

# PRACE NAUKOWO-PRZEGLĄDOWE RESEARCH REVIEW PAPERS

---

Scientific Review – Engineering and Environmental Sciences (2017), 26 (2), 241–249  
Sci. Rev. Eng. Env. Sci. (2017), 26 (2)  
Przegląd Naukowy – Inżynieria i Kształtowanie Środowiska (2017), 26 (2), 241–249  
Prz. Nauk. Inż. Kszt. Środ. (2017), 26 (2)  
<http://iks.pn.sggw.pl>  
DOI 10.22630/PNIKS.2017.26.2.23

**Jarosław GÓRECKI, Jadwiga BIZON-GÓRECKA,  
Karol MICHAŁKIEWICZ**

Katedra Inżynierii Produkcji i Zarządzania w Budownictwie, Uniwersytet Technologiczno-Przyrodniczy im. Jana i Jędrzeja Śniadeckich w Bydgoszczy  
Department of Production Engineering and Management, UTP University of Science and Technology in Bydgoszcz

## **Realizacja projektów inwestycyjno-budowlanych z wykorzystaniem *Big data* Execution of construction projects in the use of Big data**

**Słowa kluczowe:** budownictwo, projekt, zarządzanie danymi, ryzyko  
**Key words:** construction, project, data management, risk

### **Wprowadzenie**

Dane w formacie analogowym w obecnych czasach są coraz rzadziej wykorzystywane, gdyż nie można nimi zarządzać przy użyciu sprzętu komputerowego. Technologia cyfrowa wciąż się rozwija, a liczba danych zapisanych cyfrowo nieustannie rośnie – urosła już do rozmiarów tak dużych, że efektywne zarządzanie danymi staje się coraz trudniejsze. Według International Data Corporation każdego roku powiększa się o 40%, a w latach 2011–2016 wzrosła dziewięciokrotnie (IDC, 2014).

Zjawisko to można określić jako *Big data* (BD), przy czym trzeba zaznaczyć, że termin ten nie doczekał się ogólnie przyjętej definicji. Według National Science Foundation BD to „duży, różnorodny, złożony i/lub rozproszony zbiór danych wygenerowany z przyrządów, sensorów, transakcji internetowych, e-maili, filmów i/lub innych cyfrowych źródeł dostępnych obecnie i w przyszłości” (NSF, 2012). Poważnym zagrożeniem dla przedsiębiorstwa jest naruszenie lub wyciek danych. Naruszenie danych to kradzież aktywów BD w następstwie włamania do systemu informacji, który je archiwizował. Mamy z nim też do czynienia, kiedy posiadacz danych nieświadomie ujawni niezaszyfrowane aktywa danych jednemu z użytkowników (Damiani, 2015).

Początkowo BD cechowała formuła 3V (wielkość, prędkość, różnorodność, ang. *volume, velocity, variety*). Wielkość odnosi się do generowania i gromadzenia dużych, stale powiększających się ilości danych. Jest silnie uzależniona od istniejącej infrastruktury sprzętowej, która, jeśli ciągle nie jest ulepszana, może doprowadzić do tego, że analiza danych stanie się bardzo szybko nieaktualna. Różnorodność z kolei świadczy o różnych typach danych: strukturalnych (są to dane gotowe do analizy, np. dane w arkuszu kalkulacyjnym), współstrukturalnych (nie są zorganizowane w wystarczającym stopniu, aby mogły podlegać bezpośredniej analizie), niestrukturalnych (dane, które przed przetworzeniem do strukturalnych nie nadają się do analizy, np. dźwięk, wideo) (Chen, Mao i Liu, 2014). Prędkość to jest szybkość, z jaką dane są produkowane i przetwarzane. Tylko wtedy, kiedy jest ona duża, możliwe jest maksymalnie wykorzystanie wartości płynącej z BD (Assunção, Calheiros, Bianchi, Netto i Buyya, 2014). Z czasem formuła 3V przekształciła się w 5V. Uznano, że BD powinna również odpowiadać takim cechom, jak: wiarygodność, wartość (ang. *veracity, value*). Wiarygodność odnosi się do źródła danych, do tego, czy jest godne zaufania i czy jakość tych danych jest wystarczająca. Wartość jest najważniejszą ze wszystkich „V”. Wiąże się z trudnością przewidzenia tego, czy zbiór danych jest odpowiednio dobrany do postawionego w analizie pytania (Tardío, Mate i Trujillo, 2015).

