



# Wykorzystanie eksploracji procesów w przedsiębiorstwie

Edyta BRZYCHCZY<sup>1)</sup>

<sup>1)</sup> AGH w Krakowie, Wydział Górnictwa i Geoinżynierii; email: brzych3@agh.edu.pl

DOI: 10.29227/LM-2017-02-26

## Streszczenie

Eksploracja procesów jest relatywnie młodą dziedziną badań z pogranicza kilku nauk, między innymi: inteligencji obliczeniowej, eksploracji danych oraz modelowania i analizy procesów. W artykule zaprezentowano możliwości wsparcia zarządzania procesami w przedsiębiorstwie wybranymi technikami eksploracji procesów. Scharakteryzowano istotę podejścia procesowego oraz cykl zarządzania procesami w organizacji. Przedstawiono przykłady eksploracji wybranego procesu w programie ProM, z uwzględnieniem poszczególnych faz cyklu BPM.

Słowa kluczowe: zarządzanie procesami, eksploracja procesów, podejście procesowe, modelowanie procesów

## Wprowadzenie

Podstawą funkcjonowania każdego przedsiębiorstwa, niezależnie od branży, jest system procesów, dzięki którym przedsiębiorstwo osiąga swoje cele. Tymi celami najczęściej są osiągnięcie zysków oraz zaspokojenie potrzeb klientów.

W obecnych czasach o sukcesie przedsiębiorstwa decydują szybkość i elastyczność, z jaką jest ono w stanie przystosować się do zmian w otoczeniu, szczególnie w zakresie popytu i oczekiwań klientów [7]. Wraz z upływem czasu można zaobserwować rosnącą popularność budowania bardziej elastycznych struktur organizacyjnych, zorientowanych na potrzeby klienta, w ramach tzw. podejścia procesowego.

Podejście procesowe opiera się na założeniu, że należy optymalizować działania, mając na względzie procesy, a nie funkcje. W takim ujęciu struktura organizacji obejmuje procesy realizowane w przedsiębiorstwie (organizacja procesowa), w odróżnieniu od klasycznej struktury realizującej określone funkcje w wyróżnionych pionach, działach i komórkach organizacyjnych (struktura funkcjonalna).

Bardzo dynamiczny rozwój podejścia procesowego, zapoczątkowany został przez prace Hammera i Champy'ego dotyczące reinżynierii procesów biznesowych w latach 80 i 90 tych ubiegłego wieku. To zainteresowanie analizą procesów doprowadziło do wykształcenia się obecnie bardzo popularnej dziedziny – zarządzania procesami biznesowymi (business process management – BPM) [2].

Zarządzanie procesami w organizacji można wyrazić w formie powtarzalnych cyklicznie działań, tworzących tzw. cykl BPM, które mogą być wspierane poprzez wykorzystanie nowoczesnych technik eksploracji procesów.

Eksploracja procesów jest relatywnie młodą dziedziną badań z pogranicza kilku nauk, między innymi:

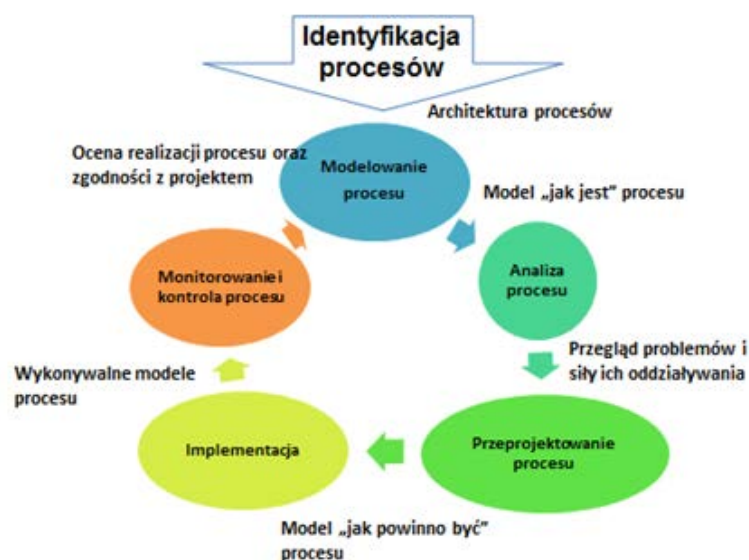
inteligencji obliczeniowej, eksploracji danych oraz modelowania i analizy procesów [12]. Głównym jej zadaniem jest odkrywanie wiedzy z dzienników zdarzeń, które są zapisem realizacji procesów w różnych systemach informatycznych przedsiębiorstwa. Techniki eksploracji procesów umożliwiają m.in. odkrywanie modeli procesów z danych oraz monitorowanie odchyleń między modelami procesu a ich rzeczywistą realizacją. Możliwości tych technik w zakresie zarządzania procesami w organizacji zostały przedstawione w dalszej części artykułu.

