

Zbigniew H. Gontar*

INTELIGENTNE PRZEDSIĘBIORSTWO W WARUNKACH NOWEJ GOSPODARKI

1. WPROWADZENIE

Głównym tematem artykułu jest problem zarządzania przedsiębiorstwem w erze prosumenta energii elektrycznej. Autor podjął próbę zbudowania modelu inteligentnej organizacji (ang. *smart organisation*) i nakreślenia jej konsekwencji dla zarządzania. Temat artykułu wpisuje się w zagadnienia budowy nowego paradygmatu nauk o zarządzaniu w XXI wieku. Paradygmat będzie rozumiany w artykule tak, jak to zaproponował T.H. Kuhn [Kuhn, 1962], a mianowicie: „*powszechnie uznawane osiągnięcia naukowe, które w pewnym czasie dostarczają społeczności uczonych modelowych problemów i rozwiązań*”. Część pierwszą artykułu rozpoczyna omówienie specyfiki warunków nowej gospodarki według koncepcji trzeciej rewolucji przemysłowej. James Thien [Thien, 2012] definiuje trzy zasadnicze atrybuty nowej gospodarki: powszechne wykorzystanie analityki nowej generacji (ang. *big data analytics*), zwiększenie zdolności adaptacyjnych przedsiębiorstw poprzez automatyczne wykrywanie, tworzenie, strukturalizowanie i zarządzanie usługami, umożliwiające zintegrowanie wielu procesów biznesowych w złożone procesy GRIDowe (ang. *adaptive services*) oraz cyfrowe wytwarzanie, które pozwala jednocześnie tworzyć produkty i definiować procesy ich wytwarzania, będące rozwinięciem idei *design for manufacturability* (DFM), *computer-integrated manufacturing* (CIM), elastycznych systemów produkcji, *lean manufacturing* i innych, które podejmowały próbę ściślejszej współpracy przy projektowaniu produktów i procesów (ang. *digital manufacturing*). Część drugą artykułu stanowi zarys paradygmatu wyłaniającego się w nowych warunkach gospodarki. Autor podkreśla dwa następujące elementy paradygmatu: efektywne prognozowanie zapotrzebowania na energię elektryczną dla procesów biznesowych i kontrolowanego zużycia energii w przedsiębiorstwie oraz utworzenie centrum kompetencji procesów biznesowych u prosumenta energii elektrycznej.

Początki prądu myślowego odnoszącego się do nowej gospodarki wiążą się z inteligentną siecią elektroenergetyczną (ang. *smart grid*). Pojęcie *smart* odnosi

* Dr, starszy wykładowca, Katedra Informatyki, Wydział Zarządzania Uniwersytetu Łódzkiego.

się do nowych urządzeń technicznych oraz do systemów społecznych. Tworzą one łańcuch przyczynowo – skutkowy, w którym można wyizolować poszczególne ogniwa i poddać je odrębnym badaniom. Inteligentne liczniki energii elektrycznej (ang. smart meters) zainstalowane w inteligentnej sieci elektroenergetycznej (ang. smart grid) wymuszają na prosumentach energii elektrycznej zakup inteligentnych urządzeń (ang. smart appliances), budowę nowych obiektów efektywnych energetycznie (ang. smart buildings), tworzenie dedykowanych centrów obliczeniowych na potrzeby sektora energetycznego (ang. smart grid competency center), które można wykorzystać do przeprowadzania badań i analiz (ang. smart grid analytics) na potrzeby popytowego podejścia do zakupów energii, zmianę koncepcji wizji funkcjonowania miast (ang. smart city), czy całych społeczeństw (ang. smart grid society). Autor dostrzega istniejącą w tym łańcuchu lukę badawczą. Wspomniana luka badawcza dotyczy istotnego ogniwa we wspomnianym wyżej łańcuchu, a mianowicie inteligentnej organizacji (ang. smart organisation). Według stanu wiedzy autora, niniejszy artykuł stanowi pionierskie przedsięwzięcie w tym zakresie.

