

Maciej STAJNIAK¹

MODELOWANIE I SYMULACJA W NOTACJI BPMN JAKO CZYNNIK KSZTAŁTUJĄCY EFEKTYWNOŚĆ PROCESÓW LOGISTYCZNYCH

Każde przedsiębiorstwo to procesy w nim zachodzące, a świadomość procesowa to połowa sukcesu we wdrażaniu nowoczesnych narzędzi informatycznych do ich mapowania i modelowania. Dzięki modelowaniu procesów w sposób bardzo realistyczny i możemy uwzględnić wiele warunków ograniczających, występujących w rzeczywistości, jak również wprowadzać parametry o charakterze losowym reprezentujące czynniki przypadkowe.

Narzędziem, które umożliwia mapowanie i modelowanie procesów jest notacja BPMN pozwalająca na zamodelowanie bardzo złożonych procesów, a następnie analizowanie i ciągle usprawnianie procesów logistycznych na podstawie prowadzonych

MODELLING AND SIMULATION IN THE NOTATION BPMN AS THE FACTOR FORMATIVE OF LOGISTIC PROCESSES EFFICIENCY

A company is like its processes and process awareness is half the battle in case of implementing modern IT tools for process mapping and modelling. Thanks to modelling the processes can be seen in a very realistic way taking into account many real limitations and also including random parameters which illustrate random factors.

The tool for process mapping and modelling is the BPMN notation which lets us model very complex processes, analyse and constantly improve logistics processes on the basis of analysed costs, time, bottlenecks, resources and relationships with other processes.

1. WSTĘP

Modelowanie i symulacja procesów jest narzędziem umożliwiającym udoskonalenie istniejących procesów oraz wdrożenie procesowej struktury w organizacji, a także umożliwia lepsze zrozumienie obecnych procesów dzięki wizualizacji osiągniętych potencjalnych wyników.

Analiza modelowanych procesów biznesowych przedsiębiorstwa pozwala nie tylko dokładnie przeanalizować ich przebieg, lecz również spojrzeć na niego z różnych perspektyw. Udoskonalanie procesu jest trudnym i złożonym zadaniem, w którym łatwo o nietrafione decyzje, dlatego analiza poszczególnych działań procesu w wyniku działań symulacyjnych zmniejsza ryzyko błędów i przyspiesza efektywne zmiany.

¹Institut Logistyki i Magazynowania, ul. Estkowskiego 6, Poznań. E-Mail: maciej.stajniak@ilim.poznan.pl

2. MODELOWANIE PROCESÓW LOGISTYCZNYCH

Przedsiębiorstwo znające swoje procesy logistyczne, posiada ich mapy, tzn. dokładnie zna ich przebieg i systematycznie dąży do ich doskonalenia. Jedną z metod poznawczych prowadzącą do usprawniania procesów, powiązań organizacyjnych i czynności składających się na proces biznesowy jest ich modelowanie, które odzwierciedlania w sposób uproszczony najistotniejszych cech badanego obiektu (procesu, systemu). Modele obrazują przepływ pracy i wartości dodanej, co pozwala na lepsze zrozumienie funkcjonowania organizacji.

Kreowanie wartości dla klienta wynikających z modeli odbywa się głównie poprzez dostarczenie tzw. map procesów, które po głębszej analizie obrazują luki pomiędzy stanem wyjściowym a docelowym własnych procesów. Głównym celem tworzenia map procesów jest opisanie procesów biznesowych w celu ich uproszczenia, eliminacji i ulepszenia w taki sposób, aby produkty i usługi były tańsze, lepsze i szybciej osiągalne².

Poza tym, proces mapowania spełnia wiele zadań:

- służy lepszemu wspólnemu zrozumieniu procesów: działań, wyników, struktury odpowiedzialności za poszczególne czynności,
- określa zakres procesów i ich ograniczenia,
- nakreśla metody ulepszania procesów.

