

Damian KOLNY*



INTERAKTYWNE PULPITY MENEDŻERSKIE JAKO WSPARCIE PROCESU ZARZĄDZANIA PRODUKCJĄ W MŚP

Streszczenie

Skuteczne zarządzanie przedsiębiorstwem nie jest możliwe bez efektywnego zarządzania produkcją. W rozdziale przedstawiono aspekty teoretyczne i praktyczne związane z wizualizacją danych produkcyjnych w formie kokpitów menedżerskich. W opracowaniu zawarto również przykład zastosowania wizualizacji danych jako elementu decyzyjnego w obszarze produkcji, opierającego się na analizie dużych zbiorów danych pochodzących ze zintegrowanego informatycznego systemu zarządzania przedsiębiorstwem.

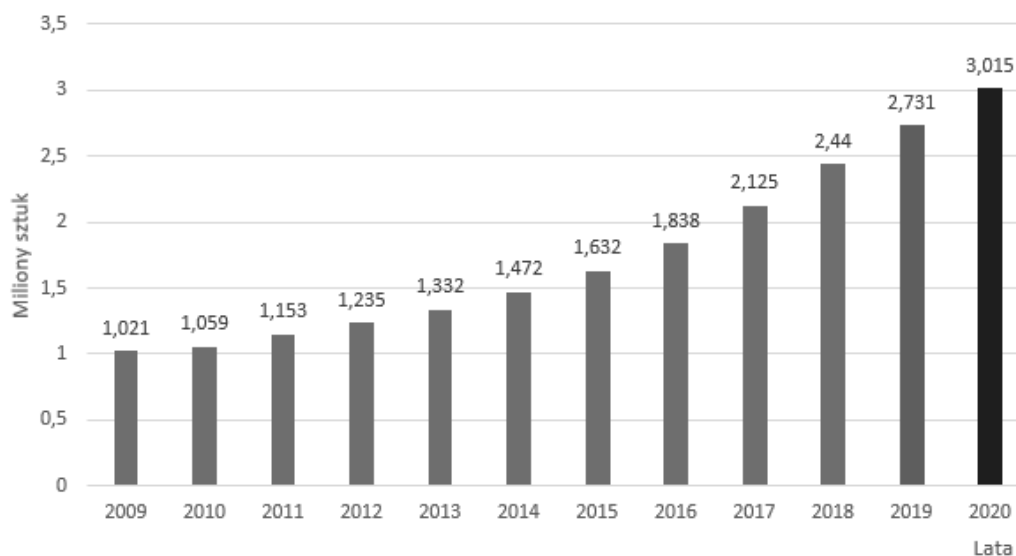
4.1. WPROWADZENIE

Współczesne przedsiębiorstwa stoją przed szansą na wpisanie się do historii jako prekursorzy praktycznego skutecznego wdrażania elementów koncepcji Przemysłu 4.0, zwłaszcza w dobie dynamicznych zmian i konieczności rozwoju celem zachowania szeroko rozumianej konkurencyjności. Dziś trudno odnaleźć firmę w przemyśle wytwórczym, której produkcja wyrobów odbywa się w głównej mierze za pomocą tradycyjnych metod wytwarzania. Niezmienne od ponad dekady wyzwania, takie jak rosnące koszty pracy, konieczność obniżania jednostkowych kosztów produkcji oraz ciągle rosnące wymagania jakościowe stawiane przez klientów, są czynnikiem motywującym dla przedsiębiorstw sektorów przemysłu produkcyjnego do korzystania z automatyzacji produkcji w jak najszerszym zakresie, gdyż tylko takie rozwiązanie jest gwarantem opłacalności, niezależnie od wielkości zakładu oraz jego lokalizacji [1]. W każdym przypadku jednakowo wzrasta potrzeba skracania czasu cyklu produkcyjnego oraz stosunkowo elastycznej reakcji na potrzeby zindywidualizowanej produkcji, która osiągnięta jest głównie dzięki m.in. automatyzacji, robotyzacji i nowoczesnym rozwiązaniom informatycznym.

Z tego względu automatyka przemysłowa oraz roboty odgrywają dziś olbrzymią rolę w procesach automatyzacji produkcji, transformacji cyfrowej przemysłu jak i coraz bardziej zaawansowanemu wkraczaniu w erę tzw. czwartej rewolucji przemysłowej.

* mgr inż., Akademia Techniczno-Humanistyczna w Bielsku-Białej, Wydział Budowy Maszyn i Informatyki, Katedra Inżynierii Produkcji, ul. Willowa 2, 43-309 Bielsko-Biała, dkolny@ath.bielsko.pl

Ostatnie lata na świecie w zakresie robotyzacji to nieustanny wzrost wykonywanych instalacji, głównie w krajach azjatyckich [2]. Analizując dane raportu [28] World Robotics 2021 publikowane przez Międzynarodową Federację Robotyki (IFR – International Federation of Robotics) zauważyć można wyraźną i nieustającą tendencję wzrostową liczby pracujących robotów na całym świecie (rys. 4.1.). [19]



Rys. 4.1. Łączna liczba pracujących robotów przemysłowych na świecie [8, 28]

Nieustanny rozwój automatyzacji i robotyzacji w zakresie procesów produkcyjnych jako największe osiągnięcie trzeciej rewolucji przemysłowej, stanowi istotnie wykorzystywany element kolejnej, czwartej rewolucji przemysłowej. Ma to chociażby odzwierciedlenie w postaci postępującej cyfryzacji przedsiębiorstw [4] w wielu obszarach ich działalności, począwszy od handlu, logistyki, aż po same procesy produkcyjne. Cyfryzacja działalności przedsiębiorstw nie byłaby jednak możliwa bez możliwości gromadzenia, przetwarzania i analizowania danych. Przedsiębiorstwa przemysłu wytwórczego charakteryzujące się dużą automatyzacją i robotyzacją procesów technologicznych, borykają się z problemem wielkości gromadzonych informacji, płynących z operacji produkcyjnych. Obecny rozwój informatycznych systemów zarządzania przedsiębiorstwami w znaczący sposób to umożliwia, a fakt potrzeby analizowania dużych zbiorów danych stanowi obecnie bardzo ważny aspekt nauk dotyczących doskonalenia technik obliczeniowych wykorzystujących nowoczesne narzędzia technologii informacyjnych i do zaawansowanego przetwarzania informacji. Takie podejście jest przez wiele firm pożądane ze względu na chociażby potrzebę zdobywania przewagi konkurencyjnej dzięki trafnie i w relatywnie krótkim czasie podejmowanym decyzjom biznesowym [5, 8]. Wyzwanie to dotyczy zwłaszcza przedsiębiorstwa z sektora MŚP, które chcąc funkcjonować we własnym, często niestabilnym, środowisku ekonomicznym, muszą być w zdolne do bieżącego monitorowania kondycji biznesowej oraz gospodarowania własnymi zasobami w sposób

efektywny. W tym przypadku bazowanie na właściwych oraz odpowiednio opracowanych danych stanowi klucz do sukcesu. [5]

