



Wyższa Szkoła Ekonomii
i Informatyki w Krakowie



ZESZYTY NAUKOWE

numer

17

ISSN 1734-5391

Kraków 2021



**Wyższa Szkoła Ekonomii
i Informatyki w Krakowie**

ZESZYTY NAUKOWE

Zeszyt nr 17

Kraków 2021

Komitet Redakcyjny:

dr hab. Prof. Wyższej Szkoły Ekonomii i Informatyki w Krakowie (WSEI) Artur Piaszczyk – redaktor naczelny

dr Przemysław Stach – członek redakcji

dr inż. Prof. Wyższej Szkoły Ekonomii i Informatyki w Krakowie (WSEI) Zbigniew Handzel – członek redakcji

mgr Małgorzata Żmudzka-Kosała, Wyższa Szkoła Ekonomii i Informatyki w Krakowie (WSEI) – sekretarz

Rada Programowa:

dr hab. inż. Prof. Wyższej Szkoły Ekonomii i Informatyki w Krakowie (WSEI) Jan Werewka - przewodniczący
Prof. dr hab. Jan Czekaj, Uniwersytet Ekonomiczny w Krakowie

dr Tomasz Piwowarski, Wyższa Szkoła Ekonomii i Informatyki w Krakowie (WSEI)

Prof. William Butler, Vice President of Academic Affairs

dr Tal Pavel, Academic College of Tel Aviv, Jaffo, The Institute for Cyber Policy Studies

Recenzenci:

Prof.dr hab. Tadeusz Grabiński –Uniwersytet Ekonomiczny w Krakowie

Prof.dr hab. Zbigniew Luty – Uniwersytet Ekonomiczny we Wrocławiu

Prof.dr hab. Grażyna Praweńska-Skrzypek – Uniwersytet Jagielloński

Dr hab. inż. Prof. AGH Anna Surowiec

Procedura recenzowania jest zgodna z wytycznymi Ministerstwa Nauki i Szkolnictwa Wyższego, które zawarto w broszurze pt. „Dobre praktyki w procedurach recenzyjnych w nauce”, Warszawa 2011.

Adres Redakcji:

Wydawnictwo Naukowe Wyższej Szkoły Ekonomii i Informatyki w Krakowie

ul. św. Filipa 17, 31-150 Kraków

tel. 12 431 18 90; fax: 12 431 18 82

© Copyright by Wyższa Szkoła Ekonomii i Informatyki w Krakowie

© Copyright by Autorzy

Kraków 2021

Printed in Poland

ISSN 1734-5391

Projekt okładki: Krzysztof Wrona

Korekta: mgr Małgorzata Żmudzka-Kosała

Skład tekstu i przygotowanie do druku: Arkadiusz Burtan

Spis treści

Wprowadzenie	5
Wojciech Blecharczyk, Marcin Kandefer Rola Krakowskiego Holdingu Komunalnego S.A. w zakresie gospodarki odpadowej Miasta Krakowa	9
Ryszard Ćwiertniak, Jan Werewka Adaptacja procesów edukacyjnych w kształceniu zdalnym inżynierów informatyki w okresie po pandemii	25
Zbigniew Handzel, Mirosław Gajer W kierunku automatycznej klasyfikacji języków naturalnych.....	53
Zbigniew Handzel, Mirosław Gajer Zastosowanie uczenia głębokiego w tłumaczeniu komputerowym	71
Paweł Jastrzębski Porównanie finansowo-środowiskowe farmy wiatrowej i fotowoltaicznej dedykowanych dla zasilania strefy przemysłowej	93
Krzysztof Molenda, Magdalena Partyka, Jan Werewka Dobór narzędzi rozwoju oprogramowania w cyklu DevOps z punktu widzenia studentów inżynierskich studiów informatycznych	105
Tomasz Piwowski, Anna Starzec Planowanie finansowe w grupach kapitałowych – dylematy i praktyczne rozwiązania.....	131

Jan Werewka, Marcin Szydłowski

Zagadnienie zdalnego oceniania studentów pokolenia Z

w okresie post-pandemicznym..... 149

Wprowadzenie

Oddajemy do rąk Czytelników kolejny, już siedemnasty, numer Zeszytów Naukowych Wyższej Szkoły Ekonomii i Informatyki w Krakowie.

