

Wojciech Danilczuk

Analiza danych produkcyjnych na podstawie transakcji w systemie ERP z wykorzystaniem technologii *Business Intelligence*

JEL: C81. DOI: 10.24136/atest.2019.192.

Data zgłoszenia: 08.05.2019. Data akceptacji: 08.06.2019.

W artykule przedstawiono sposób analizy danych produkcyjnych rejestrowanych przez pracowników produkcyjnych w systemie ERP. Zaprezentowano powiązania logiczne występujące w systemie ERP pozwalające na połączenie ze sobą informacji z obszarów kadry – czas pracy – produkcja. Na podstawie tych powiązań autor przedstawi metodę prezentacji, agregowania i analizy danych produkcyjnych z wykorzystaniem narzędzi OLAP i technologii Business Intelligence.

Słowa kluczowe: *Business Intelligence*, analiza danych, zarządzanie przedsiębiorstwem.

Wstęp

Systemy klasy ERP (ang. *Enterprise Resource Planning*) są jednymi z kluczowych elementów wspomagających zarządzanie przedsiębiorstwem. Podstawowym zadaniem tych systemów jest ewidencja zdarzeń gospodarczych mających miejsce w firmie. Wszystkie zdarzenia – transakcje – są zapisywane w bazie danych a dostęp do nich jest możliwy przez aplikację. Systemy klasy ERP z definicji mogą obejmować wszystkie obszary funkcjonalne przedsiębiorstwa m.in. kadry, finanse, koszty księgowość, gospodarkę magazynową, zarządzanie relacjami z klientem, zamówienia, dystrybucja, zarządzanie produkcją [2, 5].

Przykładem systemu klasy ERP jest program IMPULS EVO polskiej produkcji firmy Biuro Projektowania Systemów Cyfrowych S.A. Obecnie na rynku dostępna jest wersja 1.3 aplikacji IMPULS EVO a z oprogramowania korzysta ponad 700 firm. System opiera się o bazę danych Oracle 11G. Dostęp do systemu możliwy jest przez aplikację desktopową oraz poprzez terminale dotykowe (tzw. kioski). Część funkcjonalności dostępnych jak również przez przeglądarkę internetową (np. zarządzanie obiegiem dokumentów) [5, 4].

Jednym z głównych zalet systemów ERP jest połączenie ze sobą różnych obszarów działalności przedsiębiorstwa zgodnie z procesami zachodzącymi w przedsiębiorstwie oraz w oparciu o model logiczny i biznesowy danej firmy [4, 2]. Często jednak te połączenia nie są widoczne z punktu widzenia pojedynczego użytkownika systemu lecz są zaszyte w warstwie danych gromadzonych na serwerach baz danych. Może stanowić to ograniczenie w podejmowaniu decyzji zarządczych przez managerów i decydentów. Nie widząc całości powiązań między procesami zachodzącymi w różnych obszarach działalności firmy podejmowanie decyzji może być obarczone dużym ryzykiem lub niepewnością. Dlatego z punktu widzenia kadry zarządzającej niezbędne jest posiadanie odpowiednich narzędzi raportujących oraz wspierających analizę danych. Niestety często systemy klasy ERP są pozbawione odpowiednich modułów raportujących lub

są one zbyt ubogie w stosunku do zmieniających się potrzeb managerów. Jednym z podstawowych zadań systemu ERP jest wspomniane wyżej gromadzenie danych transakcyjnych nie zaś analiza tych danych i raportowanie. Nie mniej dane zgromadzone w systemach ERP stanowią podstawowe informacje jakimi możemy się posłużyć do budowania szczegółowych zestawień i analiz. W tym celu możemy wykorzystać narzędzia klasy Business Intelligence oraz technologię OLAP bazującą na danych zgromadzonych przez system transakcyjny [3, 6, 8].

