

ANALIZA POPULARNOŚCI JĘZYKÓW PROGRAMOWANIA W ODNIESIENIU DO OBSZARÓW ZASTOSOWANIA W 2021 ROKU

Dominika KANSY¹

¹ Uniwersytet Ekonomiczny w Katowicach, Katowice; dominika.kansy@ue.katowice.pl; identyfikator ORCID
0000-0002-3071-8895

* Korespondencja: dominika.kansy@uekat.pl; Tel.: +48-507-44-19-25

Streszczenie: Celem poniższego artykułu było wykonanie analizy popularności języków programowania w stosunku do ich przestrzeni użytkowej. Badania przedstawione w artykule zostały wykonane w oparciu o dane pochodzące ze stron internetowych. Do analizy i przetwarzania danych wykorzystano metody eksploracji danych przy użyciu komputerowego programu R. W wyniku przeprowadzonej analizy uzyskano wiedzę o typach języków programowania w zakresie ich użytkowania na podstawie popularności według rankingów międzynarodowych.

Słowa kluczowe: języki programowania, ICT, innowacyjność

A STUDY OF PROGRAMMING LANGUAGE POPULARITY IN RELATION TO CONCEPTS OF USE IN 2021

Abstract: The purpose of the following article was to perform an analysis of the popularity of programming languages in relation to their usable space. The research presented in the article was based on data from websites. Data mining methods were used to analyze and process the data using the R computer program. As a result of the analysis, knowledge about the types of programming languages in terms of their usage space based on popularity according to international rankings was obtained.

Keywords: programming languages, ICT, innovation

1. Wprowadzenie

Wraz z postępem technologicznym, zmieniają się typy gospodarek. Współczesne gospodarki zmieniają się z gospodarek materiałochłonnych na gospodarki budujące systemy wiedzy i aplikujące nowoczesne technologie, dziejącej się w Czwartej Rewolucji Przemysłowej. Rozwój technologii i innowacji buduje gospodarkę 4.0. Głównym czynnikiem tej zmiany jest innowacyjność. Gospodarka 4.0 korzysta z rozwoju ICT wraz z językami programowania i powszechnie stosowanymi algorytmami, będących wsparciem między innymi dla uczenia maszynowego, a tym samym sztucznej inteligencji. Działy IT w przedsiębiorstwach są siłą napędową innowacyjności we współczesnych przedsiębiorstwach, pod warunkiem, że organizacja jest w stanie rozwijać działy IT, a rynek pracy dysponuje odpowiednio wykwalifikowaną kadrą. W przeciwnym razie firmy zmuszone są skorzystać z outsourcingu usług IT. Rynek zapewnia szeroki dostęp usług IT. W przemyśle 4.0 rośnie zapotrzebowanie na cyfrowe kompetencje, co zmienia rynek pracy związany z sektorem IT i nie tylko. Jednocześnie narzędzia IT także są modyfikowane lub tworzone są nowe, powodując tym samym dalszą ewolucję sektora IT, biznesu oraz społeczeństw.

Celem niniejszej pracy jest analiza popularności języków programowania na rynkach użytkowników.

2. Gospodarka innowacyjna

W gospodarce zachodzą zmiany w wielu procesach technologiczno-informatycznych, produkcyjnych, organizacyjnych, kadrowych. Czynnikiem sprawczym zmian są innowacje. Współczesne innowacje rozumiane są bardzo szeroko, a ich siłą napędową są technologie ICT (Boons and Luedeke-Freund, 2013). Innowacyjność jest dla organizacji drogą do osiągnięcia sukcesu w środowisku biznesowym i niezbędnym warunkiem utrzymania wysokiej konkurencyjności (Maier i in., 2018). W ostatnich dwóch dekadach, innowacja stała się atrakcyjnym polem badań dla naukowców. Jednym z obszarów badań są języki programowania i ich praktyczne zastosowanie. Innowacja, jako obszar, jest definiowana na wiele sposobów przez różnych badaczy. W niniejszym opracowaniu posłużono się definicją przedstawioną przez Organizację Współpracy Gospodarczej i Rozwoju (OECD). W podręczniku Oslo z 2018 roku (OECD) innowacja jest definiowana jako "nowy lub

