

INFORMATYK PO SZKOLE I UCZELNI PERSPEKTYWY I WYZWANIA ZAWODU

Beata Ostrowska, Tomasz Kulisiewicz
Sektorowa Rada ds. Kompetencji – Informatyka (PTI)
beata.ostrowska@pti.org.pl; tomasz.kulisiewicz@pti.org.pl
<http://radasektorowa.pl/>

Abstract: The paper presents briefly the main reasons of the popularity of IT education in Poland. Authors are sketching the wide prospects of implementation of IT solutions in various areas of life and economy as well as the challenges arising from the changes in the practices of software development and in robotization of business processes.

1. Wstęp

Wyniki badań GUS oraz serwisów i firm rekrutujących do pracy wskazują, że informatycy są poszukiwani na rynku pracy (deficyt specjalistów IT szacowany jest na 30-50 tys. osób) oraz że średnia płaca informatyka jest wyższa, niż w większości zawodów (Tabela 1). Nic dziwnego, że w prowadzonych przez firmę rekrutacyjną Sedlak&Sedlak badaniach satysfakcji z miejsca pracy informatycy także są w czołówce: wyliczony indeks satysfakcji lokuje ich na drugiej pozycji (zaraz po członkach zarządów firm), dużo powyżej średniej krajowej; pracownicy IT są drugą najbardziej zadowoloną z pracy grupą zawodową w kraju. Ich poziom łącznej satysfakcji z pracy, wynoszący 0,4 (w skali od -2 – maksymalne niezadowolenie do +2 – maksymalne zadowolenie) okazał się znacznie wyższy od przeciętnego poziomu w Polsce (0,08) i jest nieco niższy jedynie od poziomu satysfakcji członków zarządów (0,48). Zadowolonymi z pracy jest około 52% informatyków w porównaniu do 33% ogółu Polaków [10].

Praca informatyka uważana jest nie tylko za przynoszącą korzyści materialne, ale także za ciekawą – a przynajmniej nie monotonną i nużącą, natomiast sam zawód oceniany jest powszechnie jako dający gwarancje zatrudnienia na przyszłość oraz rozwojowy, z dużymi perspektywami.

Nic dziwnego, że wobec takich ocen nieprzerwanie od kilku lat informatyka znajduje się na pierwszym miejscu pod względem liczby przyjętych studentów (Tabela 2). W roku akademickim 2017/2018 spośród ponad 429 tys. przyjętych

studia informatyczne rozpoczęło ponad 42 tys. studentów, po raz kolejny zdecydowanie wyprzedzając na liście popularności zarządzanie (24 tys.) i psychologię (20 tys.), ponadto niemal 16 tys. rozpoczęło studia na pokrewnych kierunkach automatyki i robotyki [5].

Tabela 1 Średnie płace informatyków na tle innych zawodów

	<i>Płaca przeciętna brutto w zł (październik 2016 r.)</i>	
ogółem w gospodarce narodowej	4346 (dominanta – najczęstsze miesięczne wynagrodzenie ogółem brutto otrzymywane przez pracowników): 2014	
<i>Na stanowiskach IT</i>	<i>Sektor publiczny</i>	<i>Sektor prywatny</i>
kierownicy	8814	12591
specjaliści	6422	8231
technicy	4383	5413

źródło: [3]

Tabela 2 Popularność studiów informatycznych – wyniki rekrutacji 2017/2018

	<i>Kierunek</i>	<i>Liczba przyjętych (tys.)</i>
1	Informatyka	42,4
2	Zarządzanie	24,1
3	Psychologia	20,2
4	Ekonomia	17,9
5	Prawo	17,8
6	Automatyka i robotyka	15,8

źródło: [7]

