

Damian KOLNY¹, Bartosz CIEŚLA², Janusz MLECZKO³

Opiekun naukowy: Janusz MLECZKO³

DYNAMICZNA WIZUALIZACJA DANYCH PRODUKCYJNYCH JAKO WSPARCIE PROCESU ZARZĄDZANIA W MŚP

Streszczenie: Postępująca globalizacja gospodarki, nieustanny rozwój technologii komputerowej oraz automatyzacja i robotyzacja procesów produkcyjnych niewątpliwie implikują dynamiczny wzrost liczby generowanych danych do obiegu informacyjnego. Współczesne przedsiębiorstwa z sektora MŚP chcąc funkcjonować we własnym, często niestabilnym, środowisku ekonomicznym, muszą być w zdolne do bieżącego monitorowania kondycji biznesowej oraz gospodarowania własnymi zasobami w sposób efektywny, zwłaszcza poprzez bazowanie na właściwych oraz odpowiednio opracowanych danych.

W artykule przedstawiano nieszablonyw podejście do procesu decyzyjnego w przykładowym przedsiębiorstwie z sektora MŚP z wykorzystaniem dedykowanego narzędzia informatycznego i zamodelowaniu w nim specjalnego kokpitu menadżerskiego.

Słowa kluczowe: Big Data, Business Intelligence, wizualizacja danych, TOC, MŚP

DYNAMIC VISUALIZATION OF PROCESS DATA AS A SUPPORT OF BOTTLENECKS MANAGEMENT IN SMES

Summary: The progressing globalization of the economy, the constant development of computer technology as well as the automation and robotization of production processes undoubtedly imply a dynamic increase in the number of data generated for the information circulation. Contemporary enterprises from the SME sector, wanting to operate in their own, often unstable, economic environment, must be able to monitor the business condition on an ongoing basis and manage their own resources in an effective manner, especially by relying on appropriate and properly developed data.

The article presents an unconventional approach to the decision-making process in an example enterprise from the SME's sector using a dedicated IT tool and modeling a special manager dashboard.

Keywords: Big Data, Business Intelligence, data visualization, TOC, SMEs

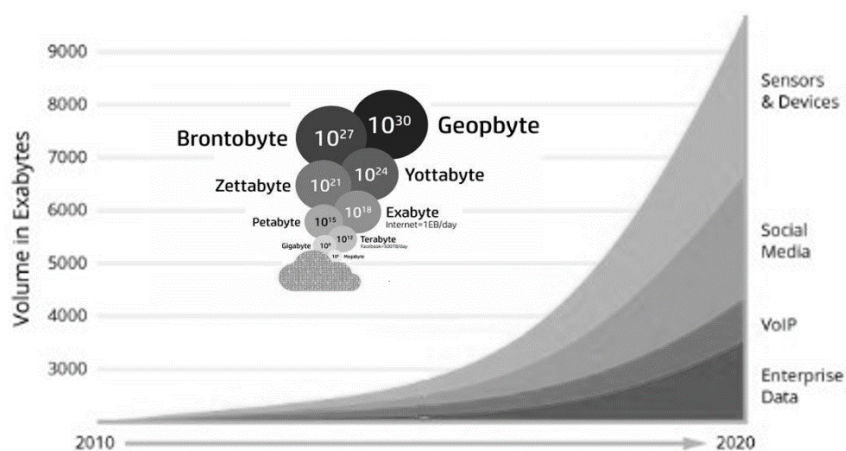
¹ mgr inż., Akademia Techniczno-Humanistyczna w Bielsku-Białej, Wydział Budowy Maszyn i Informatyki, Inżynieria Produkcji, dkolny@ath.bielsko.pl

² mgr inż., bciesla@redor.com.pl

³ prof. ATH, dr hab. inż., prof. ATH, Akademia Techniczno-Humanistyczna w Bielsku-Białej, Wydział Budowy Maszyn i Informatyki, Inżynieria Produkcji, jmleczko@ath.bielsko.pl

