

**Tadeusz NOWICKI**

Wojskowa Akademia Techniczna, 00-908 Warszawa, ul. Kaliskiego 2  
Politechnika Świętokrzyska, 25-314 Kielce, Al. 1000-lecia Państwa Polskiego 7  
E-mail: tadeusz.nowicki@wat.edu.pl

## **Modelowanie, symulacja i analiza systemów w środowisku WebSphere Business Modeler**

### **1 Wprowadzenie**

Modelowanie rzeczywistości jest sztuką, która jest nieodłącznym elementem większości badań i analiz złożonych systemów [1]. Dzieje się tak pomimo tego, że istnieje świadomość, iż często trzeba akceptować modele, których własności odbiegają znacząco od cech modelowanego systemu. Akceptacja tego stanu rzeczy wynika wprost z konieczności przeprowadzenia pewnych badań, których realizacja w rzeczywistym systemie jest czasem zbyt droga, zbyt trudna albo niebezpieczna, a zdarza się nawet, że jest ona nieakceptowana społecznie lub często zgoła niemożliwa.

Jedną z podstawowych trudności w modelowaniu złożonych systemów jest uwzględnienie w modelowanej rzeczywistości działań decyzyjnych [2], [5], których elementami są najczęściej ludzie. Wiąże się to z nieprzewidywalnością działań człowieka. Pojawia się wtedy konieczność uwzględniania licznych i skomplikowanych procedur decyzyjnych. Można pokazać, że wiele z nich to pewne określone i dobrze zdefiniowane standardy decyzyjne, natomiast inne mają charakter bardziej indywidualny, związany ściśle z rozpatrywanym właśnie problemem. Procedury decyzyjne, o ile wyłącza się z rozważań decyzje pochopne, nieuzasadnione żadnymi racjonalnymi przesłankami, można opisać formalnie za pomocą różnych metod i technik. Czasem są to jedynie opisy wypunktowujące poszczególne etapy procesów decyzyjnych, innym razem ma się do czynienia ze skomplikowanymi modelami matematycznymi dającymi, na podstawie ustalonych ściśle danych wejściowych, wyniki sugerujące pożądany sposób postępowania dla osiągnięcia zamierzonego celu.

Różnorodność opisów formalnych procesów decyzyjnych, w tym zarządczych, nie ułatwia komunikacji między różnymi podmiotami decyzyjnymi. Stwarza liczne kłopoty w tym względzie. Pojawił się, zatem naturalny trend do opracowania takiego sposobu opisu formalnego procesów, zwanych biznesowymi, z elementami wspomagania decyzji, aby był on z jednej strony zunifikowany, jednolity dla wszystkich zainteresowanych podmiotów decyzyjnych, a z drugiej strony charakteryzował się jednoznacznością i dużą czytelnością. Ponadto, niezwykle ważną stała się również potrzeba stworzenia komputerowych środowisk programowych wspomagających proces powstawania, modyfikacji, składowania oraz analizy opisów formalnych procesów zarządzania.

W połowie lat siedemdziesiątych powstała koncepcja opisu różnego typu zagadnień zarządczych i decyzyjnych w postaci tak zwanych diagramów procesów biznesowych. Idea ta wywodzi się w pewnej mierze z powstałych wcześniej, dość rewolucyjnych w swoim czasie, koncepcji opisu funkcjonowania różnego typu organizacji za pomocą

procesów, a nie struktury organizacyjnej i zadań cząstkowych realizowanych przez jednostki składające się na tę organizację.

Metody tworzenia diagramów procesów biznesowych w programowych środowiskach modelowania funkcjonalności oprogramowania obserwuje się zarówno w środowiskach wytwarzania oprogramowania, jak i w analizie rzeczywistych procesów, na przykład w przedsiębiorstwach. Nie należy jednak mylić tych dwóch kierunków w opisach procesów biznesowych. Te pierwsze prowadzą do uzyskania wymagań funkcjonalnych na oprogramowanie, natomiast w drugim przypadku aktywność jest po stronie analityków systemów rzeczywistych i uzyskuje się tu informacje o tym, czy struktura systemu jest odpowiednia dla realizacji realizowanych zadań, czy istnieją wąskie gardła w systemie, czy zasoby są należycie wykorzystywane, itp. Z punktu widzenia procesów zarządzania istotna jest analiza procesów w systemach rzeczywistych.

Powstały zaawansowane środowiska programowe wspomagające proces modelowania procesów biznesowych, ich symulacji i analizy. Do popularnych środowisk zaliczyć można oprogramowanie ARIS firmy IDS Scheer, Websphere Business Modeler firmy IBM, oprogramowanie iGrafx firmy Corel, Power Designer firmy Sybase i inne. W większości z nich istnieje możliwość symulacji procesów biznesowych dla uzyskania charakterystyk dynamicznych funkcjonowania modelowanej organizacji.

## 2 Modelowanie procesów biznesowych

Podstawowym elementem opisującym wybrane i nietrywialnie zagadnienie o charakterze zarządczym jest odpowiadający jemu proces decyzyjny. Procesy decyzyjne są zazwyczaj złożone z wielu następujących po sobie sekwencji działań, których efekty powodują warunkową zmianę dalszego postępowania. Warunki te nie zawsze mają charakter jedynie logicznych formuł. Jeśli tak byłoby, to ma się wtedy do czynienia z sytuacją decyzyjną, którą można opisać za pomocą tak zwanego procesu biznesowego.

