

ILONA PAWEŁOSZEK

Wydział Zarządzania
Politechnika Częstochowska

JĘDRZEJ WIECZORKOWSKI

Instytut Informatyki i Gospodarki Cyfrowej
Szkoła Główna Handlowa w Warszawie

MAGDALENA JURCZYK-BUNKOWSKA

Wydział Zarządzania i Inżynierii Produkcji
Politechnika Opolska

Semantyczne wspomaganie modelowania procesów biznesowych

1. Wstęp

W naukach o zarządzaniu elementy podejścia procesowego były wykorzystywane od dawna w szczególności w zarządzaniu projektami, przykładowo w Diagramach Gantta i sieciach PERT. Schematyczny opis procesów był także stosowany w technologiach informatycznych, przede wszystkim w inżynierii oprogramowania. Dziedziny te wypracowały własne metody opisu i modelowania procesów, które niewątpliwie wpłynęły na obecne podejście do modelowania i narzędzia je wspomagające. Dlatego też współcześnie można spotkać podział wykorzystywanych notacji modelowania na standardy zaadoptowane i dedykowane¹.

Standardy modelowania wciąż ewoluują wraz z narzędziami informatycznymi wspomagającymi modelowanie i zarządzanie procesami biznesowymi. Są one rozwijane zarówno przez środowiska akademickie, jak i przez przemysł

¹ B. Gawin, B. Marcinkowski, *Symulacja procesów biznesowych – standardy BPMS i BPMN w praktyce*, Helion, Gliwice 2013.

w celu zaspokojenia potrzeb różnych odbiorców z obszarów BPM, SOA, B2B i innych. Celem niniejszego artykułu jest przeanalizowanie standardów modelowania związanych z technologiami informatycznymi oraz wskazanie zastosowań i korzyści wynikających z semantycznych rozwiązań wspomagających modelowanie.

2. Standardy i narzędzia modelowania procesów biznesowych

Każdy algorytm jest formalnym opisem procesu będącego ciągiem czynności niezbędnych do wykonania określonego zadania. Podstawową metodą graficznej prezentacji procesów w strukturalnych metodach analizy i projektowania systemów informatycznych były diagramy przepływu danych DFD (*Data Flow Diagrams*), które przedstawiają system jako procesy połączone przepływami danych. W inżynierii oprogramowania na początku lat 90. XX w. większą popularność uzyskały metody obiektowe², które wiążą się z zastosowaniem języka UML (*Unified Modeling Language*). Obejmuje on kilkanaście diagramów, m.in. opierający się na podejściu procesowym diagram czynności. W kontekście powiązania metod wytwarzania i integracji oprogramowania z modelowaniem procesów należy odnotować rosnącą popularność architektury zorientowanej na usługi SOA (*Service-Oriented Architecture*). Architektura ta opiera się na współpracy pomiędzy systemami z wykorzystaniem modelu usług opartych na uprzednio zdefiniowanych procesach biznesowych. Jeśli chodzi o modelowanie procesów, interesująca jest także specyfika wdrażania systemów MIS, w szczególności standardowych zintegrowanych systemów klasy ERP. W przykładowym podejściu do metod adaptacji tego typu oprogramowania kontekst procesów biznesowych jest jedną z kilku wzajemnie na siebie nachodzących perspektyw kustomizacji systemów³. W tej perspektywie można wyróżnić m.in. zagadnienie wykorzystania referencyjnych modeli procesów biznesowych do konfiguracji wdrażanego systemu oraz zagadnienie wynikającej z wdrożenia systemu informatycznego

² P. Polak, J. Wieczorkowski, *Rozwój metod modelowania procesów biznesowych dla potrzeb wytwarzania systemów informatycznych*, w: *Podejście procesowe w organizacjach*, red. S. Nowosielski, „Prace Naukowe” Uniwersytetu Ekonomicznego we Wrocławiu, nr 169, Wrocław 2011, s. 266–272.