1. Wstęp

Działalność przedsiębiorstwa niezależnie od jego wielkości czy sektora przemysłowego obejmuje zarządzanie dużymi ilościami informacji, które generowane są w wewnętrznych jak i zewnętrznych środowiskach biznesowych. Przemysł wytwórczy często charakteryzuje się znaczną automatyzacją i robotyzacją procesów technologicznych, wobec czego problematyka wielkości gromadzonych informacji płynących z operacji produkcyjnych dodatkowo potęguje to zjawisko. Ogromna skala tego precedensu spowodowała, iż doczekał się on swojej własnej nazwy (tj. Big Data), stanowiąc tym samym jeden z elementów Przemysłu 4.0 [16]. Jak wynika z badań przeprowadzonych przez IDC Digital Universe, ilość danych rośnie szybciej (rys. 1), niż zakłada to prawo Moore'a [21]. Big Data początkowo rozwijało się głównie w obszarze firm zajmujących się wyszukiwarkami internetowymi, dla których ówczesnym wyzwaniem było przetwarzanie bardzo dużych, luźno ustrukturyzowanych zbiorów danych. Dziś termin ten jest powszechnie znany, a przedsiębiorstwa podejmują odpowiednie kroki w związku z istniejącymi dzięki temu szansami i zagrożeniami, wiele z nich planuje zwiększyć lub utrzymać inwestycje w duże zbiory danych. Big Data jest już rozumiana jako proces przeprowadzania analiz na bardzo dużych zestawach danych za pośrednictwem komputerów o wyższych możliwościach przetwarzania w celu odkrywania niewidocznych informacji. Zakładając, że przedsiębiorstwa posiadają odpowiednie narzędzia, techniki i talent, Big Data będzie w stanie znacząco wzbogacić możliwości analityczne [22].



Rysunek 1. Wzrost liczby danych w latach 2010-2020 [22]

Wszystkie dane związane z operacjami wewnętrznymi, procesami, rynkiem, klientami, dostawcami, transakcjami finansowymi, historycznie skumulowane w okresach działalności firmy stanowią podstawę dla niektórych złożonych oraz niezwykle przydatnych analiz ekonomicznych i finansowych w procesie podejmowania decyzji na wszystkich poziomach zarządzania. Współczesna globalizacja gospodarki wywarła na przedsiębiorstwach już nie chęć, a konieczność ich ciągłego rozwoju w celu zachowania odpowiedniego poziomu konkurencyjności.

Środowiska konkurencyjne w każdym sektorze gospodarki wymagają podejmowania właściwych decyzji przez dyrektorów, menadżerów oraz kierowników, najlepiej opartych na istotnych danych i tak dokładnie przewidzianych, jak tylko to możliwe. Możliwość otrzymania bardzo niestandardowych informacji wskutek wieloprzekrojowych analiz i nietypowych zapytań, w znaczący sposób może usprawnić właściwe zarządzanie. Zapewnienie menadżerom łatwego i szybkiego dostępu do informacji zarządczej, tj. takiej, która stanowi podstawę podejmowania decyzji biznesowych, ma dziś kluczowe znaczenie dla sukcesu przedsiębiorstwa.[10] W przemyśle wytwórczym odpowiednia sprawność produkcji jest osiągana poprzez integrację systemów klasy ERP i PLM, w tym również przez ciągłe monitorowanie procesów wytwarzania [9]. W tego typu przedsiębiorstwach sam proces automatyzacji polega na zbieraniu danych i ich wykorzystywaniu do różnego typu działań zapobiegawczych, korygujących czy kontrolnych. Ilość danych płynących z każdego dnia roboczego, w przestrzeni całej hali produkcyjnej oraz długofalowej perspektywie czasu, stanowi ogromny zasób wiedzy, który aby mógł być przydatny, musi być w odpowiedni sposób gromadzony, przetwarzany oraz analizowany. Źródła danych są różnorodne, często rozproszone, co komplikuje i wydłuża podejmowanie złożonych decyzji. Obecnie praktyka firm sprowadza się do wdrażania zestawów technologii i procesów, które zapewniają wsparcie decyzyjne z wykorzystaniem informacji biznesowych do analizy wyników organizacji. Wsparcie decyzyjne procesów biznesowych w tym kontekście jest oparte na zintegrowanych systemach zarządzania informacją, wliczając w to wyspecjalizowane moduły Business Intelligence (BI).[15]

