

Mariusz ZABROŃ¹, **Jacek WOŁOSZYN²**

¹ ORCID: 0000-0002-9418-6621. Mgr inż., Interdyscyplinarna Szkoła Doktorska Politechniki Łódzkiej, Politechnika Łódzka, Wydział Elektrotechniki, Elektroniki i Automatyki, Instytut Mechatroniki i Systemów Informatycznych, ul. B. Stefanowskiego 22, 90-537 Łódź, e-mail: zabron.mariusz@interia.pl

² ORCID: 0000-0003-4340-9853. Dr inż., Uniwersytet Technologiczno-Humanistyczny w Radomiu, Wydział Informatyki i Matematyki, Katedra Informatyki, ul. Malczewskiego 20A; 26-600 Radom; e-mail: jacek.woloszyn@uthrad.pl

data złożenia tekstu do Redakcji DI:24.03.2023; data wstępnej oceny artykułu: 03.04.2023

NARZĘDZIA BUSINESS INTELLIGENCE DEDYKOWANE DO ANALITYKI BIG DATA

BUSINESS INTELLIGENCE TOOLS DEDICATED TO BIG DATA ANALYTICS

Słowa kluczowe: raportowanie, analiza danych, predykcja, eksploracja danych, sztuczna inteligencja.

Keywords: reporting, data analysis, prediction, data mining, artificial intelligence.

Streszczenie

W dobie transformacji cyfrowej przedsiębiorstw, sprawna analityka biznesowa staje się koniecznością. Zastosowanie odpowiednich systemów informatycznych dedykowanych do tych operacji może sprawić, że podejmowanie decyzji biznesowych stanie się szybkie, proste i trafne. W niniejszym opracowaniu opisano szereg zagadnień związanych z terminem „Business Intelligence” (BI). Wyjaśniono kwestię samego pojęcia, a także przedstawiono dedykowane do tego narzędzia wraz z rozwiązaniami opartymi na elementach sztucznej inteligencji. Podstawowe rozważania dotyczą opisu narzędzi informatycznych dedykowanych analizie danych biznesowych, może być doskonałym punktem wyjścia do szczegółowych rozważań w tej dziedzinie.

Abstract

In the era of digital transformation of enterprises, efficient business analytics is becoming a necessity. The use of appropriate IT systems dedicated to these operations can make making business decisions fast, simple and accurate. This paper describes a number of issues related to the

term “Business Intelligence” (BI). The issue of the concept it self was explained, as well as dedicated tools were presented along with solutions based on elements of artificial intelligence. Basic consideration and description of IT tools dedicated to business data analysis can be an excellent starting point for detailed considerations in this field.

Wstęp

Coraz częściej pojawiające się pojęcie „Business Intelligence” (BI) jest procesem, który polega na zbieraniu, przetwarzaniu i analizowaniu danych, co w efekcie pozwala na podjęcie bardziej świadomych i trafnych decyzji biznesowych. Analiza dużych ilości danych (inaczej określana też procesem analityki biznesowej) daje możliwość identyfikacji anomalii procesów wewnątrz firmy, a co za tym idzie – pokazuje jasno obszary, na które kadra zarządzająca powinna zwrócić szczególną uwagę. Do tego celu tworzone są specjalne raporty ubogacane w pulpity menadżerskie. Nie jest to jednak zadanie łatwe i wymaga dosyć złożonej, specjalistycznej wiedzy z zakresu IT połączonej z matematyką, statystyką i ekonomią¹. W dobie transformacji cyfrowej przedsiębiorstw bardzo często kadra kierownicza (zarządzająca) oczekuje „wymiany” ogromnych porcji „surowych” danych w użyteczną z ich punktu widzenia wiedzę. Tylko dobry system, który zapewnia sprawną i zautomatyzowaną integrację danych z różnych źródeł oraz ich efektywne i czytelne przetwarzanie staje się dla nich dobrym, realnym wsparciem decyzyjnym².