³ J. Wieczorkowski, P. Polak, *Customization of Software Packages – technology and business process perspectives*, w: *Proceedings of the IADIS International Conference Information Systems*, red. M.B. Nunes, P. Isaías, P. Powell, IADIS Press, Porto 2010, s. 291–295.

restrukturyzacji procesów w organizacji. Wykorzystanie referencyjnych modeli procesów jest związane z ideą prekonfiguracji, opierającej się na założeniu podobieństwa stosowanych rozwiązań w wielu organizacjach.

Ponieważ do modelowania procesów biznesowych nie w pełni nadawały się notacje i narzędzia stosowane wcześniej przy wytwarzaniu oprogramowania (takie jak diagramy DFD, a w późniejszym okresie UML), opracowywano wyspecjalizowane notacje i języki opisu takich procesów. Zadania, które postawiono przed zaawansowanymi narzędziami modelowania procesów biznesowych, to nie tylko graficzna wizualizacja procesów, ale również ich analiza, obejmująca m.in. pomiar, ewaluację i symulację. Jest to w szczególności związane z ciągłym monitorowaniem i doskonaleniem procesów. Przykładowo, bardzo dużą popularność uzyskały architektura i narzędzia ARIS oraz wykorzystywane w nich diagramy EPC. Notacja EPC *de facto* stała się na pewien czas standardem w modelowaniu procesów biznesowych, stosowanym w szczególności na potrzeby kustomizacji oprogramowania.

Obecnie podstawowe znaczenie ma standard modelowania procesów BPMN (*Business Process Model and Notation*)⁴. Notacja ta jest ściśle wyspecjalizowana i stosowana wyłącznie w modelowaniu procesów biznesowych i z założenia miała być prostsza od standardów wykorzystywanych w inżynierii oprogramowania. W praktyce wersja 2.0 notacji z jednej strony znacznie rozszerzyła możliwości jej stosowania, z drugiej jednak stała się bardziej złożona. Niemniej nadal podstawą jest założenie stworzenia opisu procesów biznesowych na tyle prostego, aby mogli z niego korzystać użytkownicy biznesowi, a jednocześnie umożliwiającego zapisanie wszystkich niezbędnych informacji potrzebnych analitykom i informatykom. Dzięki zdefiniowaniu metamodelu możliwe jest dokonanie konwersji modelu BPMN na model BPEL (*Web Services Business Process Execution Language – WS-BPEL*), czyli oparty na XML język definiowania procesów biznesowych, który jest wykorzystywany przede wszystkim przy wytwarzaniu oprogramowania. BPMN dzięki zapisowi graficznemu jest czytelny dla specjalistów od zarządzania, a dzięki swojej jednoznaczności może być także podstawą do wytwarzania i integracji oprogramowania. BPMN w XXI w. stał się graficznym standardem modelowania procesów biznesowych oraz standardem opisu usług sieciowych (*Web Services*) stosowanym w większości narzędzi wspomagających modelowanie procesów biznesowych.

⁴ www.omg.org.

3. Idea podejścia semantycznego

Jak wspomniano wcześniej, podstawowym założeniem metodologii i języków modelowania było stworzenie opisu procesów, który będzie przydatny i zrozumiały dla wszystkich grup odbiorców. Potrzeby informacyjne różnych grup mają inną specyfikę. Proces biznesowy może być modelowany na różne sposoby przez różne osoby, nawet jeśli używają one tego samego języka modelowania. Problemy niejednoznaczności spowodowane przez użycie synonimów, homonimów lub różnych poziomów abstrakcji wynikają ze specyfiki języka naturalnego, którym posługują się ludzie, oraz z różnic w postrzeganiu modelowanej rzeczywistości.