## Zarządzanie procesami biznesowymi w organizacji

W literaturze można znaleźć różne definicje procesów. Według Portera [11] proces może być rozumiany jako: jako łańcuch wartości, w którym poprzez realizację poszczególnych działań zwiększa się wartość zaangażowana w tworzenie lub dostarczanie produktu czy też usługi. Podobną definicję sformułowali Hammer i Champy [9] podając, iż proces jest zbiorem czynności wymagających na wejściu „wkładu” i dający na wyjściu rezultat mający pewną wartość dla klienta. Istnieją również bardziej precyzyjne definicje np. Grajewski [7] podaje, iż proces jest łańcuchem sekwencyjnych czynności, które transformują mierzalne wejścia (materiały, informacje, ludzie, urządzenia, metody) na mierzalne wyjście (produkty, usługi, informacje).

Jakkolwiek podane definicje różnią się między sobą, znaleźć jednak można pewien wspólny mianownik, traktujący proces jako zbiór uporządkowanych działań, które zmierzają do realizacji wspólnego celu (produktu, usługi), czyli rezultatu mającego wartość dla klienta. Warto podkreślić, iż klientem danego procesu w przedsiębiorstwie może być jednostka wewnętrzna lub zewnętrzna.

Zasadniczym etapem dla zarządzania procesami w organizacji jest ich identyfikacja, która prowadzi do



Rys. 1. Cykl BPM. Źródło: opracowanie własne na podstawie [5]

Fig. 1. BPM Cycle

opracowania architektury procesów, będącej zbiorem określonych procesów wraz ze wskazanymi relacjami między nimi [5]. Ten krok rozpoczyna cykl BPM (Rys.1), który obejmuje następujące fazy:

- modelowanie procesu,
- analiza procesu,
- przeprojektowanie procesu,
- implementacja,
- monitorowanie i kontrola procesu.

Modelowanie procesu polega na opracowaniu modelu („jak jest”) procesu, który odwzorowuje sposób jego realizacji w organizacji. W tej fazie oprócz analizy dokumentacji, obserwacji i wywiadów zastosowanie znajdują techniki automatycznego odkrywania modelu z danych. Aktualny stan procesu jest dokumentowany w formie jednego lub kilku modeli.

W kolejnym etapie następuje analiza procesu polegająca na identyfikacji problemów pojawiających się procesie wraz z ich udokumentowaniem oraz określeniem ilościowym w relacji do mierników efektywności procesu. W efekcie tego działania organizacja dysponuje zbiorem problemów związanych z procesem, uporządkowanych względem ich wpływu na wyniki organizacji.

Przeprojektowanie procesu polega na identyfikacji zmian w procesie, które umożliwią rozwiązanie pojawiających się problemów (wykazanych we wcześniejszej fazie) i pozwolą osiągnąć organizacji zakładane efekty. Propozycje usprawnień są poddawane analizie i porównaniu w aspekcie wybranych mierników efektywności. W tej fazie wykorzystywane są różne techniki analizy procesów (ilościowe np. analiza przepływu, sy-

mulacje procesu oraz jakościowe np. analiza wartości dodanej, analiza przyczyn źródłowych), a najbardziej obiecujące opcje zmian są wprowadzane do modelu procesu. Efektem tego etapu jest model procesu „jak powinno być”, który w kolejnym etapie – implementacji – jest wdrażany.

Ostatnią fazą jest monitorowanie i kontrola procesu polegająca na analizie danych z realizacji procesu w celu określenia czy zmiany przyniosły zakładane efekty i osiągnęły zakładane cele. W tym zakresie następuje m.in. identyfikacja wąskich gardeł i powtarzających się błędów, podejmowane są również działania korygujące. W efekcie organizacja nabywa wiedzę o realizacji procesu, umożliwiającą m.in. ocenę zgodności z projektowanym modelem.

