



Celina M. Olszak

Uniwersytet Ekonomiczny w Katowicach
Wydział Ekonomii
Katedra Informatyki Ekonomicznej
celina.olszak@ue.katowice.pl

Paweł Lorek

Uniwersytet Ekonomiczny w Katowicach
Wydział Ekonomii
Katedra Informatyki Ekonomicznej
pawel.lorek@ue.katowice.pl

ANALIZA KOMPETENCJI NA RYNKU PRACY IT Z WYKORZYSTANIEM EKSPLOKACJI GRAFÓW

Streszczenie: Rynek IT stał się jednym z najbardziej dynamicznie rozwijających się rynków pracy w Europie i na świecie. Ma on ogromny wpływ na rozwój innowacyjności i konkurencyjności przedsiębiorstw, jak i rozwój całej gospodarki. Ostatnio coraz więcej ofert pracy dotyczących rynku IT dostępnych jest w Internecie i na różnych portalach pracy. To skłania do opracowywania rozmaitych narzędzi i przeprowadzania symulacji pozwalających na analizowanie i monitorowanie kompetencji pracowników oraz wymagań pracodawców na rynku IT. Celem artykułu jest analiza kompetencji na rynku pracy IT z wykorzystaniem metod eksploracji grafów. Realizacja tak sformułowanego celu wymagała opracowania narzędzia wykorzystującego ideę grafów oraz analizę sąsiedztwa. Stworzone narzędzie zostało zweryfikowane i wykorzystane do analizy ofert pracy pochodzących z brytyjskiego serwisu ogłoszeniowego Purely IT oraz polskiego portalu pracy Pracuj.pl. Na podstawie uzyskanych wyników wykonano analizę porównawczą obydwu rynków.

Słowa kluczowe: rynek pracy, eksploracja grafów, sektor IT.

JEL Classification: C38, J24.

Wprowadzenie

Postępująca globalizacja, szybkie zmiany technologiczne oraz zmiany w modelach biznesu mają silne oddziaływanie na rynek pracy [Karakatsanis i in., 2017; Markusen, 2004]. Z badań wynika, że w najbliższym czasie w wielu krajach największa dynamika przyrostu zatrudnienia nastąpi w zawodach związanych z IT [World Economic Forum, 2016]. Rynek IT stał się kluczowym i strategicznym sektorem w gospodarce opartej na wiedzy [OECD, 2011; Hüsing, Korte

i Dashja, 2015]. Podaje się, że w pierwszej dekadzie XXI w. 85% nowych miejsc pracy w USA, a 80% w Europie, powstało w sektorach wymagających złożonych umiejętności w zakresie przetwarzania wiedzy i kreatywności [Tapscott, 2008]. Równocześnie zaobserwowano drastyczną redukcję zatrudnienia w obszarze produkcji materialnej, zarówno przemysłowej, jak i rolniczej.

Badania pokazują, że popyt na wysoko wykwalifikowanych pracowników IT stale rośnie i taki trend będzie się utrzymywał przez najbliższe lata [Lerman, 2012; World Economic Forum, 2016]. Uważa się, że przedsiębiorstwa, czy wręcz całe państwa, które nie postawią na rozwój kompetencji w zakresie IT, będą mniej konkurencyjne i efektywne.

Rynek IT jest rynkiem charakteryzującym się dużą zmiennością. Spowodowane jest to m.in. niezwykle dynamicznym rozwojem technologii informatycznych, szybkim starzeniem się produktów IT oraz postępującą digitalizacją różnych sfer życia gospodarczego i społecznego [Karakatsanis i in., 2017; Campos, Arrazola i de Hevia, 2014]. Sytuacja ta powoduje, że wymagania wobec pracowników na tym rynku także się zmieniają. Dla pracowników oznacza to potrzebę stałego dokształcania się i poszerzania swoich kwalifikacji. Z kolei dla pracodawców wiąże się to z formułowaniem jasnych oczekiwań wobec kandydatów i równocześnie poszukiwaniem utalentowanych, twórczych osób, gotowych na zmiany oraz zdolnych do szybkiego uczenia się.