Współcześnie tworzone modele procesów biznesowych mają także pewną wadę, dość istotną w kontekście nowoczesnych systemów informatycznych opartych o paradygmat SOA – nie są one czytelne (przetwarzalne) dla maszyn. W wielu przedsiębiorstwach modele procesów biznesowych są używane wyłącznie w celu dokumentacji, jednakże w rzeczywistości procesy mają zupełnie inny przebieg od tego prezentowanego na diagramach⁵. Współczesne dobrze ugruntowane podejścia do BPM nie są w stanie odzwierciedlić szybkich zmian w złożonym środowisku gospodarczym, społecznym i prawnym⁶. Wraz z rozwojem i upowszechnianiem inżynierii i architektury opartej na modelach (MDA – *model-driven architecture*)⁷ modele mogą być wykorzystywane nie tylko w celach dokumentacji, ale również do automatycznego przetwarzania i generowania kodu programistycznego. Automatyczne przetwarzanie lub przeszukiwanie modeli procesów jest utrudnione z powodu niesformalizowanej terminologii używanej w nazwach i opisach takich elementów, jak: kroki procesów, jednostki struktury organizacyjnej, role aktorów itd. Wyżej wymienione nazwy i opisy są tworzone w języku naturalnym przez osobę modelującą proces, zatem często modele są niejednoznaczne, a ich zrozumienie wymaga interpretacji przez człowieka.

W ostatnich latach coraz więcej uwagi poświęca się idei zarządzania procesami, która zakłada współpracę pracowników organizacji, klientów i dostawców w zakresie współdzielenia i organizowania procesów z wykorzystaniem technologii Web 2.0. W takim otwartym środowisku współpracy niejednoznaczność opisów

⁵ W.M.P. van der Aalst, *Trends in Business Process Analysis – From Verification to Process Mining*, ICEIS 2007, Funchal 2007, s. IS-13–IS-22.

⁶ A. Gabor, A. Ko, I. Szabo, K. Ternai, K. Varga, *Compliance Check in Semantic Business Process Management*, Lecture Notes In Computer Science, 8186, Springer, Heidelberg 2013, s. 353–362.

⁷ www.omg.org.

i nazw elementów modeli może stworzyć trudności, szczególnie w przypadkach gdy zachodzi potrzeba porównania albo też połączenia modeli pochodzących z różnych organizacji. Naprzeciw tym problemom wychodzi technologia semantyczna, która wzbogaca dotąd stosowane podejścia, tworząc rozwiązania określane jako semantyczne zarządzanie procesami biznesowymi⁸.

Stworzenie „płaszczyzny porozumienia” pomiędzy różnymi modelami procesów wymaga stworzenia specyfikacji będącej formalnym zapisem wiedzy na ich temat⁹. Taka sformalizowana specyfikacja nosi nazwę „ontologii”. Słowo „ontologia” ma wiele znaczeń i definicji. Pierwotnie było używane na określenie działu filozofii zajmującego się opisywaniem natury bytu (*onto* oznacza w języku greckim byt, natomiast *logos* – naukę). Informatyczna definicja pojęcia ontologii jest w pewien sposób związana z jej filozoficznym ujęciem. Pierwszą definicję ontologii zaproponował T. Gruber¹⁰, określając ją jako „specyfikację konceptualizacji”. Inna definicja mówi, iż ontologię można określić jako katalog typów rzeczy. Wskazuje ona na podstawowe pojęcia i relacje, obejmując słownictwo danej dziedziny oraz reguły łączenia pojęć i relacji¹¹. Celem ontologii jest precyzyjne określenie znaczenia terminów używanych w danej dziedzinie w taki sposób, aby strony (ludzie lub maszyny) wymieniające informacje na temat tej dziedziny mogły dzięki ontologii uniknąć nieporozumień i dwuznaczności przekazu. W kontekście modelowania procesów ważne są dwa wymiary opisu semantycznego, które wymagają zdefiniowania ontologii:

- formy reprezentacji procesów – konieczne jest zdefiniowanie znaczenia, poszczególnych elementów diagramów,
- terminy używane w opisach modeli, np.: realizatorzy procesów, kompetencje i zakres działania realizatorów, zdarzenia, towary i usługi, surowce i półprodukty, rodzaje generowanych dokumentów, parametry opisu czasu i przestrzeni.

⁸ M. Hepp, L. Leymann, J. Domingue, A. Wahler, D. Fensel, *Semantic business process management: A vision towards using semantic web services for business process management*, ICEBE, 2005, s. 535–540.