ulepszony produkt lub proces (lub ich kombinacja), który znacząco różni się od poprzednich produktów lub procesów jednostki i który został udostępniony potencjalnym użytkownikom (produkt) lub wprowadzone do użytku przez jednostkę (proces)". Przytoczona definicja innowacji, podana przez OECD, jest skierowana do każdej organizacji, ponieważ używa ogólnego terminu "jednostka" dla osób odpowiedzialnych za innowacje. Innowacyjność dotyczy zarówno sektora biznesowego, a więc innowacji biznesowych, gdzie firma staje się głównym podmiotem odpowiedzialnym za innowacje (Maier i in. 2020), jak i innowacji wprowadzanych przez środowiska pozabiznesowe. Wśród kategorii innowacji, szczególnego znaczenia w Przemysle 4.0, dziejącej się czwartej rewolucji przemysłowej, zajmują innowacje komputerowo-informatyczne (ICT). Termin Przemysł 4.0 (Industrie 4.0 – nazewnictwo z języka niemieckiego) – w skrócie I 4.0 – został zaproponowany przez środowiska biznesowe i rządowe, promujące niemiecką myśl techniczną, podczas targów w Hanowerze w 2011 roku. Za ojca koncepcji, można uznać Klause Schwab profesora, naukowca w dziedzinie badań dotyczących technologii i ekonomii, a także pomysłodawcy „World Economic Forum” w Davos. K. Schwab założył (ideę) czwartej rewolucji przemysłowej, na której opiera się koncepcja Przemysłu 4.0, zawarł w opracowaniu z 2016 roku (Schwab, 2016). Nowa koncepcja rozwoju przemysłu jest filozofią, ideologią rozwoju bazującą na inteligentnych i zdigitalizowanych technologiach czwartej rewolucji przemysłowej, z dominacją mechatronizacji procesów i spersonalizowanych produktów (wyrobów) (Erro-Garcés, 2021, Peters, 2016, Hermann i in., 2015; Gracel & Łebkowski, 2018). W Przemysle 4.0 skomputeryzowane systemy produkcji są wyposażone w łącza sieciowe z utworzonymi cyfrowymi systemami bliźniaczymi, co zapewnia im komunikację z innymi obiektami i przekazywanie informacji o pracy urządzeń (maszyn) w czasie rzeczywistym z możliwością bieżącej optymalizacji czynności. Technologie komunikują się ze sobą i wymieniają dane poprzez IoT i gromadzą dane w cloud computing. Rozwój narzędzi ICT (kapitał intelektualny) jest obok kapitału fizycznego i ludzkiego jednym z głównych determinantów postępu technologicznego w Gospodarce 4.0. Innowacyjność i skuteczność wprowadzania zmian są wyznacznikami konkurencyjności. Rozwój technologii IT wpisuje się w politykę UE. Wiele z dostępnych programów wsparcia dla innowacyjności opiera się na triadzie: nauka, technologia i innowacje. Uwarunkowania ekonomiczne, finansowe i społeczne gospodarek nie pozostają bez znaczenia (Gajdzik, 2022). Wysoki poziom PKB na jednego mieszkańca ułatwia krajom budowanie innowacyjności. Wiele z nich zmienia swoją politykę poprzez zwiększanie inwestycji w innowacje biznesowe i przedsiębiorczości. Niemniej w skali krajów wspólnoty UE występują różnice pomiędzy krajami o niskim

potencjale innowacyjnym a liderami w tym obszarze (Verspagen, 2006; Kergroach, 2016; Asheim i in., 2016). W traktacie lizbońskim jednym z głównych celów jest wspieranie zrównoważonego rozwoju wszystkich państw członkowskich. Zrównoważoność jest wpisana w rozwój Przemysłu 4.0. Autorzy Gajdzik i in. (2020) dokonali analizy zazębiania się technologii, czy też filarów Przemysłu 4.0 w aspekcie kontynuowania (realizacji) strategii zrównoważoności, dochodząc do wniosku, że Przemysł 4.0 nie istnieje bez sustainability, a wręcz zrównoważoność jest warunkiem koniecznym do rozwijania nowoczesnych technologii Przemysłu 4.0 w dążeniu do poszanowania zasobów, według zasady: środowisko dla nas i przyszłych pokoleń (raport Brundtland).

Technologie informatyczno-komputerowe są podstawą (zaczątkiem) do zmian w kierunku Przemysłu 4.0. Pełna, czy też pogłębiona digitalizacja są w różnych zakresach wykorzystywane w przedsiębiorstwach. Na rynku działają sektory przemysłu, gdzie poziom automatyzacji i cyfryzacji jest większy niż w innych, np. sektor automotive, przemysł spożywczy, obuwniczy, tekstylny, jak i sektory, gdzie technologie ICT są wykorzystywane w mniejszym zakresie, chociaż nie marginalnym. Wielu naukowców (zespołów badaczy) analizowało użytkowanie ICT w sektorach przemysłu. Analizy są o tyle łatwe do przeprowadzenia, że Główny Urząd Statystyczny raportuje wykorzystanie ICT w sektorach (branżach) przemysłu w Polsce. W skali europejskiej i światowej dostępne są raporty z pomiarów innowacyjności.

Digitalizacja jest wyznacznikiem innowacyjności. W dokumencie Komisji Europejskiej: *Digitising European Industry* (2016) czytamy, że technologie cyfrowe ulepszają procesy biznesowe i produkcyjne oraz produkty i usługi. Do badania i porównywania poziomu innowacyjności państw UE służy Europejski Ranking Innowacyjności (EIS). Wyniki prezentowany są na podstawie analizy wskaźników dotyczących takich obszarów, jak: nakłady na działalność innowacyjną, obszary innowacyjności, wykorzystanie ICT, transfer wysoko- i średniozaawansowanych technologii, kwalifikacje zasobów ludzkich, patenty, dostęp do Internetu szerokopasmowego, PKD na osobę i inne. W kwietniu 2016 roku Komisja Europejska zainicjowała działania określane jako: *Digitising European Industry*, w skrócie: DEI. Celem inicjatywy było zwiększanie konkurencyjności gospodarek krajów Unii Europejskiej przez wdrażanie cyfrowych innowacji w przedsiębiorstwach. Przyjęto bowiem założenie, że podstawą dla rozwoju Przemysłu 4.0 jest wysoki poziom digitalizacji przedsiębiorstw.

Do oceny poziomu digitalizacji w skali makro służą wskaźniki: NRI (Networked Readiness Index) i DESI (Digital Economy and Society Index). Wskaźnik NRI opracowany

był na potrzeby Światowego Forum Ekonomicznego, a wskaźnik DESI (indeks około 30 wskaźników) opracowała Komisja Europejska w celu monitorowania poziomu cyfryzacji państw Unii Europejskiej oraz Islandii, Norwegii i Turcji. Dodatkowym wskaźnikiem jest EDPR. W obszarach: platform współpracy, prac badawczych i rozwojowych, innowacji technologicznych, standaryzacji i otoczenia regulacyjnego, pilotażowych projektów lub testów, baz zasobowych (ośrodki cyfrowej innowacji), rozwoju umiejętności pracowniczych (kompetencje 4.0), wsparcia dla startupów. Używając indeksów NRI i DESI ocenia się: dostępność i szybkość sieci, poziom cyfryzacji biznesu i państwa, dostępność wysoko wyspecjalizowanych pracowników na rynku pracy i poziom edukacji.

