

KASKADOWY MODEL CENOWY WSPOMAGAJĄCY PROCESY DECYZYJNE PRZY WYKORZYSTANIU METOD PROGRAMOWANIA LINIOWEGO

Krzysztof SENCZYNA

Politechnika Częstochowska, Wydział Zarządzania; krzysztofsenczyzna@gmail.com

Streszczenie: W artykule omawiana jest możliwość wykorzystania metod programowania liniowego w sytuacji, gdy w danym przedsiębiorstwie jest wdrożony kaskadowy model cenowy. Dzięki strukturze liniowej kaskadowego modelu pojawia się możliwość wprowadzenia metod programowania liniowego w optymalizację procesów decyzyjnych dotyczących wyznaczania odpowiedniej ceny kontraktów. Optymalizowane są te elementy procesu decyzyjnego, dla których jest możliwe zdefiniowanie poziomu ograniczeń zasobów. Funkcja celu jest zbudowana w oparciu o wartość parametru *Pocket Margin* zdefiniowanego w kaskadowym modelu cenowym, jako wartość wyliczająca wynik ekonomiczny dla danej transakcji. Przygotowane i wyliczone rozwiązanie programu liniowego jest wyłącznie propozycją dla kadry menadżerskiej, mającą na celu wspieranie procesu decyzyjnego dodatkowymi informacjami.

Słowa kluczowe: programowanie liniowe, kaskadowy model cenowy, optymalizacja procesu decyzyjnego, zarządzanie zasobami.

WATERFALL PRICING METHOD SUPPORTING DECISION-MAKING PROCESSES LEVERAGING LINEAR PROGRAMMING

Abstract: The article discusses the possibility of using linear programming methods in a situation where a cascaded pricing model is implemented in a given company. Thanks to the linear structure of the cascading model, there is the possibility of introducing linear programming methods into optimization of decision-making processes concerning determining the appropriate price of contracts. These elements of the decision process are optimized for which it is possible to define the level of resource constraints. The goal function is built based on the value of the Pocket Margin parameter defined in the cascaded pricing model, as the value calculating the economic result for a given transaction. The prepared and calculated solution of the linear program is only a proposal for the managerial staff, aimed at supporting the decision-making process with additional information.

Keywords: linear programming, waterfall pricing model, optimization of the decision-making process, resource management.

1. Wprowadzanie

Obecna sytuacja gospodarcza jest określna, jako złożona, turbulentna wymagająca od graczy rynkowych, przedsiębiorstw podejścia innowacyjnego gotowego na antycypowanie przyszłych zdarzeń gospodarczych. Innowacyjność powinna dotyczyć organizacji, jak i zarazem danej lokalnej gospodarki, jako całości. (Brzozowska, 2018). Jako innowacyjność rozumiane jest aplikowanie rozwiązań w przedsiębiorstwie skutkiem, czego klient otrzymuje nowoczesny produkt przy równoczesnej kontroli dodatkowych kosztów. W budowaniu procesu innowacyjności, osiągania sukcesów biznesowych lub nawet utrzymania swojej pozycji na złożonym rynku wymagane jest posiadanie odpowiedniej wiedzy dotyczącej zdarzeń zachodzących na zewnątrz – Monitorowanie Otoczenia Przedsiębiorstwa (MOP) (Jelonek, 2011) i wewnątrz organizacji (Wyskwariski, 2012). Determinantą innowacyjności są technologie informacyjne (Ścigała, 2014). W zestawieniu zadań wspomaganych technologiami informacyjnymi w odniesieniu do badań empirycznych wymienione są kluczowe zadania realizowane przez organizacje. W skład kluczowych zadań jest zaliczany proces wspomagania decyzji. Generacja technologii informatycznych wspomagających przetwarzania zasobów informacyjnych, przyspieszająca proces podejmowania decyzji oraz optymalizująca zasoby organizacji została zdefiniowana, jako technologia *Business Intelligence* (BI) (Olszak, 2012). Systemy *Business Intelligence* tworzą nową kategorię w ramach systemów wspomagających procesy decyzyjne w organizacji w oparciu o analizę danych. Wykorzystywane są zasoby informacyjne organizacji generowane w dużych systemach informatycznych klasy ERP (*Enterprise Resource Planing*) (Surma, 2009), jak również z innych źródeł jak tylko istnieje możliwość odpowiedniego przygotowania danych.