Udział przyjętych na studia informatyczne rośnie wobec ogólnego zmniejszania się liczby zdających na studia, wynikającego z przyczyn demograficznych: zarówno niższej liczebności roczników zdających (w latach 2008-2020 spadek liczby osób w grupie wiekowej 18-24 lata, a więc w tradycyjnym wieku studenckim spadnie o około 1,5 mln, czyli o ok. 36%), jak i spadku popytu na kształcenie w szkołach wyższych z uwagi na to, że odsetek osób z wyższym wykształceniem w grupie osób w wieku 25-64 lata w Polsce zwiększy się z 17% w roku 2005 do 25-30% w roku 2025 [1]. Na trzecim miejscu pod względem popularności plasuje się informatyka na liście wyborów dokonywanych przez uczniów techników – według danych GUS [2] w roku szkolnym 2015/2016 r. na 506,5 tys. uczniów w technikach informatyki uczyło się 81,9 tys. osób. Warto też zauważyć, że w czołówce zaintereso-

sowania młodych ludzi ich karierami zawodowymi są też zawody z dziedzin pokrewnych: automatyka, robotyka i mechatronika. Wobec powszechnego wypierania tradycyjnych urządzeń telekomunikacyjnych (np. telefonicznych central TDM) przez serwery sieci teleinformatycznych do studentów informatyki trzeba też zaliczyć zdecydowaną większość studiujących telekomunikację, co przejawia się w umiejscowieniu instytutów i katedr telekomunikacyjnych na uczelniach – zazwyczaj są one organizacyjnie ulokowane na wspólnych wydziałach z informatyką, a telekomunikacja w ostatnich latach wręcz znika z dawnych nazw tych wydziałów.

Tabela 3 Liczba przyjętych na studia w latach 2015-2017

<i>Rok akademicki</i>	<i>Liczba przyjętych</i>
2015/2016	446,0
2016/2017	436,3
2017/2018	429,1

źródło: opracowanie własne na podstawie publikacji MNiSW

2. Perspektywy

Powszechne oceny społeczne perspektyw zawodu informatyka są na pewno uzasadnione, przynajmniej w odniesieniu do najbliższych lat. W opracowaniu [5] wymieniono kilka dziedzin, w których szybko będzie rosło zapotrzebowanie na rozwiązania informatyczne – a więc w sposób naturalny: także na ich twórców. Wspomniano tam m.in. o oprogramowaniu dla systemów i urządzeń Przemysłu 4.0 – np. do sterowania drukarkami 3D, robotami i zautomatyzowanymi liniami produkcyjnymi. Można przy tym oczekiwać, że mimo spektakularnych eksperymentów z autonomicznymi samochodami osobowymi, w tym w sieciach carsharingu, dużo większy nacisk zostanie w najbliższych latach położony na transport profesjonalny, w którym na całym świecie odczuwany jest deficyt zawodowych kierowców, motorniczych, maszynistów i pilotów. Rozwiązania problemu deficytu kierowców, motorniczych i maszynistów oczekuje się m.in. od zastosowań zestawów kilkunastu ciężarówek, z których tylko jedna prowadzona lub nadzorowana jest przez kierowcę a także od autonomicznych, zautomatyzowanych pojazdów szynowych (metro, tramwaje, trakcyjne zespoły kolejowe). Czynnikiem sprzyjającym autonomizacji pojazdów profesjonalnych – zwłaszcza metra i kolei – a także cywilnego transportu lotniczego – jest szybki rozwój systemów zabezpieczenia ruchu. W kolejach europejskich od kilkunastu lat wdrażane są coraz bardziej rozbudowane systemy ERTMS/ETCS (Europejski System Zarządzania Ruchem Kolejowym/Europejski System Sterowania Pociągiem), za którymi nadchodzą rozwiązania nazywane już „internetem pociągów” (*Internet of Trains*). Trwają intensywne prace nad systemami