2. Business Intelligence - BI

Termin Business Intelligence po raz pierwszy został użyty przez H. P. Luhna w roku 1958 w artykule opublikowanym w IBM Journal. W 1989 roku Howard Dresner sprecyzował to sformułowanie jako ogólny termin opisujący koncepcje i metody usprawniające podejmowanie decyzji biznesowych przy użyciu wsparcia opartego na faktach. Określenie to przyjęło się wówczas wśród wielu ekspertów z obszaru Systemów wspomagania decyzji (DSS), programistów i menadżerów. Inna definicja pojęcia określa BI jako strategiczny system informatyczny zdolny do dostarczania przydatnych informacji za pośrednictwem scentralizowanego repozytorium danych, pozyskiwanego z wielu źródeł, przekształcanego w istotne informacje za pomocą narzędzi analitycznych BI, aby ułatwić spostrzeżenia biznesowe prowadzące do świadomych decyzji [5,10].

Istnienie wielu innych technologii miało znaczący wpływ na rozwój BI, poprzez ich kombinację w ramach jednego systemu, jak chociażby wspomnianego już DSS, Systemów informowania kierownictwa (EIS), hurtowni danych, OLAP czy Data Mining. Głównym celem BI jest terminowe dostarczanie wysokiej jakości informacji osobom zaangażowanym w proces podejmowania decyzji poprzez analizę dużych ilości danych o firmie i jej działalności. Z technicznego punktu widzenia w skład rozwiązań BI zalicza się [15]:

- hurtownie danych (architektura, modelowanie, przechowywanie, zarządzanie, przetwarzanie),
- ETL (wyodrębnianie, przekształcanie, ładowanie i integracja danych),

- wdrożenie raportów, wizualizacja danych, kokpity,
- Online Analytical Processing (OLAP) i wielowymiarowa analiza danych,
- eksploracja danych, analiza statystyczna, prognoza.

Następstwem wdrożenia rozwiązań BI jest zmiana stylu zarządzania firmami, sposobu podejmowania decyzji czy wykonywania pracy przez samych pracowników. Ostatnie lata intensyfikowały zaangażowanie głównych producentów rozwiązań tego typu (np. Tableau, Microsoft, Qlik, Oracle, SAP), co czyni je jeszcze bardziej wartościowymi (integracja danych ustrukturyzowanych i nieustrukturyzowanych, silników reguł, analityki i ulepszonej wizualizacji).[20]

3. Bariery wdrożenia BIS w MŚP

Zgodnie z definicją Polskiej Izby Handlu, na kategorię mikroprzedsiębiorstw oraz małych i średnich przedsiębiorstw (MŚP) składają się przedsiębiorstwa, które zatrudniają mniej niż 250 pracowników i których roczny obrót nie przekracza 50 milionów euro, a/lub całkowity bilans roczny nie przekracza 43 milionów euro [18]. Sektor MŚP stanowi główną siłę napędową dla wzrostu zatrudnienia i rozwoju gospodarczego w Unii Europejskiej [2]. Według statystyk przywoływanych w literaturze naukowej, firmy zaliczane do tego sektora zapewniają ponad połowę etatów dostępnych na rynku pracy [1]. W ujęciu ilościowym, MŚP stanowią ponad 99% przedsiębiorstw w rozwijających się gospodarkach wchodzących w skład Grupy Wyszehradzkiej (do której należą Polska, Czechy, Słowacja i Węgry) [3]. Powyższe dane obrazują jak bardzo istotna dla Unii Europejskiej i globalnej gospodarki jest dobra kondycja MŚP. Jak na razie nie w pełni wykorzystaną szansą rozwoju dla firm z tego sektora są rozwiązania oferowane przez koncepcję Przemysłu 4.0.