W tej sytuacji niezwykle ważną kwestią stało się analizowanie i monitorowanie rynku pracy IT oraz dynamiczne reagowanie na jego potrzeby. Takimi badaniami coraz częściej zainteresowani są zarówno pracodawcy, pracownicy, instytucje zajmujące się szeroko rozumianą edukacją (szkoły średnie, uniwersytety itp.), jak i instytucje rynku pracy oraz inwestorzy. Kwestia ta staje się coraz bardziej aktualna wraz ze wzrostem liczby osób poszukujących pracy za pośrednictwem Internetu [Campos, Arrazola i de Hevia, 2014; Bachmann i Baumgarten, 2013]. Wobec opisanej sytuacji podejmowane są próby analizy ofert pracy publikowanych *on-line* za pomocą metod eksploracji danych, m.in. eksploracji grafów [Karakatsanis i in., 2017].

Niniejszy artykuł wpisuje się w opisaną powyżej problematykę. Autorzy poszukują podejść, narzędzi i metod do przeprowadzania symulacji pozwalających na analizowanie i monitorowanie kompetencji pracowników oraz wymagań pracodawców na rynku IT. Bezpośrednim celem artykułu jest przeprowadzenie analizy wymaganych kompetencji przez pracodawców sektora IT przy wykorzystaniu metod eksploracji grafów.

1. Rynek IT

Polski rynek IT zajmuje ważne miejsce na europejskim rynku IT. Szacuje się, że rodzimy rynek oprogramowania i usług IT jest drugim (po Rosji) rynkiem Europy Środkowo-Wschodniej. Jego wzrost w ostatnich latach kształtował się na poziomie 7,2% rocznie. Do głównych motorów wzrostu rynku IT w Polsce należą: napływ inwestycji zagranicznych, dostępność pomocy publicznej oraz nowe kierunki rozwoju sektora. W Polsce obecne są największe globalne koncerny ICT, takie jak Microsoft, HP, Google, Oracle, IBM, SAP. Generalnie pracodawcy na rynku IT poszukują pracowników z wysokimi kwalifikacjami technicznymi, często poświadczonymi przez różnego rodzaju certyfikaty. Z badań wynika, że polscy pracownicy najczęściej specjalizują się w technologiach bazodanowych, języku Java, SQL, C#, sieciach, systemach ERP oraz serwerach aplikacyjnych. W 2011 r. najbardziej poszukiwanymi specjalistami IT byli pracownicy znające główne języki programowania (Java, C, C++, C# oraz PHP, platforma .NET). Bardzo duża liczba propozycji skierowana była do osób znających systemy klasy ERP, a w szczególności produkty firmy SAP, a także do administratorów systemów oraz baz danych. W ofertach pracy widać też rozwój rynku aplikacji na telefony komórkowe i inne urządzenia mobilne. Ogłoszenia w tym obszarze dotyczą programistów aplikacji na iPhone/iPady oraz osób doświadczonych w tworzeniu aplikacji dla systemów Android [www 5]. O atrakcyjności specjalistów IT w oczach pracodawców decyduje także znajomość języków obcych (języki angielski, niemiecki), praktyki zawodowe (staże zawodowe w firmach IT) oraz odbyte szkolenia (wewnętrzne szkolenia organizowane przez firmy).