2. ISTOTA KONCEPCJI TRZECIEJ REWOLUCJI PRZEMYSŁOWEJ

Koncepcja rewolucji przemysłowej została po raz pierwszy zdefiniowana przez angielskiego historyka Arnolda Toynbee’ego w roku 1884 [Toynbee, Jowett, 1884]. Odzwierciedlała ona wzrost świadomości społecznej w kwestii znaczenia nowych technologii w zmianach w funkcjonowaniu gospodarki. Model trzeciej rewolucji przemysłowej zdefiniował amerykański ekonomista i politolog Jeremy Rifkin [Rifkin, 2012]. Rifkin koncentruje się na dwóch artefaktach rewolucji przemysłowej. Pierwszy to techniki informacyjno-komunikacyjne oraz organizacja struktury przepływu informacji. Drugi to technologie umożliwiające rozwój energetyki rozproszonej oraz nowa struktura systemu elektroenergetycznego. Analiza tych artefaktów pozwala Rifkinowi wyróżnić trzy następujące fazy rewolucji przemysłowej. Faza pierwsza (XIX wiek) była – według Rifkina – oparta na węglu, wykorzystywała energię parową i technologie zależne w transporcie i przemyśle oraz charakteryzowała się zmechanizowaną produkcją przemysłową i utworzeniem sieci kolejowej oraz sieci połączeń morskich. Faza druga (XX wiek) była oparta na ropie naftowej, wykorzystywała energię elektryczną i technologie zależne w transporcie, przemyśle i medycynie, charakteryzowała się upowszechnieniem użycia silnika spalinowego oraz rozwojem dużej elektroenergetyki i utworzeniem sieci autostrad oraz sieci połączeń lotniczych. Faza trzecia, która według Rifkina już się rozpoczęła, oparta jest na energii odnawialnej. Charakteryzuje się powszechną cyfryzacją komunikacji indywidualnej i komunikacji masowej oraz zorganizowaniem systemu energetycznego na za-

sadzie rozproszonej globalnej sieci mikro-producentów energii wzorowanej na idei równorzędnej sieci komputerowej (ang. peer-to-peer), w której użytkownik sieci jest jednocześnie producentem energii i jej konsumentem. Ta perspektywa każe zastanowić się nad tym, czy wobec zaistnienia nowych warunków, w jakich będą funkcjonowały organizacje, należy podjąć wysiłek zbudowania nowego modelu organizacji. Głównym celem trzeciej rewolucji przemysłowej jest utworzenie inteligentnej sieci energetycznej i cyfrowej oraz upowszechnienie technologii gridowych. Pojęcie gridu (a także klastra przemysłowego) przedstawione w dalszej części artykułu wykracza poza standardowe jego pojmowanie. Tradycyjnie, grid oznacza sieć elektroenergetyczną. W informatyce, pojęcie gridu zdefiniował Ian Foster i in. [Foster, 2001]. Oznacza ono stworzenie połączenia między zasobami obliczeniowymi centrów komputerowych w celu utworzenia wirtualnego superkomputera, którego zasoby obliczeniowe przekraczają możliwości obliczeniowe każdego z centrów komputerowych oddzielnie, i który udostępni i współdzieli zasoby obliczeniowe wszystkich centrów obliczeniowych wchodzących w skład gridu. Tym samym, możliwa jest zdalna realizacja obliczeń w centrach komputerowych w różnych częściach gridu. Użytkownik korzystając z gridu, nie musi sam posiadać specjalistycznej wiedzy i znać skomplikowanych procedur z zakresu systemów zarządzających gridem. O tym, jakie zasoby obliczeniowe będą potrzebne dla danego zadania oraz które zasoby będą najszybciej dostępne, decyduje sam grid.

Najbardziej zaawansowaną koncepcję gridu przemysłowego dostarcza idea Industrie 4.0, która stanowi podstawę strategii niemieckiego rządu w zakresie high-tech. Określenie Industrie 4.0 zostało po raz pierwszy wprowadzone w 2011 roku na międzynarodowych targach przemysłowych w Hanowerze, gdzie od 1986 roku odbywają się również największe na świecie targi IT zwane CeBIT (niem. Centrum der Büro und Informationstechnik). Industrie 4.0 jest nowym podejściem, które zmienia cały łańcuch wartości: komunikację, planowanie, logistykę i produkcję. Industrie 4.0 koncentruje się na sieciowym środowisku przemysłowym odwołując się do koncepcji architektury zorientowanej na usługi (SOA). SOA jest abstrakcyjną koncepcją architektury oprogramowania reprezentującą różne metody lub aplikacje jako wielokrotnie używane i otwarte usługi, dzięki którym możliwa jest wielokrotna implementacja niezależna od rodzaju platformy. W koncepcji Industrie 4.0 zakłada się wprowadzenie idei SOA do automatyki przemysłowej. Wszystkie funkcje kontrolne w systemie sterowania przedsiębiorstwa przemysłowego muszą być wówczas zorganizowane jako usługi. Na wyższych poziomach piramidy sterowania automatycznego znajdują się jedynie komponenty oprogramowania typu SOA-IT. Na poziomach niższych usługi nie są już tylko funkcjami softwarowymi, ale reprezentują również funkcje mechatroniczne dla realizacji procesów rzeczywistych, które mogą wpływać na fizyczny stan elementów mechatronicznych sterujących obiektami technicznymi.

Z punktu widzenia zarządzania zasobami IT, oznacza to konieczność integracji oprogramowania Enterprise Resource Planning (ERP), Manufacturing Execution System (MES) i systemu System Control and Data Acquisition (SCADA), systemów sterowania oraz systemów zarządzania energią. Celem jest uzyskanie wysokiej sprawności energetycznej, co wymaga współpracy różnych aplikacji. Według HARTING oraz Forschungszentrum für Künstliche Intelligenz (DFKI, Niemiecki Instytut Badań nad Sztuczną Inteligencją) konieczne jest także koordynowanie aplikacji z obszaru IT przedsiębiorstwa z systemem automatyki.