Zarządzanie organizacją, zwłaszcza działającą na szeroką skalę, niesie za sobą ogrom wyzwań. Od kilku lat jednym z największych jest znaczna ilość danych, jakie spływają każdej godziny do systemu oraz tempo, w jakim następuje przyrost tych danych. Przeanalizowanie i operacje na nich jest koniecznością, ponieważ pozwala to wskazać kluczowe wskaźniki efektywności przedsiębiorstwa i w razie potrzeby wprowadzić zmiany, które mają realnie przełożyć się na wyniki. W tym celu stosuje się właśnie narzędzia Business Intelligence, o których mowa w niniejszym opracowaniu. Zagadnienia są oczywiście bardzo złożone, a wiedza jaką należy osiąść, by zostać specjalistą od analiz biznesowych jest ogromnie rozległa. Zgłębianie szczegółów wymaga opracowania wielu dedykowanych pozycji w literaturze połączonych z pracą i ćwiczeniami na rzeczywistych systemach informatycznych najlepiej w realnych warunkach przemysłowych.

¹ A. Ferrari, M. Russo, *Kompletny przewodnik po DAX. Analiza biznesowa przy użyciu Microsoft Power BI, SQL Server Analysis Services i Excel*, wyd. II uzupełnione i rozszerzone, wyd. Helion, Gliwice 2019.

² Tamże, s. 17.

Z całą pewnością współczesny BI powstał, aby uporządkować oraz możliwie najszerszej wykorzystać ogromną ilość danych, które pochodzą z wielu różnych źródeł i jednocześnie szybko napływają do różnych baz danych. Bardzo często dane są dostarczane przez różnego typu niezależne narzędzia, co w efekcie prowadzi do tego, że trudno dostrzec pomiędzy nimi zależności. Business Intelligence daje możliwość korzystania z nowoczesnych narzędzi, dzięki czemu automatyzacja zbierania tych danych, porządkowanie oraz wyszukiwanie zależności między nimi (zależności, których nie widać na pierwszy rzut oka), a także separacja ważnych zależności od tych nieistotnych staje się możliwa w efektywny i efektywny sposób³. Dzięki nim firma pozyskuje ważne informacje z wielu obszarów swojego działania, a na podstawie generowanych raportów może wyciągać odpowiednie wnioski istotne dla jeszcze lepszego funkcjonowania.

Analiza biznesowa znajduje zastosowanie między innymi w określaniu konkretnej grupy potencjalnych klientów poprzez skrupulatną analizę: ich wieku, płci, miejsca zamieszkania, poziomu wykształcenia, w trakcie tworzenia raportów dotyczących decyzji zakupowych przez nich podejmowanych⁴. Business Intelligence służy także ogólnej analizie finansowej danej firmy, co ma na celu zwykle poszukiwanie możliwych oszczędności. Wykorzystywany jest także do możliwego zwiększania procesów produkcyjnych czy też coraz częściej spotykanego tworzenia scenariuszów „*what if?*” („*co by było gdyby?*”) w połączeniu z przewidywaniem ich rezultatów, które mogą przynieść zarówno zyski, jak i straty – rodzaj predykcji⁵.

Ogólnie należy uznać, że każda nowoczesna i prężnie działająca firma musi korzystać z optymalnych systemów w ramach realizacji swoich potrzeb biznesowych. Należy podkreślić, że przetwarzanie analityczne jest dzisiaj nierzadko podstawą, aby móc zapewnić komfortową pracę całej organizacji. Właśnie dlatego analityka biznesowa staje się w ostatnich latach coraz bardziej popularna jako kierunek w branży IT i uznawana jest za coraz popularniejszy kierunek rozwoju zawodowego informatyków. Osoby, które mają odpowiednie kompetencje w zakresie systemów BI, mogą liczyć na bardzo dobre zarobki.

Narzędzia wspomagające przekształcanie i prezentację danych

Analityka biznesowa opiera się o rozwiązania z zakresu IT. Przy wyborze odpowiedniego narzędzia (narzędzi) BI dla firmy, uwzględnić trzeba indywidu-

³ G. Raviv, *Power Query w Excelu i Power BI. Zbieranie i przekształcanie danych*, Wyd. Helion, Gliwice 2020.

⁴ Tamże, s. 21.

⁵ D. Knight, M. Pearson, B. Schacht, E. Ostrowsky, *Microsoft Power BI. Jak modelować i wizualizować dane oraz budować narracje cyfrowe*, wyd. II, Wyd. Helion, Gliwice 2022.

alne jej potrzeby, przy jednoczesnej weryfikacji zadań realizowanych przez pracowników, wykorzystywanych już systemów informatycznych czy też innych sposobów eksploracji i prezentacji danych. W ostatnim czasie powstało jednak wiele gotowych, specjalistycznych i dedykowanych narzędzi, które ułatwiają i automatyzują pracę analityków biznesowych⁶. Nieunikniony jest oczywiście koszt, jaki jest związany z zakupem odpowiednich licencji, ale jest on jak najbardziej adekwatny do efektów, które będą widoczne dzięki zastosowaniu funkcjonalności zakupionych narzędzi.