Z kolei brytyjski rynek ICT to jeden z największych rynków w UE. Jest on równocześnie niezwykle interesujący dla polskich pracowników. W 2015 r. liczba firm z sektora ICT przekroczyła na nim 320 000. Oznacza to wzrost o 5% w porównaniu z rokiem poprzednim. Brytyjski rynek IT rozwija się zwłaszcza w takich obszarach jak: rozwój aplikacji (*applications development*), informatyka śledcza (*computer forensics*), zarządzanie treścią (*content management*), cyberbezpieczeństwo oraz zarządzanie ryzykiem, analiza danych oraz analityka, gry komputerowe (*games development*), systemy informacji geograficznej (GIS), inżynieria sprzętu, doradztwo IT – biznesowe i techniczne, sprzedaż IT, *web design* oraz *web development*. Główną umiejętnością poszukiwaną wśród specjalistów IT jest znajomość języka Java [www 6].

Podsumowując, zdaniem ekspertów, w najbliższym czasie zarówno polscy, jak i brytyjscy pracodawcy będą poszukiwać specjalistów z zarządzania Big

Data, usług mobilnych, programowania SAP oraz testowania oprogramowania. Oznacza to wzrost znaczenia kompetencji miękkich i wiedzy biznesowej wśród specjalistów ICT. Coraz ważniejsza staje się umiejętność samodzielnego i kreatywnego myślenia, współpracy w zespole i szybkiego rozwiązania konfliktów. Powoduje to, że od informatyków pracodawcy oczekują z jednej strony specjalistycznej wiedzy, a z drugiej silniejszego włączenia się w procesy komunikacyjne i biznesowe oraz umiejętności miękkich, umożliwiających współpracę z klientem i pracownikami. Niewątpliwie poszukuje się pracowników mających umiejętności szybkiego dopasowywania się do zmian zachodzących na rynku.

Na koniec warto podkreślić, że coraz więcej ofert pracy dotyczących rynku IT dostępnych jest w Internecie i na różnych portalach. To uzasadnia sens i potrzebę tworzenia różnych narzędzi, które na bieżąco analizowałyby i monitorowały profil kompetencyjny pracowników na rynku IT. Takie analizy pomagają pracownikom lepiej i dynamiczniej dopasować się do potrzeb pracodawców. Dostarczają one wskazówek, jak na bieżąco modyfikować i uaktualniać swoje kompetencje zawodowe. Z kolei pracodawcom takie analizy dostarczają ważnych informacji na temat aktualnych umiejętności kandydatów oraz sposobów poszukiwania najbardziej utalentowanych specjalistów.

2. Eksploracja grafów w analizie danych

Dane o relacyjnym charakterze zawsze były przedmiotem różnego rodzaju eksploracji. Próba identyfikacji występujących relacji przeważnie wiązała się z jednoczesnym pozyskaniem wiedzy na temat rzeczywistych związków pomiędzy podmiotami lub zjawiskami opisywanymi przez analizowane dane. Stosowano w tym celu różne podejścia. Jednym z nich jest organizacja analizowanych danych w postaci grafu [Jensen, 2010]. Istotą zagadnienia jest w tym przypadku przedstawienie analizowanych danych w postaci grafu oraz takie przekształcenie i zwizualizowanie otrzymanej struktury, aby jak najbardziej ułatwić ujawnienie istniejących w analizowanym zbiorze danych związków. Poszukiwanie związków i ich interpretacja w grafach o niewielkich rozmiarach nie jest zadaniem trudnym. Problematyczne staje się to w grafach o dużej liczbie wierzchołków oraz krawędzi. W obliczu tego problemu wykształciło się podejście eksploracji grafów oznaczające szereg metod ułatwiających wykrycie związków w obrębie analizowanej struktury grafowej [Hadzic, Tan i Dillon, 2011]. W tym celu stosowane są różne metody analityczne, jak: logika rozmyta [Molina-Solana i Guo, 2017], analiza skupisk [de Graaf, Kok i Kusters, 2007], filtrowanie i redukcja [Shneiderman i Dunne, 2013]. Podejście takie umożliwia identyfikację występu-

jących relacji pomimo często wysokiego stopnia ich wymiarowości [Wang i Tao, 2016]. Istotnym ograniczeniem może być również rozmiar wizualizowanego grafu. Istnieją jednak metody pozwalające na przedstawienie również grafów o dużych rozmiarach [Hu i Shi, 2015].