Autor wprowadza w artykule termin grid przemysłowy. Jest to nowe pojęcie w zarządzaniu. W warunkach trzeciej rewolucji przemysłowej, zasobami gridu mogą być procesy produkcyjne. Inteligentna sieć elektroenergetyczna i cyfrowa umożliwi wykorzystanie tych zasobów do utworzenia zintegrowanych procesów produkcyjnych przedsiębiorstw tworzących wirtualną organizację. Koncepcja gridu przemysłowego odwołuje się do znanych teorii dotyczących sieciowego systemu produkcyjnego. Na przykład koncepcję *Disruptive Network Approach* (DNA) wykorzystuje spółka StreetScooter GmbH, która została założona na uniwersytecie w Akwizgranie w celu opracowania elektrycznego samochodu [www.streetscooter.eu, dostęp: 10.05.2013]. Klasycznym przykładem w tej dziedzinie jest produkcja półprzewodników odwołująca się do koncepcji firmy, która nie posiada fabryk produkcyjnych (ang. *fabless manufacturing*) [www.fsa.org, dostęp: 10.05.2013]. Inteligentna sieć elektroenergetyczna i cyfrowa umożliwi udostępnianie i współdzielenie zasobów produkcyjnych. Ten docelowy system osiągnięty zostanie – według autora niniejszego artykułu – etapami, którego pierwszym jest idea klastra przemysłowego. Grid przemysłowy będzie rozproszony geograficznie, heterogeniczny w sensie zasobów produkcyjnych i procesowych – posiadanych i zarządzanych przez różne organizacje – dynamiczny w sensie dostępności zmiennej w czasie, połączony heterogeniczną siecią elektroenergetyczną i cyfrową. Cechy gridu przemysłowego nie będą się różnić od cech informatycznego systemu gridowego, a mianowicie: zostanie zachowana autonomia zasobów produkcyjnych w sensie lokalnej kontroli nad zasobami i lokalnych polityk dostępu do zasobów, inaczej: zasoby nie będą zarządzane centralnie. Grid skoncentruje się na punkcie widzenia przedsiębiorstwa, które zleca do wykonania zadanie procesu biznesowego. Celem będzie optymalizacja efektywności energetycznej wykonania procesu produkcyjnego.

Głównym założeniem gridu przemysłowego będzie rozdzielenie zadań procesu biznesowego na poszczególne wątki. Przedsiębiorstwo korzystające z systemu gridowego nie będzie musiało wiedzieć skąd pobrane zostaną zasoby produkcyjne, w którym przedsiębiorstwie zintegrowanym w klastre/grid wykonają się jego zadania i które fragmenty infrastruktury biznesowej będą zaangażowane w jego wykonanie.

Technologie gridowe w elektroenergetyce pozwolą na utworzenie potężnych elektrowni wirtualnych z ogromnej ilości połączonych, niejednorodnych mikro-elektrowni wykorzystujących odnawialne źródła energii, natomiast w zarządzaniu pozwolą na utworzenie przedsiębiorstw, które mogłyby konkurować z wielkimi korporacjami. W Polsce jedną z najbardziej obiecujących inicjatyw, która ma potencjał na to, aby przekształcić się w grid przemysłowy, jest innowacyjny klaster Green Cars, założony w Warszawie w roku 2007 na potrzeby rynku samochodów z napędem elektrycznym [www.gc.greenpl.org, dostęp: 10.05.2013]. Podejmowane są też działania zmierzające do utworzenia infrastruktury gridowej na rzecz przedsiębiorstw, które w przyszłości staną się organizacją wirtualną. W sieci *smart grid*, mikro-elektrownią będzie mógł być każdy użytkownik sieci elektroenergetycznej. Każda jednostka organizacyjna (przedsiębiorstwo lub instytucja) będzie mogła być jednocześnie producentem energii i jej konsumentem [Pamuła 2012]. Analogiczna polityka w stosunku do przedsiębiorstw pozwoli na utworzenie potężnych wirtualnych zasobów produkcyjnych z ogromnej ilości połączonych, niejednorodnych mikro-zasobów produkcyjnych przedsiębiorstw udostępniających swoje zasoby produkcyjne dla zadań procesów biznesowych wymagających większych zasobów, niż te, którymi dysponują przedsiębiorstwa każde z osobna. W oczywisty sposób technologie gridowe i zbudowane na ich bazie inteligentne organizacje wpłyną na koncepcje zarządzania organizacją. Ta perspektywa otwiera przed środowiskiem naukowym możliwości wysunięcia szeregu nowych idei dotyczących zarządzania inteligentną organizacją.

W artykule podjęta została próba określenia inteligentnej jednostki organizacyjnej funkcjonującej w warunkach trzeciej rewolucji przemysłowej oraz nowych instrumentów zarządzania, które stymulowałyby tworzenie gridów przemysłowych. Punktem wyjścia rozważań uczyniono analizę warunków funkcjonowania jednostki organizacyjnej (przedsiębiorstwa lub instytucji) w inteligentnej sieci elektroenergetycznej [Amin, 2005, s. 34–41].