Zastosowanie BD w budownictwie stymuluje konieczność zarządzania ryzykiem przedsięwzięć budowlanych. Ryzyko pojawia się w zasadzie na każ-

dym etapie cyklu budowlanego projektu inwestycyjnego ze względu na złożony i dynamiczny charakter produkcji budowlanej (Zhao, Lv, Zuo, i Zillante, 2010). Ryzyko najogólniej można zdefiniować jako rozmiękanie się przebiegu zdarzeń z przewidywaniami. Oznacza prawdopodobieństwo braku sukcesu w zakresie podejmowanych przedsięwzięć (Bizon-Górecka i Górecki, 2015). Powinno kojarzyć się przede wszystkim z miarą odchylenia od wartości wcześniej zaplanowanych. Próby jego parametryzacji odnoszą się do szacowania prawdopodobieństwa osiągnięcia celów planowanych przedsięwzięć oraz skutków ich nieosiągnięcia, wyrażanych w jednostkach fizycznych lub finansowych (Bizon-Górecka i Górecki, 2013).

Szczegółowo pojęcie ryzyka projektu przedstawia też międzynarodowe stowarzyszenie zrzeszające kierowników projektów – PMI (ang. Project Management Institute), określając je jako trudne do przewidzenia zdarzenie, wpływające na co najmniej jeden cel projektu, np. jakość, koszt, czas (PMI, 2008). Z kolei zarządzanie ryzykiem ma fundamentalne znaczenie dla osiągnięcia celów projektu, nie tylko minimalizując złe wyniki, ale także działając jako przewodnik przy maksymalizowaniu pozytywnych rezultatów (Ghosh i Jintanapakanont, 2004; Monetti, Rosa i Rocha, 2006).

Analiza *Big data* użyta do zarządzania ryzykiem może podnieść efektywność zarządzania w branży budowlanej. W zarządzaniu projektami inwestycyjno-budowlanymi powinny być wykorzystane zarówno dane fizyczne, jak i wirtualne pochodzące z kontrolingu, BIM-u (ang. *building information modeling* – modelowanie informacji o obiektach budowlanych), ofert prze-

targowych, harmonogramów, danych od wykonawców budowlanych uzyskanych na terenie budowy. Dzięki dokładnej analizie tych wszystkich danych BD przedsiębiorstwo może odkrywać nowe cechy charakterystyczne swoich klientów, partnerów, rynków, kosztów i operacji (Labrinidis i Jagadish, 2012).

Ostatnio, podobnie jak w innych branżach, także na rynku budowlanym pojawiły się centra zajmujące się przechwytywaniem, magazynowaniem, ochroną i analizą danych (Lu, Chen, Peng i Shenc, 2015). Obecnie na świecie z BD korzysta dopiero kilka firm budowlanych. Najbardziej znaną z nich jest Skidmore, Owings & Merrill LLP (SOM). Jest to przedsiębiorstwo, które zaprojektowało najwyższy (828 m) budynek świata Burj Khalifa ([www.som.com/projects/burj\\_khalifa](http://www.som.com/projects/burj_khalifa), dostęp 20.06.2016).