Modelowanie procesów jest narzędziem umożliwiającym udoskonalenie istniejących procesów oraz wdrożenie procesowej struktury w organizacji, a także umożliwia lepsze zrozumienie obecnych procesów oraz wyeliminowanie lub uproszczenie tych, które wymagają zmiany. Jednym z najskuteczniejszych sposobów zrozumienia aktualnie funkcjonujących procesów jest naniesienie ich na wykres. Celem takiego wykresu jest graficzne odwzorowanie procesów w taki sposób, który pozwala prześledzić i zrozumieć ich przebieg³. Mapy powinny być „żywym” dokumentem sporządzanym przez zespoły odpowiedzialne za usprawnianie funkcjonowania procesów. Wykresy przebiegu procesu powinny również stanowić punkt odniesienia do dyskusji na temat sposobu pracy ludzi, pozwalając na powszechne zrozumienie wzorców działania⁴.

Modelowanie procesów logistycznych jest sposobem określania architektury funkcjonalnej poszczególnych procesów, poprzez symboliczne odzwierciedlenie rzeczywistości⁵. Modelując poszukuje się odpowiedzi dotyczącej ostatecznego kształtu procesów, które powinny być jak najlepiej zrealizowane. Modelowanie procesów logistycznych można realizować poprzez przeprojektowanie istniejącego procesu pozwalającego na uzyskanie odpowiedzi dotyczącej spójności działań, kosztów, wykorzystania zasobów itd. Można zagadnienie traktować nieco szerzej i po zbudowaniu modelu dokonać jego prób weryfikacji pod kątem ewentualnego wdrożenia. Zawsze jednak należy wyjść od identyfikacji i analizy procesów.

Modelując procesy ujmuje się skomplikowane procesy na różnych poziomach szczegółowości, ustala związki między procesami i wzajemne relacje, przez co można się skupić na wybranym poziomie i bez potrzeby wchodzenia w szczegóły przydzielać zasoby

² Hunt V.D., *Process Mapping, How to Reengineer Your Business Processes*, John Wiley & Sons, New York 1996, s.192.

³ J., Peppard P., Rowland, *Re-engineering*, Gebethner & Ska, Warszawa 1997, s. 210.

⁴ Tamże, s. 211.

⁵ J. E. Sussam, *Logistics modelling*, Pitman, London 1995, s. 3.

do realizacji procesów logistycznych. Modele są odwzorowaniem systemów rzeczywistych, które poddajemy badaniom, aby poznać m.in. zjawiska w nich zachodzące⁶.

Po uzyskaniu pożądanego rozwiązania modelowego porównuje się je z istniejącymi procesami pod kątem modyfikacji i usprawnień.

Modele można jeszcze weryfikować wykorzystując techniki informatyczne służące do symulacji procesów, które są bardzo pomocne, chociażby ze względu na czasochłonność wykonywania map procesów.

Do modelowania można podchodzić dwójako:

1. diagnostycznie - skupiając się na odwzorowaniu stanu istniejącego, analizie dotychczasowych rozwiązań i postawieniu diagnozy,
2. prognostycznie – przedstawiając nowy zaadoptowany proces wzorcowy odpowiadający warunkom przedsiębiorstwa.

Prognostyczne sposoby wykorzystania modeli, które wykorzystują procesy utworzone na podstawie wielu prób i doświadczeń oraz wdrożeń systemów informatycznych noszą nazwę modeli referencyjnych. Pozwalają one na wykorzystanie rozwiązań biznesowych bez konieczności budowania procesów od początku. Dotyczą one zazwyczaj zakresu funkcjonalnego, organizacyjnego i informacyjnego obszaru logistyki.

W praktyce modelowania procesów logistycznych, w zależności od zakresu i przedmiotu prac, można z powodzeniem stosować podejście diagnostyczne lub prognostyczne, lub też obydwie łącznie (np. ograniczając stosowanie podejścia prognostycznego tylko do etapu projektowania procesów logistycznych).