3. Innowacje a języki programowania

Technologie IT są istotnymi zasobami produktywności w skali makro, mezo i mikro. Dzięki ich rozwojowi jest możliwe gromadzenie, przetwarzanie i analiza coraz większych ilości danych. To z kolei prowadzi do pozyskiwania informacji, które następnie służą budowaniu nowej wiedzy, kreując dalszy rozwój narzędzi IT. Gospodarka 4.0 oparta o ICT jest więc często definiowana jako gospodarka oparta na wiedzy (ang. Knowledge Economy). Dostęp do wiedzy rzutuje na konkurencyjność biznesu, a tym samym państw i społeczeństw (Olszak, 2014). Wraz z wykształceniem nowej wiedzy, ewoluują również techniki i metody informatyczne, systemy operacyjne, zmieniają się technologie. To wszystko ściśle związane jest także ze zmianami jakie zachodzą w językach programowania, które są fundamentem cyfryzacji. Transformacja cyfrowa uznawana jest za światowy megatrend gospodarek wysoko rozwiniętych, rzutujących na pozostałe gospodarki (Wrycza & Maślankowski, 2019). Rozwój technologii teleinformatycznych jest naturalnym etapem postępu technologicznego trzeciej rewolucji przemysłowej z 1969 roku, której symbolem stała się elektronika i silnie zautomatyzowana produkcja (Adamczewski, 2017; Adamczewski, 2020). Trudno dzisiaj znaleźć sektor gospodarki odizolowany od tego, co dzieje się na gruncie rozwiązań ICT (informatyczno-komunikacyjnej technologii).

Rozwój informatyki i komputeryzacja ukształtowały nową gospodarkę zwaną gospodarką informatyczną (ang. Information Economy) lub gospodarką cyfrową (ang. Digital Economy). Cyfrowość wkroczyła z impetem do przemysłu. Zmiany, które dokonują się w biznesie w sferze cyfryzacji w strukturach współpracujących przedsiębiorstw, D. Tapscott (1999) nazwał sieciową formą inteligentnej współpracy (ang. Networked Intelligence). Ukształtowaną

sieć cechuje silna digitalizacja funkcjonowania przemysłu w cyfrowej gospodarce i w cyfrowym społeczeństwie.

Technologie komputerowe i teleinformacyjne stworzyły nowe warunki i możliwości prowadzenia biznesu. Digitalizacja (cyfryzacja) przemysłu, na szeroką skalę, rozpoczęła się w latach 90. ubiegłego wieku (Snabe i in., 2016). Pomimo, że cyfrowość jest rezultatem trzeciej rewolucji, to nadal jest budowana ponieważ zmieniło się podejście do cyfryzacji biznesu (Arens, 2018). W czwartej rewolucji cyfryzacja ma być pełna. Digitalizacja jest konwersją danych analogowych przy użyciu dostępnej technologii w formę cyfrową (Oxford English Dictionary, 2016). Digitalizacja to przekształcenie powiązań komunikacyjnych z funkcjami i modelami biznesowymi w cyfrowe rozwiązania sieciowe (Bloomberg, 2018). Cyfryzacja integruje technologie w poszczególnych obszarach działalności gospodarczej na całym świecie (Clerck, 2017). Digitalizacja to także zbiór cyfrowych produktów i usług (Oxford English Dictionary, 2016), które z reguły powstają przez technologie cyfrowe łączące procesy wytwórcze i usługowe. W przedsiębiorstwach cyfryzacja usprawnia automatyzację procesów. Cyfrowy biznes osiąga wyższą produktywność poprzez elastyczność i zwinność operacji (Vernersson i in., 2015). W czwartej rewolucji przemysłowej digitalizacja rozszerza się na całe łańcuchy dostaw, począwszy od zaopatrzenia, poprzez produkcję, i dalej sprzedaż, aż po logistykę odwrotną. Cyfryzacja poza transferem danych z analogowych do cyfrowych (jak to podano na początku) doskonali procesy przez tworzenie wydajnych interfejsów i wymianę ogromnych zbiorów danych w czasie rzeczywistym, a także przez informatyczne systemy zarządzania i wsparcia procesowego (Bogner i in, 2016). Wsparcie procesowe jest możliwe dzięki rozbudowanym, innowacyjnym, dostępnym programom i aplikacjom komputerowym zarówno dla zwykłych użytkowników, jak i dla biznesu. Pięć generacji języków programowania ujęto w tabeli (Tabela 1).

Tabela 1.*Generacje języków programowania*

Generacja	Opis	Przykłady
Pierwsza	maszynowe, oparte na binarnym kodowaniu instrukcji (języki procesorów)	język maszynowy (każdy typ komputera operował własnym kodem binarnym)
Druga	assembly	SOAP
Trzecia	języki wysokiego poziomu, pozwalające na programowanie przy użyciu instrukcji warunkowych, sekwencyjnych i pętli, znajomość architektury komputerowej nie jest konieczna	C, C++, Java, Python
Czwarta	bardzo wysokiego poziomu, do specjalistycznych zastosowań	SQL
Piąta	najbliższe językowi naturalnemu, wykorzystywane przy sztucznej inteligencji	PROLOG