W tym numerze tradycyjnie znalazły się artykuły z dziedzin i dyscyplin zgodnych z profilem kształcenia uczelni, czyli z obszarów zarządzania, finansów i rachunkowości oraz informatyki. Każdy zamieszczony w Zeszycie artykuł uzyskał dwie pozytywne opinie wykonane przez zewnętrznych recenzentów – pracowników naukowych państwowych wyższych uczelni.

Autorami prac zamieszczonych w tym numerze są zarówno etatowi pracownicy WSEI, jak też pracownicy naukowcy innych wyższych uczelni. Cieszy także fakt, że wśród autorów są również osoby związane na stałe z praktyką gospodarczą, które jednocześnie prowadzą zajęcia ze studentami WSEI.

Zeszyt siedemnasty otwiera artykuł Wojciecha Blecharczyka i Marcina Kandefera zatytułowany „Rola Krakowskiego Holdingu Komunalnego S.A. w zakresie gospodarki odpadowej Miasta Krakowa”. Gospodarka odpadowa to jeden z ważkich tematów współczesnych aglomeracji, stanowiący podstawę dostosowania polityk ekologicznych państw do zasad zrównoważonego rozwoju. Celem jej jest ochrona zasobów naturalnych. Obowiązek realizowania założeń gospodarki odpadami tak w zakresie ich odzysku, jak i utylizacji oraz składowania jest powinnością gmin. Zarówno w polskich realiach przemian gospodarczych, ekonomicznych oraz społecznych jak i w środowisku międzynarodowym gospodarka odpadowa stanowi wielkie wyzwanie. Stawia ona przed samorządami konieczność wypracowania odpowiednich modeli postępowania z jednej strony, a właściwego edukowania w tym zakresie z drugiej. Autorzy – na przykładzie działalności Zakładu Termicznego Przetwarzania Odpadów (Ekospalarnia Kraków), którego operatorem i zarządcą jest Krakowski Holding Komunalny S.A. – opisują jak realizowana jest w Krakowie polityka ekologiczna w zakresie gospodarki obiegu zamkniętego.

W kręgu tematyki ekologicznej siedemnastego numeru ZN WSEI mieści się też artykuł Pawła Jastrzębskiego zatytułowany „Porównanie finansowo – środowiskowe farmy wiatrowej i fotowoltaicznej dedykowanych dla zasilania

strefy przemysłowej”. Celem opracowania jest porównanie efektywności finansowej i ekonomicznej farmy wiatrowej i fotowoltaicznej, która wpływa na podjęcie decyzji o najbardziej efektywnej inwestycji w odnawialne źródła energii, której celem jest dostarczenie energii do strefy ekonomicznej na południu Polski. Autor dokonuje prezentacji analiz finansowo – ekonomicznych wybranych odnawialnych źródeł energii (OZE), które zostały przeprowadzone w oparciu o prognozowane dane z terenów (określenie potencjału energetycznego wiatrów oraz nasłonecznienia). Zostały wykonane obliczenia zaktualizowanej wartości netto oraz wewnętrznej stopy zwrotu.

Tomasz Piwowarski i Anna Starzec w artykule „Planowanie finansowe w grupach kapitałowych – dylematy i praktyczne rozwiązania” próbują wypełnić lukę, jaka istnieje w literaturze z zakresu rachunkowości zarządczej, gdzie bardzo rzadko podejmuje się kwestię zarządzania finansami w grupach kapitałowych, a szczególnie brakuje badań w obszarze planowania finansowego. Autorzy zaznaczają we wstępie, że widoczny jest wyraźny trend polityczny w zakresie tworzenia dużych przedsiębiorstw narodowych. Wielka koncentracja kapitału jest ogólnosiątkowym zjawiskiem, za którym stoją przede wszystkim ogromne korporacje. Zarządzanie potężnymi strukturami rodzi wyzwania w zakresie zarządzania. Zamierzeniem autorów artykułu było zbadanie z jakimi wyzwaniami mierzą się duże grupy kapitałowe i jak wygląda w praktyce planowanie finansowe w tego typu organizacjach. Zostały w nim przedstawione specyficzne uwarunkowania budżetowania w grupach kapitałowych. Zwrócono uwagę na czynnik synergii, który jest naturalnym celem każdej organizacji, a szczególnie wielkich organizacji, jakimi są grupy kapitałowe. Ponadto autorzy pracy przedstawili zagadnienie konsolidacji planów realizowanych według tych samych wytycznych, co sprawozdawczość finansowa. Omówiony został także problem koordynacji planowania w grupach kapitałowych ze względu na planowanie procesów i zasobów.