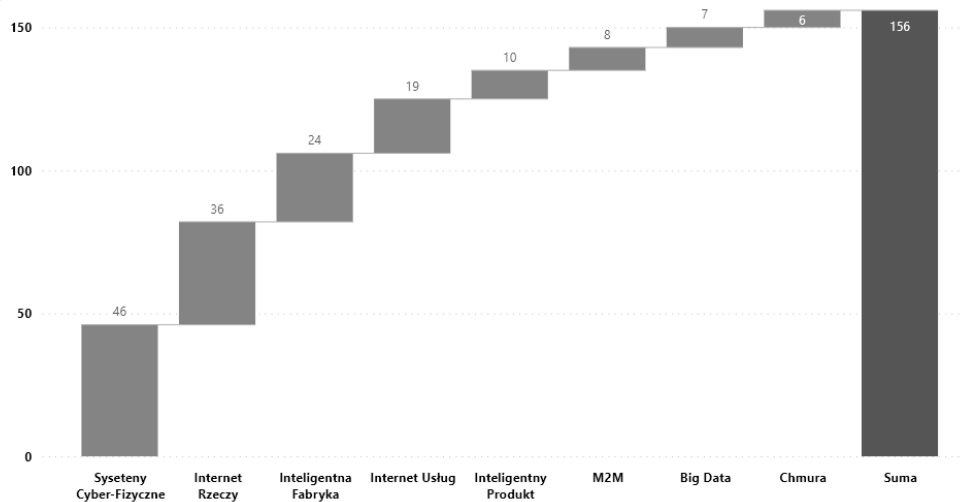
Celem artykułu jest przedstawienie możliwości nowoczesnego podejścia w zakresie efektywnego wykorzystania danych w MŚP z użyciem dostępnych informatycznych systemów zarządzania, które wpisują się w ramy rozwiązań klasy Business Intelligence (BI) i Przemysłu 4.0.

4.2. DEFINICJA I ZNACZENIE PRZEMYSŁU 4.0

Dotychczas w publicystyce popularno-naukowej, jak i w środowiskach przemysłowych, naukowych przyjęło się numerowanie dominujących technologii oraz organizacji wytwarzania mających związek z kolejnymi przemianami jak i okresami rozwoju produkcji przemysłowej. Otaczające świat czynniki, takie jak cyfryzacja życia codziennego, telekomunikacja oraz powszechna dostępność produktów, są na ogół zrozumiałe i stanowią powszechny standard. Ostatnie lata znacznie wykraczają ponad przeciętne rozumienie znaczenia tej tendencji, głównie przez zapoczątkowaniu kolejnej, czwartej rewolucji przemysłowej. Przyjmowany ogólnie termin „rewolucja” w kontekście stanu przemysłu nie jest odpowiednim słowem, pomimo częstego powielania w różnych publikacjach. Pomijając nawet pierwsze, nienumerowane oraz nieprzemysłowe sposoby wytwarzania produktów (rzemiosło, manufakturę), także te następne, przemysłowe etapy nie wprowadzały rewolucji, czyli powstawania nowych sytuacji, często nie mających jakichkolwiek odpowiedników w przeszłości. Dodatkowo żaden z kolejnych etapów nie niszczył uprzednich sposobów wytwarzania, a wręcz z nich korzystał. Te przetrwały do dnia dzisiejszego i nierzadko są stosowane nadal, lecz za pomocą innych narzędzi wytwórczych, czy pomiarowych. W pewien sposób ujął to Post [15], stwierdzając, że w danych okresach czasu miały miejsce jedynie ewolucje dominujących technologii i organizacji wytwarzania, lecz nie rewolucje. Wobec tego przemiany miały charakter stopniowego procesu przeobrażania form prostych w bardziej złożone i pod pewnymi względami doskonalsze, który jest rozciągnięty w czasie i definiuje granice jakości wytwarzania produktów. [14]

Pomimo powszechności terminu Przemysł 4.0 (ang. Industry 4.0) w ciągu ostatnich kilku lat oraz tego, że jego idea jest najważniejszym priorytetem dla wielu firm, ośrodków badawczych i uniwersytetów, to jednoznaczna definicja tego pojęcia nie istnieje. W rezultacie trudnym jest omawianie tego tematu na poziomie akademickim, jak i budowanie scenariuszy praktycznego wdrażania tej koncepcji [6]. W polskim przemyśle postęp etapu 3.0, a więc robotyzacji opartej na cyfryzacji i zaawansowanej automatyzacji w Przemysle 2.0, jest nadal niedostateczny, aby można było z całkowitą odpowiedzialnością twierdzić o możliwościach natychmiastowego przejścia do etapu określonego założeniami Platformy 4.0. Warto zauważyć, że tworzenie założeń tej koncepcji było i jest prowadzone właśnie w krajach o intensywnej robotyzacji produkcji przemysłowej. [14]

Autorzy Hermann, Pentek, Otto w swojej publikacji [6] podjęli próbę własnego zdefiniowania terminu przemiany zwanej Przemysłem 4.0. W tym celu dokonano analizy pięciu publikacji baz danych (CiteSeerX, ACM, AISeL, EBSCOhost, Emerald Insight) oraz witryna Google Scholar, aby omówić stosowne publikacje z dziedziny inżynierii, produkcji i zarządzania, z obu środowisk zarówno akademickich jak i biznesowych. Przegląd literatury miał na celu określenie centralnych aspektów ewolucji, aby móc na ich podstawie wyprowadzić definicję tego pojęcia, która będzie akceptowana zarówno przez badaczy, jak i praktyków. Analizie zostało poddanych 51 publikacji, względem których były poszukiwane powtarzające się frazy tworzące słowa klucze. Autorzy określili pojęcia, jako najczęściej powtarzające się: Inteligentna Fabryka, Inteligentny Produkt, Internet Rzeczy, Internet Usług, Chmura, Systemy Cyber-Fizyczne oraz Big Data. Na rysunku 4.2. zostały one zaprezentowane wraz z podaniem liczby powtórzeń, na podstawie których następnie podjęto definiowanie zagadnienia.