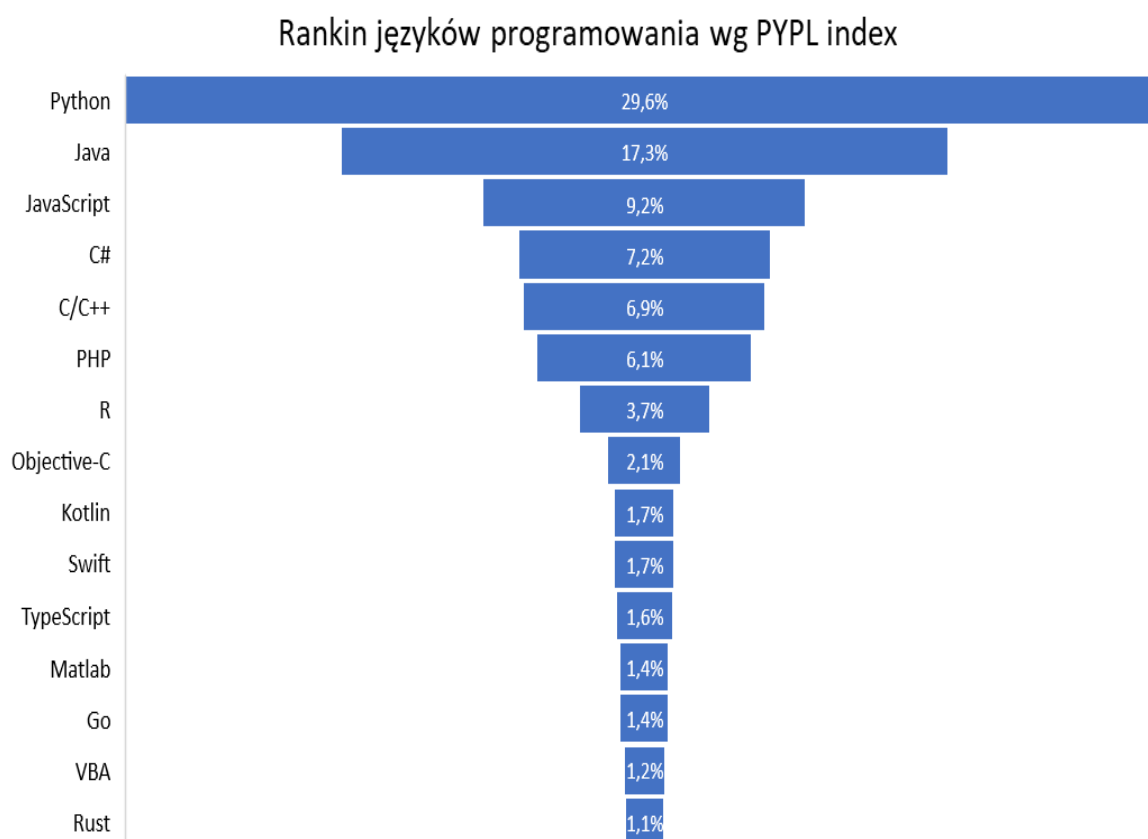
Źródła: opracowanie własne.

Do tej pory świat komputerowy operuje ponad 500 językami programowania, niektóre się zdezaktualizowały a inne zostały zmodyfikowane i dostosowane do poziomu technologii. Języki programowania, które powstały w XX wieku takie, jak: Assembly, C, C++, C#, SQL, Matlab, Python, Objective-C, Java, JavaScript, PHP, Ruby, nadal są stosowane i doskonalone. Nowo powstałe języki czasami nie wypierają języków dotychczas stosowanych. Niektóre budowane są od podstaw, a inne na bazie dotychczasowych. Do nowych i spopularyzowanych należą Kotlin, Swift, Go, Julia. Zdarza się, że z powodu istniejących trendów rynkowych niektóre języki programowania są okresowo lub całkowicie wycofywane z użytkowania. W ich miejsce powstają nowe, które mają szersze zastosowanie lub uwzględniają inną klasę problemów niż poprzednie, np. ze względu na moce obliczeniowe, typologie zadań użytkowników (Tratt&Welc, 2014).

4. Analiza języków programowania na podstawie rankingów popularności

Do przeprowadzenia badań użyto danych pochodzących z dwóch stron internetowych, które wybrano zgodnie z przyjętym tematem publikacji. Jedną ze stron to <https://pypl.github.io/PYPL.html>, a druga to strona wydawnictwa <https://www.packtpub.com/>. Obydwie strony udostępniają dane typu open. Na potrzeby przyjętego tematu pracy, dane zostały posegregowane według zakresu czasowego (rok 2021) oraz według użyteczności języków programowania w poszczególnych technologiach nowej generacji, które uznaje się za kluczowe w gospodarce 4.0 i czwartej rewolucji przemysłowej.

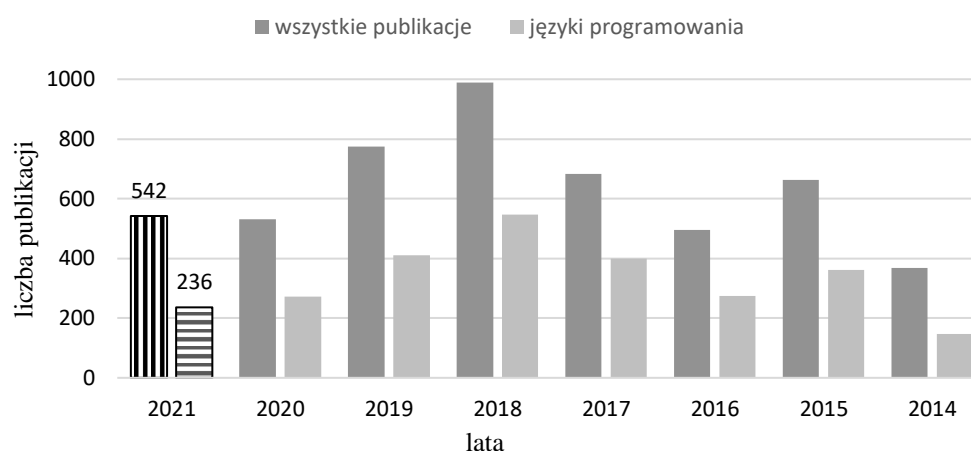
Według PYPL index⁶ największym zainteresowaniem w ostatnim roku cieszyły się następujące języki (Rysunek 1):



Rysunek 1. Ranking języków programowania. Źródło: <https://pypl.github.io/PYPL.html> (dostęp listopad 2022)

Pozostałe języki takie, jak: Ruby, Ada, Scala, Visual Basic, Dart, Lua, będące w rankingu odpowiednio na miejscach 16 do 21, osiągnęły wartości od 1% do 0,4%.