W każdej fazie cyklu BPM zastosowanie może znaleźć i znajduje eksploracja procesów, której główne założenia i charakterystykę przedstawiono w kolejnej części artykułu.

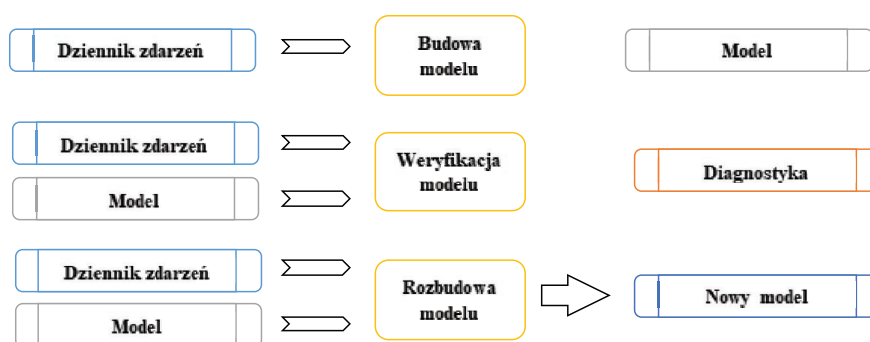
### Eksploracja procesów

Eksplorację procesów można określić jako ważny pomost między eksploracją danych, a modelowaniem i analizą procesów. Idea eksploracji procesów polega na odkrywaniu wiedzy z danych o zdarzeniach, dostępnych we współczesnych aplikacjach biznesowych, infrastrukturze IT oraz systemach bezpieczeństwa, na potrzeby tworzenia modeli procesów, ich monitorowania i doskonalenia [12].

Elementem niezbędnym dla prowadzenia eksploracji procesów jest rejestr zdarzeń zawierający ustrukturyzowane dane o realizacji procesu. Każde zdarzenie w takim dzienniku odnosi się do określonej

Fig. 1. BPM Cycle

Nr sprawy	Status oferty	Data i czas	Użytkownik
1	do przygotowania	02.01.2016 13:31:00	U3
1	przygotowana	02.01.2016 13:31:15	U3
1	wysłana	02.01.2016 13:31:21	U3
1	zwrócona	11.01.2016 09:44:49	U112
1	zaakceptowana	12.01.2016 13:13:45	U87
2	do przygotowania	04.01.2016 09:49:22	U7
2	przygotowana	04.01.2016 09:49:23	U7
2	anulowana	11.01.2016 11:34:36	U95
3	do przygotowania	04.01.2016 10:04:45	U28
3	przygotowana	04.01.2016 10:04:46	U28
3	wysłana	04.01.2016 10:05:50	U28
3	anulowana	29.02.2016 08:01:20	U1



Rys. 2. Zadania eksploracji procesów. Źródło: opracowanie własne na podstawie [12]

Fig. 2. Process mining tasks

czynności i dotyczy konkretnego przypadku (sprawy). Podstawowe informacje dotyczące realizacji procesu obejmują: numer przypadku, nazwę czynności oraz znacznik czasu zdarzenia. Często dzienniki zdarzeń przechowują również dodatkowe informacje np. o zasobach w procesie (osobach lub urządzeniach) wykonujących lub inicjujących czynności oraz inne dane (np. kosztowe) [14]. Przykładowy dziennik zdarzeń przedstawiono w tabeli 1.

Wyróżnia się trzy główne zadania eksploracji procesów [13]:

- odkrywanie (modelu) procesu,
- badanie zgodności,
- udoskonalenie (rozbudowa) modelu.

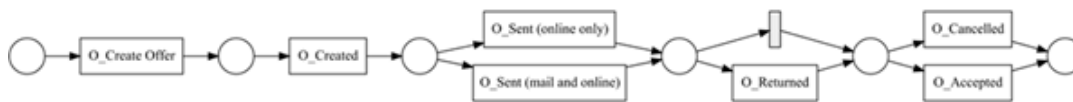
Odkrywanie procesu polega na budowie modelu procesu na podstawie dziennika zdarzeń bez wykorzystania informacji a priori. Analiza ta oparta jest tylko na danych z systemów informatycznych, będących w dyspozycji przedsiębiorstwa.