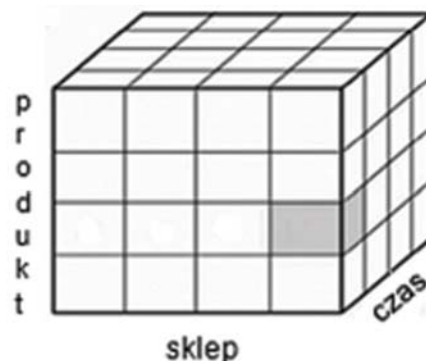
Systemy Business Intelligence

Zgodnie z klasyczną definicją „*Business Intelligence* (BI) jest to zorientowany na użytkownika proces zbierania, eksploracji, interpretacji i analizy danych, który prowadzi do usprawnienia i zracjonalizowania procesu podejmowania decyzji. Systemy te wspierają kadrę menadżerską w podejmowaniu decyzji biznesowych w celu kreowania wzrostu wartości przedsiębiorstwa” [1, 8]. Inna definicja podaje że BI jest zbiorem praktyk, działań oraz technologii, które przekształcają dane w użyteczne informacje biznesowe [7].

Niewątpliwym źródłem danych o procesach zachodzących wewnątrz przedsiębiorstwa są dane zgromadzone w systemach ERP. Naturalne jest więc wykorzystanie tych danych jako danych wejściowych dla systemu BI w celu transformacji ich w użyteczne biznesowo informacje ułatwiające kadrze zarządzającej analizę sytuacji oraz podejmowanie decyzji.

Technologia OLAP

Jedną z powszechniej stosowanych technologii w ramach systemów BI jest technologia OLAP (ang. *OnLine Analytical Processing*). Opiera się ona na zasadach wielowymiarowych bazach danych (ang. *Multidimensional data base*, MDB) [3]. Bazę wielowymiarową można określić jako kostkę (ang. *cube*). W poszczególnych wymiarach kostki (ang. *dimensions*) przechowywane są zintegrowane dane według wskazanych kryteriów (np., czas, region, produkt) (rys. 1). Wymiary te mogą tworzyć hierarchie



Rys. 1. Przykład kostki OLAP [6]

– mogą występować różne poziomy (np. wymiar czasu może dzielić się na lata, miesiące, dni). Kostki OLPA są zasilane danymi pochodzącymi z systemów transakcyjnych. W rozważanym przypadku są to dane zgromadzone w ramach funkcjonowania systemu ERP.

W ramach analizy wielowymiarowej na kostkach OLPA mogą zostać wykonane następujące operacje [1, 3, 8]:

- ♦ drążenie danych (ang. *drill down*) i agregowanie (ang. *drill up*),
- ♦ obracanie (ang. *rotation*),
- ♦ selekcji (ang. *slicing*),
- ♦ rankingowanie (ang. *rating*),
- ♦ filtrowania (ang. *filtration*),
- ♦ sortowanie (ang. *sorting*),

Przykład zastosowanie technologii BI i OLAP zasilanymi danymi z systemu ERP

Jako przykład zastosowania technologii BI oraz OLAP zasilanych danymi z systemu ERP można podać stworzenie raportu do analizy czasu pracy zarejestrowanego przez pracowników różnych wydziałów na poszczególne zlecenia produkcyjne

Rozważmy przedsiębiorstwo które zajmuje się produkcją jednostkową specjalistycznych maszyn projektowanych pod zamówienie klienta (ang. *engineering to order*, ETO). Proces produkcyjne opiera się o zlecenia produkcyjne dotyczące poszczególnych urządzeń. Zlecenia mogą należeć do różnych kategorii (projektowanie, produkcja części, montaż i uruchomienie, serwis gwarancyjny ect.). Ewidencja czasu pracy przez pracowników produkcyjnych odbywa się na poszczególne zlecenia produkcyjne.

Wiedza o ilości zarejestrowanych godzin na poszczególne projekty jest potrzebna managerom do monitorowania wydajności pracowników w poszczególnych obszarach produkcyjnych, określenie wykorzystania budżetów godzinowych na poszczególne projekty, analizy rozkładu czasu pracy na poszczególne rodzaje zleceń (odpowiadające różnym aktywnościom i zdarzeniom na produkcji) oraz udziału godzinowego poszczególnych gniazd produkcyjnych w danym zleceniu (przy produkcji danego urządzenia).