Natomiast według wydawnictwa Pact Publishing, które publikuje jedynie materiały dotyczące technologii IT i związanych z nimi narzędzi, ranking został zbudowany na podstawie liczby publikacji dotyczących języków programowania w ich obszarach użytkowania. Obszar badań zawężono do roku 2021, w których całkowita liczba publikacji wyniosła 542, z czego 236 (44%) dotyczyło języków programowania. Warto zwrócić uwagę, że w latach 2015-2020 publikacje związane z językami programowania stanowiły ponad 50% wszystkich, przy czym od roku 2014 do 2017 ten procentowy udział wzrastał do poziomu około 59% w roku 2017, następnie z roku na rok następował spadek. Liczbę publikacji w latach 2014-2021 zaprezentowano na rysunku (Rysunek 2).



Rysunek 2. Liczba publikacji dotycząca języków programowania w porównaniu do liczby wszystkich publikacji w latach 2014-2021. Źródło: ; opracowanie własne na podstawie <https://www.packtpub.com/> (dostęp październik 2022).

Języki programowania są narzędziami uniwersalnymi, mimo tego dla profesjonalistów wybór języka jest decyzją istotną w budowaniu innowacyjności przedsiębiorstwa ze wskazaniem na konkretne technologie. Oprócz obszaru zastosowań zależy on od wielu czynników, np. szybkość, wielkość i bezpieczeństwo tworzonych aplikacji, a także ich możliwości adaptacyjne. W procesie decyzyjnym należy uwzględnić również sytuację ujętą w pytaniach: Czy program jest budowany od podstaw?, Czy potrzebna jest modyfikacja w kategoriach rozbudowy lub aktualizacji?. W większości wybór należy do programistów. Zdarza się, że proces decyzyjny ma element subiektywizmu wynikający ze: specyfiki upodobań, doświadczenia, umiejętności programisty. Dobór języka jest podporządkowany również dostępem do zintegrowanego środowiska programistycznego (Integrated Development Environment - IDE). W tabeli (Tabela 2) przedstawiono obecne obszary użytkowe języków programowania w publikacjach w roku 2021. Zastosowano nazewnictwo angielskie ze względu na nie zawsze precyzyjne tłumaczenia technologii w języku polskim.

Tabela 2.*Liczba publikacji dla języków programowania w ich obszarach użytkowania*

	Data	Programming	Cloud & Networking	Web Development	Business & Other	Security	Mobile	Game Development	IoT & Hardware	RAZEM	
Python	73	17	4	8	1	3	0	1	0	107	
JavaScript	5	4	1	24	0	0	0	0	0	34	
C#	0	6	1	14	0	0	4	4	0	29	
Java	0	5	0	7	0	0	1	1	0	14	
C++/C	0	4	2	0	0	0	0	1	3	10	
Swift	0	0	0	0	1	0	7	2	0	10	
Kotlin	0	0	0	0	0	0	4	0	0	4	
Powershell	1	0	2	0	0	0	0	0	0	3	
HTML	0	0	0	3	0	0	0	0	0	3	
Dart	0	0	0	1	0	0	2	0	0	3	
TypeScript	0	3	0	0	0	0	0	0	0	3	
PHP	0	1	0	1	0	0	0	0	0	2	
Go	0	1	0	1	0	0	0	0	0	2	
SQL	2	0	0	0	0	0	0	0	0	2	
CSS	0	0	0	2	0	0	0	0	0	2	
Rust	1	0	0	1	0	0	0	0	0	2	
Scala	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	
Groovy	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	
Julia	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	
Lua	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	

Assembly	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	
R	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	

Źródło: opracowanie własne na podstawie <https://www.packtpub.com/> (dostęp: październik 2022)