Podczas badania zgodności istniejący model procesu jest porównywany z dziennikiem zdarzeń z realizacją procesu w celu wykrycia odchyleń (różnic) pomiędzy modelem a jego rzeczywistą realizacją.

Udoskonalenie procesu obejmuje poszerzoną analizę procesu przy użyciu dodatkowych informacji zapisanych w dzienniku zdarzeń, tj. uwzględnienie innych perspektyw w modelu procesu (np. perspektywy czasowej lub organizacyjnej). Przy uwzględnieniu znaczników czasu z dziennika zdarzeń można wskazać na wąskie gardła procesu, poziom usług, przepustowość. Natomiast wykorzystując informacje odnośnie do osób realizujących czynności można wykonać analizy pracy zespołów w organizacji (np. z wykorzystaniem socjogramów). Poglądowo zadania eksploracji procesów przedstawiono na Rysunku 2.

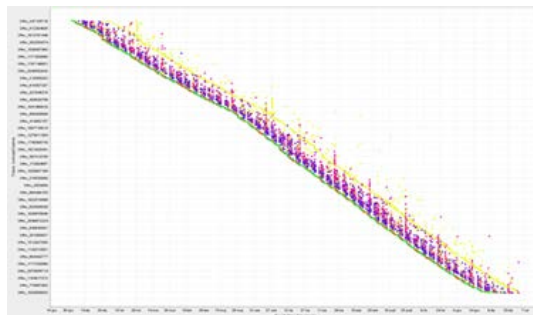
Eksploracja procesów cieszy się coraz większą popularnością w przedsiębiorstwach z różnych branż. Z badania przeprowadzonego przez HSPI S.p.A [6], wynika, iż liczba projektów z tego zakresu corocznie wzrasta. We wspomnianych badaniach wskazano ponad sto projektów realizowanych przez różne przedsiębiorstwa i ośrodki naukowe. Jak dotąd związane one były głównie z firmami działającymi w usługach (42%), w opiece zdrowotnej (39%) i produkcji (14%).

Analizując działania podejmowane w ramach cyklu BPM można stwierdzić, iż techniki eksploracji procesów potencjalnie odgrywają znaczenie w każdym



Rys. 3. Model procesu jako sieć Petriego. Źródło: opracowanie własne

Fig. 3. Process model in a form of Petri net



Rys. 4. Wizualizacja dziennika zdarzeń. Źródło: opracowanie własne

Fig. 4. Event log visualisation

z nich. Przykłady wybranych zastosowań przedstawiono w dalszej części artykułu.

### Przykłady wykorzystania technik eksploracji procesów w cyklu zarządzania procesami biznesowymi

W celu zaprezentowania możliwości zastosowania wybranych technik eksploracji w cyklu BPM, analizie poddano dziennik zdarzeń dotyczący rzeczywistego procesu obsługi ofert [15]. Wszystkie analizy zostały wykonane w programie ProM 6.6 [17], który jest jednym z niewielu narzędzi typu open source umożliwiających zaawansowaną eksplorację procesów.

Oryginalny dziennik zdarzeń został przygotowany i wyczyszczony z wykorzystaniem filtra Filter Log using Simple Heuristics. Wynikowy dziennik zdarzeń zawiera 38 126 spraw oraz 170 984 zdarzeń. Występuje w nim 7 klas zdarzeń dotyczących statusu oferty: do przygotowania (create offer), przygotowana (created), wysłana (poczta i online) (sent (mail and online)), zwrócona (returned), anulowana (cancelled), zaakceptowana (accepted), wysłana (tylko online) sent (online only).

### Modelowanie procesu

W zakresie modelowania procesów opracowano szereg algorytmów umożliwiających konstruowanie modeli procesów na podstawie dzienników zdarzeń. Wśród nich warto wspomnieć o: Inductive Miner [10], Alpha Miner [8], Evolutionary Tree Miner [3], Hybrid ILP Miner [16], Structured Miner on Heuristic Miner [1], BPMN Miner [4], Heuristic Miner [18]. Odkryte modele procesów mogą być prezentowane w różnych notacjach (jako sieci Petriego, modele BPMN, drzewa procesów). Przykład modelu analizowanego procesu przedstawiono na rysunku 3.

Odkryty model, szczególnie w zakresie procesów nieustrukturyzowanych, daje wgląd w faktyczny układ czynności w procesie i umożliwia pozyskanie nowej wiedzy o realizacji procesów w organizacji. Model ten staje się podstawą do analizy procesu w zakresie struktury i możliwych przepływów spraw.