Rys. 4.2. Elementy Przemysłu 4.0 bazujące na hasłach wśród 51 publikacji [6]

Autorzy po weryfikacji uzyskanych wyników stwierdzili, że komunikacja maszyna-maszyna (M2M) oraz inteligentny produkt nie są istotne z punktu widzenia tej ewolucji, a Big Data jak i przetwarzanie danych w chmurze są kwestiami generowanymi w implementacjach Przemysłu 4.0, a nie niezależnymi jego komponentami. Z tego powodu w dalszej analizie definicji zostały one odrzucone, a ta została stworzona na podstawie pozostałych wyszczególnionych aspektów, którymi są [6]:

- Systemy Cyber-Fizyczne (CPS, ang. Cyber-Physical Systems) – fuzja świata fizycznego ze światem wirtualnym, integracja obliczeń i procesów fizycznych - komputery i odpowiednie sieci monitorują i kontrolują procesy fizyczne,
- Internet Rzeczy (ang. Internet of Things) – osiąganie wspólnych celów poprzez współpracę oraz współdziałanie różnych „inteligentnych” komponentów,

- Internet Usług (ang. Internet of Services) – możliwość oferowania swoich usług za pomocą Internetu, poszczególne usługi mogą być oferowane i przekształcane w usługi o wartości dodanej przez innych dostawców,
- Inteligentna Fabryka (ang. Smart Factory) – „Inteligentne Fabryki stanowią kluczowy element Przemysłu 4.0, są definiowane jako fabryka, która jest świadoma kontekstu współpracy ludzi i maszyn w celu realizacji określonych zadań.

Następnie na podstawie ustaleń z przeglądu literatury autorzy dokonali własnej definicji mającej miejsce „rewolucji”, jaką jest Przemysł 4.0. Etap jest zbiorowym pojęciem dotyczącym technologii i koncepcji organizacji łańcucha wartości, w ramach zorganizowanych, modularnych inteligentnych fabryk, za pomocą Cyber-Fizycznych Systemów monitorowane są fizyczne procesy, tworzona jest wirtualna kopia świata rzeczywistego, która może być podstawą do podejmowania zdecentralizowanych decyzji. Dzięki Internetowi Rzeczy, systemy te mają współpracować i komunikować się między sobą i z ludźmi w czasie rzeczywistym. Na podstawie Internetu Usług, zarówno usługi wewnętrzne, jak i międzyorganizacyjne będą oferowane oraz wykorzystywane przez uczestników łańcucha wartości. [6]

4.3. BIG DATA

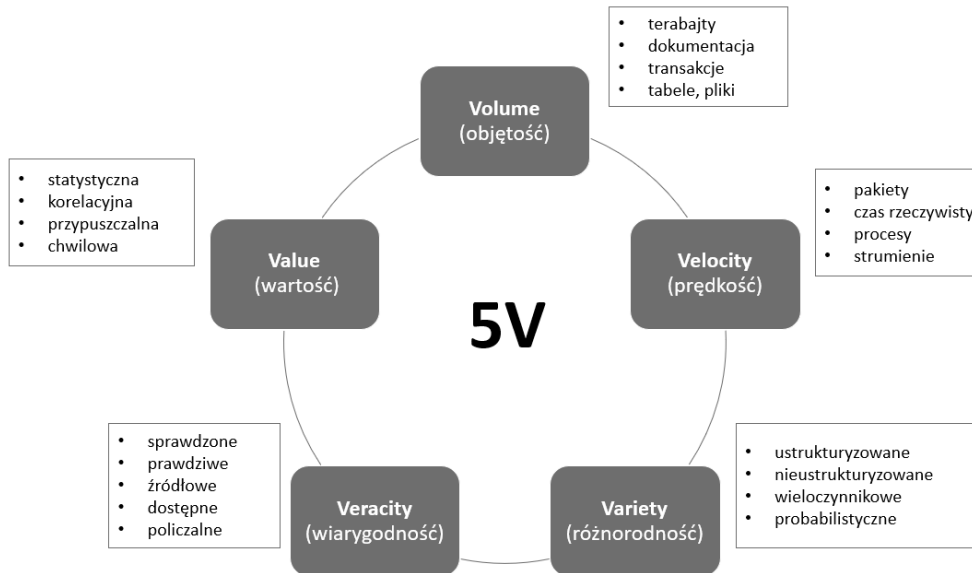
4.3.1. Istota terminu Big Data

Jak zostało wspomniane Big Data stanowi element powstający podczas implementacji koncepcji Przemysłu 4.0 i jednocześnie oznacza ewolucję w obszarze analityki biznesowej. Zagadnienia związane z tą tematyką są sporym wyzwaniem dla praktyki biznesowej, jak również stanowią bardzo interesującą problematykę dla badań naukowych [21]. Termin Big Data, pomimo iż nie doczekał się jeszcze jednoznacznej definicji w literaturze przedmiotu, jest ściśle związany z gromadzeniem ogromnej ilości danych, ich skutecznego przetwarzania i szczegółowej analizy. Otwiera możliwości pozyskiwania informacji z różnych źródeł dostępu, co daje również ewentualność współpracy danych z różnych dziedzin. Wiąże się z szeroko rozumianą umiejętnością gospodarowania zasobami informacyjnymi, w celu dokonywania analiz biznesowych czy badaniu niezależnych zjawisk między danymi. Dla przedsiębiorstw produkcyjnych termin Big Data wiąże się z ogółem zagadnień dotyczących wszystkich działań z zakresu od przechowywania, przetwarzania aż do wizualizacji danych. Informacje te pochodzą z różnych źródeł i charakteryzują się [21]:

- danymi o różnorodnym formacie,
- obszernym rozmiarem danych (nawet do 100 terabajtów wżwyż),
- stałym obrotem informacji w przedsiębiorstwie,
- komponowaniem nowych produktów lub zależności biznesowych,
- analizowaniem procesów przepływu informacji.

Zagadnienie Big Data często opisywane jest za pomocą modelu, który początkowo został określony zasadą 3V. Model ten obejmował początkowo: objętość (ang.

volume) stanowiąca o ilości danych, szybkość (ang. velocity) interpretowana jako skuteczność generowania, przepływu i przetwarzania informacji oraz różnorodność (ang. variety) określająca charakter i rodzaj danych [16]. Jednak wraz z rozwojem przedsiębiorstw model został rozbudowany o kolejne cechy, którymi są wiarygodność (ang. veracity) tworząc schemat 4V oraz wartość (ang. value) komponując tym samym finalnie model 5V (rys. 4.3.). Wiarygodność odnosi się do prawdziwości danych oraz ich integralności. Model 5V uwzględnia nadanie danym wartości, czyli ustalenie, które dane mają zostać poddane analizie, a które z punktu widzenia badanego aspektu mają mniejsze znaczenie [16].