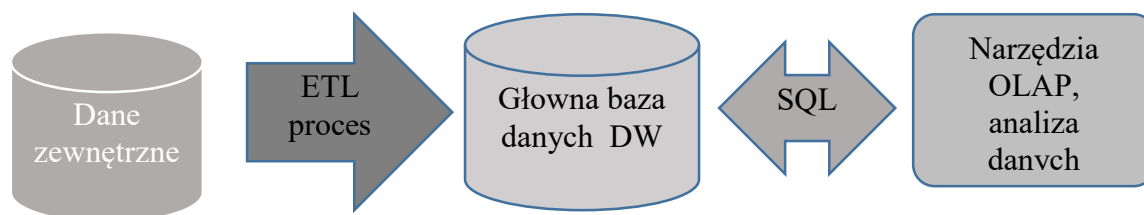
2. Systemy Business Intelligence (BI)

Termin *Business Intelligence* (BI) został użyty w latach osiemdziesiątych XX wieku po raz pierwszy przez H. Dresnera z Gartner Group. B.H. Wixoma, H.J. Watsona opisujących *Business Intelligence*, jako szeroką kategorię obejmującą technologię, aplikacje, procesy analizy danych, wspomagające użytkownika w podejmowaniu efektywniejszych decyzji. W ramach innej, bardziej sumarycznej definicji *Business Intelligence to proces przekształcający dane w informacje a następnie informację w wiedzę* (Anonim, 17.06.2018).

Systemy *Business Intelligence* łączą w sobie cechy systemów DSS (*Decision Support System*), EIS (*Executive Information System*), ES (*Enterprise System*). Aplikacje *Business Intelligence* łączą wiedzę pochodzącą z systemów DSS, ES, EIS funkcjonujących niezależnie, w jedną całość tworząc nową wiedzę, której celem jest wspomaganie funkcji i decyzji biznesowych. Celem tworzenia nowej wiedzy jest wspieranie pozycji przedsiębiorstwa w walce konkurencyjnej dla utrzymania pozycji na rynku. W ramach *Business Intelligence* pojawiają się nowe rozwiązania dla wspierania procesów decyzyjnych w dziedzinach określanych, jako *marketing intelligence*, *finance intelligence*, *competitive intelligence* (Olszak, 2012). Elastyczność, wszechstronność tworzonych rozwiązań BI doceniane jest przez klientów. Wielkie organizacje Gartner, Oracle, Teradata przewidują, że poziom inwestycji w narzędzia *Business Intelligence* będzie wzrastał a na pierwszym miejscu listy przewidywanych inwestycji w sektor rozwiązań informatycznych wspierających procesy decyzyjne w organizacjach będą decyzje dotyczące sektora technologii informatycznych związanych. Na liście sektorów organizacji przewidujących inwestycje w rozwiązania *Business Intelligence* znajdujemy sektory finansowy (Ziora, 2011), energetyka, nieruchomości, firmy ubezpieczeniowe (Nowicki, 2011).

Systemy BI są implementowane w celu wspierania procesów decyzyjnych w wielu obszarach organizacji. W stosunku do dużych systemów typu ERP systemy *Business Intelligence* charakteryzuje łatwość rekonfiguracji, elastyczność struktury a przede wszystkim koszty całkowite związane z użyciem systemu są znacząco mniejsze w stosunku do systemów ERP. Przykładowe obszary zastosowań systemów *Business Intelligence* to analizy typu: kampanii, lojalności, sprzedaży, sprzedaży wiązanej, rentowności, profilowanie klienta, logistyka i inne, które generują dane opisujące zachodzące zdarzenia biznesowe (Ziora, 2010). W trakcie procedury wyboru systemu *Business Intelligence* wskazane jest z uwagi na złożoność procesu wsparcie dodatkowym algorytmem wyboru przykładowo metodą AHP (Czupryna-Nowak, 2016).