Najpopularniejszymi, gotowymi narzędziami wykorzystywanymi przez specjalistów od analizy danych są Microsoft Power BI, Tableau oraz Qlik. Nie należy również zapominać, że w dalszym ciągu można posłużyć się do tego „nieśmiertelnym” arkuszem kalkulacyjnym Excel, którego to obecne możliwości w połączeniu z dodatkowymi funkcjonalnościami (np. Power Query⁷, Power Pivot, język DAX czy VBA) dają równie złożone możliwości. Jest to jednak temat do szerokich rozważań, które znacznie wykraczają zakresem i objętością poza niniejszy artykuł. Poniżej przeanalizowane zostaną trzy najczęściej spotykane systemy, o których wspomniano na początku akapitu: Microsoft Power BI, Tableau oraz Qlik.

Program Microsoft Power BI jest chyba najpopularniejszym z dostępnych na rynku narzędzi analizy biznesowej. Daje możliwość pracy zarówno lokalnie, jak i w chmurze. Nie jest tylko aplikacją, która służy do przygotowania samych raportów, ale złożoną platformą wyposażoną w szereg funkcjonalności (m.in. współdzielenie zestawów danych, tworzenie kokpitów operacyjnych czy dodawanie do raportów komentarzy lub pytań z poziomu aplikacji mobilnej)⁸. Power BI był na początku dodatkiem do klasycznego Excela, jednak z czasem został rozwinięty na tyle, że stał się osobnym, pełnoprawnym narzędziem, które jest odpowiednie zarówno dla małych firm, jak i bardzo dużych przedsiębiorstw. Doskonale integruje się z pozostałymi programami pakietu Microsoft Office, posiada intuicyjny interfejs graficzny z systemem „*drag and drop*”, a przy tym wszystkim utrzymana jest atrakcyjna cena za licencje. Aplikacja potrafi działać również na urządzeniach mobilnych, zarówno z systemem Androidem i iOS. Power Bi jest rozwiązaniem typu SaaS (ang. *Software as a Service* – oprogramowanie jako usługa) w chmurze Azure. Przy dodawaniu nowych funkcji, developerzy stosują dla niego zasadę „*cloudfirst*”. Nie oznacza to jednak, że można go używać tylko

⁶ Tamże, s. 21.

⁷ S. Bakhshi, Ch. Wade, *Modelowanie danych z Power BI dla ekspertów analityki. Jak w pełni wykorzystać możliwości Power BI*, Wyd. Helion, Gliwice 2023.

⁸ A. Ferrari, M. Russo, *Power BI i Power Pivot dla Excela. Analizadanych*, Wyd. Helion, Gliwice 2020.

w chmurze, ale jest najczęściej wykorzystywaną metodą⁹. Drugą metodą jest typ lokalnego serwera – Power BI Report Server i jest dostępne w ramach licencji SQL Server Enterprise. W obydwu jednak przypadkach wymagane jest posiadanie narzędzia Power BI Desktop dostępnego za darmo. Jest to jednocześnie narzędzie, od którego powinno się rozpocząć projektowanie systemu analizy danych.

Kolejnym w rankingu popularności jest Tableau. Ten program pozwala intuicyjnie przekształcać duże porcje danych w interaktywne tablice i raporty. Daje możliwość rozwijania systemu raportowania zgodnie z własnymi potrzebami. Zapewnia automatyzację przetwarzania danych oraz ich bardzo przejrzystą prezentację i udostępnianie¹⁰. Korzystają z niego zarówno informatycy – specjaliści od big data, jak i menadżerowie czy ekonomiści. Tableau pracuje z danymi z różnych źródeł, a ważną jego funkcjonalnością jest brak konieczności korzystania z hurtowni danych czy kostki OLAP. Działa także bardzo intuicyjnie i pozwala na tworzenie analiz zarówno tych ustrukturyzowanych, jak i tych ad-hoc. Jest on w pełni zintegrowany z najważniejszymi aplikacjami służącymi do eksploracji danych, takimi jak: MS Excel, MS SQL Server, Google Analytics, MySQL, Oracle, czy SAP HANA. Jego rozszerzona analityka oparta na sztucznej inteligencji i uczeniu maszynowym pomaga użytkownikom biznesowym szybciej uzyskiwać odpowiedzi i wyciągać wnioski dzięki statystykom, językowi naturalnemu i inteligentnemu przygotowywaniu danych. Tableau jest wykorzystywany równie chętnie, jak opisany powyżej Power BI¹¹.