Eksploatacja grafów jest stosowana w przypadku analizy danych naukowych [Raymond i Belbin, 2006], analizy danych z serwisów społecznościowych [Bazerianos i in., 2010] czy analizy danych Big Data [Aridhi i Nguifo, 2016], jak również w przypadku projektowania systemów wspomagania kreatywności [Olśzak, Bartuś i Lorek, 2017].

3. Metodyka badań

Przedmiotem analizy były oferty pracy pochodzące z brytyjskiego serwisu ogłoszeniowego Purely IT [www 1] oraz polskiego portalu gromadzącego oferty pracy Pracuj.pl [www 2]. Pierwszą fazą analizy było wyselekcjonowanie ofert pracy dla programistów. W przypadku obydwu źródeł oznaczało to zawężenie zakresu przedstawianych ofert pracy do kategorii *software developers*. W drugiej fazie z opisu poszczególnych ofert wyodrębniono nazwę stanowiska pracy oraz wymagania odnośnie do kompetencji. Zgromadzone w ten sposób dane zostały zapisane w formacie tabelarycznym. Trzecia faza obejmowała ujednoczenie nazewnictwa i terminologii w poszczególnych ofertach w celu wyeliminowania wieloznaczności (np. frazy „*programming in C#*”, „*knowledge of C#*” zostały zastąpione frazą „*C#*”). W fazie czwartej zgromadzone dane zostały zorganizowane w postaci grafu nieskierowanego. Wierzchołkami grafu są w tym przypadku nazwy oferowanych stanowisk pracy oraz słowa kluczowe opisujące wymagania przypisane do danego stanowiska. Została w tym celu wykorzystana funkcjonalność udostępniona przez bibliotekę NetworkX 1.8.1 [www 3]. W fazie piątej uzyskana w poprzednim kroku struktura danych została poddana segmentacji za pomocą algorytmu Force Atlas 2 z biblioteki Gephi 0.9.1 [Bastian, Heyman i Jacomy, 2009; www 4]. Całość oprogramowania została wykonana w środowisku Python 2.7. Ostatnią, szóstą fazą analizy, jest stwierdzenie obecności skupisk oraz ich wzajemnych powiązań odzwierciedlonych przez położenie na wykresie.

4. Wyniki przeprowadzonych badań

Analiza brytyjskiego rynku pracy dla sektora IT została wykonana na podstawie pozyskanych 150 ofert pracy pochodzących z serwisu Purely IT [www 1]. Rezultat analizy został przedstawiony na rys. 1. W wizualizacji można zauważyć

Spoiwem opisanej grupy są technologie opracowane przez firmę Microsoft. Najbardziej prawdopodobną częścią rynku informatycznego reprezentującego tę grupę jest podsektor aplikacji bazodanowych w architekturze klient-serwer. Kolejną grupę tworzą węzły reprezentujące technologie informatyczne, takie jak: języki programowania C++, Python, SQL, Java oraz system operacyjny Linux. W przypadku ofert pracy związanych z tą kategorią częściej pojawia się wymaganie posiadania formalnego wykształcenia informatycznego (*computer science degree*). Związki widoczne w obrębie tej grupy nie są tak ścisłe, jak w przypadku pozostałych dwóch skupisk. Prawdopodobnie ma to związek z częściowym reprezentowaniem przez to skupisko podsektora aplikacji w architekturze klient-serwer, o czym świadczy obecność węzłów Java oraz SQL, a częściowym reprezentowaniem podsektora klasycznych aplikacji, co manifestuje się przez obecność technologii, takich jak języki programowania C++ i Python. Oprócz kompetencji wyraźnie związanych z konkretnymi podsektorami rynkowymi istnieją również wymagania ogólnorynkowe. Do nich zaliczyć można w pierwszym rzędzie znajomość metodyki zwinnego wytwarzania oprogramowania (*agile*) oraz umiejętności komunikacyjne i współpracę w zespole (*communication skills*).