MŚP przeważnie poszukują dróg rozwoju i sposobów zdobywania przewagi konkurencyjnej w innowacjach procesowych i produktowych [17]. Należy jednak podkreślić, że zazwyczaj nie nadążają one za dynamiką zmian w otoczeniu i z opóźnieniem wdrażają nowoczesne instrumenty oraz strategie biznesowe. Wynika to głównie z faktu, iż w porównaniu do liderów innowacji, MŚP są mocno ograniczone pod względem wiedzy i zasobów [8]. Ograniczenia te, stanowią główną barierę w rozwoju sektora MŚP, w kierunku rozwiązań proponowanych w ramach koncepcji Przemysłu 4.0.

Struktura kapitału operacyjnego MŚP przeważnie budowana jest w ramach funduszy właścicielskich [4], a zewnątrz finansowanie w dalszym ciągu odbywa się na gorszych warunkach niż w przypadku dużych firm, które mają dostęp do bardziej atrakcyjnych instrumentów finansowania. Determinuje to dużą ostrożność przy podejmowaniu decyzji dotyczących zakupu wartości niematerialnych takich jak systemy informacyjne, specjalistyczne oprogramowanie branżowe czy narzędzia Business Intelligence, które stanowią inwestycje praktycznie niemożliwe do odsprzedania. Może to mieć duże znaczenie w sytuacjach kryzysowych dla małego przedsiębiorstwa, gdy minimalna konieczna do kontynuowania działalności płynność finansowa, jest utrzymywana przez wyprzedaj aktywów.

Jednym z największych problemów współczesnej gospodarki jest niedostateczna podaż siły roboczej. Dotyczy to zarówno pracowników o wysokich kwalifikacjach, jak również wykonujących najprostsze zadania. W takich warunkach otoczenia szybkie zwiększenie stanu zatrudnienia jest zabiegiem praktycznie niemożliwym.

Firmy z sektora MŚP bardzo często funkcjonują jako producenci zróżnicowanych wyrobów, wytwarzanych w niewielkich seriach produkcyjnych [13]. Taka specyfika działalności związana jest z niestabilnym popytem i trudną do wykonania prognozą sprzedaży. W związku z powyższym, płynne dostosowanie struktury zatrudnienia do popytu, jest w warunkach MŚP zadaniem bardzo trudnym, co komplikuje realizację długoterminowych projektów rozwojowych. Aby skutecznie zarządzać poziomem kosztów zatrudnienia, małe i średnie firmy często rezygnują z utrzymywania własnych służb BHP, specjalistów IT czy księgowych, decydując się na korzystanie z usług zewnętrznych. W kontekście implementacji narzędzi Przemysłu 4.0 podejście takie wstrzymuje akwizycję wiedzy związaną z nowoczesnymi narzędziami informatycznymi.