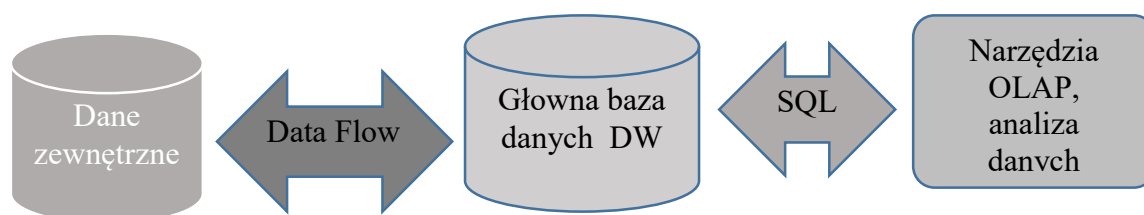
Główne kierunki rozwoju systemów *Business Intelligence* to zarządzanie wydajnością i zarządzanie wiedzą (Januszewski, 2008) w oparciu o wykorzystanie rozwijanych technologii bazodanowych typu hurtownie danych. Środowisko analizy danych takie jak Power BI, Qlick Sense, pozwalają na kreowanie scenariuszy analizy danych pochodzących z zasobów informacyjnych organizacji. Rozmiar zbiorów danych jest wyłącznie parametrem technicznym i powstają coraz to nowsze i większe bazodanowe technologie informatyczne jak: Hadoop (Anonim 17.06.2018), NoSQL (Anonim 17.06.2018), które to pozwalają na przetwarzanie coraz większych zbiorów danych rzędu TB (terabajtów, 1TB=1024 GB). Proces analizy tak dużych zbiorów danych umożliwia technologia rozdzielenia plików danych na szereg mniejszych klastrów z plikami danych. W przygotowaniu projektu systemu *Business Intelligence* dla danej organizacji może okazać się również wystarczające rozwiązanie bazodanowe mniej skomplikowane oparte o wykorzystanie technologii baz danych Oracle (Price, 2015) lub SAP HANA (Anonim 17.06.2018).



Rysunek 1. Model przepływu danych w systemie Business Intelligence z jednostronnym procesem ETL.. Adapted from: Dayal U., , Castellanos M., Simitsis A., *Data Integration Flows for Business Intelligence* , 12th International Conference on Database Theory 2009.

Jak przedstawia Rysunek 1 przepływ danych w systemach BI tworzonych, jako pierwsze rozwiązania przebiegał jednokierunkowo opierając się o rozwiązania ETL (extract-transformation-load) (Wojciechowski,2013). W takim modelu modułu bazy danych *Data Warehouse* (DW) stanowił źródło danych dla aplikacji analitycznych klasycznych rozwiązań *Business Intelligence*. Rozwiązania typu Query Reporting, Data Mining, OLAP (On Line Analytical Processing) umożliwiają przeprowadzanie realnych analiz w modelu systemu *Business Intelligence* w wyniku ciągłej pracy procesów ETL w procesie uzupełnianiu danych w Głównej Bazie Danych (DW). W praktyce oznacza to cykliczne uruchamianie procesów ETL tak, aby Głównej Bazie Danych posiadała jak najbardziej aktualne dane. Proces ładowania danych do Głównej Bazie Danych jest czasochłonny, i w trakcie tego procesu aplikacje analityczne są w stanie oczekiwania. Dostępność i wydajność systemu *Business Intelligence* jest, ograniczona przez czas ładowania Głównej Bazie Danych procedurami ETL.

Zapotrzebowanie ze strony rynku na bardziej zautomatyzowane, działające w czasie realnym i w oparciu o aktualne dane systemy *Business Intelligence* spowodowało stworzenie nowej generacji *Business Intelligence*, w której jednokierunkowy proces ETL > Głównej Bazie Danych zostaje rozbudowany o przepływ danych w dwie strony Rysunek 2.