W systemie IMPULS EVO dane dotyczące rejestracji czasu pracy są dostępne w module Karty Prac. Kierownicy obszarów produkcyjnych nie mają dostępu do tego modułu. Z kolei informacje o zleceniach produkcyjnych są dostępne z poziomu Kartoteki Zleceń Produkcyjnych. Z kolei w formatce Osoby znajdują się informacje o stanowiskach na jakich są zatrudnieni poszczególni pracownicy a więc ich przypisanie do poszczególnych obszarów produkcyjnych.

Przy użyciu aplikacji możliwe jest jedynie obliczenie sumy godzin zarejestrowanych łącznie na dane zlecenie produkcyjne (rys. 2). Nie ma możliwości przeprowadzenia innych bardziej zaawansowanych analiz. Aby możliwe było opracowanie takiego raportu należy stworzyć wielowymiarową kostkę OLAP która powiąże informację z obszarów kadr oraz produkcji.

Budowanie kostki OLAP

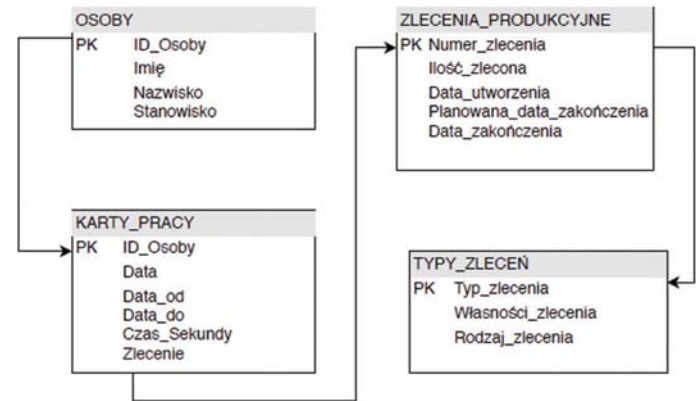
Pierwszym etapem budowy takiej kostki jest określenie logicznych powiązań pomiędzy danymi. Wszystkie informacje potrzebne do jej przygotowania zawarte są w tabelach danych zgromadzonych w bazie transakcyjnej systemu ERP. W celu zbudowania modelu logicznego należy przygotować widok przy użyciu języka SQL (ang. *Structured Query Language*) obsługującego bazę danych.

Dane jakie chcemy analizować należy połączyć ze sobą przy użyciu kluczy głównych (ang. *primary key*) określających logikę

Pracownik	Dzień	Następny dzień	Od godziny	Do godziny	Czas pracy
Artur	2018-05-07		09:00	11:00	02:00
Artur	2018-05-09		09:00	11:00	02:00
Artur	2018-05-10		12:00	14:00	02:00
Artur	2018-05-11		13:00	14:00	01:00
Artur	2018-05-14		13:00	14:00	01:00
Artur	2018-05-15		10:00	11:00	01:00
Artur	2018-05-16		10:00	12:00	02:00
Artur	2018-05-17		13:00	14:00	01:00
Artur	2018-05-19		09:00	11:00	02:00
Artur	2018-05-21		06:00	13:00	07:00
Artur	2018-05-22		06:00	14:00	08:00
Artur	2018-05-23		06:00	13:00	07:00
Artur	2018-05-24		12:00	14:00	02:00
Artur	2018-05-25		10:00	13:00	03:00
Artur	2018-05-28		09:00	12:00	03:00
Artur	2018-05-29		06:00	11:00	05:00

Rys. 2. Fragment formatki Karty Pracy

Źródło: oprac. własne.



Rys. 3. Schemat powiązań

Źródło: oprac. własne.

```

SELECT
OSOBY.IMIE_1,
substr(OSOBY.NAZWISKO,1,1),
KARTY_PRACY_IMP.DATA_OD,
KARTY_PRACY_IMP.DATA_DO,
KARTY_PRACY_IMP.CZAS as Czas_w_sekundach,
KARTY_PRACY_IMP.NR_ZLECENIA,
KARTY_PRACY_IMP.G_NORM,
KARTY_PRACY_IMP.G_NAD50,
KARTY_PRACY_IMP.G_NAD100,
KARTY_PRACY_IMP.G_NAD999 as GODZ_INNE,
KARTY_PRACY_IMP.G_NOCNE,
KARTY_PRACY_IMP.G_NAD_RAZEM as NADGODZINY_RAZEM,
KARTY_PRACY_IMP.G_RAZEM as GODZINY_RAZEM
FROM
KARTY_PRACY_IMP, OSOBY.
    
```