Proces biznesowy jest zbiorem wielu powiązanych wzajemnie ze sobą działań i realizowanych dla ściśle określonego celu. Jest też formalnym opisem powiązanych ze sobą działań. Formalizm tego typu jest niezbędny, jeśli zachodzi potrzeba analizy złożonych działań przedstawionych przez procesy biznesowe. Procesy biznesowe, opisane w postaci notacji BPMN (ang. Business Processes Modeling Notation). Notacja BPMN została stworzona z myślą o umożliwieniu łatwej współpracy analitykom, pracownikom biznesowym oraz projektantom i programistom. Z jednej strony diagramy procesów biznesowych powstałe zgodnie z tą notacją miały być czytelny i zrozumiały dla osoby bez wiedzy technicznej, a z drugiej strony na tyle rozbudowany, żeby mógł zawrzeć wszystkie informacje o procesie biznesowym.

Podstawowe zalety dla projektanta-analityka opisu funkcjonowania systemu przy użyciu notacji BPMN są następujące:

- opis ten jest graficzną reprezentacją modelu systemu,
- jest łatwo modyfikowalnym modelem systemu,
- jest opisem prostym i zarazem intuicyjnym w stosowaniu, przy czym jest na tyle rozbudowany, żeby uwzględnić wszystkie elementy i aspekty modelowanego systemu,
- umożliwia modelowanie na różnych poziomach abstrakcji,
- najczęściej jest wspierany komputerowo,

- jest zrozumiały przez osobę nie posiadającą wiedzy z zakresu IT.

Jeśli opis funkcjonowania systemu jest wspierany komputerowo, to umożliwia to zazwyczaj zasymulowanie bądź przetestowanie stworzonego modelu systemu.

Diagramy procesów biznesowych w notacji BPMN składają się z następujących, podstawowych elementów:

- działań (activity, function) – są to opisy elementów procesów biznesowych, które określają jeden logiczny krok w procesie,
- zdarzeń (event) – określają stan procesu początkowy, pośredni lub końcowy,
- warunków logicznych (gateway) – reprezentują one zmiany sterowania w procesie biznesowym,
- role (swimming line) – odpowiadają zakresom odpowiedzialności osób lub jednostek organizacyjnych, w których kompetencjach jest realizacja określonych działań,
- sterowanie (connection) – definiują przepływ sterowania między poszczególnymi elementami w procesach biznesowych,
- innych obiektów stanowiących elementów procesów biznesowych.

Warto pamiętać, że modelowanie systemu, w tym jego procesów biznesowych, nie powinno być wykonywane bez określenia potrzeb w tym zakresie. Analiza funkcjonowania systemu może być wykonana w dwóch aspektach:

- badania statyczne – dokonywane są na podstawie oglądu diagramów procesów biznesowych systemu i dotyczą prostej zazwyczaj ich analizy,
- badania dynamiczne – funkcjonowanie systemu jest analizowane na podstawie przeprowadzonych eksperymentów symulacyjnych, które pozwalają na zbadanie dynamiki jego funkcjonowania.

Badanie dynamicznych własności funkcjonowania systemu dzięki eksperymentom symulacyjnym pozwala między innymi na:

- przedstawienie działania procesu biznesowego dla różnych scenariuszy jego funkcjonowania,
- oszacowanie czasu realizacji oraz kosztów funkcjonowania systemu i jego elementów składowych,
- zbadanie wpływu rodzaju i wielkości dostępnych zasobów na efektywność funkcjonowania systemu,
- efektywne sterowanie łańcuchem dostaw zasobów,
- zbadanie wpływu zmiany czasów wykonania zadań na efektywność funkcjonowania systemu,
- zbadanie wpływu zmian kosztów wykonania zadań na efektywność funkcjonowania systemu,
- zbadanie wpływu zmian intensywności inicjowania instancji poszczególnych procesów biznesowych na efektywność funkcjonowania systemu,
- zbadanie własności funkcjonowania systemu dla dużych obciążeń oraz wyznaczenie dla niego ścieżek krytycznych i wąskich gardeł,
- ogólnie pojętą optymalizację efektywności funkcjonowania systemu.

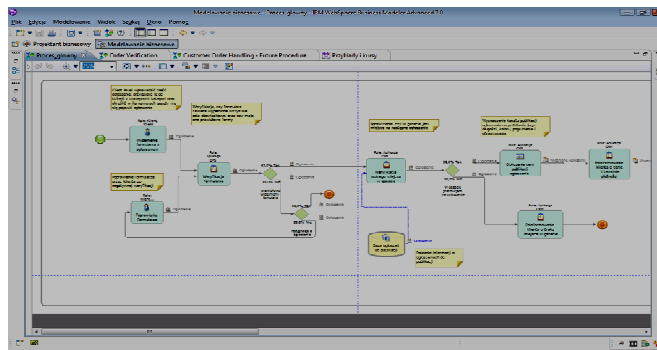
Przykładem środowiska programowego, zgodnego z notacją BPMN, w którym istnieje możliwość przedstawienia, nie tylko struktury działań charakterystycznych dla wybranej

organizacji, lecz również dynamiki jej funkcjonowania, jest WebSphere Business Modeler Advanced (WSBM) firmy IBM. Pozwala ono na badanie efektywności funkcjonowania organizacji. Naturalną metodą jest wcześniejsze przedstawienie procesów biznesowych w postaci modelu formalnego. W tym przypadku model formalny budowany jest właśnie w środowisku programowym WSBM. Istnieje w nim wbudowany symulator [3], [4] pozwalający na przeprowadzenie badań dynamiki funkcjonowania procesów. Pozwala to na uzyskanie charakterystyk dynamicznych procesów biznesowych, które w odróżnieniu od badań statycznych, na przykład szacowania analitycznego wąskich gardeł lub określania najgorszych przypadków. Daje też możliwość uzyskania szeregu ciekawych wniosków dotyczących zachowań tych procesów w dynamice ich funkcjonowania. Wymaga to przygotowania dodatkowych parametrów związanych z dynamiką procesów: czasów trwania działań, prawdopodobieństw opisujących działania i zdarzenia, itp. Środowisko to daje też możliwość graficznego przedstawienia wyników symulacyjnych badań efektywności złożonych systemów.