Jeśli chodzi o szczegółowe zasady postępowania w etapie modelowania procesów, to należy tu zwrócić uwagę na ogólne reguły postępowania. W literaturze przedmiotu formułuje się zestaw reguł, którymi się należy kierować w trakcie modelowania procesów⁷:

1. Każdy proces rozpoczyna się i kończy dla określonego klienta (odbiorcy), który formułuje wymagania i korzysta z wyników (efektów) tego procesu (*wyodrębnienie procesu*).
2. Każdy proces składa się z podprocesów, czynności i innych elementarnych składników (*strukturalizacja procesu*).
3. Każdy proces ma osobę odpowiedzialną za proces, swojego „właściciela” (*określenie odpowiedzialności za proces*).
4. W każdym procesie jest przetwarzany (wytwarzany) jeden obiekt (*ustalenie przedmiotu procesu*).
5. Składniki procesu nietworzące wartości dodanej są eliminowane (*koncentracja na tworzeniu wartości*).
6. Dla każdego procesu jest ustalona najkorzystniejsza, ze względu na czas i inne zasoby, struktura jego przebiegu (*kształtowanie przebiegu procesu*).
7. Dla każdego procesu jest konieczne zapewnienie ze strony dostawców właściwego zabezpieczenia procesu (*ustalenie z dostawcą wejścia do procesu*).

Podczas modelowania następuje duża szybkość przekazania informacji o wykonaniu części zadania i uruchomienie kolejnego jego wycinka decyduje o wysokiej efektywności działań operacyjnych: likwiduje się nieproduktywny czas oczekiwania na zlecenie i puste

⁶ M. Jacyna, *Modelowanie i ocena systemów transportowych*, Oficyna Wydawnicza Politechniki Warszawskiej, Warszawa 2009, s. 29.

⁷ H.J. Schmelzer, W. Sesselman, *Geschäftsprozessmanagement in der Praxis*. Hanser Wien 2003, s. 81.

okresy między zadaniami. W łatwy sposób pozyskuje się również statystykę o czasie wykonania poszczególnych zadań, co umożliwia statystyczną analizę długości cyklu pracy. Modele procesów nie tylko ułatwiają projektowanie struktury organizacyjnej ale przede wszystkim umożliwiają graficzną wizualizację i symulację przebiegu rzeczywistego procesu⁸.

Wyniki modelowania procesu powinny zostać udokumentowane. W tym celu należy podać na specjalnie przygotowanych szablonach nazwę procesu, jego punkty początkowe i końcowe, cele i mierniki, osobę odpowiedzialną za proces, obiekt procesu, wejście z przypisanym dostawcą i wyjście procesu z odbiorcą oraz inne dodatkowe informacje. Nie należy jednak zamieszczać zbyt dużo informacji o procesie, bo może to spowodować, że opis będzie mało czytelny⁹.

Duża szczegółowość problematyki zarządzania procesami logistycznymi wymusza wykorzystywanie technologii informatycznych. Nie ma jeszcze na rynku w pełni zintegrowanych narzędzi, które dedykowane byłyby na potrzeby zarządzania procesami logistycznymi. Istnieją jednak narzędzia informatyczne wspomagające analizę procesową przedsiębiorstwa, które sprawdzają się w doskonaleniu procesów na większą skalę i w dłuższym okresie¹⁰. Należą one do dynamicznie rozwijającej się koncepcji Business Process Modelling (BPM) i spełniają potrzebę graficznej prezentacji procesów logistycznych.

Najogólniej narzędzia modelowania procesów można podzielić na trzy grupy¹¹:

- programy do tworzenia diagramów, służące głównie do wizualizacji i mapowania procesów za pomocą diagramów, a także ich dokumentowania, np. MS Office Visio 2007, iGrafx FlowCharter (Corel) są one tanie i proste w obsłudze,
- narzędzia CASE (computer aided software engineering) - do modelowania procesów szczególnie wtedy, gdy mają być integrowane z rozwiązaniami informatycznymi, np. Designer/2000 (Oracle), Select Enterprise (Select Software),
- zaawansowane narzędzia projektowania i doskonalenia procesów, pozwalające na zaawansowane analizy i symulacje, takie jak: iGrafx Process/ iGrafx Process for Six Sigma (Corel), ARIS Toolset (IDS Scheer)¹², Adonis (BOC GmbH), Workflow Analyzer (Meta Software) czy narzędzia modelowania procesów w ramach systemów ERP (wbudowane w te systemy), np. IFS Business Modeler. Są one relatywnie drogie, a ponadto nie są łatwe w obsłudze.