Qlik to również inteligentne narzędzie typu Business Intelligence (self – service), co oznacza, że może być obsługiwane bez zespołu IT. Umożliwia szczegółową analizę i eksplorację danych w czasie rzeczywistym oraz bezpieczne dzielenie się raportami także w czasie rzeczywistym na wszystkich urządzeniach elektronicznych. Zapewnia szybkie i intuicyjne tworzenie raportów, możliwość integracji danych z różnych systemów (np. CRM czy ERP), a także korzysta z technologii *in-memory*, która ułatwia szybkie generowanie informacji¹². Qlik doskonale łączy dane i analizy za pomocą kompleksowego potoku danych analitycznych w czasie rzeczywistym. Integruje dane, uwalniając jednocześnie z silosów – wszystko z możliwością wykonania w czasie rzeczywistym. Pozwala użytkownikom łatwo zarządzać swoimi danymi, pomagając im je znajdować, wzbogacać i tworzyć dane pochodne. Pełne i poprawne wykorzystanie jego funkcjonalności jest droga od pasywnego BI do Active Intelligence¹³.

⁹ Tamże, s. 7.

¹⁰ S. Bakhshi, Ch. Wade, *Modelowanie danych...*, dz. cyt., s. 6.

¹¹ <https://www.enterprisestartup.pl/> (dostęp: 11.01.2023 r.).

¹² Tamże.

¹³ J. Walkenbach, M. Alexander, *Analiza i prezentacja danych w Microsoft Excel. Vademe-cum Walkenbacha*, wyd. II, Wyd. Helion, Gliwice 2014.

Automatyzacja zadań analitycznych z wykorzystaniem języka Python

Do obróbki i analizy danych często wykorzystuje się arkusz kalkulacyjny Excel. Niestety, należy tutaj spodziewać się pewnych ograniczeń zarówno w kwestiach możliwości samego programu, jak i wydajności w działaniu stworzonych procesów. Możemy jednak zastosować pewien rodzaj udoskonalenia, używając odpowiedniej biblioteki oraz języka programowania. Jako przykład takiej automatyzacji niech posłuży nam Python oraz biblioteka Pandas¹⁴.

Wykorzystanie języka programowania Python w analizie danych pozwala na skuteczne porządkowanie i przetwarzanie dużych zbiorów danych (big data) oraz wyciąganie z nich wartościowych informacji biznesowych. Jest kolejną z metod, dzięki której można doskonale zautomatyzować proces eksploracji, obróbki oraz prezentacji danych¹⁵. W odróżnieniu od gotowych systemów, jest to metoda, która wymaga już wyspecjalizowanej wiedzy z dziedziny informatyki – konkretnie umiejętności programowania. Przykładem takiego rozwiązania może być język Python oraz specjalna biblioteka Pandas.

Pandas jest prawdopodobnie biblioteką, która jest najbardziej znana na świecie, gdy mówimy o przygotowywaniu, ładowaniu i „czyszczeniu” danych celem przygotowania do analiz. Te wszystkie procesy zajmują około 80% czasu tym którzy pracują jako analityk danych czy też (ostatnio często spotykanej nazwie) *data scientist*¹⁶. Co możemy więc zrobić za pomocą tej biblioteki? Jako najważniejsze wymienić należy m.in.: wyczyścić dane i przygotować je do dalszej analizy, załadować dane z plików o różnych formatach (CSV, Excel), załadować dane bezpośrednio z baz danych, zwizualizować wyniki, dokonać podstawowej analizy danych, np.: grupowanie czy też tabele przedstawne. Należy jednak pamiętać, że istnieje tutaj jedna zasada¹⁷. Plik z danymi musi znajdować się lokalnie na komputerze i mieć postać tabeli. Tylko wtedy możemy uruchomić Python wyposażony w bibliotekę Pandas i dokonywać operacji na danych.

Dla większości zastosowań jest to oczywiste, ale nie dla operacji związanych z big data. W przypadku big data mamy do czynienia z ogromnymi zbiorami różnego typu danych, które wymagają przetwarzania rozproszonego, co oznacza konieczność użycia wielu maszyn. Dodatkowo analizowane dane mogą nie mieć ustrukturyzowanej formy – inaczej mówiąc nie będą tabelą. W takim

¹⁴ <https://www.tableau.com/> (dostęp: 02.02.2023 r.).