zdalnie pilotowanych statków powietrznych (RPAS – *remotely piloted aircraft system*) i szerzej: bezzałogowymi systemami powietrznymi (UAS – *unmanned aerial systems*). Bezzałogowe drony są szeroko stosowane w lotnictwie wojskowym (wywołując zresztą duże kontrowersje etyczne). Natomiast najbardziej obiecujące obszary zastosowań cywilnych to dziś monitorowanie infrastruktury i fotografia lotnicza, natomiast w dalszej perspektywie – transport towarów i osób [4]. Obszary te będą wymagały tworzenia kompleksowych, złożonych systemów oprogramowania działających w czasie rzeczywistym, cechujących się wysoką niezawodnością oraz równie dużą odpornością na zakłócenia działania, w tym na ataki (projektowanie z uwzględnieniem zasady *Security by Design*). Podobne wymagania stawiane będą rozlicznym systemów obsługującym (czy wręcz tworzącym) inteligentne miasta – od inteligentnych systemów transportowych (ITS) przez optymalizację zużycia energii po bezpieczeństwo publiczne w miastach oraz zaawansowaną analizę zjawisk gospodarczych i społecznych wspierającą podejmowanie decyzji przez władze miasta (systemy eksperckie). Z racji złożoności zagadnień obsługiwanych w dziedzin wymienionych powyżej trzeba będzie zapewniać pełną interoperacyjność rozwiązań przy zachowaniu wspomnianej wysokiej niezawodności i odporności.

Zwiększanie się średniej długości życia i związane z tym zjawiskiem starzenie się społeczeństw krajów rozwiniętych obszarem, w którym już dziś widoczna jest konieczność intensywnego rozwoju są systemy ochrony zdrowia – zarówno ze sfery *e-health*, wspierające organizację i diagnostykę, jak i oprogramowanie i urządzenia IT stosowane bezpośrednio w terapiach. W przywoływanym opracowaniu [5] wspomniano też o dziedzinie bezpośrednio powiązanej – wspieraniu osób niepełnosprawnych. W opracowaniu przytoczono prognozy demograficzne GUS, według których w 2050 r. niemal 33% populacji kraju będą stanowiły osoby w wieku od 65 lat wwyż.

W projektowaniu systemów wspierających życie, działania i bezpieczeństwo mieszkańców inteligentnych miast – od oprogramowania optymalizującego przewóz osób przez monitoring bezpieczeństwa po systemy e-zdrowia i pomagającego osobom niepełnosprawnym – należy też uwzględniać zagadnienia ochrony prywatności (zasada *Privacy-by-Design*).

3. Wyzwania

Nakreślone wyżej perspektywy rozwoju informatyki nie oznaczają, że przed branżą i działającymi w niej ludźmi pojawiają się nowe wyzwania. Zagadnienia radykalnych zmian w informatyce, związane np. z budową i zastosowaniem komputerów kwantowych, logik wielowartościowych lub rozmytych, wpływem kognitywistyki i wdrożeniem sztucznej inteligencji powiązanej z uczeniem maszynowym

daleko wykraczają poza ramy niniejszego artykułu. W niniejszym opracowaniu zasygnalizowano tylko kilka zjawisk, które są już widoczne w obszarach tworzenia oprogramowania używanego w różnych obszarach zastosowań informatyki oraz w dziedzinach, w których informatyka odgrywała i odgrywa bardzo ważną rolę, np. w sferze outsourcingu usług biznesowych. Wspomniane wyzwania już oddziałują i w najbliższych latach będą bezpośrednio oddziaływały na krajowy i zagraniczny rynek pracy IT, a co za tym idzie – ich znajomość jest istotna dla młodzieży wybierającej kierunki edukacji na poziomie technicznych szkół średnich i studiów wyższych, i to nie tylko informatycznych.