Pomimo szerokiego wachlarza dostępnych narzędzi informatycznych wspomagających mapowanie procesów i wielu firm doradczych, które docierają ze swoją ofertą do przedsiębiorstw, wciąż najpowszechniej wykorzystywanymi narzędziami pozostają programy MS Word, Visio.

Modelowanie systemów informacyjnych w logistyce ma na celu minimalizację luki pomiędzy opisem łańcuchów logistycznych występujących w przedsiębiorstwie a systemem informatycznym wspomagającym funkcjonowanie tych łańcuchów. Trwały trend w rozwoju systemów informatycznych oraz przede wszystkim zrozumienie ze strony

⁸ T. Kasprzak (red.), *Modele referencyjne w zarządzaniu procesami biznesu*, Wyd. Difin, Warszawa 2005, s. 15.

⁹ I. Tosun, *Modelling in transport phenomena*, Elsevier Science & Technology Books, Ankara 2007, s. 14.

¹⁰ R.L. Managanelli, M.M. Klein, *Reengineering*, PWE, Warszawa 1998, s. 327.

¹¹ G. Gruchman, *Rysować czy modelować*, „ComputerWorld” 1998, nr 43, s. 14.

¹² A. W. Scheer, *Architecture of integrated information systems*, Springer Verlag, Berlin 1992, s. 41.

przedsiębiorstw potrzeby budowania systemów informacyjnych bazujących na procesach logistycznych spowodowało, że pojawiła się potrzeba pewnej standaryzacji modelowania.

Narzędzia informatyczne, które najlepiej odpowiadają na potrzebę automatyzacji zarządzania procesami logistycznymi noszą nazwę modeli referencyjnych.

Informacyjne modele referencyjne abstrahują od konkretnych przypadków. Stanowią reprezentację wiedzy organizacyjnej, która może być wykorzystana w zależności od zastosowania modelu oraz tworzą ramy konstrukcyjne i metodyczne dla modelowania systemów informacyjnych.

3. MODELOWANIE PROCESÓW LOGISTYCZNYCH W NOTACJI BPMN

Wzrost popularności ukierunkowania na procesy transportowo – spedycyjno - logistyczne nasilił poszukiwanie narzędzi sprawnego modelowania procesów, ich analizy, optymalizacji oraz automatycznego tworzenia aplikacji realizujących te procesy w środowisku informatycznym.

Przykładem takiego narzędzia, które zdobyło dzięki swoim zaletom ogromne uznanie jest Business Process Modelling Notation, opisywane i znane najczęściej pod skrótem BPMN. Towarzyszy mu specjalny język BPEL (Business Execution Language for Web Services), oparty na XML (ang. Extensible Markup Language) i służący do tworzenia kodu programu realizującego proces opisany za pomocą BPMN.

BPMN stał się graficznym standardem modelowania opisów ukierunkowanych na procesy biznesowe oraz standardem opisu usług. Proponuje semantykę i syntaktykę języka budowy diagramów, służących opisowi procesów.

BPMN oferuje szereg korzyści przy modelowaniu procesów biznesowych w porównaniu z jednorodnym językiem modelowania UML (ang. Unified Modelling Language). Po pierwsze oferowana przez BPMN technika modelowania przepływów międzyprocesowych i przebiegów procesów jest lepiej dostosowana do sposobów modelowania używanych przez analityków biznesowych. Po drugie, solidne podstawy matematyczne pozwalają na bezpośrednie przełożenie na języki wykonawcze procesów biznesowych, podczas gdy UML nie oferuje takich możliwości. BPMN pozwala na przejście do UMLa i w ten sposób dostarcza możliwości przygotowania modelu procesów jako punktu wyjścia do projektowania systemów za pomocą narzędzi UML-owych.