Tematyka dwóch następnych prac zamieszczonych w Zeszytach jest związana z lingwistyką i informatyką. Zbigniew Handzel i Mirosław Gajer w artykule „W kierunku automatycznej klasyfikacji języków naturalnych” opisują propozycję budowy systemu przeznaczonego do realizacji automatycznej klasyfikacji języków naturalnych ze względu na ich stopień podobieństwa typologicznego. Opracowany przez autorów system uwzględnia 72 języki, które należą głównie do indoeuropejskiej rodziny językowej. Uwzględnia on także kilka języków należących do innych rodzin językowych, a także wybrane języki sztuczne typu naturalistycznego. Autorzy dokonali prezentacji programu komputerowego służącego do wyznaczania liczbowej miary stopnia wzajem-

nego podobieństwa systemów zaimków osobowych, które występują w różnych językach świata.

Z kolei w artykule „Zastosowanie uczenia głębokiego w tłumaczeniu komputerowym” Zbigniew Handzel i Mirosław Gajer koncentrują się na przykładzie komputerowym, który jest najstarszym i jednocześnie najbardziej doniosłym zagadnieniem, które jest zaliczane do obszaru sztucznej inteligencji. Wskazują na przełomowy wynalazek w zakresie badań nad przekładem komputerowym, jakim było zastosowanie technik obliczeniowych, które bazują na sztucznych sieciach neuronowych z wykorzystaniem algorytmów uczenia głębokiego. Zaznaczają, że ważną zmianą było uruchomienie w 2017 roku serwisu tłumaczeniowego DeepL, który jest programem komputerowym wykorzystującym uczenie głębokie w translacji automatycznej. Zapewnia on przekład o bardzo wysokiej jakości pomiędzy dowolnie wybraną parą spośród ponad 20 języków. Umożliwia on m.in. tłumaczenie z i na język polski.

Artykuł zawiera krótką historię badań nad przekładem komputerowym, zwracając uwagę na rok 1933, kiedy pojawił się pomysł budowy maszyny, która mogłaby wspierać przekład z jednego języka na drugi. Omówiono główne trudności, które pojawiały się na drodze do budowy tłumaczy komputerowych, a także przedstawiono podstawowe podejścia wykorzystywane w translacji automatycznej. Zaprezentowano również interesujące wyniki eksperymentów przeprowadzonych z udziałem programu DeepL, które pokazują jego wysoką skuteczność w tłumaczeniu pomiędzy dowolnie wybraną parą języków, niezależnie od stopnia ich genetycznego pokrewieństwa.

Numer siedemnasty ZN WSEI zawiera jeszcze jeden artykuł z zakresu informatyki oraz dydaktyki. Jest to „Dobór narzędzi rozwoju oprogramowania w cyklu DevOps z punktu widzenia studentów inżynierskich studiów informatycznych” autorstwa Krzysztofa Molendy, Magdaleny Partyki, Jana Werewki. W pracy został poruszony problem doboru narzędzi w pełnym cyklu rozwoju oprogramowania DevOps. Samo słowo DevOps powstało z połączenia dwóch skrótów: Development i Operations. Rozumiane może być również jako zestaw nowoczesnych praktyk IT, które mają na celu zbliżenie programistów i personelu operacyjnego w ramach pracy nad tym samym projektem, ale w bardziej zespołowy sposób. W procesach rozwoju oprogramowania duże znaczenie ma dobór właściwych narzędzi, a w tym zakresie istnieje duża różnorodność rozwiązań.