Największą zewnętrzną barierą uniemożliwiającą firmą z sektora MŚP wdrażanie rozwiązań związanych z koncepcją Przemysłu 4.0, takich jak narzędzia BI, stanowi niedostosowanie tych rozwiązań do specyfiki i potrzeb MŚP [11]. Instrumenty te są głównie stosowane przez duże przedsiębiorstwa, co determinuje ich właściwości i kierunki rozwoju. Wydaje się jednak, że narzędzia charakterystyczne dla Przemysłu 4.0 są dostępne na rynku na tyle długo, że stają się coraz bardziej osiągalne dla mniejszych podmiotów, a ich producenci przejawiają zainteresowanie rynkami niezwiązanymi z korporacjami i dużym biznesem. Przy utrzymaniu tego trendu rozwoju, użytkownicy z sektora MŚP uzyskają dostęp do nowoczesnych technologii przy niskich kosztach wdrożenia i utrzymania. Przykładem takich produktów mogą być systemy klasy ERP, dedykowane dla małych firm, funkcjonujące w chmurze dostawcy [19], czy ogólnodostępne wersje demo oprogramowania np. zastosowane w niniejszym artykule (Power BI). Należy podkreślić, że w przypadku sektora MŚP kluczowymi czynnikami w implementacji narzędzi IT są: zdolności wprowadzania zmian, poziom wiedzy i innowacyjność zarządu firmy [14].

4. Zastosowania Business Intelligence Systems w zarządzaniu MŚP

Systemy klasy ERP (Enterprise Resource Planning) są wykorzystywane w zarządzaniu przez znaczącą większość nowoczesnych MŚP. Ich głównym zadaniem jest pełna integracja wszystkich obszarów działalności przedsiębiorstwa: produkcji, logistyki, handlu, finansów, zarządzania strategicznego itp. Co więcej umożliwiają one symulację różnych scenariuszy biznesowych wraz z udostępnieniem analizy czynnikowej, w tym danych finansowych. Stopień wykorzystania opcji oferowanych przez oprogramowanie klasy ERP w przedsiębiorstwach jest bardzo zróżnicowany. Liderzy zapewniili swoim pracownikom wysoki stopień informatyzacji procesów wraz z szeroko dostępnym przepływem informacji [12], podczas gdy mniej zaawansowani przedsiębiorcy wykorzystują zaledwie moduły księgowo i planowanie potrzeb materiałowych (Material Requirements Planning – MRP1) [6]. Generalnie systemy ERP dysponują kontenerami danych o wysokiej jakości i użyteczności, ale tylko najlepsze z nich (i jednocześnie najdroższe) są na tyle dopracowane, aby zapewnić użytkownikowi dopasowaną do jego potrzeb wizualizację danych. W celu uzupełnienia opcji spersonalizowanej wizualizacji, firmy z sektora MŚP mogą wspomóc się coraz bardziej dostępnymi i przyjaznymi w obsłudze systemami klasy Business Intelligence (BIS). Praktycznie każdy system klasy ERP umożliwia wstępną filtrację danych i ich eksport do arkusza kalkulacyjnego z którego następnie zasila się

BIS. W dalszej części artykułu przedstawiono studium przypadku, prezentujące przykładowe wykorzystanie wizualizacji danych w podejmowaniu decyzji produkcyjnych w MŚP.

5. Przykład praktyki produkcyjnej

5.1. Opis koncepcyjny

Studium przypadku zostało przeprowadzone w firmie produkcyjnej z sektora MŚP, wytwarzającej urządzenia mechaniczne o wysokiej klasie trwałości. Produkcja zorganizowana jest według dwóch charakterystyk procesów: ETO (engineer-to-order) – projektowanie i wykonanie produktu na zamówienie klienta oraz połączenia MTO/ATO (make-to-order/assemble-to-order) – wykonanie/montaż produktu na zamówienie klienta [7]. Poziom zatrudnienia w badanym podmiocie kształtuje się na poziomie około 50 pracowników z czego połowa to personel produkcyjny, a pozostali to pracownicy umysłowi. Studium polegało na przeprowadzeniu wywiadu z Dyrektorem Zarządzającym na temat potencjalnego zastosowania wizualizacji informacji w jednym z obszarów zarządzania w przedsiębiorstwie, a następnie zbudowaniu narzędzia w środowisku BIS w oparciu o udostępniony kontener danych. Dyrektor Zarządzający zaproponował problem „szybkiej i wygodnej” analizy wykorzystania gniazd produkcyjnych i ich udziału w realizacji poszczególnych zamówień oraz identyfikacji przyczyn powstawania wąskich gardeł. Na potrzeby studium, firma udostępniła rzeczywiste dane z rejestracji prac wykonywanych przez pracowników produkcyjnych w systemie dwustanowym – rejestracja początku i końca realizacji prac w ramach operacji technologicznej. Dane pochodziły z okresu 1.01.2019-30.05.2019. Pulpit operacyjny został stworzony w wersji demo oprogramowania Power BI i udoskonalany podczas 3 spotkań koncepcyjnych z Dyrektorem Zarządzającym.