3. PRZEDSIĘBIORSTWO W INTELIGENTNEJ SIECI ELEKTROENERGETYCZNEJ

W warunkach trzeciej rewolucji przemysłowej, każde przedsiębiorstwo stanie się aktywnym węzłem inteligentnej sieci elektroenergetycznej, który podejmuje działania w zakresie pozyskiwania energii, jej produkcji, przesyłu i dystrybucji. Dla określenia organizacji jednocześnie odgrywającej podwójną rolę producenta i konsumenta energii elektrycznej stosowane jest pojęcie *prosument* (ang. producer, consumer). Koncepcja ta została wprowadzona w książce „Take Today”, której autorami są Marshall McLuhan i Barrington Nevitt [McLuhan, Nevitt, 1972]. Samo pojęcie *prosument* zostało ukute przez Alvina Tofflera

w książce „Trzecia fala” [Toffler, 1997] i rozwinięte przez Dona Tapscota w książce „The Digital Economy: Promise and Peril In The Age of Networked Intelligence” [Tapscott, 1997]. W niniejszym artykule koncepcja prosument rozumiana jest w sensie organizacji (przedsiębiorstwa lub instytucji), która jest jednocześnie producentem energii oraz jej konsumentem. Inteligentna sieć elektroenergetyczna będzie systemem, który będzie integrować i zarządzać zasobami energetycznymi będącymi pod kontrolą różnych producentów energii (od dużych elektrowni po mikro-producentów energii) i połączonymi siecią informacyjno-energetyczną oraz dostarczać będzie usług odpowiedniej jakości. Energia będzie zatem nie kupowana, a udostępniana na zasadzie dostępu do zasobów informacyjnych sieci internetowej. Inteligentna sieć elektroenergetyczna będzie w tym sensie rozwinięciem idei tradycyjnej sieci elektroenergetycznej poza tradycyjne granice elektroenergetyki. W warunkach inteligentnej sieci elektroenergetycznej, efektywność energetyczna procesów biznesowych będzie jednym z kluczowych wskaźników efektywności przedsiębiorstw (ang. *key performance indicators*). Analiza tego wskaźnika warunkować będzie sposób ustrukturyzowania przedsiębiorstwa: od pojedynczego prosumenta poprzez formę zorganizowanej współpracy w ramach klastra (mikrosieci), aż do docelowej formy zorganizowanej współpracy – w warunkach trzeciej rewolucji przemysłowej – gridu przemysłowego.

Przedstawione wyżej zagadnienia stanowią o konieczności realizacji w przedsiębiorstwach inteligentnych analiz związanych z efektywnością energetyczną procesów biznesowych. Nowa rola przedsiębiorstwa w inteligentnej sieci elektroenergetycznej, jako producenta i dostawcy energii, oraz możliwość wykorzystania sieci elektroenergetycznej i cyfrowej do utworzenia gridu przemysłowego każą bliżej przyjrzeć się metodom analiz związanych z zarządzaniem energią (ang. *smart grid analytics*), stosowanym do tej pory wyłącznie w przedsiębiorstwach branży energetycznej i analiz procesów biznesowych (ang. *process analytics*) oraz metodom ich wdrażania.

Niezależnie od skali rozważań: pojedynczej jednostki organizacyjnej, czy sieci jednostek zorganizowanych w klastery, czy grid, będziemy mieli do czynienia ze strukturą złożoną z małych układów samoregulacyjnych w sensie energetycznym. Ocena jednostek organizacyjnych będzie zdeterminowana ich zdolnością do adaptacyjnej reakcji na każdorazowy wpływ otoczenia w zakresie efektywności energetycznej. Pojedynczy prosument, klastery prosumentów lub grid przemysłowy traktowane będą jako inteligentna organizacja – i od niej oczekiwać się będzie ciągłego wynajdywania i wykorzystywania czynników sukcesu odnoszącego się do efektywności energetycznej.