IMIE_1	SUBSTR(OSOBY.NAZWISKO,1,1)	DATA_OD	DATA_DO	CZAS_W_SEKUNDACH
Robert	R	19/05/07	19/05/07	3300
Mariusz	B	19/05/07	19/05/07	8940
Pawel	K	19/05/07	19/05/07	9360
Pawel	B	19/05/07	19/05/07	9480
Piotr	K	19/05/07	19/05/07	2640
Piotr	R	19/05/07	19/05/07	2640
Janusz	K	19/05/07	19/05/07	1860

Rys. 4. Zapytanie tworzące kostkę OLAP

Źródło: oprac. własne.

Imię	Nazwisko	Data	Data_od	Data_do	Czas_w_sekundach
Robert	N	2019-05-07	2019-05-07	2019-05-07	3300
Mariusz	B	2019-05-07	2019-05-07	2019-05-07	8940
Paweł	K	2019-05-07	2019-05-07	2019-05-07	9360
Paweł	B	2019-05-07	2019-05-07	2019-05-07	9480
Piotr	K	2019-05-07	2019-05-07	2019-05-07	2640
Piotr	R	2019-05-07	2019-05-07	2019-05-07	2640
Janusz	K	2019-05-07	2019-05-07	2019-05-07	1860
Piotr	R	2019-05-07	2019-05-07	2019-05-07	240
Marek	B	2019-05-07	2019-05-07	2019-05-07	2280
Piotr	R	2019-05-07	2019-05-07	2019-05-07	420
Piotr	R	2019-05-07	2019-05-07	2019-05-07	240
Arkadiusz	L	2019-05-07	2019-05-07	2019-05-07	3000

Rys. 5. Dane reprezentowane są jako tabela danych w programie Excel
Źródło: oprac. własne.

powiązań między tabelami bazy danych. Jest to jednocześnie odwzorowanie logicznych połączeń biznesowych występujących w przedsiębiorstwie.

W rozważanym przypadku musimy połączyć ze sobą informacje zawarte w tabeli osoby (imię, nazwisko, stanowisko, itd.) z tabelą karty pracy (data rejestracji czasu pracy, ilość godzin, zleceni na które zarejestrowano czas pracy, itd.). Kluczem głównym łączącym te tabele jest ID osoby. Następnie karty pracy łączymy z tabelą zlecenia produkcyjne (zawierającą informację o numerze zlecenia, ilości zleconych sztuk, planowanych datach zakończenia zlecenia, zleceniach powiązanych itd.), Kluczem głównym będzie w tym przypadku numer zlecenia występujący w obu tabelach. Na koniec połączymy istniejący model ze słownikiem rodzajów zleceń występujących w tabeli słowniki zleceń. W tym przypadku logicznym połączeniem będą 3 pierwsze znaki z numeru zlecenia określające rodzaj aktywności na produkcji. Schemat powiązań przedstawiony jest na rysunku 3. Rysunek 4 przedstawia zapytanie tworzące kostkę.

Po określeniu kluczy głównych oraz połączeń z danymi słownikowymi możemy przygotować zapytanie które zgromadzi dane z różnych obszarów funkcjonalnych systemu ERP w jedną wielowymiarową kostkę danych.