Fakt, że BPMN jest nowym trendem może sugerować, że przedtem procesy biznesowe nie były zarządzane. Oczywiście jest to nieprawdą. Wiele organizacji modelowało i zarządzało swoimi procesami od szeregu lat przy pomocy różnorodnej mieszanki technik i narzędzi. Te rozwiązania były tylko w części udane lub całkiem nieudane, gdyż brakowało standardów i pełnego cyklu życia projektu (ang. lifecycle) do kontrolowania i pilotowania zarówno projektowania jak i realizacji procesów biznesowych. Zarządzanie procesem zmian nie może być realizowane na zasadzie ad-hoc. Wymaga od kadry zarządczej kontroli nad odkrywaniem, architekturą, projektowaniem oraz wdrażaniem procesów. Aby umożliwić kierownictwu zrozumienie tych wszystkich aspektów potrzebny jest standard modelowania biznesu i języka wykonawczego procesów biznesowych.

BPMN – najogólniej twierdząc, polega na mapowaniu procesów i graficznym przedstawieniu funkcjonowania procesu lub zespołu procesów / operacji i ich wzajemnych powiązań.

Zalety BPMN w mapowaniu procesów logistycznych to:

- Przyjazny dla użytkownika sposób opisu procesu logistycznego pozwalający na lepsze zrozumienie zarówno specjalistom jak i osobom postronnym.
- Symbole stosowane w mapie procesów są znane w wielu krajach co znakomicie ułatwia porównywanie standardów w przedsiębiorstwach z innymi krajami. Identyfikowanie kluczowych operacji w danym procesie oraz określenia niezbędnych wejść i wyjść w danej operacji.
- Identyfikacja operacji zbędnych (nie przynoszących wartości dodanej) takich jak składowanie półproduktów pomiędzy operacjami, transport wewnętrzny itp.

Diagramy BPMN mogą być jednoznacznie tłumaczone do innych standardów – BPEL i XPD (ang. Process Definition Language). Ułatwia to migrację pomiędzy narzędziami implementacji procesów.

BPMN opisuje dokładnie jeden diagram procesów biznesowych zwany BPD (ang. Business Process Diagram). Został on opracowany do realizacji dwóch celów. Po pierwsze jest łatwy w zrozumieniu i stosowaniu. Można go wykorzystać do szybkiego i łatwego modelowania procesów logistycznych i jest łatwy w zrozumieniu dla użytkowników pozbawionych umiejętności technicznych. Po drugie dostarcza możliwości modelowania skomplikowanych

i złożonych procesów logistycznych i może być bez problemu przełożony na dowolny język wykonawczy procesów biznesowych.

W procesie modelowania przebiegu procesu logistycznego wystarczy po prostu wymodelować zdarzenia powodujące rozpoczęcie procesu, następnie działania, które muszą zostać podjęte do realizacji procesu, a na końcu możliwe rezultaty przebiegu procesu. Decyzje oraz rozgałęzienia procesów modeluje się za pomocą węzłów decyzyjnych i nie jest istotne w jakim narzędziu tworzone są modele procesów – nacisk został położony na opis zrozumiały dla wszystkich uczestników bez względu na zastosowane narzędzia. Niemniej jednak dla osiągnięcia jak najlepszych rezultatów podejście to powinno być uzupełnione poprzez wykorzystanie symulacji procesów.

Symulacja jest potężnym narzędziem umożliwiającym analitykom analizę modeli procesów przed ich wdrożeniem. Model w trakcie symulacji odwzorowuje działanie przedsiębiorstwa przechodząc przez procesy i wydarzenia w przyspieszonym tempie, jednocześnie pokazując animowany obraz przebiegu procesu.

Ponieważ oprogramowanie symulacyjne zbiera statystyki dotyczące elementów modelu, możliwe staje się określenie miar wydajności na podstawie analizy danych wynikowych symulacji modelu. Pozwala to na uniknięcie kosztownych pomyłek, dzięki dogłębnej weryfikacji wydajności i skuteczności, jeszcze przed wdrożeniem procesów logistycznych. Przygotowany model procesu może podlegać symulacji: kosztów, czasu, wąskich gardeł, wykorzystania zasobów i relacji z innymi procesami.