### 3 Modelowanie systemów w WebSphere Business Modeler

WebSphere Business Modeler jest środowiskiem programowym do wspomagania modelowania, symulacji i analizy procesów biznesowych. Może być używany przez użytkowników spoza środowiska informatyków. Daje możliwość ustalania różnego typu kosztów i czasów realizacji działań. Ma wbudowany symulator zdarzeniowy pozwalający na symulację funkcjonowania systemu. Ma również możliwości w zakresie zobrazowania wyników eksperymentów symulacyjnych.

Praca w środowisku WebSphere Business Modeler jest intuicyjnie prosta. Poszczególne diagramy procesów biznesowych tworzone w tym środowisku składają się z typowych elementów zdefiniowanych w notacji BPMN. Oczywiście, każde ze środowisk modelowania, symulacji i analizy funkcjonowania złożonych systemów ma swoje indywidualne własności, jednak same zasady modelowania są w nich niezmiennie. Przykład diagramu procesu biznesowego stworzonego w środowisku WebSphere Business Modeler przedstawiony został na rysunku Rys.1.

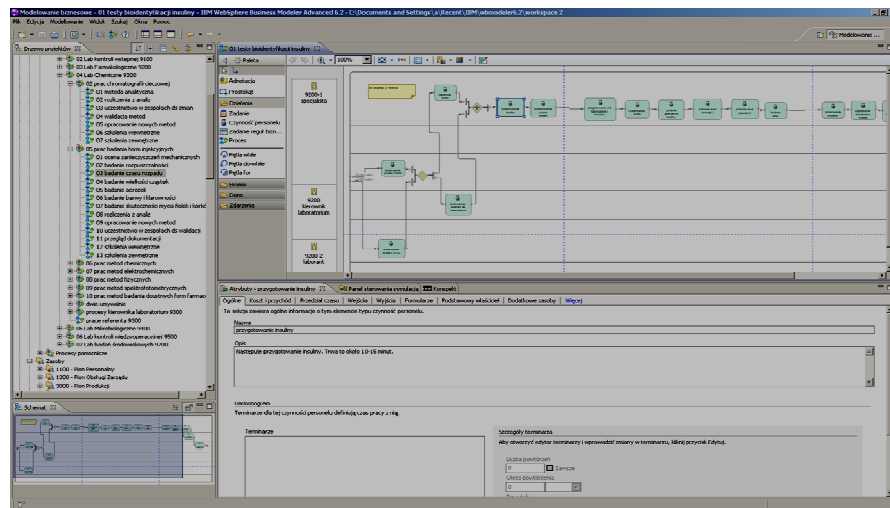


Rys. 1. Przykład procesu biznesowego zbudowanego w WebSphere Business Modeler [6]

Fig. 1. Example of business process diagram made in WebSphere Business Modeler [6]

W diagramach procesów biznesowych znajdują się zdarzenia początkowe, zdarzenia końcowe, działania, bramki logiczne, przepływy sterowań, opisy obiektów, zasoby procesu, itd. Wszystkie one powiązane ze sobą stanowią model wybranego wycinka rzeczywistości w funkcjonowaniu systemu.

Interfejs modelowania w środowisku WebSphere Business Modeler jest czytelny i łatwy w obsłudze. Postać interfejsu przedstawiona jest na rysunku Rys.2. W oknie modelowania konstruowane są diagramy definiujące procesy określone w opisie funkcjonowania systemu. Inne okna zawierają narzędzia środowiska, możliwość podglądu modeli, opis zdefiniowanych obiektów, paletę symboli, itd.



Rys. 2. Paleta główna środowiska WebSphere Business Modeler

Fig. 2. Main palette of WebSphere Business Modeler environment

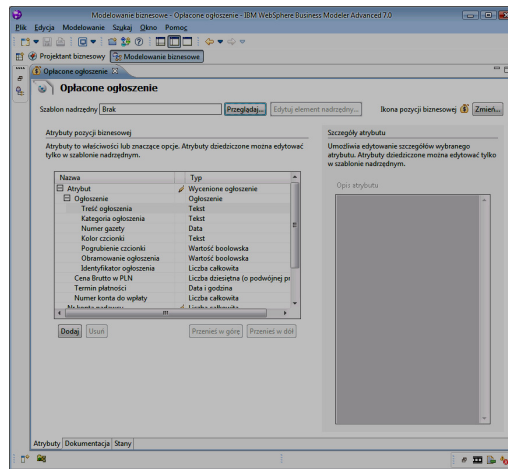
W prawym oknie palety znajduje się struktura całego modelu systemu. Składają się na nią elementy struktury organizacyjnej, poszczególne i pogrupowane diagramy procesów biznesowych, definicje zasobów, składy personalne poszczególnych jednostek organizacyjnych, itp. Pod diagramem procesu biznesowego, który umieszczony jest w prawym górnym oknie, znajdują się opisy wyodrębnionych i wskazanych kursorem obiektów: działań, bramek logicznych, zasobów, itp. Sam diagram podzielony jest na obszary definiujące zakresy odpowiedzialności różnych osób lub jednostek organizacyjnych, w odniesieniu do działań zdefiniowanych w tych obszarach. Po lewej stronie diagramu w pionowym polu znajduje się paleta symboli, gdzie umieszczone zostały elementy, z jakich można budować diagramy procesów biznesowych.