⁹ A. Filipowska, M. Hepp, M. Kaczmarek, I. Markovic, *Organisational Ontology Framework for Semantic Business Process Management*, w: *Business Information Systems*, seria: „Lecture Notes in Business Information Processing”, t. 21, 2009, s. 1–12.

¹⁰ T. Gruber, *Toward Principles for the Design of Ontologies Used for Knowledge Sharing*, „International Journal Human-Computer Studies” 1995, vol. 43, issues 5–6, November, s. 907–928.

¹¹ A. Gomez-Perez, O. Corcho, M. Fernandez-Lopez, *Ontological Engineering with examples from the areas of Knowledge Management, e-Commerce and the Semantic Web*, Springer-Verlag, London 2004.

W zależności od zastosowanych ontologii pojawiają się nowe perspektywy zastosowań i analizy modeli procesów biznesowych.

4. Zastosowania semantyki w modelowaniu procesów

Posiadanie semantycznej reprezentacji modeli procesów biznesowych, zrozumiałej dla maszyn i interpretowalnej przez nie może przynieść wielorakie korzyści. Przegląd i analiza literatury przedmiotu z ostatnich 10 lat pozwoliły wyodrębnić wiele zastosowań modeli semantycznych we wspomaganie zarządzania procesami biznesowymi. Obecnie popularne narzędzia modelowania procesów rzadko pozwalają na tłumaczenie diagramów BPMN na postać wykonywalną – język BPEL. Funkcja ta jednak nie jest w pełni zautomatyzowana¹². Zastosowanie modelowania semantycznego pozwala na opisanie znaczenia każdego z elementów procesów w sposób zrozumiały dla maszyn. Dzięki opisowi semantycznemu można w sposób automatyczny odnaleźć odpowiednią usługę realizującą dane zadanie zdefiniowane w modelu. Oczywiście usługi również muszą być opisane w sposób semantyczny. Usługi zapisane w języku wykonawczym BPEL mogą być zatem automatycznie uruchamiane w kolejności i z parametrami opisanymi w modelu. Podejście semantyczne stwarza szerokie możliwości automatyzowania procesów biznesowych przebiegających w sferze informacyjnej (takich jak np.: wyszukiwanie ofert w Internecie, składanie zamówień, dokonywanie rezerwacji, realizowanie płatności elektronicznych).

Innym potencjalnym zastosowaniem semantycznych modeli procesów biznesowych jest ich wykorzystanie w systemach monitorowania BAM (*Business Activity Monitoring*). Rozwiązania typu BAM to systemy informatyczne dostarczające w czasie rzeczywistym kluczowe wskaźniki o działalności operacyjnej przedsiębiorstwa. Dzięki podejściu semantycznemu możliwe jest powiązanie elementów modeli procesów z odpowiadającymi im danymi w bazach systemów klasy ERP oraz danymi z logów funkcjonowania systemów. Przykładem takiego rozwiązania jest SENTINEL¹³ – rodzaj kokpitu menedżerskiego umożliwiającego

¹² http://sbpm2007.fzi.de/files/SBPM2007_Proceedings_A4.pdf#page=94 (data odczytu: 10.09.2014).

¹³ C. Pedrinaci, D. Lambert, B. Wetzstein, T. van Lessen, L. Cekov, M. Dimitrov, *SENTINEL: A Semantic Business Process Monitoring Tool*, *Ontology-supported Business Intelligence (OBI2008)* at 7th International Semantic Web Conference (ISWC2008), Karlsruhe 2008.

w czasie rzeczywistym wgląd w ewolucję i parametry procesu na wysokim poziomie abstrakcji.

Semantyka może być wykorzystana w obszarze drążenia danych o procesach biznesowych, w szczególności do wydobywania wiedzy procesowej ze zintegrowanych systemów informatycznych. Działanie takie określane jest mianem eksploracji procesów (ang. *proces mining*). Dane generowane podczas wykonywania procesów biznesowych w systemach informatycznych mogą być wykorzystane do analizowania, optymalizowania i rekonstruowania modeli procesów. Celem eksploracji procesów jest ekstrakcja wiedzy o procesach biznesowych z logów (rejestrów) systemów informatycznych¹⁴.