Zastosowanie BPMN ma jednak szereg ograniczeń i niedoskonałości¹³:

- służy jedynie do modelowania procesów biznesowych,
- nie modeluje przepływu danych, a jedynie przepływ sterowania (dane mogą być opisane dodatkowo),
- nic nie mówi o strukturze i dostępie do danych (zwłaszcza w przekroju bezpieczeństwa),

¹³ M., Piotrowski, *Notacja modelowania procesów biznesowych*, Wyd. BTC, Warszawa 2007, s.10.

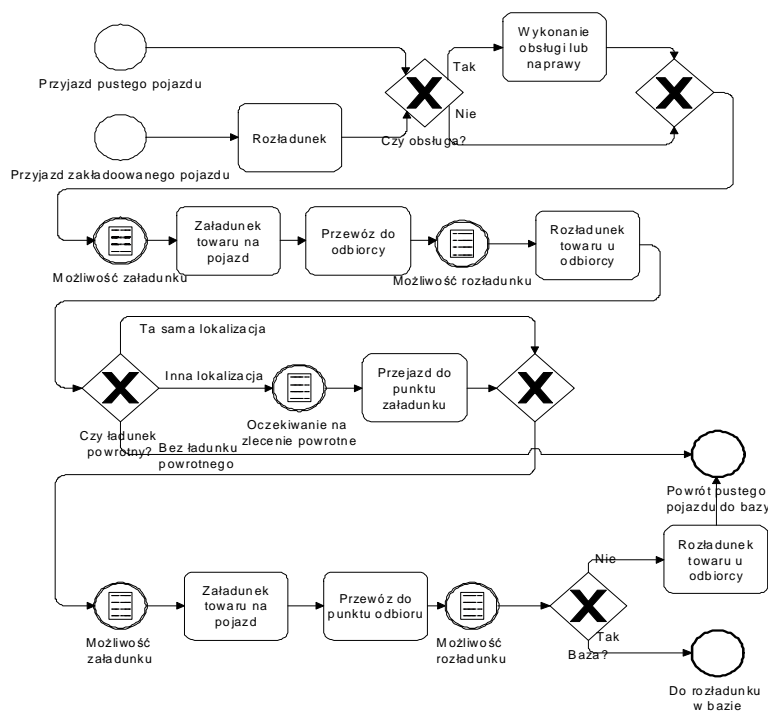
- słabo opisuje dynamiczne grupy oraz hierarchię użytkowników,
- nie najlepiej odwzorowuje organizację firmy.

Jednak, pomimo wspomnianych niedoskonałości, pozostaje obecnie najlepszym narzędziem wykorzystującym dotychczasowe osiągnięcia do mapowania, modelowania i symulacji procesów.

BPMN definiuje notację i semantykę BPD (Business Process Diagram) Diagramu Procesu Biznesowego, który charakteryzuje prosta i adaptowalna notacja pozwalająca na zamodelowanie bardzo złożonych procesów biznesowych. Wypełnia lukę pomiędzy modelowaniem procesów przygotowywanych przez analityków biznesowych, a implementacją procesów z technologiami wykorzystywanymi przez projektantów systemów informatycznych.

Dzięki swoistej prostocie można szybko tworzyć nieskomplikowane modele. Bardziej złożone należy wcześniej opisać i szukać możliwości ulepszeń podczas symulacji modelowanego procesu. Wraz z dostępem do informacji można dodawać nowe elementy, m.in. utworzyć nowy wydział, określić liczbę nowych pracowników i określić sposób ich pracy (czas pracy, stawki godzinowe), wstawić nowe punkty podejmowania decyzji oraz zmienić parametry niektórych czynności.