Graficzna notacja BPMN, jaka została wykorzystana do tworzenia modeli procesów, bardzo nieznacznie różni się od oficjalnej notacji BPMN zaproponowanej przez BPMI (Business Process Management Initiative). Podstawowymi różnicami są zmienione symbole graficzne, jednak dzięki temu diagramy są bardziej czytelne. Ponadto, brak tu pewnych elementów: niektórych rodzajów bramek logicznych, pewnych typów zdarzeń, itp. Nie wpływa to jednak ujemnie na sam proces modelowania funkcjonowania systemu.

WebSphere Business Modeler posiada z kolei dodatkowe elementy, w stosunku do notacji BPMN, pozwalające na bogatszy opis funkcjonowania systemu. Dużą zaletą aplikacji jest bogata możliwość konfiguracji wyglądu diagramów procesów biznesowych.

Ważną funkcjonalnością środowiska WebSphere Business Modeler jest możliwość tworzenia pozycji biznesowych (Rys.3.), czyli struktur danych biznesowych, które są przekazywane między zadaniami w trakcie realizacji procesu biznesowego. Pozycja biznesowa składa się ze zbioru danych, które mają określony typ, np.: tekst, data, godzina, liczba, itp. Stworzone pozycje biznesowe przypisuje się do wejść lub diagramów procesów biznesowych.

Tworzenie pozycji biznesowej wraz z określeniem jej własności i atrybutów jest przedstawione na rysunku Rys.3.



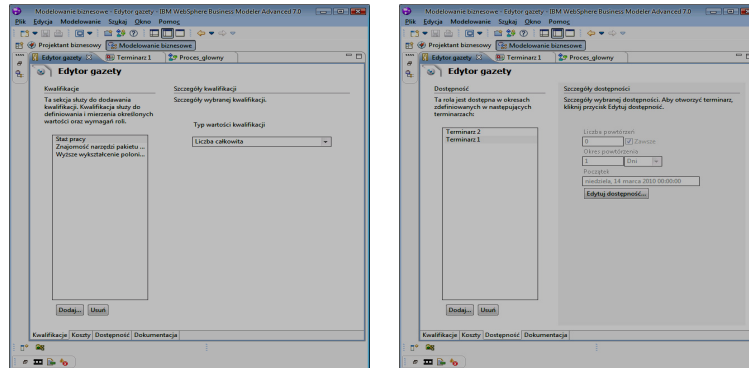
Rys. 3. Tworzenie pozycji biznesowej w WebSphere Business Modeler [6]

Fig. 3. Business position creation in WebSphere Business Modeler [6]

Pozycje biznesowe pozwalają na ustalenie przepływu sterowania pomiędzy poszczególnymi diagramami procesów biznesowych oraz na określenie częstotliwości ich występowania. Pozycje biznesowe są pewną nowością, zaproponowaną przez firmę IBM, dla środowisk wspomagających modelowanie, symulację i analizę procesów biznesowych.

Do każdego zadania w diagramie procesu biznesowego można przypisać rolę, która określa odpowiedzialnego za realizację tej części procesu biznesowego. Definiując rolę można przypisać jej kwalifikację, jakie są wymagane od jej realizatora, poniesione koszty pracy (jednostkowe lub na jednostkę czasu), dostępność, w jakiej dana „instancja” pełni rolę, itd. (Rys.4.).

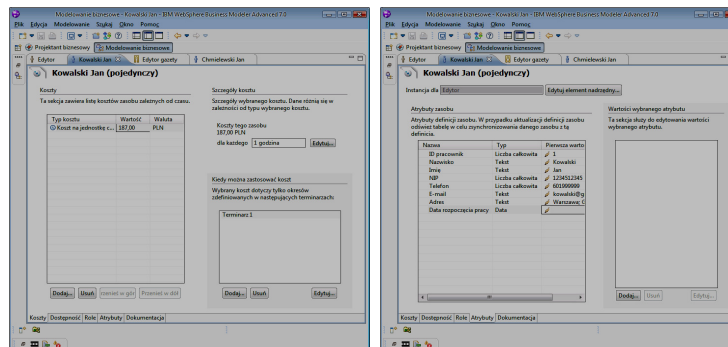
## Modelowanie, symulacja i analiza systemów w środowisku WebSphere Business Modeler



Rys. 4. Sposób definiowania ról w WebSphere Business Modeler [6]

Fig. 4. The way to define rules in WebSphere Business Modeler [6]

Do każdego zadania w diagramie biznesowym można przypisać definicję zasobu potrzebnego do jego realizacji. Zasoby dzielone są na zasoby pojedyncze (człowiek będący pracownikiem, klientem, podwykonawcą, itp.) oraz masowe (urządzenie mogące występować w dowolnej liczbie, np.: komputer, maszyna, narzędzie, usługa, itp.). Każda z instancji zasobu tworzona jest zgodnie ze zdefiniowanym wzorcem, który określa dla niej zbiór atrybutów. Tworzenie zasobu personalnego (osobowego, kadrowego) pokazane jest na rysunku (Rys.5).