Rys. 4.3. Model 5V dla systemu Big Data [15]

Stosowanie systemu Big Data pozwala przedsiębiorstwom rozwijać się dzięki bieżącej obserwacji stanów procesów produkcyjnych. Dzięki sprawnemu gromadzeniu danych i ich szczegółowej analizie, można zauważyć nowe zależności między poszczególnymi elementami systemu produkcyjnego i wypracować ułatwiające zarządzanie algorytmy. Decyzje dotyczące wdrażania zmian w planie funkcjonowania produkcji lub samego przedsiębiorstwa są w ten sposób umocnione odpowiednio opracowanymi danymi. Koncepcja Big Data wiąże się zatem z trzema modułami użyteczności, gdyż wynikają one z łączenia ze sobą różnych obszarów. Można wyróżnić [21]:

- aspekt technologiczny (rozwój procesów produkcji, gospodarki, oprogramowania komputerowego, badań analitycznych, metod wytwarzania i obróbki itp.),
- aspekt ekonomiczny (zastosowanie danych na etapie podejmowania decyzji, zmniejszanie możliwych kosztów produkcji),

- aspekt społeczny (oddziaływanie decyzji zarządczych i produkcyjnych na społeczeństwo).

Big Data to pojęcie względnie nowe. Wdrażanie tej koncepcji w organizacjach może okazać się wyzwaniem przedsiębiorczym, ponieważ wymaga mniejszego lub większego wkładu finansowego. Idea ta, to szeroko rozumiana innowacja wdrożeniowa (produktowa, procesowa, organizacyjna i marketingowa), która niesie za sobą nowe perspektywy i rozwiązania. Najczęstszą przyczyną zastosowania koncepcji Big Data jest ulepszenie systemu zarządczego przedsiębiorstwa poprzez bezproblemowy dostęp do bazy danych. Szczegółowa analiza danych pobieranych z różnych źródeł w przedsiębiorstwie, np.: Internet, różnego rodzaju oprogramowania czy maszyny połączone z siecią, pozwalają na właściwe ich wykorzystanie. Możliwe jest również ich ponowne przetworzenie w innej dyscyplinie i nazywa się je jako dane resztkowe. Jeśli dane te służą wykorzystywaniu wewnętrznemu, to wówczas mowa tu o innowacjach organizacyjnych, które mogą zawierać m. in. identyfikację ryzyka przy współpracy między firmami. Przechowywane dane masowe często mogą dotyczyć klientów i relacji sprzedający – kupujący na różnych płaszczyznach. Dzięki Big Data bada się wpływy, np.: ceny na wybory konsumenckie, aby wprowadzić najlepszą w danej sytuacji metodę promowania i sprzedaży. W takim przypadku są to innowacje marketingowe [22].

Typowe rozwiązania Big Data wiążą się z ich wykorzystaniem w czasie rzeczywistym, co najlepiej uwidacznia się w procesie produkcyjnym, gdzie informacje te pobierane i gromadzone są wprost np. z linii produkcyjnej. Przykładowo mogą temu służyć czujniki, kody identyfikacyjne, kamery lub inne mierniki rejestracji danych. Połączenie danych nieustrukturyzowanych z danymi informatycznymi tworzą zestawy danych dla lepszego i pełniejszego, analitycznego zobrazowania procesu produkcyjnego. Takie działania znalazłyby się w grupie innowacji procesowej [6]. W przypadku innowacji produktowej celem jest rozszerzenie funkcjonalności produktu, aby zastosować go inaczej niż początkowo zakładały uwarunkowania, co powoduje kreowanie pewnej nowej rzeczywistości. Zastosowanie koncepcji odnosi się na potrzeby nowych produktów i ich doskonalenie. Przykładowo, projektując nowy produkt lub jego nową formułę, można bazować na danych produkcyjnych i tych dotyczących sprzedaży, by sprostać szerokim wymaganiom technicznym, a także wymaganiom potencjalnych klientów. Zawarte przez konsumentów opinie i testy są przydatnym źródłem informacji. W tym przypadku można mówić także o danych, jako o produkcie sprzedaży, o obrocie informacji na rynku [22].

Obecnie złożoność procesów produkcyjnych stale rośnie i dlatego też zapotrzebowanie na nowe metody komunikacji informacyjnej jest coraz większe. Szeroko rozumiane systemy informatyczne spójne z maszynami gromadzą każdą informację o procesie, przez co zarządcy produkcji na bieżąco mogą podejmować szereg decyzji w oparciu o konkretne fakty. Tworzenie nowoczesnych modeli gromadzenia danych wraz z nowymi technologiami pozwala na większą kontrolę i obszerniejszą analizę pod wieloma kątami. Ponadto, dzięki Big Data, nowatorskie

technologie pozwalają symulować prawdopodobne sytuacje i warunki, których normalnie nie dałoby się przewidzieć [22].

4.3.2. Big Data w kontekście MŚP

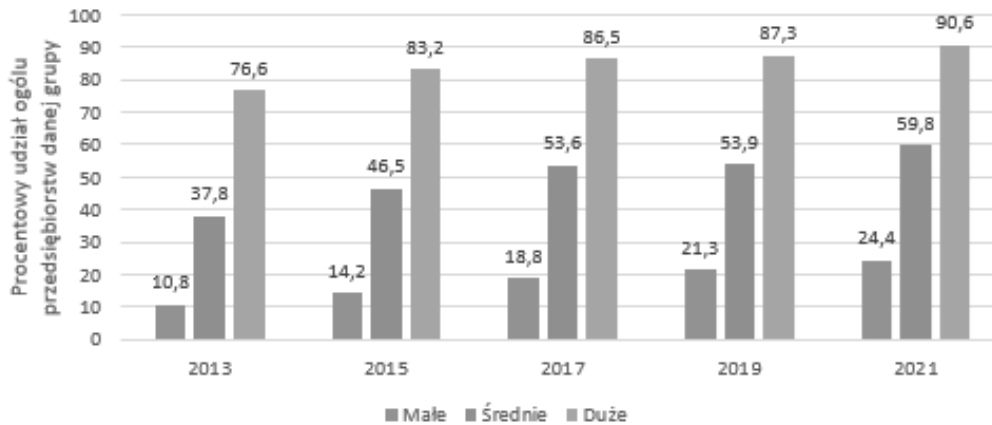
Funkcjonowanie przedsiębiorstwa niezależnie od jego wielkości czy sektora przemysłowego obejmuje zarządzanie dużymi ilościami informacji, które generowane są w wewnętrznych jak i zewnętrznych środowiskach biznesowych. Przemysł wytwórczy często charakteryzuje się znaczną automatyzacją i robotyzacją procesów 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 [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 wydobycia ukrytych lub niejawnych informacji. Zakładając, że przedsiębiorstwa posiadają odpowiednie narzędzia, techniki i talent, Big Data będzie w stanie znacząco wzbogacić ich własne możliwości analityczne w zakresie trafnego raportowania. [25]