Problemy dydaktyki poruszają też dwa inne artykuły i dotyczą nauczania w okresie pandemii. Ryszard Ćwiertniak oraz Jan Werewka w pracy „Adaptacja procesów edukacyjnych w kształceniu zdalnym inżynierów informatyki w okre-

sie po pandemii” przedstawiają rzeczywistość, jaka wytworzyła się w szkolnictwie wyższym w okresie pandemii i konieczność przejścia na naukę zdalną. W artykule zaprezentowano ocenę adaptacji procesów kształcenia studentów informatyki na studiach inżynierskich I stopnia w okresie pandemii. Wskazano na potrzebę rozróżnienia kursów synchronicznych, asynchronicznych i hybrydowych. Autorzy opracowania podkreślają, że nowa sytuacja epidemiologiczna sprawiła, że zmieniała się edukacja na wszystkich poziomach i etapach nauczania we wszelkich instytucjach szkoleniowych na całym świecie. W artykule zaprezentowano nowoczesne metody i techniki kształcenia na odległość, które są związane z próbą wyjścia naprzeciw pojawiającym się potrzebom w tym obszarze. Wskazano na dużą wartość, jaką w procesie kształcenia na odległość mają Otwarte Zasoby Edukacyjne oraz Masowe Otwarte Kursy Online.

Siedemnasty numer ZN WSEI zamyka kolejny artykuł z zakresu dydaktyki. Nosi on tytuł „Zagadnienie zdalnego oceniania studentów pokolenia Z w okresie post-pandemicznym”. Autorzy – Marcin Szydłowski i Jan Werewka – zajęli się w opracowaniu zagadnieniem sposobu oceny wiedzy studentów w trakcie zajęć oraz na koniec zajęć w ramach pracy zdalnej. Wiodącym celem przeprowadzonych badań było wypracowanie dobrych zasad i sposobów oceny wiedzy oraz umiejętności studentów. Wskazano, że kluczowa jest budowa modelu, który określałby dobre praktyki w prowadzeniu zajęć zdalnych. Autorzy zwracają uwagę na fakt, że w czasie pandemii zajęcia stacjonarne nie były przeprowadzane, natomiast w okresie post-pandemicznym należy zastosować mieszane formy pracy. Taki system hybrydowy pozwala na zwiększenie szansy wykorzystywania i rozwijania umiejętności praktycznych za pomocą komputera.

W artykule znalazła się też obszerna analiza myślenia i oczekiwań pokolenia Z. Wnioski z przeprowadzonych badań dowodzą, że w okresie post-pandemicznym nie będzie powrotu do nauki w takim standardzie, jaki obowiązywał przed pandemią. Najważniejszym zadaniem dla uczelni staje się usprawnienie pracy zdalnej, która niesie ze sobą nowe rozwiązania. Zajęcia hybrydowe są tą metodą nauczania, która będzie obowiązywać w rzeczywistości post-pandemicznej.

Redakcja

Kraków, grudzień 2021

Wojciech Bleharczyk¹,
Marcin Kandefer²

Rola Krakowskiego Holdingu Komunalnego S.A. w zakresie gospodarki odpadowej Miasta Krakowa

Streszczenie: Gospodarka odpadowa stanowi jedną z podstaw dostosowania polityk ekologicznych państw do zasad zrównoważonego rozwoju. Zarówno wytyczne międzynarodowe jak i krajowe polityki poszczególnych państw zakładają osiągnięcie obowiązujących standardów, spośród których jednym z podstawowych jest odpowiednia gospodarka odpadowa zmierzająca do ochrony zasobów naturalnych. Krajowe przepisy prawne nakładają na gminy obowiązek realizowania założeń gospodarki odpadami zarówno w procesie ich odzysku, utylizacji jak i składowania³.

Wysokie standardy obowiązujące w krajach „starej Unii Europejskiej” (jak Niemcy czy Dania) stanowią dla Polski i jej samorządów najlepsze wzorce w zakresie postępowania z odpadami, odzyskiwania w procesie recyklingu wszystkiego, co stanowi wartość zasobów oraz w obszarze utylizowania i składowania odpadów. Zarówno w polskich realiach przemian: gospodarczych, społecznych, ekonomicznych jak i w międzynarodowych standardach ekologicznych gospodarka odpadowa stanowi wielkie wyzwanie, stawiając przed samorządami konieczność wypracowywania odpowiednich modeli działania w tym zakresie, równoległe z koniecznością edukowania swoich mieszkańców.