Rys. 5. Określanie zasobu personalnego w WebSphere Business Modeler [6]

Fig. 5. Personal resource determining in WebSphere Business Modeler [6]

Środowisko WebSphere Business Modeler umożliwia analitykom biznesowym wszechstronnie analizować skonstruowane diagramy biznesowe odpowiadające funkcjonowaniu systemu. Przeprowadzić można analizę statyczną na podstawie automatycznie generowanych i wcześniej predefiniowanych raportów (Rys.6) zawierających zestawienie wszystkich informacji ujętych w procesach biznesowych. Analiza ta wykonywana jest bez uruchomienia procesów symulacyjnych.

| Działanie                                              | Przyczyna                                                                                                                                                                                                                          |
|--------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Obliczenie ceny publikacji ogłoszenia                  | Ilość wymaganych zasobów o rodzaju lub roli Aplikacja CMS wynosi 1.0 jednostka, ale dostępna ilość to 0.0 jednostki.                                                                                                               |
| Poinformowanie Klienta o braku miejsca w gazecie       | Ilość wymaganych zasobów o rodzaju lub roli Aplikacja CRM wynosi 1.0 jednostka, ale dostępna ilość to 0.0 jednostki.                                                                                                               |
| Poinformowanie Klienta o braku wpłaty                  | Ilość wymaganych zasobów o rodzaju lub roli Aplikacja CRM wynosi 1.0 jednostka, ale dostępna ilość to 0.0 jednostki.                                                                                                               |
| Poinformowanie Klienta o cenie i terminie płatności    | Ilość wymaganych zasobów o rodzaju lub roli Aplikacja CRM wynosi 1.0 jednostka, ale dostępna ilość to 0.0 jednostki.                                                                                                               |
| Poinformowanie o niepoprawnej kwocie                   | Ilość wymaganych zasobów o rodzaju lub roli Aplikacja CRM wynosi 1.0 jednostka, ale dostępna ilość to 0.0 jednostki.                                                                                                               |
| Poinformowanie o powodzie odrzucenia treści ogłoszenia | Ilość wymaganych zasobów o rodzaju lub roli Aplikacja CRM wynosi 1.0 jednostka, ale dostępna ilość to 0.0 jednostki.                                                                                                               |
| Poinformowanie o przyjęciu ogłoszenia                  | Ilość wymaganych zasobów o rodzaju lub roli Aplikacja CRM wynosi 1.0 jednostka, ale dostępna ilość to 0.0 jednostki.                                                                                                               |
| Poprawienie formularza                                 | Ilość wymaganych zasobów o rodzaju lub roli Klient wynosi 1.0 jednostka, ale dostępna ilość to 0.0 jednostki. Ilość wymaganych zasobów o rodzaju lub roli Aplikacja CMS wynosi 1.0 jednostka, ale dostępna ilość to 0.0 jednostki. |
| Umieszczenie ogłoszenia w matrycy gazet                | Ilość wymaganych zasobów o rodzaju lub roli Aplikacja CMS wynosi 1.0 jednostka, ale dostępna ilość to 0.0 jednostki.                                                                                                               |
| Usunięcie ogłoszenia z matrycy gazet                   | Ilość wymaganych zasobów o rodzaju lub roli Aplikacja CMS wynosi 1.0 jednostka, ale dostępna ilość to 0.0 jednostki.                                                                                                               |
| Weryfikacja formularza                                 | Ilość wymaganych zasobów o rodzaju lub roli Aplikacja CMS wynosi 1.0 jednostka, ale dostępna ilość to 0.0 jednostki.                                                                                                               |
| Wielkość wpłaty                                        | Działanie musi mieć co najmniej jedno z pięci połączonych kryteriów wejściowych.                                                                                                                                                   |
| Wypełnienie formularza z ogłoszeniem                   | Ilość wymaganych zasobów o rodzaju lub roli Klient wynosi 1.0 jednostka, ale dostępna ilość to 0.0 jednostki. Ilość wymaganych zasobów o rodzaju lub roli Aplikacja CMS wynosi 1.0 jednostka, ale dostępna ilość to 0.0 jednostki. |
| Zadanie                                                | Ilość wymaganych zasobów o rodzaju lub roli Aplikacja CRM wynosi 1.0 jednostka, ale dostępna ilość to 0.0 jednostki.                                                                                                               |

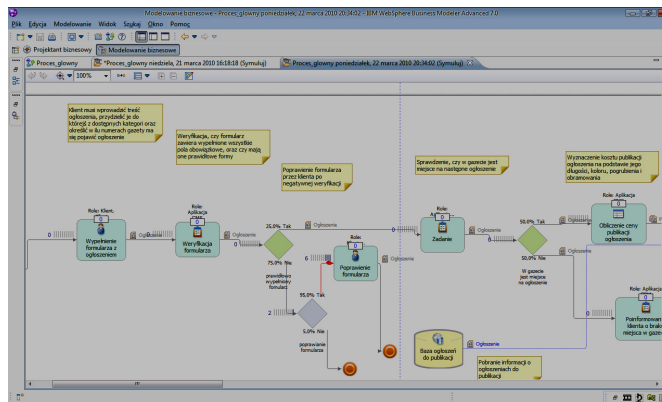
Rys. 6. Raport analizy statycznej w WebSphere Business Modeler [6]

Fig. 6. Static analysis report in WebSphere Business Modeler [6]

Liczne i ważne, z praktycznego punktu widzenia, charakterystyki procesów biznesowych, wymagają jednak uruchomienia eksperymentów symulacyjnych.

#### 4 Symulacja w środowisku WebSphere Business Modeler

Symulacja w środowisku WebSphere Business Modeler opiera się na mechanizmie symulacji zdarzeniowej. Generowane są i przekazywane od obiektu do obiektu tak zwane tokeny, animowane w trakcie eksperymentu symulacyjnego w postaci przepływu czerwonego znacznika w strukturze diagramu (Rys.7.). Token odzwierciedla zatem przepływ sterowania w procesie biznesowym. Sam fakt wygenerowanie tokenu jest zatem równoznaczny z zainicjowaniem jednej instancji procesu biznesowego.