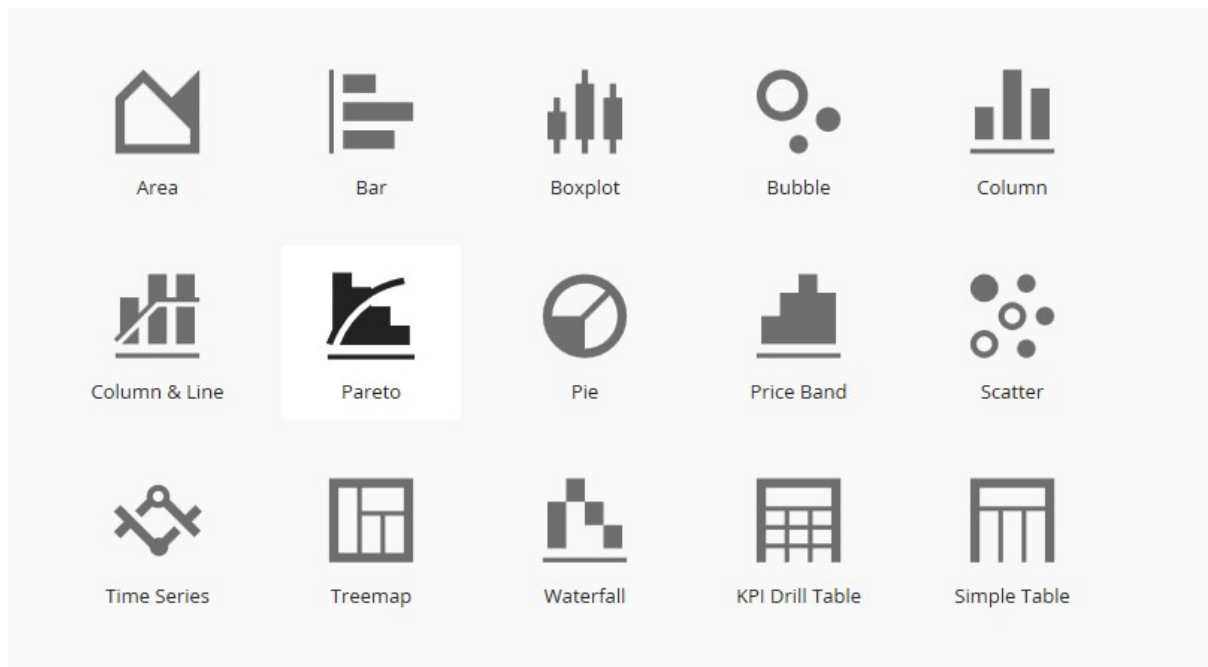


Rysunek 2. Model przepływu danych w systemie Business Intelligence z dwustronnym procesem Data Flow. Adapted from: Dayal U., , Castellanos M., Simitsis A., *Data Integration Flows for Business Intelligence* , 12th International Conference on Database Theory 2009.

Model zostaje wyposażony o moduł *Data Integration Flow*, w którym są realizowane operacje wspierające procesy decyzyjne na bieżąco. Moduły analityczne dalej pracują

w oparciu o strukturę Głównej Bazy Danych, pojawia się ETL dwukierunkowy bezpośrednio współpracujący z bazami danych źródłowych Data Sources (DS) (Dayal U. 2009). Jest to istotny czynnik technologiczny dla systemu *Business Intelligence*, ponieważ jest możliwe stworzenie i wykonywanie automatycznych skryptów i procedur analizy danych a wyniki tej analizy są przekazywane automatycznie do odpowiednich systemów zewnętrznych. Taka procedura jest często uruchamiana, gdy system nie jest obciążony dzienną pracą analityków danych.

Moduły analityczne OLAP systemu *Business Intelligence* dostarczają informacje zarządczą, czyli informację wykorzystywaną w procesie zarządzania firmą (Stefanowicz 2007). W zarządzaniu procesami biznesowymi wykorzystywane są narzędzia do monitorowania i nadzoru wykorzystujące wskaźniki kluczowe – (KPI), *Key Performance Indicator* (Paramenter, 2007), wykresy analityczne typu *Scatter*, *Bubble* i inne, których ikony przedstawia Rysunek 3.



Rysunek 3. Ikony narzędzi analizy danych – *Charts* wykorzystywanych w systemie Business Intelligence - źródło aplikacja *Vednavo EPS*.

Te elementy wchodzą w skład bardziej złożonych struktur kokpitów menadżerskich - *Dashboards* (Ziuziański, 2015) konfigurowanych według potrzeb klienta, przykładowy *Dashboard* Rysunek 4 (Sołtysik-Piorunkiewicz A...2015). Jest to przykład kokpitu realizującego funkcję *Sales Performance*, składającego się z wykresów w górnej części, oraz hierarchii obiektów biznesowych przedstawionej z użyciem miar i wartości w postaci KPI: *Sales*, *Sales Rep*, *Product*, *Customer* które można analizować w głąb hierarchii danego obiektu czyli *drill in and drill out*.