¹⁵ <https://www.qlik.com/> (dostęp: 03.02.2023 r.).

¹⁶ S. Bakhshi, Ch. Wade, *Modelowanie danych z Power BI dla ekspertów analityki. Jak w pełni wykorzystać możliwości Power BI*, Wyd. Helion, Gliwice 2023.

¹⁷ Tamże, s. 9.

przypadku będziemy zmuszeni użyć do analizy innych bibliotek (np.: Apache Spark czy Apache Beam)¹⁸.

Excel posiada dwa główne ograniczenia, z którymi doskonale poradzi sobie Pandas:

- bardzo trudne jest zautomatyzowanie tworzenia powtarzalnych raportów, nawet jeżeli będziemy mieli przygotowany plik Excel, to i tak musimy go otworzyć, wkleić dane, skopiować wyniki itp.;
- bardzo mała wydajność, tak więc przy większej ilości danych zaczyna działać bardzo powoli lub nie będzie w stanie otworzyć zbioru danych na komputerze. Do niedawna ograniczenie było do 65 tysięcy rekordów, obecnie już go nie ma, jednak nie ma co liczyć, że Excel poradzi sobie z plikiem, który ma 1 GB, 10 GB czy np. 100 GB¹⁹.

Analityka biznesowa i sztuczna inteligencja

Sztuczna inteligencja to technologia zaprojektowana do naśladowania ludzkiego umysłu, zwłaszcza w obszarze takim jak analiza czy uczenie się. Sztuczna inteligencja ma za zadanie wyciąganie wniosków na podstawie otrzymanych danych, ale także rozumienie pojęć, „samouczenie” się czy też interakcję z ludźmi. Symuluje ona inteligencję człowieka maszyny, a zwłaszcza systemy komputerowe²⁰. Sztuczna inteligencja wymaga podstaw w postaci specjalistycznego sprzętu i oprogramowania do pisania i trenowania algorytmów uczenia maszynowego. Systemy te działają zwykle na zasadzie przyjmowania dużych ilości oznakowanych danych treningowych, analizowania ich pod kątem korelacji i wzorców oraz wykorzystania tych wzorców do przewidywania przyszłych stanów²¹.

Oprogramowanie oparte na sztucznej inteligencji analizuje dane w sposób automatyczny na podstawie dostarczonych danych z dowolnego źródła. Otrzymane w ten sposób dane mogą mieć wartości odkrywczycze i wpłynąć na rozwój produktów czy też poprawiać wydajność produkcji lub poprawić wydajność zespołu. Korzystanie z systemów kierowanych sztuczną inteligencją w analizie danych umożliwia automatyczne czyszczenie, analizowanie i wizualizację. Różni się to znacznie od tradycyjnego procesu. Standardowe oprogramowanie wymaga ciągłego wkładu ludzkiego. Kiedy planujemy dodać nowy proces czy też zamienić lub zmodyfikować istniejącą funkcję jesteśmy zmu-

¹⁸ A. Ferrari, M. Russo, *Power BI i Power Pivot dla Excela...*, dz. cyt., s. 12.

¹⁹ <https://powerbi.microsoft.com/> (dostęp: 23.03.2023 r.).

²⁰ <https://www.tableau.com/> (dostęp: 03.03.2023 r.).

²¹ <https://www.qlik.com/> (dostęp: 23.02.2023 r.).

szeni fizycznie manipulować kodem programu²². Taką operację może przeprowadzić tylko specjalista z zakresu programowania, co po pierwsze jest czasochłonne, a po drugie – także kosztowne. Oprogramowanie z użyciem sztucznej inteligencji wymaga jedynie wstępnego wkładu człowieka mającego na celu dostarczenie danych szkoleniowych obejmujących algorytmy uczenia maszynowego. W późniejszej fazie są już gotowe do automatycznego wykonywania takich zadań jak m.in.:

- szybkie przetwarzanie dużych ilości danych – pomaga w znajdowaniu spostrzeżeń i wzorców w dużych zbiorach, których nie da się zobaczyć ani znaleźć ręcznie, w dodatku proces przebiega z niewiarygodną szybkością;
- trendy danych są oparte na prognozach – sztuczna inteligencja umożliwia stworzenie takich systemów, które przewidują wyniki i kierunki działań. Systemy te są w stanie analizować dane z setek różnych źródeł dając prognozy co zadziała, a co nie;
- analizuje dane o potencjalnych klientach i przedstawia prognozy, które dotyczyć będą preferencji konsumentów, rozwoju produktu i kanałów marketingowych;
- ujednocila dane ze wszystkich źródeł i platform w jeden widok (łączenie danych z wielu źródeł nawet tych trudnych do analizy jak na przykład dane połączeń);
- analiza danych z wykorzystaniem sztucznej inteligencji może również wykraczać poza proste analizy diagnostyczne danych ilościowych i zajmować się danymi do analiz predykcyjnych i normatywnych. Systemy mogą dowiedzieć się, dlaczego coś zadziało lub nie, ponieważ dostępne są ogromne ilości danych w szybki sposób, posiadają ogromną moc obliczeniową, aby je obsłużyć, uczenie maszynowe znajduje wzorce i odchylenia we wszelkiego rodzaju danych i stale się na nich uczy. Uczenie maszynowe oparte na algorytmach głębokiego uczenia umożliwia jednoczesne zastosowanie wielu technik analizy danych, aby w efekcie przewidzieć wyniki końcowe²³.

Sztuczna inteligencja radykalnie pomaga firmom w analizie i przetwarzaniu danych. Pomaga to nie tylko w zarządzaniu danymi, ale także znacznie zmniejsza koszty, dzięki zredukowaniu pracy i wysiłku fizycznego człowieka. Nie ma potrzeby ręcznej obsługi, wprowadzania manualnie danych wejściowych²⁴. Wystarczy jeden wkład człowieka, a sztuczna inteligencja wykona resztę pracy sama i w sposób nieporównywalnie szybszy.

²² J. Buelta, *Python. Automatyzacja zadań...*, dz. cyt., s. 2.

²³ Tamże, s. 4.

²⁴ D. Knight, M. Pearson, B. Schacht, E. Ostrowsky, *Microsoft Power BI. Jak modelować...*, dz. cyt., s. 3.

Podsumowanie

W niniejszej pracy pokazano, jak ważną kwestią jest analiza danych, zwłaszcza w dobie Przemysłu 4.0. Przedsiębiorstwa zmagają się z problemem zbierania, gromadzenia i przetwarzania bardzo dużych ilości danych. Na podstawie tych danych rozpatrywane są ważne kwestie dotyczące podejmowanych procesów biznesowych. W pracy przedstawiono i opisano narzędzia stosowane do złożonych operacji na danych, a także sposób zautomatyzowania tej analizy dzięki dostępności dedykowanych bibliotek oraz języka programowania Python. Wyjątkowo dynamicznie rozwijająca się współcześnie sztuczna inteligencja staje się już nieodzownym elementem w projektowaniu i implementacji systemów analizy i raportowania danych, o czym również wspomniano w opracowaniu.

Bibliografia

- Bakhshi S., Wade Ch., *Modelowanie danych z Power BI dla ekspertów analityki. Jak w pełni wykorzystać możliwości Power BI*, Wyd. Helion, Gliwice 2023.
- Buelta J., Python. *Automatyzacja zadań. Jak efektywnie pracować z danymi, arkuszami Excela, raportami i e-mailami*, wyd. II, Wyd. Helion, Gliwice 2021.
- Ferrari A., Russo M., *Power BI i Power Pivot dla Excela. Analizadanych*, Wyd. Helion, Gliwice 2020.
- Ferrari A., Russo M., *Kompletny przewodnik po DAX. Analiza biznesowa przy użyciu Microsoft Power BI, SQL Server Analysis Services i Excel*, wyd. II uzupełnione i rozszerzone, Wyd. Helion, Gliwice 2019.
- Knight D., Pearson M., Schacht B., Ostrowsky E., *Microsoft Power BI. Jak modelować i wizualizować dane oraz budować narracje cyfrowe*, wyd. II, Wyd. Helion, Gliwice 2022.
- Raviv G., *Power Query w Excelu i Power BI. Zbieranie i przekształcanie danych*, Wyd. Helion, Gliwice 2020.
- Walkenbach J., Alexander M., *Analiza i prezentacja danych w Microsoft Excel. Vademecum Walkenbacha*, wyd. II, Wyd. Helion, Gliwice 2014.

Netografia

- <https://www.enterprisestartup.pl/>
<https://www.businesstechweekly.com/>
<https://powerbi.microsoft.com/>
<https://www.tableau.com/>
<https://www.qlik.com/>