Jednym z powszechnie używanych systemów klasy ERP jest oprogramowanie SAP, które gromadzi logi transakcji w nim zachodzących. System ten nie był oryginalnie zaprojektowany w perspektywie podejścia procesowego. Warstwa procesowa została dodana później bez całkowitego przeprojektowania systemu pod kątem procesowym. W rezultacie logi systemowe nie są powiązane z procesami i nie mogą być bezpośrednio użyte do eksploracji procesów. J. Ingvaldsen i J. Gulla¹⁵ proponują rozwiązanie oparte na ontologiach, które pozwala wzbogacić wiedzę o rzeczywistych procesach przez wykorzystanie danych z logów systemu. Semantyczne modele procesów biznesowych mogą w konsekwencji wzbogacać możliwości analityczne oferowane przez systemy klasy *Business Intelligence*. Podejście semantyczne daje możliwość stworzenia odpowiednich modeli semantycznych, aby powiązać elementy procesów biznesowych z koncepcjami określonej dziedziny. Na przykład można wzbogacić modele procesów biznesowych o notację związaną z ryzykiem poszczególnych operacji¹⁶, które mogą być obrazowane w notacjach modelowania za pomocą bramek typu OR. Można powiedzieć, że model semantyczny koduje sposób oceny ryzyka poszczególnych operacji i pozwala wykorzystać tę wiedzę podczas modelowania przyszłych procesów.

¹⁴ W.M.P. van der Aalst, *Process Mining: Discovery, Conformance and Enhancement of Business Processes*, Springer, Berlin–Heidelberg 2011.

¹⁵ J. Ingvaldsen, J. Gulla, *Semantic business process mining of SAP Transactions*, w: *Handbook of Research on Complex Dynamic Process Management: Techniques for Adaptability in Turbulent Environments*, red. M. Wang, Z. Sun, Business Science Reference, Hershey, PA 2010, s. 416–429.

¹⁶ S. Suriadi, M.T. Wynn, C. Ouyang, A.H.M. ter Hofstede, N. van Dijk, *Understanding Process Behaviours in a Large Insurance Company in Australia: A Case Study*, Proceedings of the 25th International Conference on Advanced Information Systems Engineering (CAISE), vol. 7908, LNCS, Springer, 2013, s. 449–464.

Obecnie istnieje wiele podejść i narzędzi umożliwiających realizację podejścia semantycznego do modelowania procesów i zarządzania nimi. Językiem zapisu wiedzy w postaci semantycznej jest z reguły język OWL (*Web Ontology Language*) lub RDFS. Jednakże są to języki o dość skomplikowanej składni, trudno wymagać, aby posługiwali się nimi analitycy i menedżerowie. Dlatego też współczesne narzędzia do tworzenia ontologii i zasobów semantycznych oferują wizualne interfejsy użytkownika. MS Visio jest jednym z popularnych narzędzi używanych do dokumentowania procesów biznesowych, jego zaletą jest integracja z serwerem MS SharePoint. W celu zachowania jakości i spójności modeli można zastosować narzędzie SemTalk¹⁷, które ułatwia zachowanie zgodności ze standardami i ponowne wykorzystanie treści przechowywanych we współdzielonym repozytorium. Innym narzędziem realizującym jednocześnie koncepcję Web 2.0 i Web 3.0, które może służyć prezentacji procesów i ich publikacji w wewnętrznej sieci przedsiębiorstwa, jest Semantic MediaWiki¹⁸. Ta platforma udostępniana na licencji *Open Source* może wspomagać współpracę w zakresie modelowania procesów realizowaną w ramach portalu korporacyjnego, intranetu lub Internetu. Jako oprogramowanie *Open Source*, MediaWiki może stanowić dobre narzędzie wspomagające procesy modelowania, w szczególności dla małych i średnich przedsiębiorstw, których nie stać na drogie systemy informatyczne wspomagające modelowanie oraz usługi wysokiej klasy specjalistów – analityków. Należy zauważyć, iż platformy typu wiki mogą być wzbogacane o nowe funkcjonalności przez instalowanie rozszerzeń, przykładowo GraphViz, Graph, Wgraph, Dia¹⁹. Każda zatem organizacja może stworzyć specyficzną konfigurację najbardziej odpowiadającą swoim potrzebom.