Sales Performance		Manage My Dashboards								
Total Records (5) Actions										
Sales Rep	Sales Org	Reference Price Yield								
1 Bill Barule	Americas	77.59%								
2 Sally Green	Europe	74.64%								
3 Harry Wharton	Americas	73.78%								
4 Tom Smith	Americas	67.62%								
Key Performance Indicators Actions										
Dimension	Target Price Realization	Quantity	Revenue	Revenue per unit	Pocket Margin	Pocket Margin per unit	Pocket Price per unit	Pocket Margin %	List Price Yield	
1 Total	41.52%	12,893,913 Each	\$76,695,703	\$5.95	\$14,738,607	\$1.14	\$4.29	19.22%	65.32%	
Sales (3)										
1 Americas	39.10%	7,585,419 Each	\$47,181,265	\$6.22	\$9,436,947	\$1.24	\$4.49	20.00%	66.33%	
2 Asia	64.62%	1,588,779 Each	\$5,909,970	\$3.72	\$611,075	\$0.38	\$2.62	10.34%	57.07%	
3 Europe	43.00%	3,719,715 Each	\$23,604,468	\$6.35	\$4,690,585	\$1.26	\$4.59	19.87%	65.68%	
Sales Rep (9)										
1 Bill Barule	29.18%	492,433 Each	\$5,018,063	\$10.19	\$1,228,791	\$2.50	\$7.10	24.49%	77.59%	
2 Celine Gadot	46.82%	3,133,032 Each	\$19,395,989	\$6.19	\$3,999,887	\$1.28	\$4.50	20.62%	66.21%	
3 Harry Wharton	42.95%	70,623 Each	\$1,126,226	\$15.95	\$322,334	\$4.56	\$12.22	28.62%	73.78%	
Product (3)										
1 Electronics	76.89%	8,339,448 Each	\$29,518,083	\$3.54	\$4,384,698	\$0.53	\$2.54	14.85%	60.09%	
2 Industrials	27.93%	4,294,831 Each	\$38,839,196	\$9.04	\$8,437,839	\$1.96	\$6.52	21.73%	69.10%	
3 Process Industry	109.58%	259,634 Each	\$8,338,424	\$32.12	\$1,916,070	\$7.38	\$23.70	22.98%	69.10%	
Customer (4+)										
1 Acer	52.06%	459,986 Each	\$1,430,232	\$3.11	\$195,329	\$0.42	\$2.23	13.66%	59.05%	

Rysunek 4. KPI Dashboard w systemie Business Intelligence – źródło aplikacja Vednavo EPS.

Opisane elementy przykładowego systemu *Business Intelligence* ukazują niewielki fragment możliwości wykorzystania narzędzi analityki biznesowej, jakie są w dyspozycji w ramach aplikacji. W ramach aplikacji jest możliwe skonfigurowanie modułów KPI, Dashboards, praca z zrównoważoną kartą wyników, oraz wiele innych wariantów pracy z danymi.

3. Kaskadowy model cenowy strukturą systemu BI

Presja rynku związana z presją ze strony klienta na dostarczanie towarów i usług, ale przy niższych cenach lub innych sposobach promocji w wyniku, których całość kontraktu jest korzystniejsza dla klienta powoduje, że konieczne jest wprowadzanie systemów kontroli procedury wyznaczania ceny produktów i usług. Rozwiązania dołączone do systemów *Business Intelligence* przeznaczone do realizacji tego zadania są określane jako systemy CPQ (Configure, Price, Quote) (Anonim, 26.11.2017). W ramach aplikacji CPQ konfigurowany jest model cenowy i w ramach systemu *Business Intelligence* analizowane są dane transakcyjne wspierające pracę modelu cenowego.

Idea kaskadowego modelu cenowego zawiera się w odwzorowaniu w postaci kolejnych stopni jak w kaskadzie czynników wpływających na wyznaczenie ceny danego kontraktu. Czynniki te są następują po sobie jeden za drugim Rysunek 3. Punkt początkowy procesu kaskady cenowej wyznaczania ceny jest w punkcie Base, w którym jest ustawiana cena

Bazowa w oparciu o dane historyczne, weryfikowane przez rynek. Punkty struktury kaskady zamykające dany etap procesu wyznaczania ceny są to Price Point (PP). W PP_k jest wyliczenia wartość na dany etap sumując wszystkie korekty *adjustments* z wartością PP_{k-1} . Rynek ma obecnie silnie charakter dyskontowy stąd głównie korekty ujemne, ale również mogą być korekty dodatnie. Równanie wyliczenia Price Point (PP) dla kaskadowego modelu cenowego opisuje zależność nr 1.