5.2. Konstrukcja kokpitu (ang. dashboard)

Rys. 2 przedstawia główny widok zamodelowanego pulpitu. Począwszy od lewego górnego rogu, a skończywszy na prawym dolnym rogu, jest on zbudowany z:

- suwaka daty służącego do zawężenia wybranego okresu czasu,
- ilości zarejestrowanych operacji,
- przerobu, czyli ilości zarejestrowanych maszynogodzin,
- przerobu z podziałem na miesiące,
- przerobu z podziałem na dni miesiąca,
- przerobu z podziałem na gniazda produkcyjne,
- przerobu z podziałem na zlecenia produkcyjne.

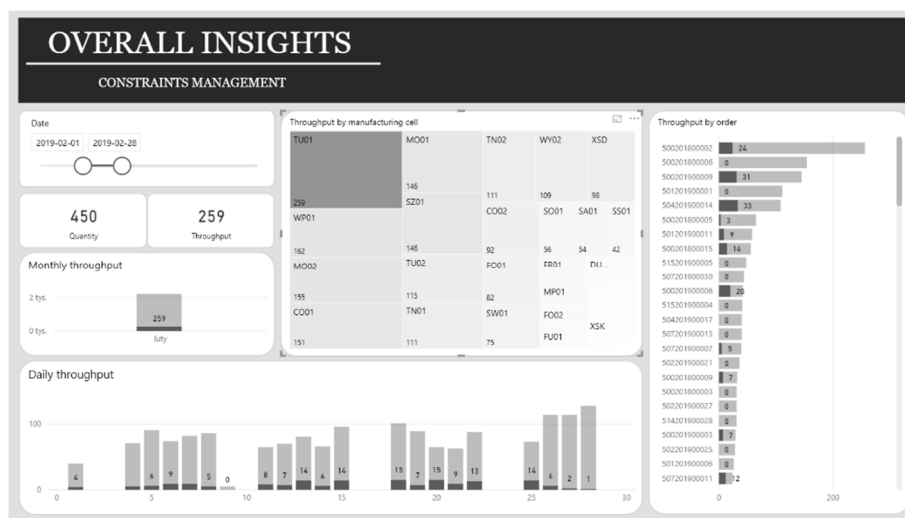


Rysunek 2. Kokpit menadżera – dane produkcyjne

Zaproponowana wizualizacja danych pozwala uzyskać informacje na temat:

- ilości zarejestrowanych operacji i maszynogodzin co odzwierciedla całkowite moce produkcyjne i umożliwia porównanie wybranych okresów,
- pracochłonności poszczególnych zleceń produkcyjnych wyrażonej w maszynogodzinach co stanowi informację przydatną do prowadzenia narad produkcyjnych i do podejmowania decyzji odnośnie priorytetów produkcji; przykładowo na rys. 1 bardzo czasochłonne zlecenie jest natychmiastowo widoczne,
- najbardziej obciążonych i strategicznych zasobów (centralne miejsce pulpitu zostało przeznaczone na prezentację przerobu gniazd produkcyjnych).