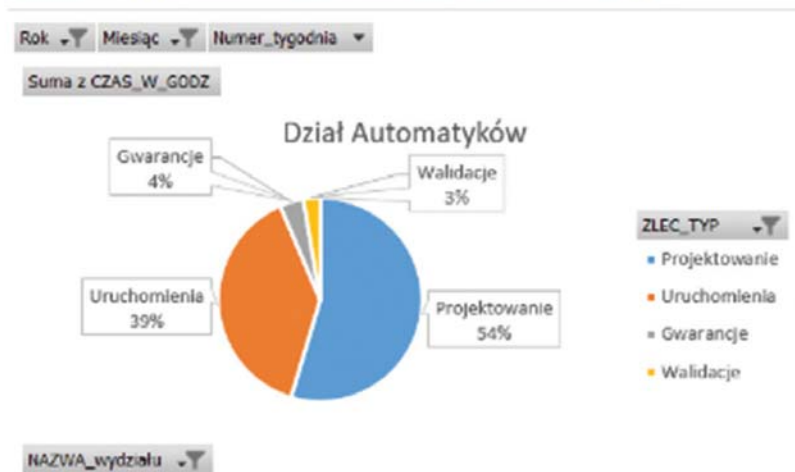
Wielowymiarowa analiza danych

W celu przeprowadzenia wielowymiarowej analizy danych posłużymy się narzędziem Excel. Jest to powszechnie wykorzystywane w przedsiębiorstwach oprogramowanie do przeprowadzania kalkulacji, raportowania i analiz. Do wizualizacji danych zgromadzonych w kostce OLAP posłużymy się Tabelami Przystawnymi (ang. *pivot table*). Program Excel w ramach standardowej funkcjonalności pozwala użytkownikom na połączenie arkusza kalkulacyjnego z bazą danych [9]. W omawianym przypadku arkusz został połączony z wynikiem zapytania SQL tworzącego kostkę OLAP (rys. 5). Arkusz kalkulacyjny

pozwała nam odświeżać dane zawarte w tabeli. W przypadku pojawienia się nowych rekordów w bazie danych zostaną one zaimportowane do skoroszytu.

Połączenie danych źródłowych do arkusza kalkulacyjnego pozwala nam na dalszą możliwość obróbki danych. Założmy, że chcielibyśmy z daty rejestracji zdarzenia wyciągnąć numer tygodnia. Moglibyśmy zrobić to na poziomie zapytania SQL lecz w przypadku braku znajomości odpowiednich poleceń w języku SQL lub braku bezpośredniego dostępu do bazy danych nie mielibyśmy takiej możliwości. Ponieważ dane zgromadzone są w Excelu możemy to obliczenie wykonać przy użyciu standardowych formuł arkusza kalkulacyjnego.

Rok	2018
Miesiąc	5
Numer_tygodnia	(Wszystko)
Suma z CZAS_W_GODZ NAZWA_wydziału	
ZLEC_TYP	Dział Automatyków
Projektowanie	289
Uruchomienia	206
Gwarancje	20
Walidacje	14
Suma końcowa	529



Rys. 7. Udział rodzajów zleceń w danym miesiącu
Źródło: oprac. własne.

ZLEC	NAZWA_STANOWISKA_KOSZTOW	Imię i nazwisko	Suma z CZAS_W_GODZ
Z	Dział Automatyków	Kamil G	5
		Tomasz J	10
	Wydział Elektromontażu		117
	Wydział Montażu		51
	Wydział Obróbki Blach		19
	Wydział Obróbki Materiałowej		5
	Wydział Spawalni/Ślusarni		31
Suma końcowa			238

Rys. 6. Ilość czasu zarejestrowana na zlecenie
Źródło: oprac. własne.

NAZWA_Wydziału	Dział Serwisu	
Rok	2018	
Numer_tygodnia	14	

Imię i nazwisko	ZLEC	Suma z CZAS_W_GODZ
Mariusz B	1	10
	Z	6
	Z	8
	Z	13
	Z	8
Mariusz B Suma		45
Robert P	1	8
	Z	17
	Z	12
	Z	8
	Z	8
Robert P Suma		45
Piotr C	1	3
	Z	8
	Z	21
	Z	13
	Z	8
Piotr C Suma		45
Suma końcowa		135

Rys. 8. Tygodniowy rozkład pracy w danym dziale
 Źródło: oprac. własne.

Prezentacja danych w tabeli przestawnej umożliwia nam przeprowadzanie analiz wielowymiarowych. Narzędzie tabel przestawnych pozwala nam w dowolny sposób „obracać” kostką. Na kolejnych rysunkach przedstawiono 3 analizy bazujące na jednej kostce OLAP. Pozwalają one odpowiedzieć managerom na pytania:

- ♦ jaka jest ilość czasu zarejestrowana na dane zlecenie (rys. 6),
- ♦ jaki jest udział rodzajów zleceń w danym miesiącu w danym dziale (rys. 7),
- ♦ jak wygląda tygodniowy rozkład pracy w jednym dziale na poszczególnych pracowników (rys. 8).