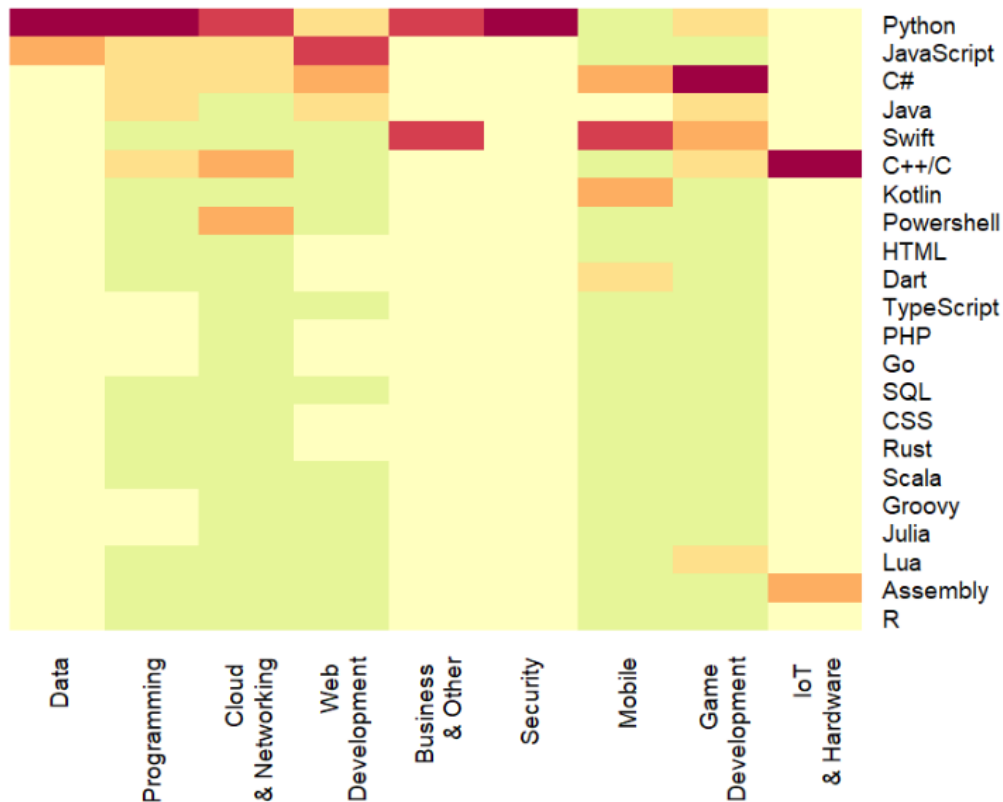
Najwięcej publikacji w tematyce języków programowania dotyczyło danych (Data), czyli zagadnień typu pobierania, przetwarzania, analizy i wizualizacji danych, uczenia maszynowego i głębokiego uczenia, analityki biznesowej (BI), programowania baz danych i ich administracji, komputerowego rozpoznawania obrazów. Kolejnym obszarem było tworzenie i zarządzanie stronami i aplikacjami internetowymi (Web Development), następnie programowanie (Programming), więc kwestie dotyczące tworzenia programów, aplikacji, również języków programowania, analizy geoprzestrzennej, programowania o wysokiej wydajności, funkcjonalnego, obiektowego, oraz sztucznej inteligencji). Dalej dużą popularnością wykazywały się urządzenia mobilne (Mobile), a zatem języki związane z programowaniem dla iOS, aplikacji cross-platformowych, aplikacji dla systemu Android, systemu Windows. Po dziesięć pozycji charakteryzujących się problematyką języków programowania ukazało się w kontekście tworzenia gier (Game Development) oraz chmury i networkingu (Cloud&Networking – treściami dotyczącymi administracji systemami, wirtualizacji, serwerów, konteneryzacji, bezpieczeństwa sieci). Wyniki te zaprezentowano na przykładzie chmury słów na rysunku (Rysunek 3). Wielkość czcionki obrazuje liczbę publikacji w danym obszarze (im większa liczba, tym większa czcionka).



Rysunek 3. Obszary użytkowania języków programowania. Adapted from: opracowanie własne na podstawie danych pochodzących z witryny <https://www.packtpub.com/> (dostęp październik 2022)

Kolejny rysunek (Rysunek 4) to mapa ciepła, gdzie w porządku malejącym przedstawiono liczbę publikacji związanych z danym językiem programowania (oś pionowa). Natężenie

barwy czerwonej symbolizuje częstość występowania języków w poszczególnym obszarze użytkowania. Python jest według analizowanych danych językiem najbardziej uniwersalnym i mimo niewielkich ilości publikacji dla takich konceptów jak Cloud & Networking, Security, Business & Other, większość była związana właśnie z nim. Ponadto jest to też język w ostatnich latach najbardziej popularny, ze względu na stosunkową łatwość nauki.



Rysunek 4. Wybrane języki programowania według kryterium częstości występowania w publikacjach w 2021. Źródło: opracowanie własne na podstawie danych pochodzących z witryny <https://www.packtpub.com/> (dostęp październik 2022)

5. Wnioski:

Systemy cyfrowe w coraz większym stopniu przenikają do codziennej rzeczywistości. Powoduje to powstawanie ogromnych ilości danych, które są zbierane i magazynowane przez systemy informatyczne. Zdolności do gromadzenia, organizowania, przechowywania, przesyłania, udostępniania, analizowania i wizualizacji danych przyspieszył w ostatnich latach. Przekłada się to na ilość publikacji związanych z zarządzaniem danymi (Data) i również na popularność języków programowania, które uważane są za najlepsze do

zastosowania w tym obszarze. 36% wszystkich publikacji dotyczących języków programowania odnosiło się do obszaru Data i był to wynik najwyższy. Drugi wynik -28% należał do Web Development, czyli rozwoju sieci, który wraz z rozwojem chmury obliczeniowej ma niebagatelny wpływ na kreację danych. Na trzecim miejscu uplasowało się programowanie (Programming), które głównie wiązało się ogólnie z nauką programowania w danym języku oraz tworzeniem i rozwojem aplikacji.

Z perspektywy języków programowania sytuacja w 2021 roku kształtowała się następująco:

- Na podstawie analizy indeksu PYPL największą popularnością cechowały się następujące języki programowania:
 - Python – 29,6%
 - Java– 17,3%
 - JavaScript – 9,2%
 - C – 7,2%
 - C++/C – 6,9%
 - PHP – 6,1%
 - R – 3,7%.
- Na podstawie analizy publikacji wydawnictwa Pact ustalono, że największą popularność miały następujące języki programowania::
 - Python w obszarze zarządzania danymi (Data), programowania (Programming), przy czym ogólna liczba dla niego też była najwyższa i stanowiła ponad 45% wszystkich publikacji związanych z językami programowania;
 - w obszarze rozwoju sieci (Web Development) JavaScript, C# oraz Python, gdzie JavaScript stanowi ponad 14% publikacji dotyczących języków programowania, a C# ponad 12%;
 - Swift w obszarze aplikacji mobilnych (Mobile);
 - C# w obszarze tworzenia gier (Game Development).
- Python w ostatnich latach znajduje się na pierwszym miejscu w rankingach popularności – według indexu PYPL od lat 2000 piął się cały czas w górę (w 2005 jego wynik plasował się mniej więcej w okolicy 3%), by około połowy 2018 roku przebić Javę i od tego czasu tkwi na pierwszym miejscu niezmiennie. Liczba publikacji związana z tym językiem jest odpowiedzią na ten trend.
- Mimo wysokiej popularności Javy (drugie miejsce) nie przekłada się to na liczbę publikacji. Może to być wynikiem faktu, że popularność Javy w 2005 roku wynosiła