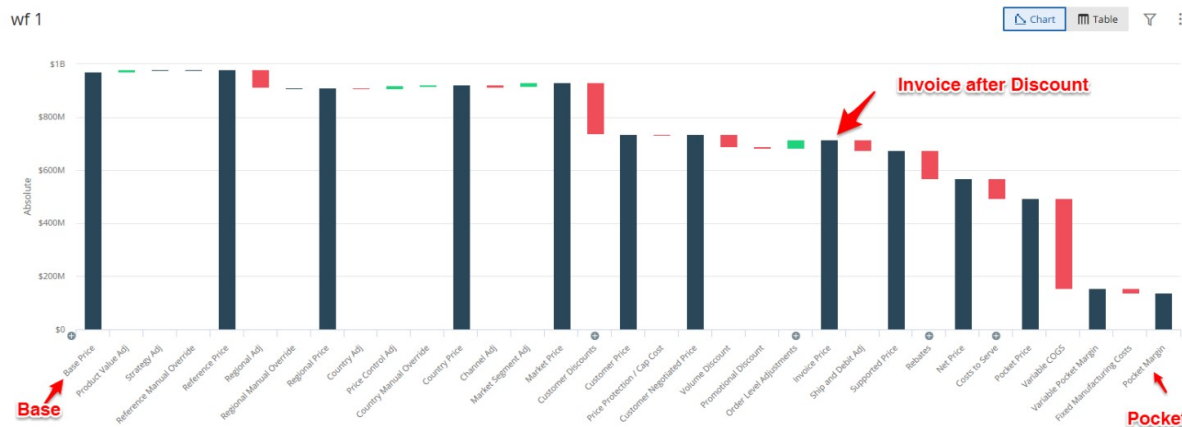
$$\text{PricePoint}_k = \text{PricePoint}_{k-1} + \sum_{i=1}^n \pm a_i \quad (1)$$

W Price Point *Invoice after Discount* jest ustalona cena, która pojawia się na fakturze u klienta. Po tym punkcie pojawia się część kosztowa, w której pojawiają się wszystkie koszty dotyczące danej transakcji a związane z klientem. Punktem zamykającym estymującym zysk z transakcji jest ostatni Price Point PM- *Pocket Margin*.

Cecha modelu kaskadowego wyznaczania estymowanej wartości *Pocket Margin* ma fundamentalne znaczenie dla całego procesu. W momencie kreowania transakcji jest estymowany *Pocket Margin*. Kluczowy parametr określający i kontrolujący zyskowność całej transakcji jest wyliczany w momencie ustalania warunków całej transakcji. Proces informacji zarządczej odbywa się w czasie rzeczywistym. Dane transakcyjne i struktura kaskady cenowej umożliwiają wyliczenie przewidywanej zysku i w zależności od definiowanych polityk cenowych transakcja zostanie przygotowana dla klienta. Klient wówczas stara się o dodatkowy dyskont, ale czynnikiem ograniczającym jest wartość *Pocket Margin* > 0 . Implementacja kaskadowego modelu cenowego, umożliwia również wykorzystanie innego atutu tego modelu, jakim jest wektoryzacja danych transakcyjnych. Dla każdej transakcji jest stworzony wektorach danych kaskady cenowej WF (*Waterfall*). Każdy występujący w procesie sprzedaży obiekt biznesowy jak: *Client, Sales Rep, Channel*, posiada swój wektor z danymi dotyczącymi współczynników korekt z kaskady cenowej *Waterfall*. Postać wektora *Waterfall* to zapis w postaci współrzędnych wszystkich elementów kaskadowego modelu cenowego dla danego obiektu w postaci zależności 2.

$$\text{Wektor WF (Waterfall)}_{\text{Obiekt}} = \text{Obiekt} (\text{PP}_{\text{Base}} , \text{Adj}_1, \text{Adj}_2 .. \text{PP}_{\text{Pocket Margin}}) \quad (2)$$

Wyliczenie WF (*Waterfall* _{Organizacja}) umożliwia śledzenie zmian rentowności dla całej organizacji poprzez wyliczenie PM _{Organizacja}.



Rysunek 5. *Waterfall Chart* w systemie Business Intelligence – źródło aplikacja *Vednavo EPS*.

4. Wykorzystanie metod Programowania Liniowego w ramach modelu kaskady cenowej

Dla wykorzystania Programowania Liniowego (PL) w procesie decyzyjnym konieczne jest spełnienie warunków liniowości:

- funkcja celu jest wyrażeniem liniowym,
- warunki ograniczające mają postać liniową.