W programie iGrafx Process możliwe jest edytowanie rozbudowanych schematów wykorzystując wbudowane biblioteki symboli, których oznaczenia graficznie różnią się od tych stosowanych MS Visio, ale są bardziej szczegółowe i ich stosowanie sprawia, że diagramy są w pełni zrozumiałe dla odbiorców już po krótkim zapoznaniu z programem. Poza tym, diagramy sporządzone w MS Visio można sprawdzać pod względem poprawności stosowanej logiki procesowej, gdyż iGrafx Process for Six Sigma czyta diagramy wykonane w tym programie.



Rysunek 1. Przykład modelu procesu w notacji BPMN

Źródło: Opracowanie własne w programie iGrafx Process for Six Sigma

iGrafx Process for Six Sigma jest jednym z najbardziej znanych i wykorzystywanych programów przeznaczonych do modelowania i symulacji procesów. Są one na tyle ogólne, że pozwalają modelować procesy o różnej strukturze i różnej złożoności, począwszy od prostych czynności obiegu dokumentów a skończywszy np. na funkcjonowaniu centrum logistycznego. Ze względu na możliwości parametryzacji procesów i stosowania różnych scenariuszy symulacyjnych daje to możliwości podejmowania decyzji zmierzających w kierunku optymalizacji procesu.

Modelowanie procesów logistycznych pozwala znaleźć optymalne rozwiązania a szczególnie odpowiedzieć na pytania:

- jakie są niezbędne dane (wejścia) i wyniki (wyjścia) czynności?
- ile czasu zajmują poszczególne etapy procesu?
- jaka jest dostępność i wykorzystanie zasobów?
- jaki powinien być harmonogram wykonania poszczególnych czynności?
- gdzie znajdują „wąskie gardła”?
- jaki jest koszt przetwarzania jednej transakcji?

Dzięki temu projektant może:

- zapobiec błędom, zanim pojawią się one naprawdę,

- ulepszyć pracę w organizacji,
- obliczyć i prześledzić statystyki dotyczące czasu pracy, kosztów, wykorzystania zasobów.

Klasyczne modele analityczne, wciąż wykorzystywane we wspomaganiu planowania przepływu dóbr, nie są już wystarczająco szczegółowe dla potrzeb koordynacji przepływu produktów pomiędzy ogniwami łańcucha dostaw. Coraz częściej do analizy procesów zachodzących w łańcuchach dostaw jest wykorzystywana symulacja¹⁴.

Można również uzyskać wiele statystyk dotyczących czasów realizacji procesów i oczekiwania na realizację czynności, m. in.:

- rzeczywistych czasów realizowanych procesów głównych i podprocesów,
- maksymalnej liczba transakcji przetwarzanych jednocześnie przez czynność,
- średniej liczby transakcji, które czekały na przetworzenie,
- całkowitej liczby transakcji, które czekały na przetworzenie,
- liczba transakcji, które czekały na zablokowanie,
- czas, przez który zasoby musiały czekać na skompletowanie transakcji,
- liczba transakcji, które musiały czekać na przetworzenie.

W odniesieniu do statystyk dotyczących zasobów istnieje możliwość uzyskania całkowitego czasu lub kosztów zużywanych zasobów albo ich wartości średnich.

Najczęściej są one związane z:

- czasem pracy zasobów nad przygotowywaniem transakcji,
- liczbą zaangażowanych pracowników,
- czasem, w którym pracownik lub urządzenie są aktywne, ale niezdolne do realizacji transakcji,
- czasem, w którym zasoby są w gotowości do wykorzystania,
- czasem, kiedy zasoby nie pracują ze względu na harmonogram pracy (czas niepłatny),
- czasem, w którym zasoby oczekują (np. z powodu przerwy w czasie pracy czynności),
- normalnym czasem pracy zasobów,
- nadliczbowym czasem pracy zasobów.

Z kolei statystyki dotyczące wąskich gardeł przedstawiają:

- czas oczekiwania na realizację czynności, jeżeli zasoby są zajęte lub są niedostępne,
- czas oczekiwania w przypadku, gdy proces połączony jest z wcześniejszymi i czeka na ich realizację,
- czas oczekiwania w przypadku, gdy zasoby są nieaktywne (np. skończył się czas pracy dla kierowcy),
- czas realizacji procesu z pominięciem czasu nieaktywnego,
- czas, kiedy czynności czekają na przygotowanie,
- czas, kiedy procesy czekają na realizację z pominięciem czasu nieaktywnego.