około 30% i przez wszystkie lata do 2019 roku nie spadła poniżej 20%. W związku z tym rynek jest już najprawdopodobniej nasycony i mimo tego, że nadal pojawiają się publikacje, to jednak nie w takiej ilości, jak w przypadku pozostałych języków programowania. Ponadto Java jest podobnie jak Python językiem bardziej uniwersalnym, natomiast JavaScript bardziej ukierunkowanym na wybrany obszar - na Web Development. C# (ogólnego zastosowania) został natomiast utworzony pierwotnie tylko na Windows, jako język będący odpowiedzią firmy Microsoft na Javę, jednak po pewnym czasie został dostosowany do pracy również w innych systemach. Jest cały czas ulepszany i jest uważany przez programistów za język łatwiejszy niż Java. Ponadto szeroko stosuje się go przy rozwoju sieci oraz także przy tworzeniu gier.

Powyższe wyniki nie są zaskakujące. Wykorzystywanie języków programowania przy gromadzeniu danych i ich analizie stanowi często o przewagach konkurencyjnych. Dla biznesu, lecz nie tylko, wydobywanie informacji z danych przechowywanych w systemach informatycznych organizacji oraz określanie ich przydatności jest jedną z najistotniejszych kwestii, przed jakimi stają organizacje obecnie. Rozwój sieci i aplikacji z nią związanych jest kluczowy dla infrastruktury IT, gdyż jest gwarantem swobodnego i szybkiego przesyłu danych pomiędzy urządzeniami (użytkownikami) mającymi dostęp do tej sieci. Natomiast przeniesienie aktywności do Internetu, ułatwia dostęp do szerszej grupy użytkowników (potencjalnych klientów lub usługodawców).

6. Zakończenie

W całej gospodarce zmieniają się liczne procesy produkcyjne, organizacyjne, zarządzania zasobami ludzkimi i przekształceniu ulegają również wykorzystywane w tych procesach technologie informacyjne. Innowacje są czynnikiem zmian. Mogą się odnosić wyłącznie do biznesu, a mogą to być także innowacje społeczne. Technologie ICT są sercem współczesnych innowacji. Udoskonalanie, tworzenie nowych narzędzi ICT, w tym języków programowania ma wpływ na rozwój technologii. Obserwacja zmian zachodzących w zakresie stosowania narzędzi ICT pozwala określać kierunek tych zmian i w odpowiedni sposób na nie reagować.

Popyt kreuje podaż. Dlatego też śledzenie tego typu wskaźników jak PYPL, który bazuje na ilości zapytań danej frazy – tu języka programowania, daje możliwość obserwacji zapotrzebowania na dane dobro, usługę. Można takie badania zawęzić do wybranych regionów geograficznych. Dzięki wyłapywaniu tego typu sygnałów i szybkiej reakcji na nie, organizacja

może uzyskać przewagę konkurencyjną. W przypadku sektora IT, zwiększona ilość wyszukiwań danego narzędzia IT, technologii, języka programowania może ukierunkować osoby, organizacje, które zajmują się np. szkoleniami, przeprowadzaniem kursów, do zwiększonej aktywności w danym obszarze. Nie musi to być ograniczenie tylko do sektora IT. Przeprowadzanie tego typu badań w odniesieniu do całego systemu edukacji może również go zmieniać i reagować na pożądane kierunki rozwoju osobistego, a tym samym przynosić korzyści dla społeczeństwa.