5. Podsumowanie

Z jednej strony rozwiązania semantyczne wspomagające zadania w zakresie BPM stwarzają możliwość automatyzacji wykonywania procesów biznesowych odbywających się w sferze informacyjnej przez wywoływanie odpowiednich

¹⁷ <http://www.semtation.de/index.php/en> (data odczytu: 10.09.2014).

¹⁸ I. Pawełoszek, *Wykorzystanie Semantic Mediawiki w doskonaleniu modeli procesów biznesowych*, „Zeszyty Naukowe” Uniwersytetu Szczecińskiego, nr 112, „Ekonomiczne Problemy Usług”, Wydawnictwo Uniwersytetu Szczecińskiego, Szczecin 2014, s. 411–419.

¹⁹ Pełną listę rozszerzeń można znaleźć na stronach MediaWiki: http://www.mediawiki.org/wiki/Category:Graph_extensions (data odczytu: 10.09.2014)

usług sieci Web. Z drugiej strony wykorzystując ontologie oraz semantyczne anotacje modeli procesów biznesowych, można zautomatyzować wiele zadań związanych z projektowaniem procesów – porównywaniem, łączeniem modeli. Ponadto systemy wzbogacone o podejście semantyczne mogą stanowić cenne narzędzie analityczne służące monitorowaniu i doskonaleniu procesów.

Paradygmat BPM i jego praktyczna realizacja przez architektury zorientowane na usługi zdają się bardzo obiecującym kierunkiem rozwoju technologii informacyjnej dla biznesu. Semantyczne modelowanie procesów biznesowych zyskuje popularność, a z czasem stanie się standardem pozwalającym stosującym go przedsiębiorstwom włączać się w dynamicznie generowane wirtualne struktury organizacyjne budowane na podstawie inteligentnej architektury zorientowanej na usługi²⁰.

Opublikowanie modeli oraz ich opisów w postaci semantycznej w intranecie lub za pomocą kokpitów menedżerskich sprawia, że przestają one być jedynie formą biurokratycznej dokumentacji, a stają się sposobem dynamicznego przekazywania wiedzy o stanie obecnym organizacji. Użycie semantycznych narzędzi modelowania wspomaga zarządzanie procesami biznesowymi w szczególności w obszarze optymalizacji procesów i ich dostosowywania do dynamicznie zmieniających się uwarunkowań otoczenia gospodarczego.

Bibliografia

- Filipowska A., Hepp M., Kaczmarek M., Markovic I., *Organisational Ontology Framework for Semantic Business Process Management*, w: *Business Information Systems*, seria: „Lecture Notes in Business Information Processing”, t. 21, 2009, s. 1–12.
- Gabor A., Ko A., Szabo I., Ternai K., Varga K., *Compliance Check in Semantic Business Process Management*, „Lecture Notes In Computer Science, 8186, Springer, Heidelberg 2013, s. 353–362.
- Gawin B., Marcinkowski B., *Symulacja procesów biznesowych – standardy BPMS i BPMN w praktyce*, Helion, Gliwice 2013.
- Gomez-Perez A., Corcho O., Fernandez-Lopez M., *Ontological engineering with examples from the areas of Knowledge Management, e-Commerce and the Semantic Web*, Springer-Verlag, London 2004.

²⁰ I. Pawełoszek, *Technologie semantycznego Internetu w kreowaniu przedsiębiorczości nowej ery*, w: *Wiedza i technologie informacyjne w kreowaniu przedsiębiorczości*, red. D. Jeloniek, A. Nowicki, Sekcja Wydawnictw Wydziału Zarządzania Politechniki Częstochowskiej, Częstochowa 2013, s. 29–37.