Celem publikacji jest wskazanie możliwości zarządzania projektami inwestycyjno-budowlanymi z wykorzystaniem danych gromadzonych w sposób cyfrowy, w formie BD. Podkreślono, że dane pochodzące z różnych źródeł, gromadzone cyfrowo w zbiorach o dużej liczebności, dają możliwość budowania narzędzi zarządzania ryzykiem projektu w ujęciu ilościowym. Artykuł ma charakter przyczynkowy, bowiem w poszukiwaniu skutecznych metod zarządzania przedsięwzięciami budowlanymi istotne jest także inspirowanie do nowych działań i bezustanne poszukiwanie innowacyjnych rozwiązań. *Big data* – obok *building information modeling* (Górecki i Śliżewska, 2016; Grzyl i Kristowski, 2016) czy *Internet of things* (Miorandi, Sicari, De Pellegrini i Chlamtac, 2012; Gubbi, Buyya, Marusic i Palaniswami, 2013) – jest jednym z

tych obszarów, których rozwój w branży budowlanej warto śledzić, szczególnie z uwagi na aplikacje wspomagające zarządzanie ryzykiem przedsięwzięcia inwestycyjno-budowlanego.

Hipoteza badawcza została stworzona na bazie założenia, że projekty branży budowlanej dotknięte są wysokim stopniem ryzyka osiągnięcia celu projektu w ramach założonego zakresu, a także zachowania przewidywanego budżetu i harmonogramu oraz wymagań jakościowych. Dla badanych problemów przyjęto założenie, że osiąganie sukcesu w realizacji projektów inwestycyjno-budowlanych jest uwarunkowane dostępem do danych w postaci usystematyzowanej a w szczególności w formie BD.

## Studia przypadków

W artykule przedstawiono trzy sposoby wykorzystania zarządzania danymi typu BD w praktyce branży budowlanej w Chinach i Hongkongu.

W chińskim mieście Wuhan wdrażano system bezpieczeństwa z zastosowaniem BD na terenie budowy dwóch linii metra (3 i 6) składających się z 15 stacji i 8 tuneli (Guo, Luo i Yong, 2015). W tym przedsięwzięciu dane generowane były z kamer monitoringu (możliwość śledzenia i wykrywania obiektów poruszających się niezgodnie z przyjętymi regułami), z aplikacji mobilnych (możliwość wykonywania zdjęć niebezpiecznych zachowań przez pracowników) oraz z odbiorników GPS. Sama aplikacja mobilna wygenerowała 150 tysięcy zdjęć rejestrujących zachowania zagrażające bezpieczeństwu obiektu i pracowników. Analiza danych

pozwoili na stworzenie strefbezpieczeństwa oraz automatyczne wychwytywanie zachowań, które mogą stwarzać zagrożenie i ostrzeganie pracowników. Dodatkowo zapewniły kierownikowi budowy dostęp do wiedzy, która była pomocna w zoptymalizowaniu harmonogramu o czynnik bezpieczeństwa oraz dała możliwość werbalnego przestrzegania robotników przed konkretnymi zachowaniami. Wszystko to pozwalało na reakcję w czasie rzeczywistym.

Do ewaluacji ceny przetargowej projektu inwestycyjno-budowlanego stworzono w Chinach prototyp systemu na podstawie bazy typu BD gromadzącej obserwacje realizowane na placu budowy (Zhanga, Luoa i Hea, 2015). System ten został wstępnie wdrożony na niektórych etapach budowy metra w chińskim mieście Wuhan, a efekty jego działania zostały ocenione jako dobre, jednak wymagające poprawy dokładności. Polega on na określeniu ram cenowych dla danego projektu przy użyciu takich informacji, jak: typ stacji, głębokość i kształt wykopu, warunki hydrologiczne, warunki geotechniczne, otaczające środowisko oraz parametry ukończonych projektów wraz z historią ich kosztów. System ustala wynik na podstawie podobieństw do poprzednich projektów inwestycyjno-budowlanych. Kiedy stający do przetargu zaloguje się, podając dane projektowe, program automatycznie wyliczy ramy cenowe oraz zaalarmuje, jeśli zostaną przekroczone (Zhanga i inni, 2015). Jest to system, który może być pomocny przy wyborze najlepszej oferty przetargowej podczas postępowania przetargowego. Zleceniodawcy nie muszą podejmować decyzji wyłącznie według kryterium najniższej ceny, ale mogą