Na kolejnym rysunku (rys. 3) w dolnej sekcji, po zawężeniu okresu do jednego miesiąca, bardzo dobrze uwidoczniła została płynność produkcji, wykorzystanie sobót i niedziel jak również równomierność przerobu w trakcie miesiąca. Dzięki właściwościom narzędzia Power BI wszystkie przedstawione elementy pulpitu są interaktywne i wzajemnie powiązane. Po zawężeniu okresu czasu do jednego miesiąca i wyborze gniazda produkcyjnego (w sumie trzy kliknięcia) dostępna staje się olbrzymia ilość informacji na temat zaangażowania tego zasobu w poszczególne zlecenia produkcyjne.



Rysunek 3. Kokpit menadżera - miesięczny przegląd produkcji wraz z analizą przerobu wybranej komórki produkcyjnej

W oparciu o zaprezentowany widok (rys. 3), Dyrektor Zarządzający przedstawił następujące wnioski:

Gniazdo TU01 było w wybranym okresie najbardziej eksploatowane ze wszystkich gniazd produkcyjnych. W dużej mierze uczestniczyło ono w wytworzeniu 3 z 5 zleceń o największej pracochłonności. Z doświadczenia wynika, iż gniazdo jest bardzo istotne w realizacji zamówień i regularnie stanowi wąskie gardło produkcyjne. Co nieoczywiste, a zarazem niepokojące, to nierównomierne obciążenie tego gniazda na przestrzeni miesiąca (dolna sekcja). Fakt ten zdecydowanie wymaga wyjaśnienia od szefa produkcji. Pozostałe zasoby produkcyjne można łatwo podzielić na przedziały zaangażowania w przerób produkcyjny wyrażone w maszynogodzinach oraz ich udział w wytwarzaniu produktów. Należy przeanalizować pozostałe miesiące i zastanowić się nad dalszym sensem utrzymywania gniazd z przedziału najmniej eksploatowanego. Jest to kluczowe w warunkach ograniczonej powierzchni produkcyjnej z jakimi mierzy się wydział produkcyjny oraz problemów z regularną konserwacją prewencyjną związaną z ograniczoną liczebnością służb utrzymania ruchu. Narzędzie ma duży potencjał w codziennej obserwacji postępów w produkcji poszczególnych zamówień.

6. Podsumowanie

Dla rozwijających się krajów europejskich MŚP są bardzo ważną częścią gospodarki. Wielu menedżerów MŚP ma doświadczenie w korzystaniu z technologii informatycznych, dlatego powinni pójść o krok dalej i rozwinąć wiedzę na temat większej liczby narzędzi Przemysłu 4.0. Muszą być świadomi możliwości stworzonych przez BIS w celu przeprowadzenia bardzo skutecznej i ekonomicznej analizy. Nawet bez zaawansowanych specjalistów IT można zaoszczędzić dużo czasu i osiągnąć wysoką jakość procesu decyzyjnego. Co więcej, BIS może być

wykorzystywany nie tylko jako wsparcie jednorazowej analizy projektu, ale także jako narzędzie do codziennego zarządzania, w warunkach charakterystycznych dla MSP.