Podobnie jak w przypadku rynku brytyjskiego, analiza dla polskiego sektora IT została wykonana na bazie 150 ofert pracy pozyskanych z serwisu ogłoszeniowego pracuj.pl [www 2]. Graf wynikowy dla przeprowadzonej analizy jest przedstawiony na rys. 2.

Cechą charakterystyczną uzyskanego grafu jest znacznie mniejszy stopień ustrukturyzowania i uporządkowania niż w przypadku rynku brytyjskiego. Tym niemniej również w tym przypadku łatwo dostrzegalne jest skupisko związane z technologiami webowymi. Kluczowymi kompetencjami w tym obszarze są: znajomość technologii HTML, CSS oraz języka JavaScript, jak również systemu bazodanowego MySQL. Kolejne widoczne skupisko tworzone jest przez umiejętności związane z technologią .NET. Występują tu przede wszystkim język C# oraz technologia ASP .NET. Na uwagę zasługuje fakt, iż jest to skupisko zdecydowanie mniejszych rozmiarów niż opisywane powyżej.

Szczególną pozycję na polskim rynku IT zajmuje język Java. Jest on bez wątpienia najbardziej popularnym językiem programowania w zastosowaniach komercyjnych. Na przedstawionej ilustracji występuje on w sąsiedztwie kompetencji miękkich, takich jak umiejętność pracy w zespole czy znajomość języka angielskiego, będących najczęstszymi wymogami stawianymi przez polskich pracodawców. Poza opisanymi powyżej ogólnymi tendencjami wartymi uwagi są obrzeża grafu, na których znalazły się kompetencje związane z takimi zakresami jak analityka danych czy technologie mobilne.

kwestie te również są ważne, ale główny nacisk położony jest na umiejętności techniczne.

- Polski rynek IT cechuje się zdecydowanie silniejszą pozycją platformy Java w stosunku do rynku brytyjskiego, gdzie jako konkurencyjna pozycja plasuje się technologia .NET.
- Zarówno rynek brytyjski, jak i polski cechują się silnym udziałem podsektora technologii webowych.

Porównując uzyskane obrazy wymogów kompetencyjnych, należy stwierdzić, że brytyjski rynek pracy charakteryzuje dużo większy stopień dojrzałości i uporządkowania. Świadczy o tym większy stopień centralizacji grafu oraz lepiej wykształcone skupiska. Prawdopodobnym kierunkiem rozwoju polskiego sektora IT będzie rynek o cechach rynku brytyjskiego. Tempo tych zmian oraz ich zakres trudno jednak określić.

Podsumowanie

Analiza rynku pracy pod kątem pożądaných przez pracodawców umiejętności może przynieść wiele korzyści dostrzegalnych w kontekście organizacyjnym. Grupami mogącymi wynieść korzyści z przeprowadzonych analiz są:

- Kierownictwa przedsiębiorstw. Przeprowadzenie analizy otoczenia przedsiębiorstwa w kierunku nabycia orientacji co do tendencji, trendów rozwojowych i kierunków ekspansji danej branży. Uzyskanie takiej wiedzy może pozwolić na identyfikację potencjalnych możliwości rozwoju przedsiębiorstwa, braków w wykształceniu i kompetencjach pracowników, rozpoznanie zakresu wymagań stawianych kandydatom do pracy na danym stanowisku, identyfikację istniejących barier rozwojowych (np. przez rozpoznanie stosowania przestarzałych technologii lub zajmowania kurczącego się segmentu rynku).
- Pracownicy. Dużym wyzwaniem dla pracowników firm z sektora IT jest konieczność stałego rozwoju i nabywania nowych umiejętności. Przymus ten związany jest z koniecznością aktualizacji posiadanej wiedzy dla utrzymania dotychczasowego miejsca pracy lub awansu zawodowego na wyższe stanowisko. Istotną barierą jest w tym przypadku konieczność identyfikacji, jakie kompetencje są najbardziej istotne w przypadku określonej ścieżki rozwoju zawodowego.
- Kandydaci poszukujący pracy. Z podobnym problemem, jak aktywni pracownicy, borykać muszą się kandydaci ubiegający się o pracę. Częstym źródłem niepowodzeń bywa w tym przypadku posiadanie przez kandydatów niepełnego zestawu najczęściej wymaganych kompetencji i umiejętności.