W ramach funkcjonalności tabel przestawnych możemy dołączać wykresy oraz formuły obliczeniowe bazujące na danych prezentowanych w tabelach. Tabele przestawne dają nam możliwość wykonywania wszystkich operacji typowych dla analizy wielowymiarowych takich jak drążenie, selekcjonowanie, sortowanie, filtrowanie itd.

Podsumowanie

Systemy ERP jako systemy transakcyjne są niezbędne w przedsiębiorstwach do ewidencji zdarzeń gospodarczych. Jednak ich potencjał jako systemy wspierania decyzji jest ograniczony. Do raportowania i dostarczania informacji niezbędnych w decyzjach zarządczych zostały stworzone systemy klasy *Business Intelligence* [4, 2, 3, 8]. Prezentowany w artykule przykład pokazuje w jaki sposób systemy klasy BI mogą wspomagać informacjami managerów w podejmowaniu decyzji zarządczych. Systemy ERP nie posiadają takiej elastyczności i wielowymiarowości w analizie danych co technologia OLAP ponieważ z założenia nie są systemami przeznaczonymi do celów analitycznych.

Odseparowanie w sposób logiczny oraz programowy warstwy ewidencyjnej od warstwy analitycznej niesie ze sobą szereg korzyści. Managerowie w firmach często nie są osobami ewidencjującymi zdarzenia gospodarcze w systemach ERP i nie znają

tych systemów. Natomiast arkusze kalkulacyjne są dla nich znanym środowiskiem z którym potrafią współpracować. Dostęp do analiz nie obciąża funkcjonowania systemu ERP i nie wymaga dodatkowych licencji. Agregacja danych w tabelach przestawnych pozwala w łatwy sposób przeprowadzić analizę i w razie potrzeby zmienić prezentowane wymiary kostki co nie zawsze jest możliwe w systemach ERP.

Tendencje na rynku wskazują że systemy wspierające decyzje (ang. *support decision system*) są coraz bardziej powszechne i pożądane na rynku [8]. Prezentowany przykład przedstawia możliwość wykorzystania takich systemów w oparciu o technologie *Business Intelligence* zasilaną danymi z systemów ERP.

Bibliografia:

1. Gartner Research, *Business Intelligence Tools: Perspective*, ID: G0093784, 2003.
2. Januszewski A., *Funkcjonalność informatycznych systemów zarządzania*, t. 1: *Zintegrowane systemy transakcyjne*, Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa 2008.
3. Januszewski A., *Funkcjonalność informatycznych systemów zarządzania*, t. 2: *Systemy Business Intelligence*, Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa 2008.
4. Jędra I., *Systemy wspomagające zarządzanie przedsiębiorstwem – impuls evo – wprowadzanie danych osobowych do systemu*, „Autobusy – Technika, Eksploatacja, Systemy Transportowe” 2019, nr 3.
5. Portal firmy BPSC, producenta systemu IMPULS EVO, www.bpsc.com.pl
6. Ptasznik A., *Hurtownie danych – czyli jak zapewnić dostęp do wiedzy tkwiącej w danych*, Warszawska Wyższa Szkoła Informatyki, Warszawa 2010.
7. Rud O., *Business Intelligence Success Factors: Tools for Aligning Your Business in the Global Economy*, Wiley & Sons, Hoboken 2009.
8. Surma J., *Business Intelligence. Systemy wspomagania decyzji biznesowych*, Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa 2009.
9. Walkenbach J., *Excel 2016 PL. Biblia*, Helion 2016.

Analysis of Production Data on the Basis of Transactions in the ERP System Using Business Intelligence Technology

The paper presents a method of analyzing production data registered by production employees in the ERP system. The logical connections appearing in the ERP system allowing to connect information from the areas of staff – work time – production are presented. Based on these connections, the author will present a method for presenting, aggregating and analyzing production data using OLAP tools and Business Intelligence technology.

Keywords: Business Intelligence, data analysis, management.

Autor:

mgr inż. **Wojciech Danilczuk** – Politechnika Lubelska, Wydział Mechaniczny, Katedra Automatykacji