Aby osiągać z roku na rok coraz lepsze rezultaty poszczególne samorządy muszą inwestować zarówno w nowoczesną infrastrukturę jak i edukację ekologiczną. Miasto Kraków przeżywa rozwój w zakresie gospodarki odpadowej dzięki komunalnej infrastruk-

¹⁾ Dr, wykładowca Wyższej Szkoły Ekonomii i Informatyki w Krakowie – awibleharczyk@onet.pl.

²⁾ Mgr, MBA – Członek Zarządu ds. Korporacyjnych Krakowskiego Holdingu Komunalnego S.A w Krakowie – mkandefer@khk.krakow.pl.

³⁾ M. Smol, J. Kulczycka, A. Czaplicka-Kota, D. Włoka, *Zarządzanie i monitorowanie gospodarki odpadami komunalnymi w Polsce w kontekście realizacji gospodarki o obiegu zamkniętym (GOZ)*, [w:] „Zeszyty Naukowe Instytutu Gospodarki Surowcami Mineralnymi i Energią Polskiej Akademii Nauk”, 2019, nr 108, s. 165-184.

turze oraz szeregu podmiotów zaangażowanych w poszczególne etapy tej działalności, stając się przykładem dla innych samorządów. Niniejszy artykuł opisuje Krakowski Holding Komunalny S.A. jako spółkę, która w złożonych procedurach gospodarki odpadowej miasta przyczynia się do podnoszenia standardów ekologicznych Krakowa oraz dążenia do gospodarki obiegu zamkniętego.

Słowa kluczowe: gospodarka odpadami, zrównoważony rozwój, gospodarka obiegu zamkniętego – GOZ, utylizacja, Zakład Termicznego Przekształcania Odpadów.

JEL classification codes: Q 5, Q 56

Wprowadzenie

Z dniem 1 stycznia 2013 r. weszła w życie nowelizacja ustawy o utrzymaniu czystości i porządku w gminie⁴, na mocy której Gmina Miejska Kraków przejęła ustawową odpowiedzialność za: zorganizowanie, odbiór i zagospodarowanie odpadów komunalnych wytwarzanych w nieruchomościach zlokalizowanych na jej terenie. Prowadzi to do osiągania – określonych w ustawie – wskaźników odzysku odpadów przeznaczonych do ponownego przetworzenia. Gospodarowanie odpadami komunalnymi w Gminie Miejskiej Kraków zostało uregulowane uchwałami Rady Miasta Krakowa, w tym między innymi Regulaminem utrzymania czystości i porządku na terenie gminy miejskiej Kraków⁵. Rada Miasta Krakowa powierzyła MPO Sp. z o.o. w Krakowie zarządzanie zintegrowanym systemem gospodarowania odpadami⁶. Wynikające z umowy zadania dla MPO dotyczą: gospodarowania odpadami komunalnymi w instalacjach umożliwiających uzyskiwanie m.in. odpowiedniego poziomu recyklingu oraz zapewnienie finansowania inwestycji budowlanych, utrzymania eksploatacji instalacji do przetwarzania odpadów komunalnych oraz zadbanie o osiąganie wymaganych przepisami prawa poziomów recyklingu. MPO jest także odpowiedzialne za przygotowanie do ponownego użycia odpadów i odzysku innymi metodami, a także do ograniczenia masy.

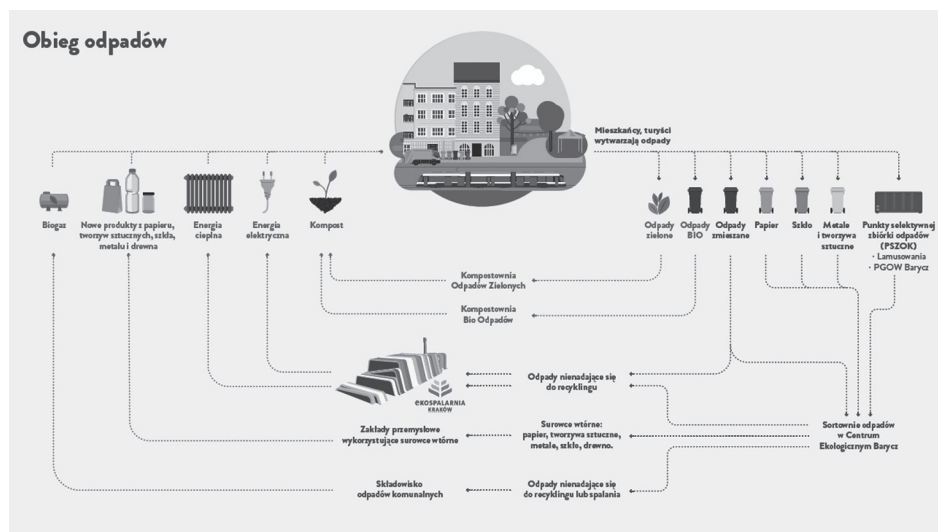
Operacyjnie miasto zostało podzielone na pięć sektorów odbioru odpadów, z których każdy ma przypisane odpowiednie dzielnice miasta.