3.1. Zmiany metod tworzenia oprogramowania

W miarę doskonalenia aplikacji i wprowadzania do nich coraz bardziej zaawansowanych rozwiązań sztucznej inteligencji „prosta” robotyzacja będzie ewoluowała w kierunku pełnej automatyzacji całych segmentów usług. Przykładem może być sama branża IT. Najszybszy rozwój prognozowany jest w dziedzinie Internetu Rzeczy (IoT) – według różnych ocen liczba urządzeń IoT na świecie ma się w ciągu najbliższych 4-5 lat sięgnąć z ok. 8 mld sztuk w 2017 r. ponad 20 mld w 2020 r. Urządzenia te muszą być odpowiednio oprogramowane – jednak ponad dwukrotny wzrost ich liczby wcale nie oznacza takiego samego wzrostu zapotrzebowania na programistów tworzących ich oprogramowanie – a wręcz przeciwnie. Oprogramowania sterującego stosunkowo prostymi funkcjami takich urządzeń nie muszą pisać programiści, może być tworzone i testowane przez odpowiednie generatory. Programiści – wraz z analitykami, projektantami systemów IoT, specjalistami od instalacji takich systemów i ich konserwacji – będą oczywiście potrzebni, ale o innych kwalifikacjach i umiejętnościach. Przez analogię do robotyzacji montażu urządzeń na taśmach produkcyjnych w przemyśle elektronicznym czy motoryzacyjnym można powiedzieć, że spadnie zapotrzebowanie na „koderów-montażystów”. Zamiast nich potrzebni będą kreatywni twórcy rozwiązań, np. wspomnianych generatorów aplikacji, systemów automatycznego testowania itp. Można w tym miejscu zacytować Chrisa Wanstratha, współtwórcę i b. prezesa GitHuba, największego światowego serwisu hostingu projektów programistycznych, który w październiku 2017 r. na dorocznej konferencji GitHub Universe w San Francisco stwierdził, że „przyszłością programowania jest brak programowania”, wyjaśniając, iż uproszczenie procesu tworzenia oprogramowania polegać będzie na zautomatyzowaniu kodowania. Programiści będą się wtedy mogli skupić się na wyższym poziomie – twórczego projektowania oprogramowania. Jak powiedział Wanstrath „programowanie polega nie na wklepywaniu kodu do komputera, tylko na myśleniu” [8].

Andrew Powell-Morse, analityk, programista, bloger i współzałożyciel serwisów i firm internetowych w swoim artykule zatytułowanym „Początek automatyzacji –

dlaczego kodowanie staje się pracą dla kogokolwiek” zwraca uwagę na fakt, że nowoczesne narzędzia programistyczne pozwalają na tworzenie programów przez nieprofesjonalistów (a więc nie przez programistów). Kodowanie nie jest już obszarem zatrudniania elity technicznej [9]. Z jednej strony w nowoczesnym przemyśle pojawiła się warstwa robotników wykwalifikowanych potrafiących posługiwać się systemami informatycznymi, czy też wysoko z informatyzowanymi urządzeniami wytwórczymi obecnymi na liniach produkcyjnych. Z drugiej natomiast strony w instytucjach i firmach pojawia się zjawisko konwergencji działów IT i działów biznesowych, w którym istotną rolę pełnić zaczyna wspomniana możliwość tworzenia oprogramowania przez „nieprogramistów”, często mających za sobą stosunkowo niedrogie (czy nawet bezpłatne) kursy oprogramowania prowadzone online i uczące najczęściej posługiwania się gotowymi bibliotekami oraz zrębami (*frameworks*). Dla takich pracowników, podobnie jak dla pracowników na zrobotyzowanych liniach produkcyjnych, kodowanie nie jest już „sztuką programowania”, ale formą pracy wykwalifikowanej. W coraz mniejszym stopniu polega na pisaniu kodu, a w coraz większym – na umiejętności znalezienia właściwej biblioteki czy zrębu, jego zastosowania i parametryzacji stosownie do potrzeb. Pracownicy tacy mogą być zatrudniani zarówno w działach IT firmy czy instytucji, jak i działach biznesowych (operacyjnych), biorąc udział w opisanych poniżej zespołach BizDevOps.