Dzięki konstrukcji liniowej kaskadowego modelu cenowego jest możliwe spełnienie tych warunków, ponieważ:

Funkcja celu - maksymalizowanie wartości PM (Pocket Margin), BP – Base Price , x- ilość (Quantity) , a_i - współczynniki korekt / *adjustments*.

$$PM = BP * x + \sum_{i=1}^n \pm a_i x \quad (\max) \quad (3)$$

PM zgodnie z zależnością 3 jest liniowym wyrażeniem, czyli spełnia założenia PL.

Warunki ograniczające dotyczą zasobów, rozdzielanych pomiędzy n wektorów *Waterfall*. Zasoby są ograniczone w danym przedziale czasowym i użycie zasobów dla danego wektora *Waterfall* jest wyrażone poprzez współczynniki korekt a_i , różne dla różnych wektorów WF , uzależnione od atrybutów dla danego wektora *Waterfall*. Atrybut jest to cecha danego wektora wyrażona w strukturze danych w postaci tekstowej. W kaskadowym modelu cenowym z każdym wektorem *Waterfall* jest związana grupa atrybutów w postaci tekstowej najczęściej, która opisuje miejsce wektora *Waterfall* w hierarchii obiektów. Dany wektor *Waterfall* może być przykładowo: ważny, mniej ważny, słabo ważny – i miejsce w hierarchii tych atrybutów wpływa na wartość współczynnika korekt a_i charakteryzującego danego wektora *Waterfall*. Wartość tego współczynnika jest wyliczana w niezależnej warstwie logiki biznesowej w zależności od zestawu atrybutów opisujących dany wektor *Waterfall*.

W strukturze programu liniowego (PL) w zastosowaniu do kaskadowego modelu cenowego konieczne jest zaistnienie sytuacji w której jest n wektorów WF oraz minimum n ograniczeń dla n zasobów w modelu cenowym. Oznacza to że przykładowo jest generowanych n – maksimum transakcji dla których zasoby opisywane korektami α_i są w danym momencie rozdzielane pomiędzy te transakcje.

Przykład programu liniowego (PL), dla dwóch wektorów *Waterfall*:

Dane: wektory WF1 (X_1), WF2(X_2)

Funkcja celu - PM (WF1) +PM (WF2)= $0.001 * X_1 + 0.00006 * X_2$ – estymowany zysk z transakcji nie jest duży.

Cel policzenie wartości - X_1, X_2 .

Ograniczenia wynikające z danych biznesowych.

$X_1 > 5$, integer

$X_2 > 10$, integer

Ogr 1: $100 * X_1 + 3 * X_2 < 100000$

Ogr 2 : $2 * X_1 + 100 * X_2 < 20000$

Przy użyciu pakietu Solver arkusza Excel , wyliczane są wartości : $X_1 = 995, X_2 = 166$.

Wartości X_1, X_2 . są z punktu widzenia przeprowadzanych transakcji zaleceniami dla kadry menedżerskiej, jakie ilości produktów X_1, X_2 sprzedać tak, aby maksymalizować zysk dla tych dwóch transakcji. W trakcie negocjacji decyzje mogą być podejmowane inne, ważne, aby mieć możliwość odniesienia się do wartości decyzji X_1, X_2 najbardziej optymalnych.

5. Podsumowanie

W pracy przedstawiono założenia kaskadowego modelu cenowego. Systemy *Business Intelligence* wykorzystują ten model w celu przygotowania decyzji cenowych w oparciu o dane gromadzone i dostarczane poprzez systemy informatyczne typu ERP, DSS, EIS, ES. Liniowa struktura kaskadowego modelu cenowego umożliwia wprowadzenie metod Programowania Liniowego w procesy decyzyjne. Przykład z danymi symulacyjnymi pokazuje, że w procesie decyzyjnym uzyskane wyniki są informacją dla kadry menedżerskiej, jakie należy podejmować decyzje w celu maksymalizacji zysku ekonomicznego. Wykorzystanie metody jest ograniczone dla przypadków, w których jest możliwe zdefiniowanie wartości ograniczeń w danym elemencie procesu biznesowego. Wydaje się, że cenne dla kadry menadżerskiej jest informacja, że zastosowanie takiego podejścia powoduje wyszukiwanie wariantów optymalnych procesów decyzyjnych. Przytoczony przykład wykorzystuje dane teoretyczne, z uwagi na brak możliwości wykorzystania danych realnych, ponieważ są objęte tajemnicą handlową.