kierować się jej zasadności. Ponadto w momencie kiedy wspomniana dokładność wyników zostanie poprawiona, stanie się również użyteczny dla przedsiębiorstw startujących do przetargu. Jeżeli chodzi o korzyści dla klientów, to system wpływa na minimalizację ryzyka niedostatecznej jakości wykonawstwa, nieadekwatnie dużych kosztów oraz czasu realizacji usługi. Wybór bazuje na marginalizacji ofert zbyt wysokich i zbyt niskich. Ogranicza to prawdopodobieństwo bankructwa firm wykonujących projekty inwestycyjno-budowlane, stąd nie ma potrzeby rozpisywania nowych przetargów, które z góry generowałyby opóźnienia w realizacji inwestycji. System umożliwia przedsiębiorstwom startującym do przetargu minimalizację ryzyka bankructwa oraz maksymalizację zysków. Jednak, tak jak wyżej wspomniano, w pierwszej kolejności należy poprawić dokładność wyznaczania przez niego ram cenowych. Ponadto należy dostosować go do standardów budowlanych obowiązujących w innych krajach czy regionach. Za przykład może służyć Japonia, w której ze względu na wyższy stopień zagrożenia sejsmicznego przyjęto o wiele bardziej restrykcyjne normy budowlane niż w innych krajach. Konsekwencją takiego działania są większe koszty praktycznie wszystkich projektów inwestycyjno-budowlanych na terenie Japonii (Wang, 2015).

Zarządzanie danymi typu BD może być również stosowane do optymalizacji zarządzania odpadami budowlanymi, co jest istotnym elementem zrównoważonego rozwoju i zrównoważonego budownictwa. W Hongkongu przykładowo wdrożono w tym celu model analizy porównawczej wydajności zarządzania

odpadami budowlanymi wykorzystującej BD (Lu i inni, 2015). W Polsce takie rozwiązanie również byłoby przydatne. Daje ono silne narzędzie dla administracji miasta oraz samych przedsiębiorców do kontroli działań w zarządzaniu odpadami budowlanymi – CWM (ang. *construction waste management*). Wykonawca może porównać swoje osiągnięcia ze swoimi odpowiednikami lub ze swoimi wcześniejszymi osiągnięciami oraz oznaczyć swoje praktyki jako „dobre”, „średnie” albo „nie za dobre”. Pozwala to na optymalizację praktyk związanych z zarządzaniem odpadami budowlanymi. Odpowiedzialny za gospodarkę odpadami urząd może dodatkowo motywować do zwiększenia wydajności zarządzania odpadami budowlanymi te przedsiębiorstwa, które w analizie zostały oznaczone jako „nie za dobre”, przykładowo nakładając na nie grzywny.

Przeanalizowane przypadki z Chin oraz Hongkongu świadczą o tym, że BD ma realny wpływ na minimalizowanie ryzyka realizacji projektów inwestycyjno-budowlanych.

## **Perspektywy *Big data* w branży budowlanej**

### **Metoda badawcza**

Innowacyjny charakter badanego narzędzia wspomagającego zarządzanie projektami w budownictwie, jakim jest BD, spowodował, że jako zasadniczą metodę badawczą zastosowano studia literaturowe (głównie publikacje zagraniczne). Wykorzystano też internetowe badanie ankietowe, którego celem było poznanie opinii polskich przedsiębiorstw budowlanych na temat przydatności BD

do zarządzania budowlanymi projektami inwestycyjnymi oraz sprawdzenie gotowości do wdrożenia technologii wspierających manipulowanie danymi w badanych przedsiębiorstwach.