LITERATURA

1. BELAS, J. & RAHMAN, A. & RAHMAN, M.R. & SCHONFELD, J.: Financial Constrains on Innovative SMEs: Empirical Evidence from the Visegrad Countries, *Engineering Economics* 28(5), 2017, pp. 552-563.
2. BUSCHFELD, D., DILGER, B., HESS, L., SCHMID, K., & VOSS, E.: Identification of future skills needs in micro and craft (-type) enterprises up to 2020. Final report to Research Project Service Contract No. 30-CE-0319368; European Commission, DG Enterprise and Industry, Unit E3-Craft, Small Business, Cooperatives and Mutuals, 2011.
3. DASZKIEWICZ, N.: Small and Medium-sized Enterprises in Visegrad Countries towards Internationalisation Challenges in the European Union. Patterns of Business Internationalisation in Visegrad Countries - in Search for Regional Specifics, Universidad Politecnica de Cartagena, 2014.
4. DONG-HYEON, K. & SHU-CHIN, L. & TING-CIH, C.: Financial structure, firm size and industry growth, *International Review of Economics & Finance* 41, 2016, pp. 23-39.
5. KULKARNI, U., POWER, D. J., SHARDA, R. (editors): *Decision Support for Global Enterprises*, *Annals of Information Systems*, Vol. 2, Springer, 2007
6. LU, S.: Research on Problems and Countermeasures of Implementing ERP in SMEs. *Advances in Social Science, Education and Humanities Research* 233, 2018, pp. 1099-1103.
7. HAUG, A., LADEBY, K., & EDWARDS, K.: From engineer-to-order to mass customization. *Management Research News*, 32(7), 2009, 633-644.
8. MERTINS, K., JAEKEL, F. W., & DENG, Q.: Towards information customization and interoperability in food chains. In *International IFIP Working Conference on Enterprise Interoperability* (pp. 92-103), 2012, Springer, 2012.
9. MLECZKO, J.: The paperless factory as a result of integration between CAD/PDM and ERP systems, *Advanced industrial engineering: Industry 4.0: monograph*, Wydawnictwo Fundacji Centrum Nowych Technologii, Bielsko-Biała, 2016, p.57-72.
10. NEGASH, S., GRAY, P.: Business Intelligence, in Burstein, F., Holsapple, W. Clyde (Editors), *Handbook on Decision Support Systems 2*, Springer, 2008, pp. 175-193.
11. OLSZAK, C.M. & ZIEMBA, E.: Critical Success Factors for Implementing Business Intelligence Systems in Small and Medium Enterprises on the Example of Upper Silesia, Poland. *Interdisciplinary Journal of Information, Knowledge and Management* 7, 2012, pp. 129-150.
12. SODOMKA, P. & KLČOVÁ, H.: ERP System for Custom Tailoring: A Case Study. *Journal of Systems Integration* 8(2), 2017, pp. 35-42.
13. TAPS, S. B., DITLEV, T., & NIELSEN, K.: Mass customization in SMEs: literature review and research directions. In *Managing Complexity* (pp. 195-203). Springer, 2017.

14. THONG, J. Y., & YAP, C. S.: CEO characteristics, organizational characteristics and information technology adoption in small businesses. *Omega*, 23(4), 1995, 429-442.
15. TUTUNEA, M. F., AND RUS, R. V.: Business Intelligence Solutions for SME's, *Procedia Econ. Finance*, 3, 2012, pp. 865–870.
16. WEINERT A.: Wykorzystanie rozwiązań Big Data w zarządzaniu przedsiębiorstwem, *Acta Universitatis Nicolai Copernici. Zarządzanie T.* 43, 3, 2016, 91-100.
17. WÓJCIK, J.: Wybrane problemy w przygotowaniu produkcji nowego wyrobu w małych i średnich przedsiębiorstwach. *Zeszyty Naukowe. Organizacja i Zarządzanie/Politechnika Śląska*. 2015, 726-734.
18. Definicja MŚP, http://www.pih.org.pl/images/definicja_msp.pdf, data dostępu 20.10.2019.
19. Comarch ERP Optima, <https://www.comarch.pl/erp/comarch-optima/optima-w-modelu-uslugowym/>, 20.10.2019.
20. Najlepsi dostawcy Business Intelligence, <http://qbico.pl/najlepsi-dostawcy-business-intelligence>, 20.10.2019.
21. Polska Szerokopasmowa, raport, <http://www.polskaszerokopasmowa.pl/artykuly/raport-wzrost-ilosci-danych-szybszy-od-prawa-moore-039-a,akcja.pdf.html>, data dostępu 20.10.2019
22. Big in growth, <https://www.promptcloud.com/blog/want-to-ensure-business-growth-via-big-data-augment-enterprise-data-with-web-data/>, data dostępu 20.10.2019.