systemy ERP, Systemy CRM*, [w:] *Informatyka ekonomiczna*, S. Wrycza (red.), PWE, Warszawa.

- Mejssner M., 2015, *Rośnie popularność systemów do zarządzania firmą*, <https://www.pb.pl/rosnie-popularnosc-systemow-do-zarzadzania-firma-807420>, data odczytu (29.09.2015).
- Parys T., 2018, *System ERP III przykładem zintegrowanego systemu informatycznego ery mobilnej komunikacji*, [w:] *Innowacje w zarządzaniu i inżynierii produkcji*, R. Knosali (red.), Wyd. PTZP, Opole.
- Pawłowicz W., 2016, *Microsoft stawia na chmurę, mobilność i sztuczną inteligencję*, *Computerworld*, nr 12.
- Rot A., 2016, *Mgła obliczeniowa jako nowy paradygmat wsparcia transmisji i przetwarzania danych w koncepcji Internetu rzeczy*, *Informatyka Ekonomiczna. Business Informatics*, nr 3(41), Wyd. Uniwersytetu Ekonomicznego we Wrocławiu, Wrocław.
- Rynek ERP w Polsce – jak kupują polskie firmy?*, 2018, <https://www.biznestrendy.eu/biznes/raport-rynek-erp-w-polsce-jak-kupuja-polskie-firmy/>, data odczytu (10.04.2018).
- Schuh G., 2017, *ERP Enterprise Resource Planning*, [w:] *The International Academy for Production*, Laperrière L., Reinhart G. (eds), *CIRP Encyclopedia of Production Engineering*, Springer, Berlin, Heidelberg.

Źródła internetowe

- [1] http://www.erp-view.pl/crm/6_prognoz_dla_crm_na_2017.html, data odczytu (6.01.2017).
- [2] http://www.erp-view.pl/crm/crm_to_strategia_dla_organizacji_skoncentrowanych_na_kliencie.html, data odczytu (5.01.2017).
- [3] http://www.erp-view.pl/artykuly/produkcja_w_poszukiwaniu_wydajnosci.html, data odczytu (6.01.2017).