4. INTELIGENTNE PRZEDSIĘBIORSTWO

Najnowsze rozwiązania technologiczne wspierające inteligentną sieć elektroenergetyczną oraz sieć cyfrową w warunkach trzeciej rewolucji przemysłowej mają charakter innowacji radykalnych. Radykalnym innowacjom technicznym towarzyszyć powinny radykalne innowacje organizacyjne i procesowe. W artykule zaprezentowano rozszerzenie koncepcji gridu energetycznego oraz gridu obliczeniowego na grid przemysłowy, którego zarządzanie w warunkach trzeciej rewolucji przemysłowej będzie koncentrować się wokół kluczowych umiejętności w obszarze zarządzania efektywnością energetyczną procesów. Termin grid przemysłowy został zdefiniowany i użyty w artykule na określenie inteligentnej organizacji (ang. *smart organization*). Samo pojęcie *inteligentna organizacja* funkcjonuje w naukach o zarządzaniu od dawna. R. Deiser używa go na określenie modelu organizacji uczącej się [Deiser, 2009], odwołując się do znanych idei P. Senge'a [Senge, 1990]. Matheson D., Matheson J.E. koncentrują się na roli strategii innowacji w przedsiębiorstwie [Matheson D. i in., 1997]. Koncepcje bliższe idei inteligentnej organizacji przedstawionej w niniejszym artykule, odwołują się do pojęcia Extended Enterprise [Whitman i in., 1999], inaczej – kooperacji produkcyjnej. Wiele przedsiębiorstw funkcjonuje na tej zasadzie. Wymieńmy chociażby następujące duże korporacje: Hewlett-Packard oraz Toshiba. Oczywiście, taka współpraca przy realizacji procesów produkcyjnych nie mogłaby mieć miejsca bez odpowiedniego wsparcia informatycznego. Spośród dostawców tego typu oprogramowania wymienimy dla przykładu firmę PTC [www.ptc.com, dostęp: 10.05.2013]. W warunkach trzeciej rewolucji przemysłowej, zarówno w zwartych przedsiębiorstwach, jak i w rozproszonych przedsiębiorstwach sieciowych, pojawiają się problemy dotyczące zarządzania energią. I to właśnie temu zagadnieniu poświęcamy niniejszy artykuł. Efektywność energetyczna w działaniu przedsiębiorstwa nie jest oczywiście pojęciem nieznanym. W Unii Europejskiej obowiązuje dyrektywa 2012/27/EU w sprawie efektywności energetycznej z dnia 25 października 2012. W Polsce, obowiązuje ustawa o efektywności energetycznej z dnia 15.04.2011 roku (Dz.U. Nr 94/2011, poz. 551). W normie PN-EN ISO 50001:2011, system zarządzania energią definiowany jest jako narzędzie organizacyjne, będące częścią systemu zarządzania organizacją, a mianowicie: „zbiór wzajemnie powiązanych lub współdziałających elementów organizacji zapewniający ustanowienie polityki energetycznej i celów energetycznych a także procesów i procedur pozwalających na osiągnięcie tych celów”.

Inteligentna organizacja (przedsiębiorstwo oraz instytucja) rozumiana jest w artykule jako pojedynczy prosument (przedsiębiorstwo lub instytucja), jako klastery przedsiębiorstw (lub instytucji) w sensie mikrosieci energetycznej lub jako grid przemysłowy. Tworzenie klastrów inteligentnych przedsiębiorstw lub gridu przemysłowego należy rozumieć w sensie strukturyzowania inteligentnej organizacji. Czynnikiem strukturyzującym inteligentnego przedsiębiorstwa powinna być analiza efektywności energetycznej procesów biznesowych. Podstawowym

celem tej analizy byłoby zbadanie, czy utworzenie klastra przedsiębiorstw lub gridu przemysłowego wpłynęłoby na optymalizację techniczną i ekonomiczną inteligentnej organizacji: czy istniejące procesy biznesowe mogą być efektywniejsze energetycznie (czy procesy biznesowe mogą być realizowane efektywniej w sensie energetycznym).

Modele prognozowania zapotrzebowania na energię elektryczną, wykorzystywane do tej pory w przedsiębiorstwach (głównie w branży elektroenergetyki), w warunkach trzeciej rewolucji przemysłowej będą nieodpowiednie do zastosowania w inteligentnych organizacjach ze względu na ich ograniczone możliwości wykorzystania w analizie procesów równoległych w środowiskach rozproszonych. Modelowanie zapotrzebowania na energię elektryczną skoncentruje się bowiem w inteligentnej organizacji na analizie energetycznej procesów biznesowych. Te ostatnie z kolei będą charakteryzować się automatyzmem wykonania poprzez systemy zarządzania procesami biznesowymi i będą miały złożoną naturę ze względu na dominujący typ inteligentnej organizacji, który można określić jako organizację sieciową. Według autora, spowoduje to wzrost zainteresowania rozwiązaniami informatycznymi wspomagającymi monitorowanie i kontrolę wykonania procesów biznesowych i ich adaptację do celów analizy energetycznej. W warunkach automatycznego zarządzania procesami biznesowymi, sposób realizacji procesu jest zakodowany w systemie zarządzania procesami biznesowymi kontrolującym wykonanie procesu i definiuje sposób rzeczywistego działania procesu w obrębie jednego przedsiębiorstwa będącego prosumentem energii lub we współdziałaniu z procesami w przedsiębiorstwie będącym klastrem lub gridem przemysłowym, zgodnie z ograniczeniami określonymi w modelu procesu. Współczesne rozwiązania dostarczane przez wielu dostawców technologii i sprzętu w dziedzinie informatyki i komunikacji zapisują informacje o działaniach realizowanych w trakcie wykonania procesu w bazach danych lub dziennikach zdarzeń. Systemy informatyczne, które umożliwiają analizę tych danych, określane są jako systemy wspomagające eksplorację procesów. Rozwiązań tego typu dostarczają np. japońska firma Fujitsu Technology Solutions, niemiecka firma SAP Software AG, holenderska firma Fluxicon, czy fińska firma QPR Software Plc. Umożliwiają one monitorowanie procesów biznesowych w czasie rzeczywistym oraz analizę historycznych danych o procesach. Nie dają jeszcze możliwości oceny, czy dany proces biznesowy jest efektywny energetycznie. Autor definiuje tezę, że systemy eksploracji procesów będą rozwijane w stronę systemów do analizy energetycznej procesów, a uruchomienie systemów analizy energetycznej procesów jest kwestią czasu.