W ślad za nowymi technikami tworzenia oprogramowania, jakie wykształciły się w firmach informatycznych chcących jak najszybciej i najsprawniej uzyskać pożądane efekty (produkty), np. technikami programowania zwinnego (*agile software development*), w których dużą rolę odgrywa ścisła współpraca członków wielofunkcyjnych, zwykle niewielkich zespołów nie mających hierarchii organizacyjnej, nowe rozwiązania organizacji pracy nad tworzeniem oprogramowania pojawiły się też w firmach, zwłaszcza większych, mających swoje rozbudowane działy czy departamenty IT. W firmach tych dużym problemem, zgłaszanym zwłaszcza przez „użytkowników wewnętrznych” czyli biznesowe działy produkcyjne, zaopatrzeniowe, operacyjne, obsługi sprzedaży, finansowo-księgowe i inne był długi czas wprowadzania zmian lub poprawek w wykorzystywanych systemach, wprowadzania nowych funkcji, potrzebnych z uwagi na konieczność dostosowywania działania czy oferty firmy do warunków rynkowych, wymagań regulacyjnych itp. Jedną z odpowiedzi działów IT jest praca zgodnie z metodyką DevOps (od *development and operations*), polegającą na zespoleniu rozwoju (*development*) i eksploatacji (*operations*). Kładzie się w niej nacisk na ścisłą współpracę specjalistów od utrzymania systemów IT ze specjalistami od rozwoju oprogramowania (programistami). Metodyka DevOps jest zalecana zwłaszcza dla firm, w których częstotliwość zmian w systemach wymuszanych przez warunki zewnętrzne czy potrzeby biznesowej jest stosunkowo wysoka.

W ślad za metodyką DevOps pojawiła się koncepcja BizDevOps, polegająca na konwergencji firmowych działów IT i działów biznesowych, realizowanej w formie ścisłej współpracy w mieszanych zespołach tworzących lub modyfikujących rozwiązania informatyczne [12]. Poszczególne zespoły odpowiadają za cały cykl życia danej usługi biznesowej w przedsiębiorstwie. Warunkiem skutecznego sukcesu takiej koncepcji jest upowszechnienie wiedzy informatycznej wśród osób z działów biznesowych firmy a jednocześnie wzrost zrozumienia procesów biznesowych wśród informatyków.

3.2. Robotyzacja i automatyzacja produkcji niematerialnej

W ślad za robotyzacją i automatyzacją produkcji materialnej (Przemysł 4.0) rozpoczyna się robotyzacja oraz automatyzacja sfery produkcji niematerialnej, przede wszystkim usług (ang. RPA – *Robotic Process Automation* oraz *Robonomics*, nazywana po polsku robonomiką). W podstawowej, już implementowanej wersji RPA polega na odtwarzaniu przez oprogramowanie RPA czynności pracowników posługujących się w swojej pracy systemami informatycznymi. W najpopularniejszych obecnie obszarach zastosowań programy RPA zastępują nie działających w firmie czy w organizacji systemów IT, ale posługujących się nimi pracowników – w ich prostych, powtarzalnych czynnościach nie wymagających specjalnej inwencji: sprawdzanie poprawności zamówień, faktur (np. w odniesieniu do terminów i warunków umów), uruchamianie płatności, przekazywanie danych o zamówieniach, fakturach i płatnościach do innych modułów systemów finansowo-księgowych, kontrolingu, obsługi zamówień, łańcucha dostaw i dystrybucji itp. W sektorze finansowych aplikacje RPA wykorzystywane są m.in. od wstępnej oceny wniosków kredytowych, kontroli spłat rat kredytowych itp.

Na razie aplikacje RPA robotyzują głównie posługiwanie się istniejącymi systemami IT, przechwytyjąc dane wyjściowe z jednych programów i wprowadzając je do innych, ewentualnie dokonując kontroli formalnej. W zasadzie nie wprowadzają zmian do „obsługiwanych” programów i systemów. Następne fazy polegają na rozszerzaniu obszaru zastępowania ludzi w czynnościach, w których posługują się systemami. Oprogramowanie RPA jest rozbudowywane z wykorzystaniem rozwiązań sztucznej inteligencji. Największe korzyści z zastosowania RPA polegają nie tylko na uwalnianiu pracowników od wykonywania czynności prostych, powtarzalnych, męczących i nudnych, a także na podnoszeniu jakości i wydajności ich wykonywania. Aplikacje RPA nie potrzebują bowiem przerw w pracy, nie idą na urlop czy zwolnienia lekarskie, nie popełniają błędów – pod warunkiem, że są stosowane dokładnie w takim zakresie i do takich zadań, do jakich je zaprojektowano.