⁴) Dz.U 2011 nr 152 poz. 897.

⁵) Uchwała nr XLVII/846/16 RM Krakowa z 8.06.2016 r.

⁶) Uchwała nr LII/697/12 RM Krakowa z dnia 11.07.2012 r.

Fotografia 1. Obieg odpadów w Krakowie



Źródło: archiwum KHK S.A.

MPO Sp. z o.o. jako organ zarządzający Zintegrowanym Systemem Gospodarki Odpadami Komunalnymi w gminie Kraków odpowiada za całość działań związanych z tym rodzajem gospodarki komunalnej.

Do jego obowiązków należą:

- przygotowanie projektów uchwał w zakresie systemu gospodarowania odpadami,
- obsługa systemu deklaracji o wysokości opłat „śmieciowych”,
- zapewnienie zagospodarowania odpadów komunalnych w odpowiednich instalacjach,
- przygotowanie i przeprowadzanie zamówień publicznych na odbieranie odpadów komunalnych oraz na ich zagospodarowanie,
- nadzorowanie realizacji zadań powierzonych podmiotom odbierającym odpady komunalne od właścicieli nieruchomości oraz podmiotom je zagospodarowującym,
- wypełnianie obowiązków przez właścicieli nieruchomości w zakresie prawidłowego gospodarowania tymi odpadami,
- prorowadzenie PSZOK-ów,
- koordynowanie oraz prowadzenie działań informacyjnych i eduka-

cyjnych w zakresie prawidłowego gospodarowania odpadami komunalnymi, (w szczególności w zakresie selektywnego zbierania odpadów, dokonywanie corocznej analizy stanu gospodarki odpadami komunalnymi w celu weryfikacji możliwości technicznych i organizacyjnych Gminy Miejskiej Kraków w zakresie gospodarowania odpadami).

Wszystkie instalacje przetwarzające i zagospodarowujące odpady należą do MPO, jedynie Zakład Termicznego Przekształcania Odpadów przynależy do Krakowskiego Holdingu Komunalnego. Za odbieranie i dostarczanie odpadów do odpowiednich instalacji odpowiedzialne są wyłaniane w przetargach podmioty specjalizujące się w tej dziedzinie.

System gospodarki odpadami w Krakowie obejmuje zarówno samych mieszkańców miasta (766 683 tys. za rok 2019), jak i pracujących w Krakowie mieszkańców sąsiednich gmin oraz studentów. Zorganizowany system gospodarki odpadowej w Krakowie opiera się na wszystkich rodzajach zagospodarowywania odpadów tj. recykling, odzysk, unieszkodliwianie termiczne oraz unieszkodliwianie przez składowanie. Taki system gospodarki odpadami, będąc z roku na rok udoskonalanym, staje się coraz bardziej zrównoważonym.

W 2020 r. Gmina Miejska Kraków osiągnęła znacząco wyższy poziom recyklingu i przygotowania do ponownego użycia niż określone w rozporządzeniu Ministra Środowiska z dnia 14 grudnia 2016 r. (Dz. U. 2016 poz. 2167). W zakresie odpadów typu: papier, metal, tworzywa sztuczne oraz szkło osiągnięto wskaźnik procentowy 69,49% (z wymaganych 50%), zaś w stosunku do odzysku innymi metodami odpadów innych niż niebezpieczne – (odpady budowlane i rozbiórkowe) wskaźnik 99,63% z wymaganych 70%.