Bibliografia

1. Baker, W., Marn, M.V., Zawada, C.C. (2011). *The Price Advantage*. Wiley
2. Januszewski, A. (2008). *Funkcjonalność Informatycznych Systemów Zarządzania. Systemy Business Intelligence*. Warszawa: Wydawnictwo Naukowe PWN.
3. Jelonek, D. (2011). *Analiza i modelowanie systemów informacyjnych. Charakterystyka systemów informacyjnych*. W A. Nowicki (red.). Wrocław: Wydawnictwo Uniwersytet Ekonomiczny.
4. Paramenter, D. (2007). *Key Performance Indicators*. Hoboken: John Wiley&Sons.
5. Price, J. (2015). *Oracle Database 12c SQL*, Helion.
6. Surma, J. (2009). *Business Intelligence*. Warszawa: Wydawnictwo Naukowe PWN.
7. Stefanowicz, B. (2007). *Informatyczne Systemy Zarządzania - Przewodnik*. Warszawa: Szkoła Główna Handlowa.
8. Brzozowska, A., Kabus, J. (2018). Determinants of Enterprises' Innovativeness in the Light of Empirical Studies – Case Studies of Austria and Poland, *Scientific Papers if Silesian University of Technology, Series: Organization and Management*, 116, 1995 (s. 8-10).
9. Czupryna-Nowak, A. (2016). Wybór systemu informatycznego metodą AHP. *ZN Politechnika Śląska, seria: Organizacja i Zarządzanie*, nr 96.
10. Dayal, U., Castellanos, M., Simitsis, A. (2009). *Data Integration Flows for Business Intelligence*. 12th International Conference on Database Theory, (ICDT 2009): Saint Petersburg, Russia.
11. Nowicki, A., Rot, A., Ziora, L. (2007). The Role of Business Intelligence and Data Warehouses in the Management of Enterprise. Application in Retail Trade and Insurance Companies. CITSA.
12. Olszak, M., Ziemia, E. (2012). Systemy Inteligencji biznesowej, jako przedmiot badań ekonomicznych. *ZN Uniwersytetu Ekonomicznego w Katowicach*, nr 113, s. 13.
13. Sołtysik-Piorunkiewicz, A., Furmakiewicz, A., Ziuziański, P. (2015). Spersonalizowany kokpit menedżerski, jako przykład podejścia kontekstowego w zarządzaniu wiedzą, *Studia Ekonomiczne, ZN Uniwersytet Ekonomiczny w Katowicach*, nr 216.
14. Ścigała, M., Tworek, K., Martan, J. (2014). Technologie Informacyjne determinantą innowacyjności – aktualny model organizacji. *ZN Politechnika Śląska, seria: Organizacja i Zarządzanie*, nr 618.
15. Wojciechowski, A. (2013). E-ETL: framework for managing evolving ETL workflows. *Foundations of Computing and Decision Sciences*. Poznań: Wydawnictwo Politechniki Poznańskiej, 38, No. 2, p. 131-142.
16. Wyskwariski, M. (2012). Analiza danych systemu ERP-wykorzystanie koncepcji Business Intelligence. *ZN Politechnika Śląska, seria: Organizacja i Zarządzanie*, nr 61.

17. Ziora, L. (2011). Systemy Business Intelligence, jako narzędzie wspierające podejmowanie decyzji w przedsiębiorstwach: Przegląd studiów przypadków branży finansowej i energetycznej. *Prace Naukowe Uniwersytetu Ekonomicznego we Wrocławiu Informatyka Ekonomiczna*, nr 187, s. 120-130.
18. Ziora, L. (2010). Perspektywy rozwoju systemów Business Intelligence. Przegląd wybranych koncepcji. *Prace Naukowe Uniwersytetu Ekonomicznego we Wrocławiu Informatyka Ekonomiczna*, nr 118, s. 389-396.
19. Ziuziański, P., Furmankiewicz, M. (2015). Kokpit menedżerski, jako narzędzie do wizualizacji danych w kontekście zarządzania wiedzą w organizacji. *Economics and Management*, No.1.
20. <https://dl.acm.org/citation.cfm?id=1031765> (Anonim, 17.06.2018).
21. <http://hadoop.apache.org/> (Anonim, 17.06.2018).
22. <https://pl.wikipedia.org/wiki/NoSQL> (Anonim, 17.06.2018).
23. https://pl.wikipedia.org/wiki/SAP_HANA (Anonim, 17.06.2018).
24. https://en.wikipedia.org/wiki/Configure_Price_Quote (Anonim, 26.11.2017).