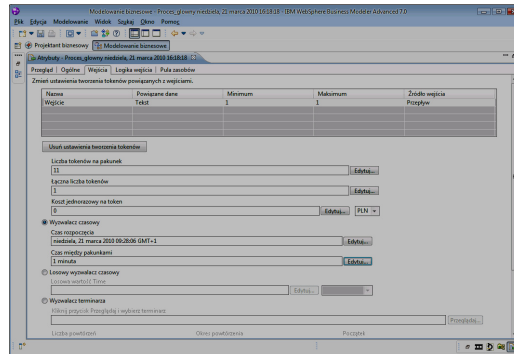
Rys. 7. Uruchomiony eksperyment symulacyjny w WebSphere Business Modeler [6]

Fig. 7. Simulation experiment executed in WebSphere Business Modeler [6]

Przed uruchomieniem procesu symulacji ustalić można, w wyjątkowo wygodny i naturalny sposób, wartości licznych atrybutów elementów wchodzących w skład diagramów procesów biznesowych, na przykład składowe koszty i czasy trwania poszczególnych działań, obowiązująca w rozliczeniach waluta, prawdopodobieństwa







Rys. 11. Określanie głównych parametrów eksperymentu symulacyjnego  
 Fig. 11. Determination of simulation experiment main parameters

Sposób uruchamiania, sterowania i rejestrowania wyników eksperymentów symulacyjnych jest w praktyce automatyczny, wymagający od analityka jedynie określenia charakterystyk, jakie będą go interesowały po zakończeniu eksperymentu. Wybór charakterystyk jest również wspomagany zrozumiałym dla użytkownika interfejsem.

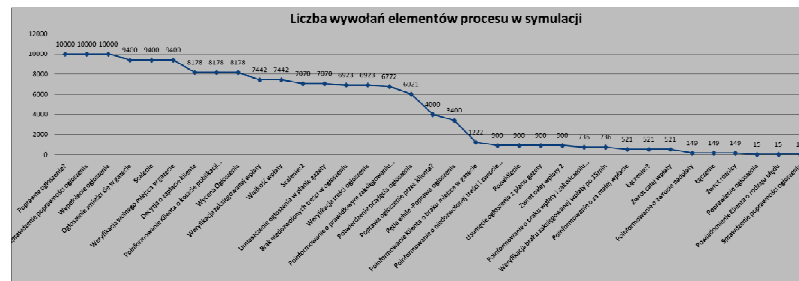
## 5 Wyniki eksperymentów symulacyjnych w WebSphere Business Modeler

Dzięki rozbudowanym atrybutom, określającym sposób wykonania symulacji, możliwe jest skonstruowanie eksperymentów symulacyjnych, które odpowiadać będą potrzebom analityka. Najważniejszą cechą dobrze zaprojektowanego eksperymentu symulacyjnego jest dokładne odzwierciedlenie działania procesu biznesowego. Ponadto uzyskać można informacje pozwalające między innymi na:

- oszacowanie składowych czasu realizacji procesu biznesowego,
- oszacowanie składowych kosztów funkcjonowania procesu biznesowego,
- zbadanie wpływu zmiany dostępności zasobów na efektywność procesu biznesowego,
- zbadanie wpływu zmiany składowych poszczególnych czasów wykonania poszczególnych zadań na czas realizacji całego procesu biznesowego,
- zbadanie wpływu zmiany składowych poszczególnych kosztów wykonania poszczególnych zadań, na koszt realizacji całego procesu biznesowego,
- zbadanie wpływu przydzielenia dodatkowych zasobów na efektywność procesu biznesowego,
- zbadanie charakterystyk procesu biznesowego w krytycznych warunkach jego funkcjonowania (na przykład dla dużego obciążenia zadaniami),
- wyznaczenie elementów krytycznych, to znaczy mających największy wpływ na efektywność procesu biznesowego,
- odpowiedni dobór różnych terminarzy w taki sposób, aby proces biznesowy realizowany był na odpowiednim poziomie efektywności,

- zbadanie wpływu charakterystyk inicjowania procesu biznesowego na jego efektywność
- zbadania efektów funkcjonowania procesu biznesowego w długich odcinkach czasu,
- analizę redundancji (nadmiarowości) w procesach biznesowych.

W efekcie wykonania eksperymentów symulacyjnych uzyskać można liczne charakterystyki szczegółowe (dotyczące pojedynczych obiektów w diagramach) oraz skumulowane (dotyczące całych procesów. Dla przykładu, w ramach analizy charakterystyk szczegółowych uzyskać można uszeregowaną malejąco liczbę wywołań poszczególnych elementów procesu biznesowego w eksperymencie symulacyjnym (Rys.12).



Rys. 12. Liczba wywołań elementów procesu biznesowego [6]

Fig. 12. The number of business process elements activation [6]

Można też stworzyć wykres średnich czasów trwania poszczególnych działań (Rys.13) oraz wykres średnich czasów trwania opóźnień tych działań (Rys.14).



Rys. 13. Wykres średnich czasów trwania poszczególnych działań [6]

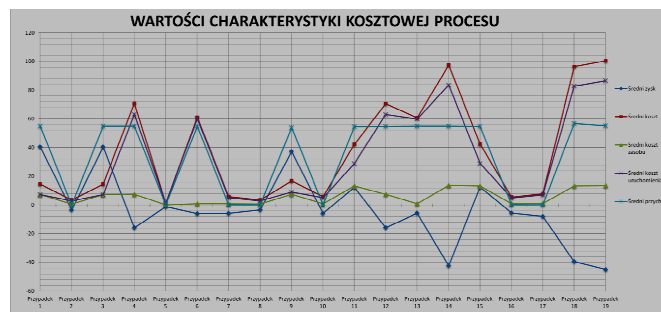
Fig. 13. The chart of mean execution time for selected activities [6]



Rys. 14. Wykres średnich czasów opóźnień dla poszczególnych działań [6]

Fig. 14. The chart of mean delay time for selected activities [6]

W ramach analizy charakterystyk skumulowanych uzyskać można między innymi wartość różnych kosztów (sumarycznych, eksploatacji zasobu, zysków, itd.) funkcjonowania całego procesu w okresie, jaki uwzględni eksperyment symulacyjny (Rys.15).