W celu analizowania procesów realizowanych w przedsiębiorstwie lub jego otoczeniu przez kadrę zarządzającą stosowane są tzw. systemy informowania kierownictwa (SIK). Jakość i zakres prowadzonych analiz są uzależnione od bazy danych Informatycznych Systemów Zarządzania (SIZ). Systemy informowania kierownictwa powinny realizować funkcje informowania, analizy i kontroli, wspomaganie podejmowania decyzji i wspomaganie procesów zarządzania zasobami przedsiębiorstwa. Prawidłowo funkcjonujący SIK dla potrzeb wyznaczania wskaźników ekonomicznych musi posiadać dostęp do odpowiednich danych dostępnych w tymże systemie. Zatem już na wstępnym etapie wdrażania SIZ w przedsiębiorstwie należy zaprojektować wszystkie raporty i zestawienia, które powinny być generowane przez SIK, w celu określenia zakresów danych, które będą wprowadzane do bazy danych [7]. Tego typu system są systemy klasy ERP (ang. Enterprise Resource Planning). Systemy klasy ERP są rozwiązaniem, które powstało w wyniku ewolucji systemów wspomagających zarządzanie. Przed ich powstaniem istniały inne systemy, które ewoluując przeobrażały się w coraz to nowsze i bardziej zaawansowane rozwiązania. W wyniku tej ewolucji, na bazie istniejącego systemu, uzupełnianego o nowe funkcje i właściwości, powstawał nowy, który zawierał właściwości swego poprzednika. Każdy kolejny system obejmował swoim zasięgiem i integrował coraz więcej funkcji przedsiębiorstwa. Ewolucji tych systemów towarzyszyły zmiany w technologii

komputerowej i oprogramowaniu, które pozwalały na budowę coraz bardziej zaawansowanych i funkcjonalnych systemów o większych możliwościach i stopniu integracji cyfrowej różnych obszarów przedsiębiorstw. [17] Pomimo dostępności nowoczesnych rozwiązań z zakresu IT, to w Polsce w obszarze MŚP nadal poziom wdrożeń jest na relatywnie niskim poziomie.

Poziom cyfryzacji polskich przedsiębiorstw wykazuje tendencję wzrostową, co wskazują badania Głównego Urzędu Statystycznego, jednakże w znaczącym stopniu spowalniany jest poprzez firmy z sektora MŚP (rys. 4.4.). [12]



Rys. 4.4. Poziom wdrożenia systemów ERP (procentowo do ogółu danej grupy) [8, 27]

MŚP przeważnie poszukują dróg rozwoju i sposobów zdobywania przewagi konkurencyjnej w innowacjach procesowych i produktowych [23]. 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 [11]. Ograniczenia te, stanowią główną barierę w rozwoju sektora MŚP, w kierunku rozwiązań proponowanych w ramach koncepcji Przemysłu 4.0.

4.4. ERP I BI W MŚP

4.4.1. Systemy klasy ERP i BI

Systemy klasy ERP są wykorzystywane w zarządzaniu przez znaczącą większość nowoczesnych przedsiębiorstw, w tych 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 zapewniłi swoim pracownikom wysoki stopień informatyzacji procesów wraz z szeroko dostępnym przepływem informacji [18], podczas gdy mniej zaawansowani przedsiębiorcy wykorzystują zaledwie moduły księgowo i planowanie potrzeb materiałowych MRP (ang. Material Requirements Planning – MRP1) [10]. 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 (BI). Praktycznie każdy system klasy ERP umożliwia wstępną filtrację danych i ich eksport do arkusza kalkulacyjnego z którego następnie zasila się BI. Obecni liderami w zakresie dostarczania systemów klasy ERP w Polsce są m.in. ERP-ODL, Unit4 TETA ERP, SAP ERP, Comarch, Prolan czy Microsoft Dynamics NAV [29].

Pojęcie Business Intelligence (BI) jako ogólny termin definiuje 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 (SWD), 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 [9, 13].

Istnienie wielu innych technologii miało znaczący wpływ na rozwój BI, poprzez ich kombinację w ramach jednego systemu, jak chociażby wspomnianego już SWD, systemów informowania kierownictwa, 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 [20]:

- 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. Szansa na otrzymywanie bardzo niestandardowych informacji dla kierownictwa 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. 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. BI to zorientowany na użytkownika proces gromadzenia, eksploracji, analizy i interpretacji danych, którego efektem finalnym jest usprawnienie i racjonalizowanie procesu decyzyjnego w organizacji. Narzędzia do eksploracji danych, umożliwiają odkrywanie możliwości, identyfikowanie tendencji i intuicyjne wykrywanie zdarzeń istotnych dla biznesu firmy. Czołówkę dystrybutorów narzędzi BI stanowią systemy takie jak: Microsoft Power BI, Oracle Analytics Cloud, MicroStrategy, Spotfire, Domo oraz Tableau. [26]