Przeprowadzono studia literaturowe przedmiotu badania, w szczególności w zakresie literatury światowej. Ukazały one, że zjawisko BD jest stosunkowo młode. Zatem istnieje wiele pilnych problemów, które wymagają rozwiązania, co zauważyli między innymi Lee i Sohn (2016). Przeprowadzono także badanie polskich przedsiębiorstw budowlanych, którego celem było poznanie zainteresowania przedsiębiorców budowlanych wdrażaniem innowacyjnych narzędzi typu BD, usprawniających zarządzanie budowlanym projektem inwestycyjnym. Do przeprowadzenia sondy użyto anonimowego internetowego badania ankietowego. Kwestionariusze były rozsyłane drogą e-mailową do polskich przedsiębiorstw budowlanych w okresie od grudnia 2015 roku do lutego 2016 roku. Łącznie wysłano ich 739. W pierwszej kolejności ankiety trafiły do 54 firm z największym przychodem ze sprzedaży w 2012 roku według rankingu tygodnika *Polityka*. Do rozesłania pozostałych formularzy posłużyła baza danych wortalu firmybudowlane.pl.

Jako że niniejsza analiza skupia się na wpływie BD na minimalizację ryzyka w zarządzaniu projektem, niezbędne było poznanie tego, czy używane są systemy wspierające eksplorację danych do zarządzania ryzykiem lub czy przedsiębiorstwa zamierzają korzystać z BD w przyszłości. Otrzymano 32 odpowiedzi, które reprezentowały różne typy przedsiębiorstw (mikro, małe, średnie i duże) działające na rynkach krajowym,



międzynarodowym i lokalnym, zajmujące się robotami wykonawczymi, projektowymi czy handlem materiałami budowlanymi. Wskaźnik respondentów wyniósł 4,3%, co plasuje go znacznie poniżej przeciętnej liczby odpowiedzi na ankiety w branży budowlanej, która wynosi 20–30% (Akintoye, 2000). Mała liczba odpowiedzi może świadczyć o traktowaniu tych informacji przez przedsiębiorców jako poufne, ale również może wynikać z nieznamomości zagadnienia BD lub nieuzasadnionego oporu przed uczestniczeniem w ankiecie.

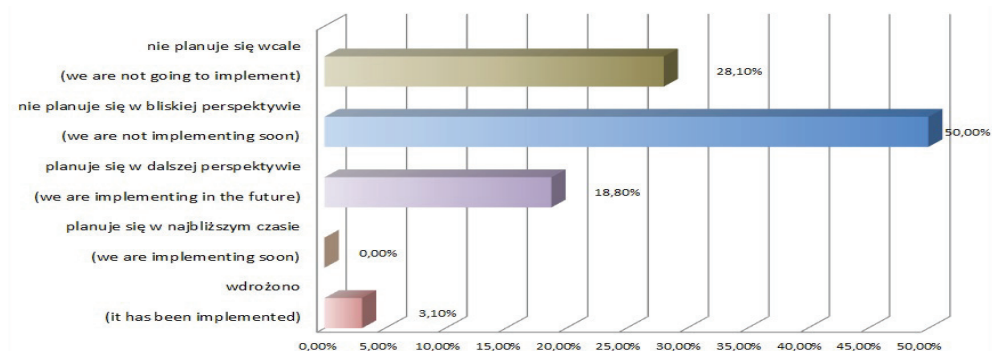
### Wyniki badań

Wśród respondentów badania ankietowego znalazło się 40,6% przedsiębiorstw wykonujących roboty budowlane na placu budowy, 25% zajmujących się usługami projektowymi, 15,6% handlem materiałami budowlanymi, 9,4% produkcją materiałów budowlanych, 6,3% projektowaniem urbanistycznym, a 3,1% trudniących się nadzorem inwestorskim.

Respondenci udzielili odpowiedzi na pytanie o innowacyjne systemy zarządzania i systemy informatyczne aktualnie wdrożone w ich przedsiębiorstwie. Oceny podawali w pięciostopniowej skali, gdzie „1” oznaczano poziomem bardzo niskim a „5” bardzo wysokim. Dokładnie 21,9% ankietowanych przyznało swojemu przedsiębiorstwu poziom 5 (bardzo wysoki). Najwięcej odpowiedzi przypadło na poziom 4, tj. 34,4% ogółu badanych. Poziom 3 wskazało 25% badanych, poziom 2 został wytypowany przez 15,6% respondentów, a 3,1% ocen przypadło na poziom 1.