W przypadku analizowanego procesu jego model jest raczej prosty, charakteryzujący się ponad 99% dokładnością odwzorowania zachowań zapisanych w dzienniku zdarzeń.

### Analiza procesu

W zakresie analizy procesów bardzo przydatną techniką jest wizualizacja dziennika zdarzeń w formie wykresu kropkowego (Rys.4).

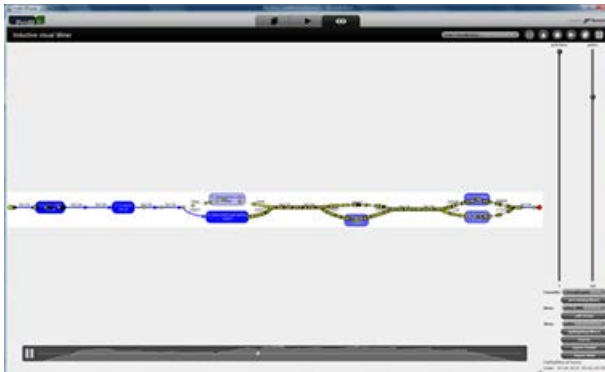
Na jego podstawie można zaobserwować dynamikę wpływu poszczególnych spraw, regularność realizacji oraz czasu ich trwania.

Na rysunku widać, iż wpływ poszczególnych spraw jest raczej stały, natomiast czas realizacji spraw jest różny (co można zauważyć, obserwując lewą stronę wykresu i widoczne tam wyraźne rozproszenie).

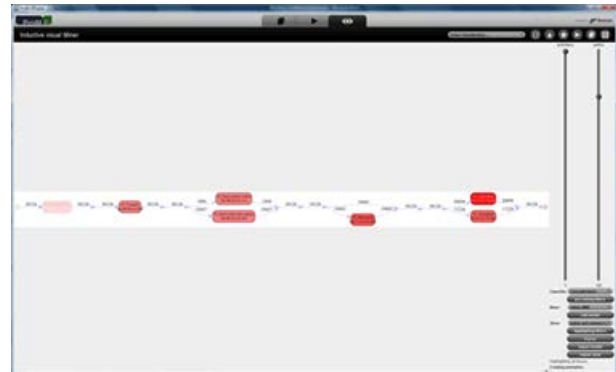
Do analizy procesów można w podobnym zakresie również wykorzystać wizualizację przepływu spraw (Rys.5). Umożliwia ją między innymi tzw. Visual Inductive Miner.

Z rysunku, oprócz wyznaczonego modelu procesu, można odczytać ilościowe ujęcie ścieżek w procesie. Uważna obserwacja animacji wstępnie identyfikuje problematyczne miejsca w procesie, które można potwierdzić analizą czasów oczekiwania (Rys. 6).

W przypadku analizowanego procesu najdłuższy czas oczekiwania przypisany jest do czynności anulowania (ponad 23 dni) oraz zwrócenia oferty (8 dni).



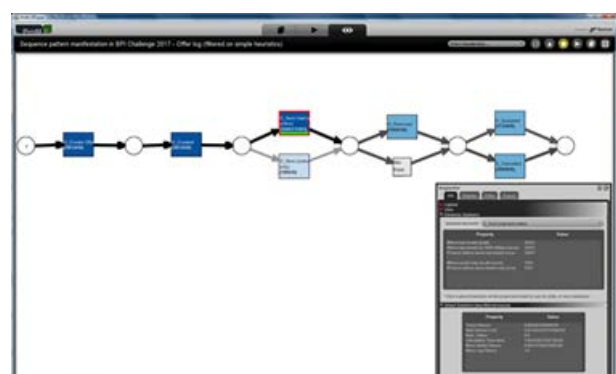
Rys.5. Wizualizacja przepływu spraw (Mine with Visual Inductive Miner). Źródło: opracowanie własne  
Fig.5. Case flow visualisation (Mine with Visual Inductive Miner)



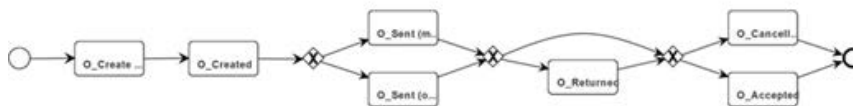
Rys.6. Wizualizacja czasów oczekiwania w procesie. Źródło: opracowanie własne  
Fig.6. Process sojourn times visualisation