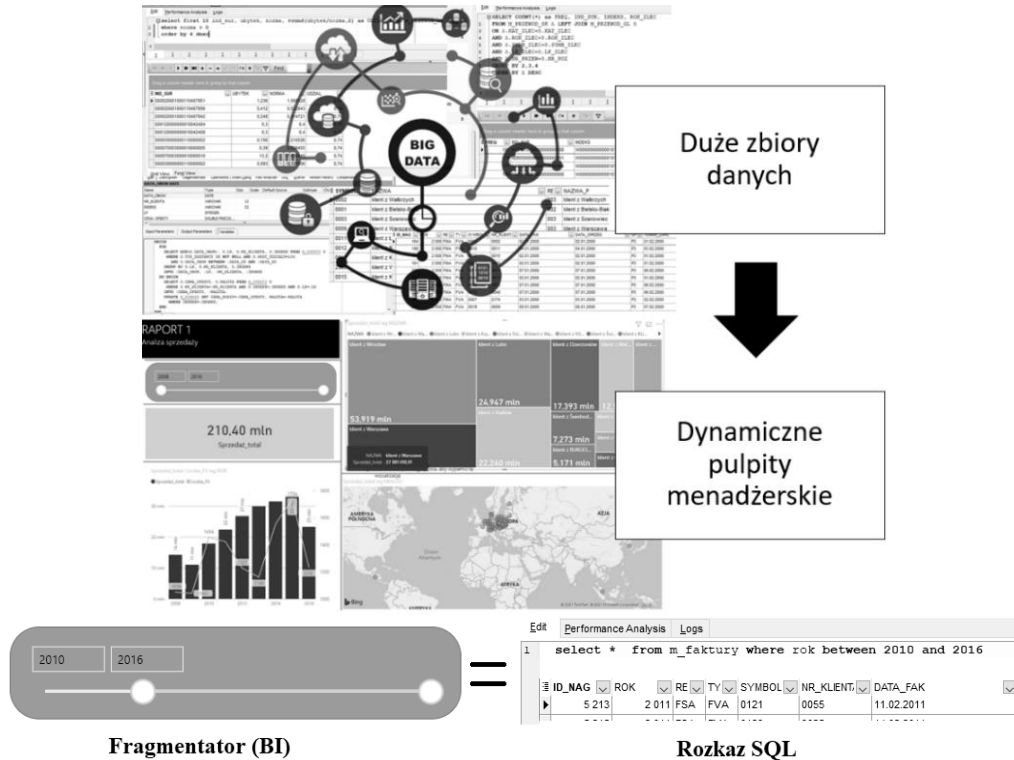
W przemyśle wytwórczym odpowiednia sprawność produkcji jest osiągana poprzez integrację systemów klasy ERP (Enterprise Resource Planning) i PLM (Product Lifecycle Management), w tym również przez ciągłe monitorowanie procesów wytwarzania [12]. W tego typu przedsiębiorstwach sam proces automatyzacji polega na zbieraniu danych i ich wykorzystywaniu do różnego typu działań zapobiegawczych, korygujących czy kontrolnych. 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). Wobec tych wymagań firmy potrzebują odpowiednio wyspecjalizowanych analityków, którzy będą w stanie wyjaśnić zależności między danymi za pomocą dedykowanych prezentacji wizualnych, których przykładem mogą być tzw. pulpity menedżerskie. Umożliwiają one graficzną prezentację, wizualizację i raportowanie wiedzy pozyskanej z dużej ilości danych [24].

4.4.2. Idea BI a relacyjne bazy danych

Ułatwieniem dla właściwych spostrzeżeń i decyzji w firmie są dynamiczne raporty, które obejmują istotne funkcje, takie jak wizualizacja danych, analityka wizualna, interaktywne pulpity oraz karty wyników KPI. W toku codziennego wzrostu ilości produkowanych i przetwarzanych danych rośnie również zapotrzebowanie na otrzymywanie bardzo niestandardowych informacji dla kierownictwa przedsiębiorstw, które są uzyskiwane wskutek wieloprzekrojowych analiz i nietypowych zapytań, co 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. 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.

Efektom połączenia ze sobą zagadnień związanych z terminem Big Data (tj. gromadzenie i przetwarzanie ogromnych ilości danych), występującym w przedsiębiorstwach produkcyjnych, z ideą systemów Business Intelligence w najlepszy sposób reprezentują pulpity menadżerskie (rys. 4.5.).



Rys. 4.5. Idea działania narzędzi BI [8]

Posiadając dostęp do danych przedsiębiorstwa pochodzących np. z systemu ERP, użytkownik (analityk) może dowolnie kreować interaktywne i dynamiczne pulpity wizualizacyjne. W zależności od celu prezentacji danych i źródeł ich pochodzenia, te potrzebne i właściwe należy w odpowiedni sposób wyselekcjonować (np. za pomocą języka SQL) i zaimplementować do posiadanego narzędzia BI. Ważną zaletą omawianego rozwiązania jest fakt, iż tworzone w ten sposób raporty za każdym razem będą miały charakter dedykowany i podatny na ewentualne nagłe zmiany, nawet w przypadku konieczności obróbki danych w samym narzędziu (np. aktualizacja, symulacje itp.).

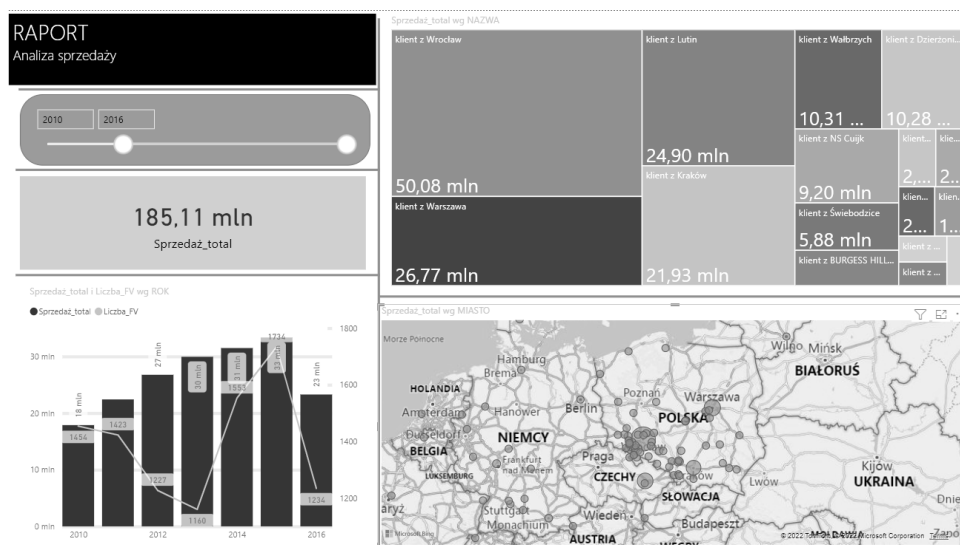
4.5. RAPORTOWANIE Z ZASTOSOWANIEM INTERAKTYWNYCH PULPITÓW

Zapewnienie kontroli nad każdym procesem biznesowym w przedsiębiorstwie z upływem czasu staje się coraz trudniejsze wskutek ogromnej ilości danych napływających do przedsiębiorstwa każdego dnia. Stąd pojawia się potrzeba dla firm pewnego rodzaju pomocy w zarządzaniu danymi i ich właściwą interpretacją. Przekształcanie danych pochodzących z wielu różnych źródeł w niezbędną wiedzę z punktu widzenia kierownictwa firmy jest głównym zadaniem systemów Business Intelligence.

W dalszej części zostaną przedstawione przykłady kokpitów menedżerskich do zarządzania procesami biznesowymi, które zostały wykonane w Microsoft Power BI.