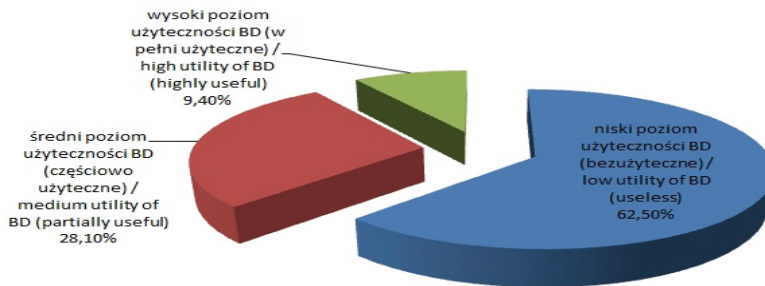
Jak wskazują dane przedstawione na rysunku 1, tylko 3,1% ankietowanych zainstalowało systemy informatyczne służące eksploracji danych. W badanej grupie przedsiębiorstw nikt nie widzi możliwości, aby w najbliższym czasie wdrożyć takie systemy informatyczne.

Badani dokonali też oceny stopnia użyteczności BD w zarządzaniu ryzykiem budowlanych projektów inwestycyjnych, co ilustruje rysunek 2.



RYSUNEK 1. Przewidywania polskich przedsiębiorców w zakresie wdrażania systemów informatycznych służących eksploracji danych (badania własne)

FIGURE 1. Implementation strategies of data mining software according to Polish companies (own studies)



RYSUNEK 2. Ocena poziomu użyteczności BD wyrażona przez polskich respondentów (badania własne)  
 FIGURE 2. Level of utility of the BD according to Polish respondents (own studies)

## Podsumowanie i wnioski

Obecnie świat mierzy się z rosnącym napływem generowanych cyfrowo danych. Jest to owoc postępu technologicznego, który staje się nowym narzędziem w rękach człowieka do optymalizowania jego działań i dążeń. Segmenty gospodarki, takie jak bankowość, służba zdrowia czy ubezpieczenia, już od jakiegoś czasu czerpią korzyści z BD. Do tej pory niewiele przedsiębiorstw budowlanych w swojej działalności wykorzystuje potencjał tego zjawiska. Pomimo tego, że świadomość potrzeby zarządzania ryzykiem jest obecnie powszechna w globalnej sytuacji społecznej i gospodarczej, a narzędzia do identyfikacji, oceny i manipulowania ryzykiem nie są nowością dla branży, większość przemysłu budowlanego korzysta wyłącznie z deterministycznego podejścia do zarządzania ryzykiem budowlanych projektów inwestycyjnych.

Trzeba zwrócić uwagę na algorytmy zarządzania BD w projektach budowlanych z wyróżnieniem systemów, które są odpowiedzialne za minimalizację ryzyka w obszarach: czas, jakość, koszty, bezpieczeństwo, zarządzanie odpadami. Silnie zaleca się stosowanie takich algoryt-

mów, ponieważ zostały one sprawdzone w praktyce w Chinach i Hongkongu. Co więcej każdy z nich przyniósł korzyści i ewidentnie przyczynił się do poprawy bezpieczeństwa, ewaluacji ofert przetargowych oraz zmniejszenia degradacji środowiska naturalnego.