Rys. 7. Socjogram ilustrujący przekazywanie pracy. Źródło: opracowanie własne  
Fig. 7. Work handover graph



Rys. 9. Odchylenia w realizacji procesu. Źródło: opracowanie własne  
Fig. 9. Deviations in process realisation



Rys. 8. Model BPMN analizowanego procesu. Źródło: opracowanie własne  
Fig. 8. BPMN model of analysed proces

Analizę procesu można również przeprowadzić w ujęciu perspektywy organizacyjnej. Służą do tego algorytmy umożliwiające wykonanie socjogramów ilustrujących np. przekazywanie pracy, podzlecanie pracy, współpracę oraz przekierowania pracy między pracownikami. Przykład takiego socjogramu przedstawiono na rysunku 7.

Na zaprezentowanym socjogramie można m.in. zidentyfikować ogniwa mające duże znaczenie dla procesu (to osoby przekazujące pracę oraz odbierające ją od innych), które powinny podlegać szczególnej analizie w zakresie obciążenia obowiązkami. Wspomniane rodzaje socjogramów umożliwiają łącznie wnikliwą analizę pracy członków organizacji biorących udział w procesie.

Przedstawione w tej części analizy procesu są podstawą dla fazy przeprojektowania, dostarczając wiedzę o faktycznym stanie i problemach związanych z rzeczywistą realizacją procesu.

### Implementacja

Najczęściej notacją wykorzystywaną do zapisu wykonywalnych modeli jest notacja BPMN. Sieci Petriego lub drzewa procesów w prosty sposób można przekształcić do tej notacji. Analizowany proces w notacji BPMN przedstawiono na rysunku 8.

Model taki, uzupełniony o szczegóły w zakresie typów zdarzeń, czynności, jednostek realizujących oraz źródeł danych, po przeprojektowaniu może być wdrożony w organizacji.

### Monitorowanie i kontrola procesu

W zakresie monitorowania i kontroli procesów ważne jest uchwycenie różnic pomiędzy realizacją procesu a projektowanym modelem. Wskazanie odchyleń w procesie w tej fazie umożliwia podjęcie działań korygujących lub naprawczych. Na rysunku 9 przedstawiono wyniki analizy w tym zakresie.

W przypadku analizowanego procesu można zauważyć, iż w przypadku 1203 spraw pominięta została czynność wysłania pocztą i online. Takie spostrzeżenie może skutkować wszczęciem procesu wyjaśnienia przyczyn takiej sytuacji.

### **Podsumowanie**

Eksploracja procesów jest obecnie bardzo dynamicznie rozwijającą się dyscypliną analityki biznesowej. W odróżnieniu od analizy danych, centrum zainteresowania aparatu obliczeniowego staje się proces i czynności go stanowiące, zapisane w dziennikach zdarzeń różnego typu systemów informatycznych w przedsiębiorstwie. Ta właściwość decyduje o przydatności technik eksploracji procesów w zarządzaniu organizacją procesową.

W artykule zaprezentowano techniki, które mogą zostać wykorzystane w poszczególnych krokach cyklu BPM w przedsiębiorstwie, poczynając od odkrywania modeli procesów, przez eksploracyjną analizę procesów oraz ich ocenę i analizę.

Niezaprzeczalną zaletą analizy dzienników zdarzeń jest fakt, iż modele procesu opracowane na ich podstawie charakteryzują się dużą dozą realizmu (ponieważ bazują na danych zapisanych – najczęściej automatycznie – w systemach IT przedsiębiorstwa). Szeroki wachlarz technik i algorytmów umożliwia zagłębienie się w rzeczywistą realizację procesów w organizacji, co jest niezbędne dla ich dalszego udoskonalania.

Artykuł opracowano w ramach badań statutowych prowadzonych w Akademii Górniczo-Hutniczej im. St. Staszica w Krakowie (umowa 11.11.100.693).