Rys. 15. Wykres poszczególnych charakterystyk kosztowych dla procesu biznesowego [6]

Fig. 15. The chart of selected cost characteristics for whole business process [6]

Otrzymać można też zestawienia związane z wykorzystaniem poszczególnych zasobów dla określonych działań, co pokazane jest na rysunku (Rys.16).

| Analiza dynamiczna                                                                                                              |                                |                                |                                       |                                     |                                          |                                |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|---------------------------------------|-------------------------------------|------------------------------------------|--------------------------------|
| Uzycie zasobów   Wynik symulacji sobota, 22 maja 2010 21:00:42   Przyjmowanie ogłoszeń sobota, 22 maja 2010 20:47:18   18:38:46 |                                |                                |                                       |                                     |                                          |                                |
| Uzycie zasobów   Wynik symulacji sobota, 22 maja 2010 21:00:42   Przyjmowanie ogłoszeń sobota, 22 maja 2010 20:47:18   18:38:46 |                                |                                |                                       |                                     |                                          |                                |
| Nazwa zasobu lub roli                                                                                                           | Czas rozpoczęcia przydziału    | Czas zakończenia przydziału    | Nazwa instancji procesu przydzielenia | Nazwa działania przydzielenia       | Czas rozpoczęcia działania przydzielenia | Ilość przydzielonych elementów |
| (i) Komputer<br>(ii) Kowalski Jan<br>(iii) Serwer bazy danych                                                                   | piątek, 11 czerwca 2010 22:... | piątek, 11 czerwca 2010 22:... | Przyjmowanie ogłoszeń 9869            | Weryfikacja treści ogłoszenia       | piątek, 11 czerwca 2010 22:14:50 GMT+1   | 1 jednor.                      |
|                                                                                                                                 | piątek, 11 czerwca 2010 22:... | piątek, 11 czerwca 2010 22:... | Przyjmowanie ogłoszeń 9870            | Weryfikacja treści ogłoszenia       | piątek, 11 czerwca 2010 22:18:38 GMT+1   | 1 jednor.                      |
|                                                                                                                                 | piątek, 11 czerwca 2010 22:... | piątek, 11 czerwca 2010 22:... | Przyjmowanie ogłoszeń 9873            | Weryfikacja treści ogłoszenia       | piątek, 11 czerwca 2010 22:29:03 GMT+1   | 1 jednor.                      |
|                                                                                                                                 | piątek, 11 czerwca 2010 22:... | piątek, 11 czerwca 2010 22:... | Przyjmowanie ogłoszeń 9874            | Weryfikacja treści ogłoszenia       | piątek, 11 czerwca 2010 22:33:58 GMT+1   | 1 jednor.                      |
|                                                                                                                                 | piątek, 11 czerwca 2010 22:... | piątek, 11 czerwca 2010 22:... | Przyjmowanie ogłoszeń 9877            | Weryfikacja treści ogłoszenia       | piątek, 11 czerwca 2010 22:36:44 GMT+1   | 1 jednor.                      |
|                                                                                                                                 | piątek, 11 czerwca 2010 22:... | piątek, 11 czerwca 2010 22:... | Przyjmowanie ogłoszeń 9879            | Weryfikacja treści ogłoszenia       | piątek, 11 czerwca 2010 22:43:51 GMT+1   | 1 jednor.                      |
|                                                                                                                                 | piątek, 11 czerwca 2010 22:... | piątek, 11 czerwca 2010 22:... | Przyjmowanie ogłoszeń 9880            | Weryfikacja treści ogłoszenia       | piątek, 11 czerwca 2010 22:44:07 GMT+1   | 1 jednor.                      |
|                                                                                                                                 | piątek, 11 czerwca 2010 22:... | piątek, 11 czerwca 2010 22:... | Przyjmowanie ogłoszeń 9881            | Weryfikacja treści ogłoszenia       | piątek, 11 czerwca 2010 22:47:14 GMT+1   | 1 jednor.                      |
|                                                                                                                                 | piątek, 11 czerwca 2010 22:... | piątek, 11 czerwca 2010 22:... | Przyjmowanie ogłoszeń 9882            | Weryfikacja treści ogłoszenia       | piątek, 11 czerwca 2010 22:53:59 GMT+1   | 1 jednor.                      |
|                                                                                                                                 | piątek, 11 czerwca 2010 22:... | piątek, 11 czerwca 2010 22:... | Przyjmowanie ogłoszeń 9883            | Weryfikacja treści ogłoszenia       | piątek, 11 czerwca 2010 22:57:28 GMT+1   | 1 jednor.                      |
| sobota, 22 maja 2010 07:18:...                                                                                                  | sobota, 22 maja 2010 07:18:... | Przyjmowanie ogłoszeń 1        | Weryfikacja wolnego miejsca...        | sobota, 22 maja 2010 07:18:50 GMT+1 | 1 jednor.                                |                                |
| sobota, 22 maja 2010 07:24:...                                                                                                  | sobota, 22 maja 2010 07:24:... | Przyjmowanie ogłoszeń 3        | Weryfikacja wolnego miejsca...        | sobota, 22 maja 2010 07:24:22 GMT+1 | 1 jednor.                                |                                |
| sobota, 22 maja 2010 07:25:...                                                                                                  | sobota, 22 maja 2010 07:25:... | Przyjmowanie ogłoszeń 1        | Umieszczenie ogłoszenia w p...        | sobota, 22 maja 2010 07:25:37 GMT+1 | 1 jednor.                                |                                |
| sobota, 22 maja 2010 07:25:...                                                                                                  | sobota, 22 maja 2010 07:25:... | Przyjmowanie ogłoszeń 5        | Weryfikacja wolnego miejsca...        | sobota, 22 maja 2010 07:25:44 GMT+1 | 1 jednor.                                |                                |
| sobota, 22 maja 2010 07:26:...                                                                                                  | sobota, 22 maja 2010 07:26:... | Przyjmowanie ogłoszeń 2        | Weryfikacja wolnego miejsca...        | sobota, 22 maja 2010 07:26:56 GMT+1 | 1 jednor.                                |                                |
| sobota, 22 maja 2010 07:29:...                                                                                                  | sobota, 22 maja 2010 07:29:... | Przyjmowanie ogłoszeń 3        | Umieszczenie ogłoszenia w p...        | sobota, 22 maja 2010 07:29:32 GMT+1 | 1 jednor.                                |                                |
| sobota, 22 maja 2010 07:29:...                                                                                                  | sobota, 22 maja 2010 07:29:... | Przyjmowanie ogłoszeń 8        | Weryfikacja wolnego miejsca...        | sobota, 22 maja 2010 07:29:38 GMT+1 | 1 jednor.                                |                                |