Przeanalizowane przypadki potwierdziły tezę, iż generowanie, gromadzenie i magazynowanie danych, a także analizowanie danych i wnioskowanie nie są tak łatwym zadaniem, jakim się mogą wydawać. Procesy te są bardzo skomplikowane i towarzyszy im sporo wyzwań na każdym etapie przetwarzania. Jednym z ważniejszych problemów jest jakość danych, która zależy od sposobu ich generowania i gromadzenia, jednak uwidacznia się dopiero na późniejszych etapach. Z tego powodu przedstawiono rozwiązanie problemu, które znacząco poprawia jakość danych oraz ułatwia odnajdywanie ewentualnych błędów. Polega on na zastępowaniu pracy człowieka sensorami i automatycznymi technologiami gromadzenia. Dzięki temu unika się błędów trudnych do wykrycia, jakie generuje semantyczna natura ludzi. Błędy maszyny są łatwe do odszukania i naprawienia.

Podsumowując, wyniki płynące z analizy BD zapewniają potężne narzędzie do zarządzania ryzykiem w projektach inwestycyjno-budowlanych, jednak jest ono praktycznie niedostrzegane wśród badanych respondentów – polskich przedsiębiorców budowlanych. Warto zaznaczyć, że 90,6% badanych uważa stosowanie BD w swojej firmie za bezużyteczne lub tylko częściowo użyteczne.

Jak można zauważyć, względnie wysoki poziom z informatyzowania polskich przedsiębiorstw budowlanych nie zawsze idzie w parze z wykorzystaniem wiedzy ukrytej w bazach danych. Aż 78,1% respondentów nie planuje wdrażania systemów wspierających eksplorację danych. Może to świadczyć o ich niskim poziomie świadomości w sprawie korzyści, które gwarantuje przetwarzanie danych. Jest wysoce prawdopodobne, że już w najbliższym czasie polscy przedsiębiorcy budowlani zaczną korzystać z systemów BD, aby uzyskać bądź zwiększyć swoją przewagę konkurencyjną na rynku budowlanym (wykorzystanie idei benchmarkingu).

Celowe jest też publikowanie doświadczeń z realizacji projektów inwestycyjno-budowlanych stosujących BD jako rekomendacji do budowania i wykorzystywania w budownictwie baz danych typu BD.

## Literatura

- Akintoye, A. (2000). Analysis of factors influencing project cost estimating practice. *Construction Management and Economics*, 18(1), 77-89.
- Assunção, M.D., Calheiros, R.N., Bianchi, S., Netto, M.A.S. i Buyya, R. (2014). Big Data computing and clouds: Trends and future directions. *Journal of Parallel and Distributed Computing*, 79-80, 3-15.
- Bizon-Górecka, J. i Górecki J. (2013). Ryzyko budowlanego projektu inwestycyjnego w perspektywie kosztów budowy. *Przegląd Organizacji*, 6, 36-44.
- Bizon-Górecka J. i Górecki J. (2015). Ryzyko projektu inwestycyjno-budowlanego w perspektywie formuły jego realizacji. *Studia i Materiały Polskiego Stowarzyszenia Zarządzania Wiedzą / Studies & Proceedings of Polish Associations for Knowledge Management*, 74, 4-15.
- Chen, M., Mao, S. i Liu, Y. (2014). Big data: a survey. *Mobile Networks and Applications*, 19(2), 171-209.
- Damiani, E. (2015). Toward Big Data Risk Analysis. *2015 IEEE International Conference on Big Data (Big Data)*, Santa Clara.
- Ghosh, S. i Jintanapanant, J. (2004). Identifying and assessing the critical risk factors in an underground rail project in Thailand: a factor analysis approach. *International Journal of Project Management*, 22, 633-643.
- Górecki, J. i Śliżewska, D. (2016). BIM w budownictwie drogowym. *Materiały Budowlane*, 7, 62-63.
- Grzyl, B. i Kristowski, A. (2016). BIM jako narzędzie wspomagające zarządzanie ryzykiem przedsięwzięcia inwestycyjnego. *Materiały Budowlane*, 6, 52-54.
- Gubbi, J., Buyya, R., Marusic, S. i Palaniswami, M. (2013). Internet of Things (IoT): A vision, architectural elements, and future directions. *Future Generation Computer Systems*, 29(7), 1645-1660.
- Guo, S., Luo, H. i Yong, L. (2015). A big data-based workers behavior observation in China metro construction. *Creative Construction Conference 2015 (CCC2015)*. Elsevier.
- IDC (2014). The digital universe of opportunities: rich data and the increasing value of the Internet of Things. *International Data Corporation*.
- Labrinidis, A. i Jagadish, H. V. (2012). Challenges and opportunities with big data. *Proceedings of the VLDB Endowment*, 5(12), 2032-2033.
- Lee, H., Sohn, I. (2016). *Big Data w przemyśle*. Warszawa: PWN.