## Literatura – References

1. Augusto A., Conforti R., Dumas M., La Rosa M., Bruno G., Automated discovery of structured proces models: Discover structured vs. discover and structure, Conceptual Modeling: 35th International Conference, ER 2016, Gifu, Japan, November 14-17, 2016.
2. Brzychczy E., Reengineering procesów jako krok w kierunku reorganizacji krajowych przedsiębiorstw górniczych. *Przegląd Górniczy*, t. 72, nr 8, 2016.
3. Buijs J. C., van Dongen B. F., van der Aalst W.M.P., Quality dimensions in process discovery: The importance of fitness, precision, generalization and simplicity, *International Journal of Cooperative Information Systems*, vol. 23, no. 01, 2014.
4. Conforti R., Dumas M., García-Bañuelos L., La Rosa M., Bpmn miner: Automated discovery of bpmn process models with hierarchical structure, *Information Systems*, vol. 56, pp. 284–303, 2016.
5. Dumas M., La Rosa M., Mendling J., Reijers H., *Fundamentals of Business Process Management*, Berlin Heidelberg: Springer-Verlag. doi: 10.1007/978-3-642-33143-5, 2013.
6. Gonella P., *Process mining: A database of applications*, HSPI SpA – Management Consulting, Bologna, Italy 2016. (Available at [http://www.win.tue.nl/ieetfpm/lib/exe/fetch.php?media=-casestudies:hspi\\_process\\_mining\\_database\\_20161207.pdf](http://www.win.tue.nl/ieetfpm/lib/exe/fetch.php?media=-casestudies:hspi_process_mining_database_20161207.pdf), 20.03.2017)
7. Grajewski P., *Organizacja procesowa*. PWE, Warszawa, 2016.
8. Guo Q., Wen L., Wang J., Yan Z., Philip S. Y., Mining invisible tasks in non-free-choice constructs, *International Conference on Business Process Management*. Springer, pp. 109–125, 2015.
9. Hammer M., Champy J., *Reengineering w przedsiębiorstwie*. Neumann Management Institute, Warszawa, 1996.
10. Leemans S. J., Fahland D., van der Aalst W.M.P., Discovering block-structured process models from event logs containing infrequent behaviour, in *International Conference on Business Process Management*. Springer, pp. 66–78, 2013.
11. Porter M., *Competitive Advantage*, Free Press, New York, 1985.
12. *Process Mining Manifesto by the IEEE Task Force on Process Mining*, In F. Daniel, K. Barkaoui, S. Dustdar (Eds.), *BPM 2011 Workshops, Part I, LNBIP 99*, pp. 169–194. Berlin: Springer-Verlag, 2012.
13. van der Aalst W.M.P., *Process Mining: Data Science in Action*, Berlin: Springer-Verlag, 2016.
14. van der Aalst, W.M.P., *Process Mining in the Large: A Tutorial*. E. Zimanyi (Ed.), *Business Intelligence (eBISS 2013), Lecture Notes in Business Information Processing*, vol. 172, pp. 33-76. Berlin: Springer-Verlag, 2014.
15. van Dongen, B.F., *BPI Challenge 2017 - Offer log*. Eindhoven University of Technology. Dataset. <http://dx.doi.org/10.4121/uuid:7e326e7e-8b93-4701-8860-71213edf0fbe>, 2017.
16. van Zelst S. J., van Dongen B. F., van der Aalst W. M. P., ILP-Based Process Discovery Using Hybrid Regions, *International Workshop on Algorithms & Theories for the Analysis of Event Data, ATAED 2015*, ser. CEUR Workshop Proceedings, vol. 1371. CEUR-WS, pp. 47–61, 2015.
17. Verbeek H.M.W., Buijs J.C.A.M., van Dongen B.F., van der Aalst W.M.P., *ProM 6: The Process Mining Toolkit*. Proceedings of the Business Process Management 2010 Demonstration Track (Hoboken NJ, USA, September 14-16, 2010) / Ed. M. La Rosa. - S.l. : CEUR-WS, pp. 34-39, 2010.
18. Weijters A., Ribeiro J., Flexible heuristics miner (fhm), *Computational Intelligence and Data Mining (CIDM), IEEE Symposium on*. IEEE, pp. 310–317, 2011.

### *Use of Process Mining Techniques in an Enterprise*

*Process mining is a relatively young field of research at the frontier of several disciplines, including: computational intelligence, data mining, and process modeling and analysis. The article presents the possibilities of supporting process management in an enterprise by selected process mining techniques. The essence of the process approach and process management cycle in an organization were presented. Analysis of selected process in ProM is presented, taking into account individual phases of the BPM cycle.*

*Keywords: process mining, process management, process oriented approach, process modeling*