Dzięki znajomości wyników opisywanych analiz możliwe będzie uświadomienie sobie przez kandydata własnych braków, a w konsekwencji powiększenie swoich szans na rynku pracy poprzez ich uzupełnienie.

- Nauczyciele i wykładowcy. Przedstawionymi badaniami mogą być również zainteresowani pracownicy zajmujący się edukacją (szkoły średnie, uczelnie wyższe). Znajomość profili najbardziej poszukiwanych pracowników z pewnością pozwoli na lepsze dostosowanie treści edukacyjnych oraz programów nauczania do potrzeb rynku pracy. Dzięki temu możliwe będzie kształcenie osób o umiejętnościach dopasowanych do aktualnych trendów. Pozwoli to im na łatwiejsze i szybsze rozpoczęcie pracy zawodowej.
- Pracownicy naukowci. Zaprezentowane podejście może być użyteczne dla badaczy oraz branżowych analityków badających rynki pracy. Uzyskane wyniki mają zdecydowanie odmienny charakter od tradycyjnych, ilościowych wskaźników opisujących rynek pracy. Może być to pomocne w spojrzeniu na rynek pracy z odmiennej perspektywy.

Wyniki przeprowadzonych analiz mogą być więc użyteczne dla szerokiego grona interesariuszy. Odniesione korzyści mogą dotyczyć poziomu indywidualnego, jak i organizacyjnego.

Literatura

- Aridhi S., Nguifo E. (2016), *Big Graph Mining: Frameworks and Techniques*, „Big Data Research”, Vol. 6.
- Bachmann R., Baumgarten D. (2013), *How Do the Unemployed Search for a Job? – Evidence from the Labour Force Survey*, „IZA Journal of European Labor Studies”, No. 2(22).
- Bastian M., Heyman S., Jacomy M. (2009), *Gephi: an Open Source for Exploring and Manipulating Networks*, Proceedings of the Third International ICWSM Conference, <https://www.aaai.org/ocs/index.php/ICWSM/09/paper/view/154> (dostęp: 1.06.2017).
- Bezerianos A., Chevalier F., Elmqvist N., Fekete J.D. (2010), *GraphDice: A System for Exploring Multivariate Social Networks*, „Computer Graphics Forum”, Vol. 29.
- Campos R., Arrazola M., Hevia J. de (2014), *Online Job Search in the Spanish Labor Market*, „Telecommunications Policy”, Vol. 38.
- Graaf E. de, Kok J., Kusters W. (2007), *Clustering Improves the Exploration of Graph Mining Results* [w:] C. Boukis, A. Pnevmatikakis, L. Polymenakos (eds.), *Artificial Intelligence and Innovations 2007: From Theory to Applications*, Springer.