- Gruber T., *Toward Principles for the Design of Ontologies Used for Knowledge Sharing*, „International Journal Human-Computer Studies” 1995, vol. 43, issues 5–6, November, s. 907–928.
- Hepp M., Leymann L., Domingue J., Wahler A., Fensel D., *Semantic business process management: A vision towards using semantic web services for business process management*, ICEBE, 2005.
- Ingvaldsen J., Gulla J., *Semantic business process mining of SAP Transactions*, w: *Handbook of Research on Complex Dynamic Process Management: Techniques for Adaptability in Turbulent Environments*, red. M. Wang, Z. Sun, Business Science Reference, Hershey, PA 2010, s. 416–429.
- Pawełoszek I., *Technologie semantycznego Internetu w kreowaniu przedsiębiorczości nowej ery*, w: *Wiedza i technologie informacyjne w kreowaniu przedsiębiorczości*, red. D. Jelonek, A. Nowicki, Sekcja Wydawnictw Wydziału Zarządzania Politechniki Częstochowskiej, Częstochowa 2013, s. 29–37.
- Pawełoszek I., *Wykorzystanie Semantic Mediawiki w doskonaleniu modeli procesów biznesowych*, „Zeszyty Naukowe” Uniwersytetu Szczecińskiego, nr 112, „Ekonomiczne Problemy Usług”, Wydawnictwo Uniwersytetu Szczecińskiego, Szczecin 2014, s. 411–419.
- Pedrinaci C., Lambert D., Wetzstein B., van Lessen T., Cekov L., Dimitrov M., *SENTINEL: A Semantic Business Process Monitoring Tool*, w: *Ontology-supported Business Intelligence (OBI2008)*, 7th International Semantic Web Conference (ISWC2008), Karlsruhe 2008.
- Polak P., Wieczorkowski J., *Rozwój metod modelowania procesów biznesowych dla potrzeb wytwarzania systemów informatycznych*, w: *Podejście procesowe w organizacjach*, red. S. Nowosielski, „Prace Naukowe” Uniwersytetu Ekonomicznego we Wrocławiu, nr 169, Wrocław 2011, s. 266–272.
- Suriadi S., Wynn M.T., Ouyang C., ter Hofstede A.M.T., van Dijk N., *Understanding Process Behaviors in a Large Insurance Company in Australia: A Case Study*, Proceedings of the 25th International Conference on Advanced Information Systems Engineering (CAiSE), vol. 7908, LNCS, Springer, 2013, s. 449–464.
- Van der Aalst W.M.P., *Process Mining: Discovery, Conformance and Enhancement of Business Processes*, Springer, Berlin–Heidelberg 2011.
- Van der Aalst W.M.P., *Trends in Business Process Analysis – From Verification to Process Mining*, ICEIS 2007, Funchal 2007, s. IS-13–IS-22.
- Wieczorkowski J., Polak P., *Customization of Software Packages – technology and business process perspectives*, w: *Proceedings of the IADIS International Conference Information Systems*, red. M.B. Nunes, P. Isaías, P. Powell, IADIS Press, Porto 2010, s. 291–295.

Źródła sieciowe

http://sbpm2007.fzi.de/files/SBPM2007_Proceedings_A4.pdf#page=94 (data odczytu: 10.09.2014).

http://www.mediawiki.org/wiki/Category:Graph_extensions (data odczytu: 10.09.2014).

<http://www.omg.org> (data odczytu: 10.09.2014).

<http://www.semtation.de/index.php/en/> (data odczytu: 10.09.2014).

* * *

Semantic issues in business process modeling

Summary: The paper presents issues concerning business process modeling, which is a field that covers borderline areas related to management and information technology. The relevance of process modeling for information technology has become more explicit, due to the recent developments and proliferation of such technologies as Web Services and Semantic Web. The aim of the paper is to highlight the possibilities of applying semantics to business process modeling and to present the advantages of semantic approach in business process modeling.

Keywords: business process modeling, business process management, semantic models of processes