Rys. 16. Zestawienie wykorzystania zasobów w realizacji różnych działań [6]

Fig. 16. Overview of resource usage for different activities [6]

Do ciekawych charakterystyk, jakie uzyskać można wskutek przeprowadzenia szeregu eksperymentów symulacyjnych zaliczyć można zależność między czasem realizacji procesów a częstością ich wywołań, co z praktycznego punktu widzenia stanowi ciekawą i ważną charakterystykę dla analityka (Rys17).



Rys. 17. Wykres wpływu liczby wywołań procesu na czas jego realizacji [6]

Fig. 17. Number of process activation impact on its' realization time [6]

## 6 Uwagi końcowe

Modele systemów tworzy się w środowisku WebSphere Business Modeler w zrozumiałym, prostym i intuicyjnym sposobie. Duża liczba parametrów i opcji, które są możliwe do ustalenia sprawia, że narzędzie jest bardzo praktyczne i wszechstronne. Stworzony diagram można kolorować zgodnie z ustawioną legendą, a w dolnych i górnych etykietach wyświetlać wybrane parametry zadań. Dzięki temu diagram jest czytelny, prosty w interpretacji i konfigurowalny. W zależności od potrzeb może pokazywać różną ilość i rodzaj informacji.

Praktyczną i ważną funkcjonalnością środowiska jest możliwość przeprowadzenia symulacji. Z jej wykorzystaniem można stworzyć przyszły proces biznesowy porównując różne przykłady z działaniem rzeczywistego procesu biznesowego. Można sprawdzić, jaki będzie wpływ zmian ilości zasobów, kosztów oraz zmian długości trwania działań na zachowanie całego badanego procesu.

Można uznać, że środowisko WebSphere Business Modeler firmy IBM jest ciekawą propozycją wśród dostępnego oprogramowania tego typu. Chcąc bardziej szczegółowo ocenić właściwości funkcjonalne tego środowiska należałoby przeprowadzić wnikliwą analizę porównawczą tego środowiska z innymi dostępnymi na rynku narzędziami do wspomagania modelowania, symulacji i analizy procesów biznesowych złożonych systemów.

## Literatura

1. Baker R., Longman C. *Modelowanie funkcji i procesów*. WNT, Warszawa, 2006
2. Pochet Y., Wolsey L. A. *Production Planning by Mixed Integer Programming*, Springer, New York 2006
3. Kołodziński E. *Symulacyjne metody badania systemów*. PWN, Warszawa 2002

4. Krupa K. *Modelowanie symulacja i prognozowanie Systemy ciągłe*. WNT, Warszawa 2008
5. Mleczko Z. *Badanie własności systemów klasy Workflow*. Praca dyplomowa, WAT, Warszawa 2010
6. Robertson J., Robertson S. *Pełna analiza systemowa*. WNT, Warszawa 1999

### Streszczenie

W pracy przedstawiono możliwości pracy analityka złożonych systemów w środowisku programowym WebSphere Business Modeler Advanced firmy IBM. Pokazano podstawowe elementy środowiska oraz sposób modelowania w nim procesów biznesowych. Podkreślono jego własności użytkowe, w tym wynikające ze stosowania wbudowanego w tym środowisku symulatora. Symulator pozwala badać własności dynamiczne funkcjonowania systemów. Zaprezentowane zostały zarówno zalety modelowania w środowisku WebSphere Business Modeler, jak i zaobserwowane pewne ograniczenia, z jakimi spotkać się może analityk funkcjonowania systemów.

## **Modeling, simulation and analysis of systems in WebSphere Business Modeler environment**

### Summary

In the paper possibilities of WebSphere Business Modeler environment for complex system analyst are presented. Fundamental elements of this software environment were shown as well as the way to business processes construction. Utility properties were underlined, specially properties connected with embedded event-driven simulator. The simulator allows investigating the dynamic properties of the systems functioning. It was presented both the advantages of modeling in WebSphere Business Modeler environment and some possible restrictions for systems analyst.