- Hadzic F., Tan H., Dillon T.S. (2010), *Graph Mining* [w:] F. Hadzic, H. Tan, T.S. Dillon (eds.), *Mining of Data with Complex Structures*, „Studies in Computational Intelligence”, Vol. 333, Springer, Berlin-Heidelberg.
- Hu Y., Shi L. (2015), *Visualizing Large Graphs*, „WIREs Computational Statistics”, Vol. 7.
- Hüsing T., Korte W., Dashja E. (2015), *Trends and Forecasts for the European ICR Professional and Digital Leadership Labour Markets (2015-2050)*, http://eskills-lead.eu/fileadmin/lead/working_paper_-_supply_demand_forecast_2015_a.pdf (dostęp: 1.03.2017).
- Jensen T.R. (2010), *Graphs* [w:] C. Sammut, G.I. Webb (eds.), *Encyclopedia of Machine Learning*, Springer.
- Karakatsanis I., AlKhader W., MacCrory F., Alibasic A., Omar M.A., Aung Z., Woon W.L. (2017), *Data Mining Approach to Monitoring the Requirements of the Job Market: A Case Study*, „Information Systems”, Vol. 65.
- Lerman I.R. (2012), *Emerging Trends in the Information Technology Job Market: How Should the Public and Private Sectors Respond?* <http://www.urban.org/sites/default/files/publication/66831/900276-Emerging-Trends-in-the-Information-Technology-Job-Market-How-Should-the-Public-and-Private-Sectors-Respond-.pdf> (dostęp: 14.04.2017).
- Markusen A. (2004), *Targeting Occupations Rather than Industries in Regional and Community Economic Development*, „Journal of the American Planning Association”, Vol. 70, No. 3.
- Molina-Solana M., Birch D., Guo Y. (2017), *Improving Data Exploration in Graphs with Fuzzy Logic and Large-scale Visualization*, „Applied Soft Computing”, Vol. 53.
- OECD (2011), *Competencies for the Knowledge Economy*, <http://www.oecd.org/innovation/research/1842070.pdf> (dostęp: 14.04.2017).
- Olszak C.M., Bartuś T., Lorek P. (2017), *An Information System Design for Organizational Creativity Support*, <http://scholarspace.manoa.hawaii.edu/bitstream/10125/41693/1/paper0544.pdf> (dostęp: 1.06.2017).
- Raymond B., Belbin L. (2006), *Visualization and Exploration of Scientific Data Using Graph* [w:] W. Didimo, M. Patrignani (eds.), *Graph Drawing 2012*, „Lecture Notes in Computer Science”, Vol. 3755, Springer, Berlin-Heidelberg.
- Shneiderman B., Dunne C. (2013), *Interactive Network Exploration to Derive Insights* [w:] W. Didimo, M. Patrignani (eds.), *Graph Drawing 2012*, „Lecture Notes in Computer Science”, Vol. 7704, Springer, Berlin-Heidelberg.
- Tapscott D. (2008), *Grow Up Digital. How the Net Generation is Changing the World*, McGraw-Hill, New York.
- Wang Ch., Tao J. (2017), *Graphs in Scientific Visualization: A Survey*, „Computer Graphics Forum”, Vol. 36.

World Economic Forum (2016), *Global Challenge Insight Report. The Future of Jobs, Employment, Skills and Workforce Strategy for the Fourth Industrial Revolution*, http://www3.weforum.org/docs/WEF_Future_of_Jobs.pdf (dostęp: 1.03.2017).

[www 1] <http://www.purelyit.co.uk> (dostęp: 15.09.2016).

[www 2] <http://www.pracuj.pl> (dostęp: 15.09.2016).

[www 3] <http://networkx.github.io> (dostęp: 1.02.2017).

[www 4] <https://gephi.org> (dostęp: 3.04.2017).

[www 5] <http://kariera.forbes.pl/kariera/arttykul/sekcja/Praca/informatyczne-eldorado-narzynku-pracy,11509,1> (dostęp: 1.03.2017).

[www 6] <https://www.adzuna.co.uk/> (dostęp: 1.03.2017).

GRAPH EXPLORATION APPROACH FOR ANALYSIS OF IT COMPETENCES

Summary: The article deals with problem of high dynamics of changes in the IT job market. The approach, which has been proposed in the article, helps to obtain a comprehensive picture of competencies required in IT companies. The methodology of graph mining and neighborhood detection was used for isolating the profiles of the most demanded employees. The developed method of analysis has been verified in the cases of the Polish and British sector.

Keywords: job market, graph mining, IT sector.