Tradycja badań nad procesami biznesowymi w sensie analizy danych o zdarzeniach sięga lat dziewięćdziesiątych XX wieku. Początki te wiążą się z pracami J.E. Cook'a oraz A.L. Wolf'a nad rozszerzeniem zastosowań klasycznych algorytmów eksploracji danych na analizę sekwencji zdarzeń [Cook,

Wolf, 1995, 1998]. Cook i Wolf stosowali algorytmy wywodzące się z sieci neuronowych, podejście algorytmiczne oraz metody procesów Markowa do analizy procesów inżynierii oprogramowania. W tym samym okresie, R. Agrawal, D. Gunopulos i F. Leymann [Agrawal et al., 1998] pracowali nad wbudowaniem w algorytmy eksploracji danych mechanizmu współbieżności. Pierwszy skuteczny algorytm do obsługi współbieżności został zaproponowany przez W.M.P. van der Aalsta, A.J.M.M. Weijtera i L. Maruster w roku 2004 [van der Aalst i in., 2004]. Słusznie nazwano go algorytmem alfa. Ten podstawowy algorytm odkrywania wzorców w danych o procesach biznesowych zapoczątkował szybki rozwój całej dziedziny eksploracji procesów. Od czasu publikacji tego algorytmu, Technische Universiteit Eindhoven (TU/e), na którym zdefiniowano algorytm alfa, stał się głównym ośrodkiem naukowym w tej dziedzinie. Opracowano tam nowe algorytmy: heurystycznej eksploracji procesów, rozmytej eksploracji procesów, genetycznej eksploracji procesów, etc., zbudowano platformę programową ProM do wykonywania badań z wykorzystaniem metod i technik eksploracji procesów, napisano pierwszą książkę o eksploracji procesów, ustanowiono grupę roboczą do spraw eksploracji procesów przy IEEE, której celem jest promowanie rozwoju zastosowań eksploracji procesów oraz wskazywanie twórcom oprogramowania kierunków, w jakich można rozwijać oprogramowanie dla przedsiębiorstw, ustanowiono standard zapisów zdarzeń procesu, opracowano manifest eksploracji procesów, który jest publiczną deklaracją zasad i wyzwań tej dziedziny wiedzy i który definiuje jej zakres, obejmujący odkrywanie modelu procesu z danych o zdarzeniach, badanie zgodności procesu oraz analizę danych procesowych w oparciu o zbudowany model procesu. Ostatni z nich wpisuje się w poszukiwania nowych algorytmów prognozowania zapotrzebowania na energię elektryczną w procesach biznesowych [Gontar, Gontar, 2012].

Te obliczenia, o których była mowa wyżej, mogłyby być realizowane w centrum kompetencji procesów biznesowych (ang. *business process competency center*) wzorowanym na koncepcji korporacyjnej fabryki informacji W.H. Inmona i in. [Inmon, 2003]. Kluczowe wskaźniki efektywności inteligentnych przedsiębiorstw związane byłyby z efektywnością energetyczną procesów biznesowych, z uwzględnieniem relacji procesowych w obrębie mikrosieci oraz pomiędzy mikrosiecią, a środowiskiem zewnętrznym.

5. CENTRUM KOMPETENCJI PROCESÓW BIZNESOWYCH WARUNKIEM UTWORZENIA GRIDU PRZEMYSŁOWEGO

Koncepcja centrum kompetencji procesów biznesowych została stworzona w amerykańskiej firmie konsultingowej Gartner i odwołuje się do idei centrum doskonałości z modelu korporacyjnej fabryki informacji (ang. *corporate infor-*

mation faktory – CIF), opracowanego w roku 1998 przez twórcę koncepcji hurtowni danych – Billa Inmona. W rozszerzonej wersji modelu korporacyjnej fabryki informacji pojawia się koncepcja centrum doskonałości (ang. *center of excellence* – CoE), która jest definiowana jako zespół ludzi, procesów i technologii, powstały w celu promowania współpracy i stosowania najlepszych praktyk.

Korporacyjna fabryka informacji to model architektury logicznej, oparty na danych z transakcji biznesowych, mający na celu dostarczenie narzędzi analitycznych do wspomagania zarządzania procesami biznesowymi i umożliwiający podejmowanie decyzji na podstawie faktów. Centralnym elementem architektury jest hurtownia danych (ang. *data warehouse* – DW). Dane są gromadzone i prezentowane w hurtowni danych według rodzajów działalności. Reprezentują one kluczowe wskaźniki efektywności zjawisk dla różnych rodzajów działalności.