Najpowszechniej stosowane i najszybciej wdrażane rozwiązania RPA już mają i będą miały w najbliższej przyszłości ogromny wpływ m. in. na rynek pracy usług

finansowych, finansowo-księgowych, logistyki i planowania. Według ocen specjalistów robonomiki ok. 90% prac wykonywanych przez pracowników zajmujących się takimi usługami da się zastąpić aplikacjami RPA. Oczywiście dzięki RPA można uwolnić pracowników od czynności powtarzalnych i żmudnych uwalniając zasoby ludzkie do prac bardziej kreatywnych, wymagających ludzkiej inteligencji. Jednak według danych literaturowych na 4-5 stanowisk likwidowanych czy zastępowanych przez aplikacje RPA wypada tylko 1 nowe stanowisko pracy bardziej kreatywnej.

Zakres i tempo wdrażania rozwiązań robonomiki nawet tylko we wspomnianym sektorze BPO/SSC jest obecnie trudne do prognozowania, gdyż to kiedy i na jaką skalę nastąpi masowe zastosowanie RPA w tych obszarach będzie wynikiem globalnych decyzji korporacyjnych zależnych od wielu różnych czynników – np. kosztów licencji oprogramowania RPA, przygotowania architektur informacyjnych i systemów informatycznych do współpracy z aplikacjami RPA, stopnia komplikacji realizowanych zadań, globalnego rozmieszczenia centrów BPO/SSC. Dużo mniejszą rolę odgrywać będą dotychczasowe przewagi, dzięki którym miejsca pracy BPO/SSC znalazły się w Polsce i do których należały stosunkowo wysoki poziom wykształcenia i kompetencji pracowników, zwłaszcza w porównaniu z kosztem ich pracy. Już pojawiają się oceny, że do 2022 r. w Polsce zniknie 20% miejsc pracy w BPO [11]. By uzmysłwić sobie skalę oddziaływania takich zmian na krajowy rynek pracy w tych obszarach trzeba pamiętać, że w ponad 1 tys. działających obecnie w Polsce centrów outsourcingu procesów biznesowych (BPO – *Business Process Outsourcing*) i usług wspólnych (SSC – *Shared Services Centers*) założonych do obsługi największych firm i korporacji pracuje w Polsce obecnie niemal 250 tys. osób.

4. Wnioski dla systemu edukacji

Choć przedstawione w p. 1. przesłanki, dla których młodzież chętnie wybiera informatykę jako kierunek kształcenia są dziś bezsprzecznie prawidłowe, zaś naszkicowane w p. 2. perspektywy rozwoju zastosowań informatyki – nadal bardzo szerokie i obiecujące, to jednak system edukacji specjalistów-informatyków będzie musiał odpowiedzieć na wyzwania pokrótce zarysowane w p. 3. Na pewno odpowiedzią na wyzwania, zwłaszcza dotyczące konieczności kształcenia twórców rozwiązań, a nie „koderów-montażystów” jest jak najwcześniejsze wyszukiwanie talentów informatycznych i prowadzenie ich informatycznej edukacji w odpowiedni sposób, pamiętając cytowane w p. 3.1. zdanie Chrisa Wanstratha „programowanie polega nie na wklepywaniu kodu do komputera, tylko na myśleniu”. Z poziomu strategii szkolnictwa – przede wszystkim wyższego – warto też zastanowić się nad tym, dlaczego rozszerzoną maturę z informatyki w 2018 r. wybrało w całym kraju zaledwie 8,9 tys. maturzystów – dla porównania: matematykę rozszerzoną zdawało

ponad 69,7 tys. uczniów [4]. Zarówno dla wykładowców akademickich, jak i dla samych maturzystów przyczyny tego stanu rzeczy są oczywiste: zdawanie tego uważanego za bardzo trudny egzaminu nie daje absolwentowi szkoły średniej żadnych preferencji przy przyjęciu na studia – w tym na studia informatyczne.