4.5.1. Analiza sprzedaży

Produktem pracy działu handlowego i dobrej kondycji firmy jest sprzedaż, ponieważ to dzięki nim przedsiębiorstwo generuje zysk. Dokładna informacja z tego zakresu funkcjonowania przedsiębiorstwa pozwala planować dalszą organizację pracy oraz podejmować kluczowe z punktu widzenia zarządu decyzje strategiczne na każdym szczeblu zarządzania. Przydatny w tym przypadku może być dokładny raport sprzedaży, jest jednym z najczęściej wykonywanych, najbardziej pożądanym przez zarząd i wiele mówiącym o kondycji przedsiębiorstwa. Na rys.4.6 przedstawiono przykładowy raport sprzedaży w przedsiębiorstwie produkcyjnym, w którym zawarto elementy takie jak: fragmentator czasu, wygenerowana wartość sprzedaży, sprzedaż w latach względem wystawionych faktor, wykres drzewo klientów oraz reprezentujący to kartogram.

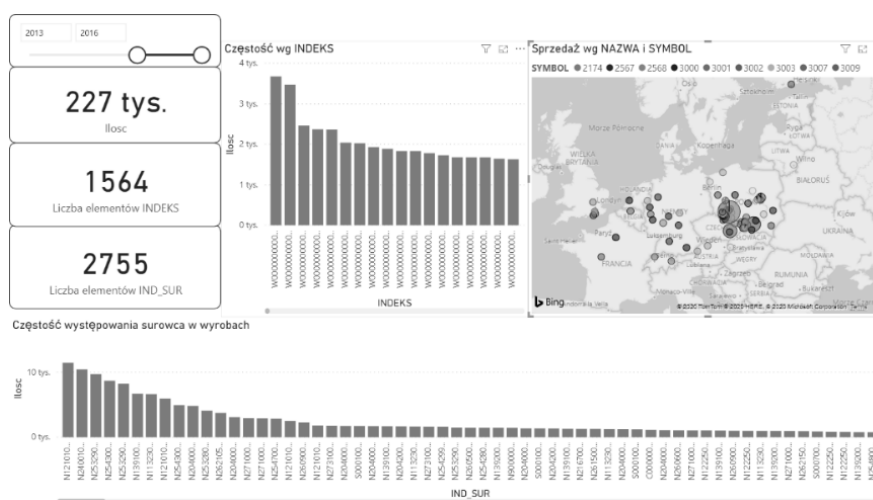


Rys. 4.6. Przykładowy raport ze sprzedaży (BI) [8]

W zależności od dokładnych potrzeb analityków raportujących sprzedaż, interaktywne pulpity BI oferują wiele możliwości zarówno wizualnych jak i analitycznych, w zakresie obliczeń, filtracji, podsumowań i prognozy.

4.5.2. Częstość zużycia surowców w różnych wyrobach

Na zysk ze sprzedaży wyrobów niewątpliwie mają wpływ m.in. surowce, z których te wyroby zostały wykonane. Skupienie się na właściwej polityce cenowej względem nich może realnie wpłynąć na wzrost osiąganych zysków. W tym celu należy podjąć odpowiednie kroki celem wyszczególnienia najczęściej używanych surowców do produkcji. Aby w jednoznaczny sposób określić surowce wchodzące w skład produkowanych wyrobów w zadanym czasookresie należy odpowiednio opracować zapytanie przeszukujące bazę systemu ERP. W odpowiedzi na takie zapytanie analityk otrzyma informację na temat częstości występowania danego surowca w sprzedawanych wyrobach, które następnie może wyeksportować do posiadanego narzędzia BI. Uzyskane dane zostały przedstawione na rysunku 4.7.



Rys. 4.7. Pulpit menedżera – częstość występowania wyrobów i surowców [8]

Dzięki takiej wizualizacji na podstawie przedstawionego pulpitu menadżera w przejrzysty sposób można wyciągnąć właściwe wnioski. Jednym z nich jest fakt, iż podniesienie ceny najczęściej sprzedawanego indeksu może mieć dużo mniejszy wpływ na zysk niż właściwa polityka rabatowa względem najczęściej stosowanego na produkcję surowca w danym czasookresie. Poprzez rozszerzenie analizy finansowej o analizę dodatkowych danych występujących w przedsiębiorstwie, można podejmować trafne decyzje co do przyszłości firmy, wywierając tym samym wpływ na składowe wskaźników tak, aby przyjmowane przez nie wartości osiągały pożądaną poziom.

4.5.3. Śledzenie zmienności położenia wąskiego gardła

Stanowisko lub gniazdo produkcyjne będące wąskim gardłem jest najbardziej istotnym punktem na drodze przepływu strumienia produkcyjnego. Studium przypadku [3] 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. Na kolejnym rysunku (rys. 4.8.) w dolnej sekcji, po zawężeniu okresu do jednego miesiąca, bardzo dobrze uwidoczniła została płynność produkcji w analizowanym przypadku, wykorzystanie sobót i niedziel jak również równomierność przerobu w trakcie miesiąca. Dzięki właściwościom narzędzia BI wszystkie przedstawione elementy pulpitu są interaktywne i wzajemnie powiązane. Po zawężeniu okresu czasu do jednego miesiąca i wyborze gniazda produkcyjnego (sumarycznie trzy kliknięcia) dostępna staje się olbrzymia ilość informacji na temat zaangażowania wskazanego zasobu (TU01) w poszczególne zlecenia produkcyjne.



Rys. 4.8. Kokpit menadżera - miesięczny przegląd produkcji wraz z analizą przerobu wybranej komórki produkcyjnej [3, 8]

Tak skomponowany pulpit zawiera podstawowe informacje produkcyjne z zakresu:

- 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 bardzo czasochłonne zlecenie jest natychmiastowo widoczne,

- najbardziej obciążonych i strategicznych zasobów (centralne miejsce pulpitu zostało przeznaczone na prezentację przerobu gniazd produkcyjnych).

W zależności od sytuacji i potrzeb analitycznych, regularne śledzenie wybranego czynnika produkcyjnego w przyszłości może znacząco wspomagać właściwe zarządzanie zleceniami i przepływem materiałowym.

4.6. 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 wpisujących się w ramy idei Przemysłu 4.0. Muszą być świadomi możliwości stworzonych przez systemy m.in. ERP i BI w celu przeprowadzenia bardzo skutecznej i ekonomicznej analizy. Nawet bez zaawansowanych specjalistów IT istnieje możliwość zaoszczędzenia sporej ilości czasu i osiągnąć wysoką jakość procesu decyzyjnego w oparciu o faktyczne i aktualne dane. Co więcej, BIS może być wykorzystywany nie tylko jako wsparcie jednorazowej analizy projektu, ale także jako narzędzie do codziennego zarządzania, w warunkach charakterystycznych dla MŚP.