Bibliografia

1. Adamczewski, P. (2017). *Knowledge Management in Intelligent Organizations in the Times of the Digital Transformation — Findings of the Research on the Polish SME Sector*, [w:] Zeszyty Naukowe Wyższej Szkoły Bankowej w Poznaniu, t. 75, nr 4. Poznań: Wydawnictwo Wyższej Szkoły Bankowej w Poznaniu, s. 53-68 (s. 55).
2. Adamczewski, P. (2020). *Środowisko SMAC jako determinanta zarządzania 3.0*, s. 11-23, [w:] Zarządzanie – nowe perspektywy z udziałem e–technologia, (red). E. Gołębiowska, M. Oziębło. Warszawa: Wydawnictwo Społecznej Akademii Nauk.
3. Arens, M.; Neef, C.; Beckert, B.; Hirzel, S. (2018). *Perspectives for digitising energy-intensive industries— Findings from the European iron and steel industry*. In Proceedings of ECEEE Industrial Summer Study; Stockholm: ECEEE, Sweden, pp. 259-268.
4. Asheim, B., Grilitsch, M., Tripl, M. (2016). *Regional Innovation Systems: Past-present-future* [w:] *Handbook on the Geographies of Innovation*, red. R. Sharmur, C. Carrincazeaux, D. Doloreux, Cheltenham: Edward Elgar Publishing, s. 45-46.
5. Bloomberg, J. (2018). *Digitization, digitalization, and digital transformation: confuse them at your peril*.
6. Bogner, E.; Voelklein, T.; Schroedel, O.; Franke, J. (2016). Study based analysis on the current digitalization degree in the manufacturing industry in Germany. *Procedia CIRP*, 57, 14–19.
7. Boons, F.; Luedeke-Freund, F. (2013). Business models for sustainable innovation: State-of-the-art and steps towards a research agenda. *J. Clean. Prod.*, 45, 9–19.
8. Clerck, J. (2017). *Digitization, Digitalization and Digital Transformation: The Differences*. i-SCOOP. [online:] <https://www.i-scoop.eu/digital-transformation/digitization-digitalization-digital-transformation-disruption/> (2020-02-20).
9. Colombo, E., Mercorio, F., Mezzanica, M. (2019). AI meets labor market: Exploring the link between automation and skills. *Information Economics and Policy*, 47.
10. Cyert, M.; Mowery, D. (1987). *Technology and Employment: Innovation and Growth in the U.S. Economy*. Washington D.C: National Academy Press.
11. Edquist, C.; Hommen, L.; McKelvey, M. (2001). *Innovation and Employment: Process Versus Product Innovation*. Northampton: Edward Elgar Publishing.
12. Erro-Garcés, A. (2021). Industry 4.0: defining the research agenda. *Benchmarking: An International Journal*, 28, 5, 1858-1882. DOI 10.1108/BIJ-12-2018-0444.
13. Forbes, [online:] <https://www.forbes.com/sites/jasonbloomberg/2018/04/29/digitizationdigitalization-and-digital-transformation-confuse-them-at-yourperil/#45328d792f2c> (2020-02-04).
14. Frey, C. B.; Osborne, M. A. (2017). *The future of employment: How susceptible are jobs to computerisation? Technological Forecasting and Social Change*, 114.
15. Gajdzik, B. (2022). *Diagnoza kierunków transformacji przemysłu stalowego w Przemysle 4.0*, ISBN 978-83-7880-850-3. Gliwice: Wydawnictwo Politechniki Śląskiej. Monografia 945.
16. Gajdzik, B.; Grabowska, S.; Saniuk, S.; Wieczorek, T. (2020). Sustainable Development and Industry 4.0: A Bibliometric Analysis Identifying Key Scientific Problems of the Sustainable Industry 4.0. *Energies*, 13 (16), (art. no. 4254), p. 1-27, DOI:10.3390/en13164254, e-ISSN 1996-1073.
17. Gracel, J.; Łebkowski, P. (2018). Concept of Industry 4.0-Related Manufacturing Technology Maturity Model (ManuTech Maturity Model – MTMM) *Decision Making in Manufacturing and Services*, 12 (1-2), 17-31, [online]: <https://journals.agh.edu.pl/dmms/article/view/2779/2193>
18. Hermann, M.; Pentek, T.; Otto, B. (2015). Design Principles for Industrie 4.0 Scenarios. A literature review. *Working Paper No. 01*. Technische Universität Dortmund Fakultät Maschinenbau, [online:] [http://www.iim.mb.tu-dortmund.de/cms/de/forschung/Arbeitsberichte/Design Principles-for-Industrie-4_0-Scenarios.pdf](http://www.iim.mb.tu-dortmund.de/cms/de/forschung/Arbeitsberichte/Design%20Principles-for-Industrie-4_0-Scenarios.pdf).
19. Kergroach, S. (2016). *Recent International Trends in STI policies* [w:] OECD, Science, Technology and Innovation Outlook 2016, OECD Publishing, s.161-164.
20. Maier, D.; Buzatu, A.; Costache, C.; Maier, A. (2018). *The creativity role in the innovation management*. In Proceedings of the 32nd International Business Information Management Association Conference, IBIMA 2018—Vision 2020: Sustainable Economic Development and Application of Innovation Management from Regional expansion to Global Growth, Seville, Spain, 15–16 November 2018.
21. Maier, D.; Maier, A.; Aşchilean, I.; Anastasiu, L.; Gavriş, O. (2020). The Relationship between Innovation and Sustainability: A Bibliometric Review of the Literature. *Sustainability*, 12, 4083. <https://doi.org/10.3390/su12104083> INNOWACJE plus SUSTAINABILITY.

22. OECD; Eurostat. The Measurement of Scientific, Technological and Innovation Activities. In Oslo Manual 2018: Guidelines for Collecting, Reporting and Using Data on Innovation, 4th ed.; OECD Publishing: Paris, France; Luxembourg : Eurostat, 2019.
23. Olszak, C. (2014). *Cywilizacja informacyjna* [w:] *Informatyka dla biznesu*, red. C. Olszak. Katowice: Wydawnictwo Uniwersytetu Ekonomicznego, s. 20.
24. Oxford English Dictionary, (2016). *Digitization*. Oxford University Press.
25. Peters, H. (2016). *Application of Industry 4.0 concepts at steel production from an applied research perspective*. Presentation at 17th IFAC Symposium on Control, Optimization, and Automation in Mining, Mineral and Metal Processing, [online:] https://tc.ifac-control.org/6/2/files/symposia/vienna-2016/mmm2016_keynotes_peters.PowerPoint-Präsentation (ifac-control.org).
26. Pianta, M. (2006). Innovation and Employment. In J. Fagerberg, D. Mowery, & R. Nelson, *The Oxford Handbook of Innovation*. Oxford University Press.
27. PYPL. <https://pypl.github.io/PYPL.html> (dostęp 20 Nov. 2022).
28. Schwab, K. (2016). *Shaping the Fourth Industrial Revolution* <www.project-syndicate.org/commentary/fourth-industrial-revolution-human-development-by-klaus-schwab-2016-01?barrier=accessreg>. Swoje przemyślenia na temat czwartej rewolucji przemysłowej K. Schwab przedstawił w wydanej w 2016 r. monografii pt. *The fourth industrial resolution*. Davos: World Economic Forum.
29. Snabe, Hagemann J., Weinelt B. (2016). Digital transformation of industries. *World Economic Forum*, January.
30. Tapscott, D. (1999). *The Digital Economy: Promise and Peril in the Age of Networked Intelligence*. Translated from English by Dubinsky, I. and Pisarev, S. (ed.). Kiev: ITN Press.
31. Tratt, L.; Welc, A. (2014). Programming Languages. *IEEE Software*, vol.31, nr 5.
32. Verspagen, B. (2006). *Innovation and Economic Growth* [w:] *The Oxford Handbook of Innovation*, red. J. Fagerberg, D. Mowery, R. Nelson. Oxford: Oxford University Press, s.487-513.
33. Wrycza, S.; Jacek, M. (2019). *Informatyka ekonomiczna. Teoria i zastosowania*. Warszawa: Wydawnictwo Naukowe PWN, s. 30.