Koszty związane z zaangażowaniem zasobów mogą się odnosić do pracy w godzinach normalnych, nadliczbowych lub w odniesieniu do ogólnego wykorzystania zasobów.

¹⁴ P. Hanczar, *Symulacja - narzędzie analizy przepływu towarów w systemie dystrybucyjnym*, Logistyka 2007 nr 5, s. 48.

3. ZAKOŃCZENIE

Modelowanie procesów logistycznych w notacji BPMN jest bardzo istotne dla zrozumienia i połączenia procesów logistycznych z biznesowymi w całym przedsiębiorstwie, zapewniając silne wsparcie dla innych technik modelowania, takich jak modelowanie relacyjne danych, projektowanie systemów i aplikacji za pomocą UMLa, projektowanie schematów XML i projektowanie architektury sieci. Te wszystkie metody modelowania umożliwiają przedsiębiorstwu zrozumienie i opracowanie architektury funkcjonalnej tak, by umożliwiła ona szybsze reakcje na zmiany w bezpieczniejszy sposób. Każde przedsiębiorstwo to procesy w nim zachodzące, jednak nie każde zdaje sobie z tego sprawę. Świadomość procesowa to połowa sukcesu we wdrażaniu systemu zarządzania procesami logistycznymi. Sam system sprowadza się do skorelowania celów i mierników procesów ze strategią przedsiębiorstwa, a następnie analizowanie i ciągłe usprawnianie procesów logistycznych na podstawie prowadzonych pomiarów. Standaryzacja notacji modelowania procesów biznesowych ma fundamentalne znaczenie dla zarządzania procesami biznesowymi i sprzymierzenia biznesu z architekturami teleinformatycznymi. Z kolei symulacja jest potężnym narzędziem umożliwiającym analitykom analizę modeli procesów logistycznych przed ich wdrożeniem.

Ponieważ oprogramowanie symulacyjne zbiera statystyki dotyczące elementów modelu, możliwe staje się określenie miar wydajności na podstawie analizy danych wynikowych symulacji modelu. Pozwala to na uniknięcie kosztownych pomyłek, dzięki dogłębnej weryfikacji wydajności i skuteczności, jeszcze przed wdrożeniem procesów logistycznych.

4. BIBLIOGRAFIA

- [1] Gruchman G., Rysować czy modelować, „ComputerWorld” 1998, nr 43.
- [2] Hanczar P., Symulacja - narzędzie analizy przepływu towarów w systemie dystrybucyjnym, *Logistyka* 2007 nr 5.
- [3] Hunt V.D., *Process Mapping, How to Reengineer Your Business Processes*, John Wiley & Sons, New York 1996.
- [4] Jacyna M., *Modelowanie i ocena systemów transportowych*, Oficyna Wydawnicza Politechniki Warszawskiej, Warszawa 2009.
- [5] Kasprzak T. (red.), *Modele referencyjne w zarządzaniu procesami biznesu*, Wyd. Difin, Warszawa 2005.
- [6] Managanelli R.L., Klein M.M., *Reengineering*, PWE, Warszawa 1998.
- [7] Peppard J., Rowland P., *Re-engineering*, Gebethner & Ska, Warszawa 1997.
- [8] Piotrowski M., *Notacja modelowania procesów biznesowych*, Wyd. BTC, Warszawa 2007.
- [9] Scheer A. W., *Architecture of integrated information systems*, Springer Verlag, Berlin 1992.
- [10] Schmelzer H.J., Sesselman W., *Geschäftsprozessmanagement in der Praxis*. Hanser Wien 2003.
- [11] Sussam J. E., *Logistics modelling*, Pitman, London 1995.
- [12] Tosun I., *Modelling in transport phenomena*, Elsevier Science & Technology Books, Ankara 2007.