Kluczowym elementem we wprowadzaniu zmian w organizacji jest ustanowienie centrum kompetencji procesów biznesowych, wzorowanym na centrum kompetencji inteligencji biznesowej (ang. *business intelligence competency center*). Koncepcja centrum kompetencji inteligencji biznesowej została wprowadzona przez firmę Gartner w serii raportów z badań nad najlepszymi praktykami w zakresie wdrażania projektów inteligencji biznesowej (ang. *business intelligence*). Gartner opracował metodologię i model cyklu życia systemów inteligencji biznesowej, w którym opisano wdrażanie rozwiązań tego typu oraz określono rolę centrum kompetencji inteligencji biznesowej w tym procesie [Gontar 2011].

Dla problemów decyzyjnych pojawiających się *ad-hoc* inteligentna organizacja ma do dyspozycji w centrum kompetencji procesów biznesowych modułowy zestaw metod analitycznych dla inteligentnej sieci elektroenergetycznej (ang. *smart grid analytics*), które należy stale rozwijać. Wspomniane wyżej metody analityczne należy utożsamiać z analizą danych pomiarowych z inteligentnych liczników energii elektrycznej (ang. *smart meter data analytics*). Według analityków z firmy konsultingowej Pike Research analiza tego typu obejmuje analizę danych na potrzeby zarządzania danymi klientów (ang. *customer management data analytics*) oraz zarządzania danymi operacyjnymi sieci (ang. *grid operation data analytics*) w czasie rzeczywistym.

6. UWAGI KOŃCOWE

Wizja trzeciej rewolucji przemysłowej to koncepcja nakreślona przez Rifkina, według której przemiany gospodarcze zachodzą wówczas, gdy nowe technologie komunikacyjne zbieżne są z nowymi systemami energetycznymi. Nowe formy komunikacji stają się medium dla organizowania bardziej złożonych struktur cywilizacyjnych możliwych do realizacji przy wykorzystaniu nowych źródeł energii. Rifkin zauważa, że powiązanie technologii komunikacji interne-

towej i odnawialnych źródeł energii w XXI wieku, jest wystarczającym przyczynkiem do trzeciej rewolucji przemysłowej. W artykule wprowadzono nowe pojęcie inteligentnej organizacji jako gridu przemysłowego o właściwościach przedsiębiorstwa wirtualnego. Zrządzanie taką jednostką organizacyjną (przedsiębiorstwem oraz instytucją) w warunkach trzeciej rewolucji przemysłowej będzie koncentrować się wokół efektywności energetycznej procesów biznesowych. Dla wyzyskania możliwości, jakie daje inteligentna sieć elektroenergetyczna w warunkach trzeciej rewolucji przemysłowej, konieczne będzie przekształcenie struktury przedsiębiorstwa w inteligentną organizację. Będzie ona rozumiana jako pojedynczy prosument energii (przedsiębiorstwo lub instytucja), klastery przedsiębiorstw (lub instytucji) rozumiany w sensie mikrosieci energetycznej lub grid przemysłowy. Tworzenie klastrów inteligentnych przedsiębiorstw lub gridu przemysłowego złożonego z inteligentnych przedsiębiorstw należy rozumieć w sensie strukturyzowania inteligentnej organizacji. Czynnikiem integracyjnym klastra lub gridu będzie centrum kompetencji procesów biznesowych monitorujące kluczowe wskaźniki efektywności energetycznej procesów realizowanych w inteligentnych przedsiębiorstwach, z uwzględnieniem relacji procesowych w obrębie mikrosieci oraz pomiędzy mikrosiecią a środowiskiem zewnętrznym. Centrum kompetencji procesów biznesowych wzorowane byłoby na koncepcji korporacyjnej fabryki informacji H. Inmona. Zarządzanie inteligentną organizacją wymagałoby zdefiniowania nowego paradygmatu zarządzania procesowego, uwzględniającego zarządzanie energią. Jednym z kluczowych zadań centrum byłaby prognoza zapotrzebowania na energię w obrębie klastra/gridu przemysłowego.

Słowa kluczowe: trzecia rewolucja przemysłowa, inteligentna organizacja, grid przemysłowy, centrum kompetencji procesów biznesowych

LITERATURA

- Agrawal R., Gunopulos D., Leymann F. (1998), *Mining Process Models from Workflow Logs*, [w:] Proceedings of 6th International Conference on Extending Database Technology (EDBT), London
- Amin M., Wollenberg B.F. (2005), *Toward A Smart Grid*, „IEEE Power & Energy Magazine”, Vol. 3, No. 5
- Cook, J. E., Wolf, A. L. (1995), *Automating Process Discovery Through Event-Data Analysis*, [w:] Proceedings of the 17th International Conference on Software Engineering, Seattle, Washington
- Cook, J. E., Wolf, A. L. (1998), *Discovering Models of Software Processes from Event-Based Data*, [w:] „Transactions on Software Engineering and Methodology”, ACM, Vol. 7, No. 3
- Deiser R. (2009) *Designing the Smart Organisation: How Breakthrough Corporate Learning Initiatives Drive Strategic Change*, Jossey-Bas.