Zagadnieniami dostosowania systemu edukacji informatycznej – zarówno formalnej, jak i nieformalnej – do rozlicznych wyzwań teraźniejszości i przyszłości zajmuje się wraz ze współpracującymi z nią ekspertami oraz instytucjami, uczelniami i organizacjami Sektorowa Rada ds. Kompetencji – Informatyka. W programie działań Rady sięgających na razie co najmniej do roku 2023 są nie tylko analizy sytuacji obecnej, ale różne działania doradcze, w tym inicjatywy dotyczące ewentualnych zmian prawnych i instytucjonalnych. Choć Rada nie pełni bezpośredniej roli w systemie legislacji, to jednak poprzez swoje analizy, raporty oraz inne działania chce aktywnie uczestniczyć w kształtowaniu takiego systemu edukacji informatycznej, którego wszyscy uczestnicy dadzą sobie radę z wyzwaniami dzisiejszymi i przyszłymi.

Literatura

1. Ernst & Young Business Advisory i Instytut Badań nad Gospodarką Rynkową, *Strategia rozwoju szkolnictwa wyższego w Polsce do 2020 roku – drugi wariant*, Warszawa, marzec 2010
2. Główny Urząd Statystyczny, *Oświata i wychowanie w roku szkolnym 2015/2016*, Warszawa, 2016
3. Główny Urząd Statystyczny, *Struktura wynagrodzeń według zawodów w październiku 2016 r.* Warszawa, 2018
4. Komunikat Komisji do Parlamentu Europejskiego i Rady *Nowa era w dziejach lotnictwa – Otwarcie rynku lotniczego na cywilne wykorzystanie systemów zdalnie pilotowanych statków powietrznych w bezpieczny i zrównoważony sposób (COM/2014/0207 final)*, <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/PL/TXT/HTML/?uri=CELEX:52014DC0207&from=EN> (ostatni dostęp: 9.06.2018)
5. Kulisiewicz T., Ostrowska B. *Co dalej po szkole i po uczelni – Informatycy na krajowym rynku pracy. Cele Rady ds. Kompetencji IT w: Informatyka w Edukacji – Wokół nowej podstawy*, A.B. Kwiatkowska, M. Sysło (red.), Wydawnictwo Naukowe UMK, Toruń 2017.
6. Ministerstwo Edukacji Narodowej, *Egzamin maturalny 2018* <https://men.gov.pl/ministerstwo/informacja-o-egzaminie-maturalnym-przeprowadzanym-w-maju-2018-roku.html> (ostatni dostęp: 9.06.2018)

7. Ministerstwo Nauki i Szkolnictwa Wyższego, *Informacja o wynikach rekrutacji na studia na rok akademicki 2017/2018 uczelniach nadzorowanych przez Ministra Nauki i Szkolnictwa Wyższego*
https://www.nauka.gov.pl/g2/oryginal/2017_11/10fdb695fecb35d87dee6629b9a63003.pdf (ostatni dostęp: 7.06.2018)
8. Peterson B. *The CEO of GitHub, which caters to coders, thinks automation will bring an end to traditional software programming*,
<https://businessinsider.com.pl/international/the-ceo-of-github-which-caters-to-coders-thinks-automation-will-bring-an-end-to/zqxpkcq> (ostatni dostęp: 7.06.2018)
9. Powell-Morse A. *The Rise of Automation: Why Coding Is Becoming a Job for Everyone*, <https://airbrake.io/blog/software-development/rise-of-automation-coding-is-becoming-a-job-for-everyone> (ostatni dostęp: 7.06.2018)
10. Sedlak& Sedlak *Satysfakcja Zawodowa Polaków 2016*, Kraków 2017
<https://badaniahr.pl/files/pdf/podsumowanie-raportu-satysfakcja-zawodowa-polakow-2016.pdf> (ostatni dostęp: 8.06.2018)
11. Sobczak A. *Robotyzacja procesów spowoduje, że w Polsce do 2022 r. zniknie 20% miejsc pracy w BPO*, <https://robonomika.pl/robotyzacja-procesow-spowoduje-ze-w-polsce-do-2022-r-zniknie-20-miejsc-pracy-w-bpo> (ostatni dostęp: 8.06.2018)
12. Tomkiewicz K. Zaleska E. *Skąd ten BizDevOps?*
https://www.governica.com/artykul/Sk%C4%85d_ten_BizDevOps (ostatni dostęp: 5.06.2018).