Każdego dnia pojęcie danych zyskuje coraz bardziej na znaczeniu i stanowi niemalże zasób firmy. Nieustający rozwój cyfryzacji powoduje wzrost znaczenia i roli Big Data, co dla wielu firm może stać się źródłem zwiększenia dochodów wskutek właściwego wykorzystania szans i możliwości jakie daje. Realnym wsparciem dla tych działań są narzędzia BI jako kolejny etap w ewolucji systemów informowania kierownictwa, które w efektywny sposób mogą nadać właściwy sens i lepiej zrozumieć działanie przedsiębiorstwa dzięki niepozornym tabelom z danymi. Posiadając odpowiednią wiedzę na temat kształtowania się wskaźników finansowych i produkcyjnych firmy mogą tworzyć własne dynamiczne pulpity do zarządzania przedsiębiorstwem opierając się na rzeczywistych i aktualnych danych, co może skutkować trafnie podejmowanymi decyzjami zarządczymi o charakterze oddziaływania zarówno na poziomie strategicznym jak i operacyjnym.

Literatura

- [1] ABRAMCZYK A.: *Przemysł automotive w Polsce i na świecie - raport specjalny*. „Control Engineering” 2016, nr 3
- [2] CARBONERO F., ERNST E., WEBER E.: *Robots Worldwide: The Impact of Automation on Employment and Trade*, Jahrestagung des Vereins für Socialpolitik 2020: Gender Economics

- [3] CIEŚLA B., KOLNY D.: *Visual process analysis in SMEs as a support for management models on example of TOC*. Journal of Systems Integration 2: 19–27, 2019
- [4] GHOBAKHLOO M.: *Industry 4.0, digitization, and opportunities for sustainability*, Journal of Cleaner Production, Volume 252, 2020
- [5] GWÓZDZIEWICZ S., PROKOPOWICZ D., GRZEGOREK J.: *Zastosowanie zaawansowanych narzędzi przetwarzania danych w dobie cyfryzacji*. In: *Cyfryzacja w zarządzaniu*, pp. 93-128 (2020)
- [6] HERMANN M. & PENTEK T. & OTTO B.: *Design Principles for Industrie 4.0 Scenarios: A Literature Review*, „Working Paper” Technische Universität Dortmund, no. 01, 2015
- [7] KLONOWSKI Z.J.: *Systemy informowania kierownictwa*. In: *Systemy informatyczne zarządzania przedsiębiorstwem*, pp. 51-52 (2004)
- [8] KOLNY D.: *Nowoczesne systemy informowania kierownictwa w MSP*. Innowacje w elektronice, informatyce i inżynierii produkcji, t.2, Koszalin, 2021, p. 36-49
- [9] KULKARNI U., POWER D.J., SHARDA R. (editors): *Decision Support for Global Enterprises*, Annals of Information Systems, Vol. 2, Springer, 2007
- [10] 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
- [11] 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
- [12] 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, p.57-72, 2016
- [13] NEGASH S., GRAY P.: *Business Intelligence*, in Burstein, F., Holsapple, W. Clyde (Editors), Handbook on Decision Support Systems 2, Springer, pp. 175-193, 2008
- [14] OLSZEWSKI M.: *Mechatronizacja produktu i produkcji – przemysł 4.0*, Pomiar Automatyka Robotyka 2016, Nr 3, p.13-28
- [15] POST P.: *Przemysł 4.0, sieciowy i inteligentny*. Festo Magazyn – Trends in automation, wyd. 21, 2016, 18-21
- [16] RACKA K.: *Big Data – znaczenie, zastosowania i rozwiązania technologiczne*, Zeszyty Naukowe PWSZ w Płocku. Nauki Ekonomiczne, 23(2016)1, s.311-323
- [17] SOJA P.: *Rozwój zintegrowanych systemów zarządzania klasy ERP*, Kraków (2005)
- [18] SODOMKA P. & KLČOVÁ H.: *ERP System for Custom Tailoring: A Case Study*. Journal of Systems Integration 8(2), 2017, pp. 35-42
- [19] TRACZYK W.: *Roboty przemysłowe w Polsce i na świecie: bieg z przeszkodami*. MM Magazyn Przemysłowy. 11-12, 16-21 (2021)
- [20] TUTUNEA M.F., AND RUS, R.V.: *Business Intelligence Solutions for SME's*, Procedia Econ. Finance, 3, 2012, pp. 865–870
- [21] WEINERT A.: *Wykorzystanie rozwiązań Big Data w zarządzaniu przedsiębiorstwem*, Acta Universitatis Nicolai Copernici. Zarządzanie, T. 43, 3, p.91-100, 2016
- [22] WIECZORKOWSKI J., JURCZYK-BUNKOWSKA M.: *Big Data jako źródło innowacji w zarządzaniu i inżynierii produkcji*, Innowacje w Zarządzaniu i Inżynierii Produkcji T.1, Oficyna Wydawnicza Polskiego Towarzystwa Zarządzania Produkcją, Opole 2017, s.134-144
- [23] WÓJCIK J.: *Wybrane problemy w przygotowaniu produkcji nowego wyrobu w małych i średnich przedsiębiorstwach*. Zeszyty Naukowe. Organizacja i Zarządzanie/Politechnika Śląska, s. 726-734, 2015

- [24] ZUZIAŃSKI P.: *Kokpit menedżerski jako efektywne narzędzie do wizualizacji danych w organizacji*, Rola informatyki w naukach ekonomicznych i społecznych, Innowacje i implikacje interdyscyplinarne, WSH w Kielcach, 2014
- [25] Big in growth, <https://www.promptcloud.com/blog/want-to-ensure-business-growth-via-big-data-augment-enterprise-data-with-web-data/>, dostęp 2.09.2021
- [26] Best BI Tools 2022, <https://www.selecthub.com/business-intelligence-tools/>, dostęp 2.06.2022
- [27] Główny Urząd Statystyczny, <https://stat.gov.pl/obszary-tematyczne/nauka-i-technika-spoleczenstwo-informacyjne/spoleczenstwo-informacyjne/>, dostęp 2.06.2022
- [28] IFR presents World Robotics 2021 reports, <https://ifr.org/ifr-press-releases/news/robot-sales-rise-again>, dostęp 2.06.2022
- [29] Ranking systemów ERP, <https://www.top10erp.pl/>, dostęp 2.06.2022

INTERACTIVE MANAGEMENT DASHBOARDS AS A SUPPORT OF THE PRODUCTION PROCESS MANAGEMENT IN SMES

Abstract

Effective enterprise management is not possible without effective production management. The chapter presents theoretical and practical aspects related to the visualization of production data in the form of management dashboards. The study also includes an example of the use of data visualization as a decision-making element in the area of production, based on the analysis of large data sets from an integrated IT system for enterprise management.