- Lu, W., Chen, X., Peng, Y., Shenc, L. (2015). *Benchmarking construction waste management performance using big data*. Elsevier.
- Miorandi, D., Sicari, S., De Pellegrini, F. i Chlammac, I. (2012). Internet of things: Vision, applications and research challenges. *Ad Hoc Networks*, 10(7), 1497-1516.
- Monetti, E., Rosa, S.A. i Rocha, R.M. (2006). The practice of project risk management in government projects: a case study in Sao Paulo City. *Construction in Developing Economics: New Issues and Challenges*. Santiago, Chile (18-20 January 2006).
- NSF [National Science Foundation] (2012). *Core Techniques and Technologies for Advancing Big Data Science & Engineering (BIGDATA)*. Washington. Pobrano z lokalizacji: <https://www.nsf.gov/pubs/2012/nsf12499/nsf12499.htm> (dostęp 19.01.2017).
- PMI (2008). *A Guide to the Project Management Body of Knowledge*. Newtown Square: Project Management Institute.
- Tardio, R., Mate, A. i Trujillo, J. (2015). An Iterative Methodology for Big Data Management, Analysis and Visualization. *2015 IEEE International Conference on Big Data*. Alicante.
- Wang, J. (2015). Estimating System of Project Cost Based on Neural Network. *2015 International Conference on Intelligent Transportation, Big Data & Smart City*. Urumqi, China.
- Zhanga, Y., Luoa, H. i Hea, Y. (2015). A system for tender price evaluation of construction project based on big data. *Creative Construction Conference 2015 (CCC2015)*.
- Zhao, Z.Y., Lv, Q.L., Zuo, J., Zillante, G. (2010). Prediction System for Change Management in Construction Project. *Journal of Construction Engineering and Management*, 136(6), 659-669.

## Streszczenie

**Realizacja projektów inwestycyjno-budowlanych z wykorzystaniem Big data.** W pracy przeanalizowano wpływ Big data

(BD) na minimalizację ryzyka projektów inwestycyjno-budowlanych. Pokazano aspekty ryzyka występujące podczas realizacji projektów, na które wyniki uzyskane z analizy BD mają znaczący wpływ. Ponadto podano wyniki badania, którego celem były poznanie opinii polskich przedsiębiorstw budowlanych na temat przydatności BD oraz weryfikacja ich gotowości do wdrożenia tego typu innowacji. W badaniu podkreślono, że wyniki płynące z analizy BD zapewniają potężne narzędzie do zarządzania ryzykiem, respondenci jednak tego nie doceniają.

## Summary

**Execution of construction projects in the use of Big data.** A paper focuses on analyzing the impact of Big data (BD) on minimizing the risk in investment and construction projects. The work presents the aspects of risk occurring during the execution of the construction project. It presents an on-line survey which was aimed at knowing the opinion of Polish construction companies on the BD, and checking their readiness to implement technologies supporting manipulation of the data. It was underlined that results of the BD analysis provide a powerful tool for risk management, however, it is hardly noticed by the Polish respondents.

### Authors' address:

Jarosław Górecki, Jadwiga Bizon-Górecka,  
Karol Michałkiewicz  
Uniwersytet Technologiczno-Przyrodniczy  
Wydział Budownictwa, Architektury i Inżynierii  
Środowiska  
al. prof. S. Kaliskiego 7  
85-796 Bydgoszcz, Poland  
e-mail: gorecki@utp.edu.pl