- Dresner H.J., Linden A., Buytendijk F., Friedman T., Strange K., Knox M., Camm M. (2002), *The Business Intelligence Competency Center: An Essential Business Strategy*, „Strategic Analysis Report”, 29 May 2002, Gartner Group Inc.
- Dyrektorywa 2012/27/EU Parlamentu Europejskiego i Rady z dnia 25 października 2012 o efektywności energetycznej (Dziennik Urzędowy Unii Europejskiej z dnia 14 listopada 2012)
- Foster I., Kesselman C., Tuecke S. (2001), *The Anatomy of Grid: Enabling Scalable Virtual Organizations*, „International Journal of Supercomputer Applications”, Vol. 15(3)
- Gontar B., Gontar Z. (2012), *Process Mining Algorithms: A Survey, Theory of Management 5. The Selected Problems for the Development Support of Management Knowledge Base*, University of Zilina, Slovakia
- Gontar Z., (2011) *Centrum kompetencji jako cyfrowe laboratorium analityczne inteligentnego biznesu*, [w:] „Acta Universitatis Lodziensis Folia Oeconomica”, Wydawnictwo Uniwersytetu Łódzkiego
- <http://www.fsa.org> [dostęp: 10.05.2013]
- <http://www.gc.greenpl.org> [dostęp: 10.05.2013]
- <http://www.ptc.com> [dostęp: 10.05.2013]
- <http://www.streetscooter.eu> [dostęp: 10.05.2013]
- Inmon W.H., Imhoff C., Sousa R. (1998), *Corporate Information Factory*. John Wiley & Sons, New York
- Kuhn T.H. (1962), *The Structure of Scientific Revolutions*, University of Chicago Press
- Matheson D., Matheson J.E. (1997), *The Smart Organization: Creating Value Through Strategic R&D*, Harvard Business Review Press
- McLuhan M., Nevitt B. (1972), *Take Today: The Executive as Dropout*. Harcourt Brace Jovanovich Inc (HBJ), New York
- Pamuła A., (2012) *Usługi DSM w inteligentnych sieciach elektroenergetycznych*, [w:] J. Buko (red.), „Gospodarka elektroniczna – Wyzwania rozwojowe”, T. II, Zeszyty Naukowe Uniwersytetu Szczecińskiego, nr 703, „Ekonomiczne Problemy Usług”, nr 88, Wydawnictwo Naukowe Uniwersytetu Szczecińskiego, Szczecin
- PN-EN ISO 50001:2011, *System zarządzania energią – Wymagania i zalecenia użytkownika*.
- Rifkin J. (2012), *Trzecia rewolucja przemysłowa. Jak lateralny model władzy inspiruje całe pokolenie i zmienia oblicze świata*, Sonia Draga, Katowice
- Senge P.M. (1990), *The Fifth Discipline: The Art and Practice of the Learning Organization*, Currency
- Tapscott D. (1997), *The Digital Economy: Promise and Peril In The Age of Networked Intelligence*, McGraw-Hill
- Toffler A. (1997), *Trzecia fala*, PIW, Warszawa
- Toynbee A.J., Jowett B. (1884), *Lectures on the Industrial Revolution in England*, Rivingtons
- Ustawa o efektywności energetycznej* z dnia 15 kwietnia 2011 r. Dziennik Ustaw Nr 94, poz. 551
- van der Aalst W.M.P. (2011), *Process Mining: Discovery, Conformance, and Enhancement of Business Processes*, Springer
- van der Aalst W.M.P., Weijters T., Maruster L. (2004), *Workflow Mining: Discovering Process Models From Event Logs*, [w:] „IEEE Transactions on Knowledge and Data Engineering”, Vol. 16, No. 9
- Whitman L., Krishnan K., Agarwal R.K., Bhandare P. (1999), *Engineering the Extended Enterprise*, Proceedings of the 4th Annual International Conference on Industrial Engineering Theory, Applications and Practice.

Zbigniew H. Gontar

THE COMPANY AS A FRACTAL IN A THIRD INDUSTRIAL REVOLUTION

Summary

This paper presents a theoretical concept of an intelligent enterprise. It is assumed that in the third industrial revolution key determinants of the effectiveness of the company will be associated with its function as an energy prosumer. The study focused on the analysis of the smart grid and grid technologies helped define the following three forms of intelligent enterprise: single energy prosumer, industry cluster understood in the sense of electrical microgrid dedicated for the group of energy prosumers and industry grid understood as a grid manufacturing virtual organization. This paper proposes the concept of business process competency center as an integrator of intelligent enterprise.

Keywords: third industrial revolution, smart organization, industrial grid, business process competency center