W Gminie Miejskiej Kraków zostało spełnione ustawowe kryterium dotyczące przetworzenia wszystkich niesegregowanych – zmieszanych odpadów komunalnych w instalacjach komunalnych⁷.

Przyczynia się do tego funkcjonowanie nowoczesnej EKOSPALARNI KRAKÓW– ZTPO.

Krakowski Holding Komunalny S.A. (KHK S.A)

Jest jednoosobową spółką Gminy Miejskiej Kraków, która została powołana na podstawie uchwały Rady Miasta Krakowa w 1996 roku. Krakowski

⁷⁾ *Analiza Stanu Gospodarki Odpadami Komunalnymi w Gminie Miejskiej Kraków za rok 2021.*

Holding Komunalny S.A., utworzony jako grupa kapitałowa krakowskich spółek miejskich, rozpoczął działalność z dniem 25 października 1996 roku. Utworzenie takiej grupy było niezbędne do zarejestrowania podatkowej grupy kapitałowej.

Fotografia 2. Struktura Krakowskiego Holdingu Komunalnego S.A.



Źródło: archiwum KHK S.A.

W skład PGK wchodzi spółki:

- Krakowski Holding Komunalny Spółka Akcyjna w Krakowie (KHK S.A.),
- Agencja Rozwoju Miasta Spółka Akcyjna w Krakowie (ARM S.A.) – obecnie po zmianie nazwy Arena Kraków S.A.,
- Miejskie Przedsiębiorstwo Energetyki Ciepłej Spółka Akcyjna w Krakowie (MPEC S.A.),
- Miejskie Przedsiębiorstwo Komunikacyjne Spółka Akcyjna w Krakowie (MPK S.A.),
- Miejskie Przedsiębiorstwo Wodociągów i Kanalizacji Spółka Akcyjna w Krakowie (MPWiK S.A.) – obecnie po zmianie nazwy Wodociągi Miasta Krakowa Spółka Akcyjna.
- W obrębie powołanej grupy kapitałowej KHK S.A. jest dominująca w zakresie przepisów o podatku dochodowym od osób prawnych.

W roku 2008 Rada Miasta Krakowa powierzyła jej (odrębną uchwałą) realizację projektu budowy Zakładu Termicznego Przekształcania Odpadów w Krakowie.

Zakład Termicznego Przekształcania Odpadów – ZTPO

Zakład Termicznego Przekształcania Odpadów w Krakowie (Ekospalarnia Kraków) powstał w ramach projektu „Program Gospodarki Odpadami Komunalnymi w Krakowie”. Realizowany był w ramach Programu Operacyjnego Infrastruktura i Środowisko (POIiŚ)⁸. Beneficjentem projektu odpowiedzialnym za wdrożenie przedsięwzięcia był Krakowski Holding Komunalny S.A. w Krakowie, który został właścicielem i operatorem Ekospalarni oraz jest odpowiedzialny za jej prawidłowe funkcjonowanie i eksploatację.

Całkowity koszt realizacji Projektu wyniósł 666 mln zł netto (819 mln zł brutto). Dofinansowanie ze środków Funduszu Spójności udzielone na realizację Projektu wyniosło 372 mln zł (czyli 55,8% kosztów kwalifikowanych) na mocy umowy o dofinansowanie podpisanej w kwietniu 2011 roku z Narodowym Funduszem Ochrony Środowiska i Gospodarki Wodnej (NFOŚiGW). Wkład własny KHK S.A. w kwocie ok. 294 mln zł został pokryty ze środków własnych i z pożyczki z NFOŚiGW na kwotę 293 mln zł, udzielonej na zasadach preferencyjnych.

Koncepcję architektoniczno-urbanistyczną Ekospalarni wybrano w 2010 r. w międzynarodowym konkursie. Zwycięską pracę przygotował Bogusław Wówrzeczka z firmy Manufaktura nr 1, natomiast autorami koncepcji byli: Bogusław Wówrzeczka z Manufaktury nr 1, Michał Teller (Teller Architekci) i Filip Łapiński.

Przygotowana przez nich praca stanowi współczesną i nowatorską interpretację istoty jedności krajobrazu naturalnego z organizmem miasta.

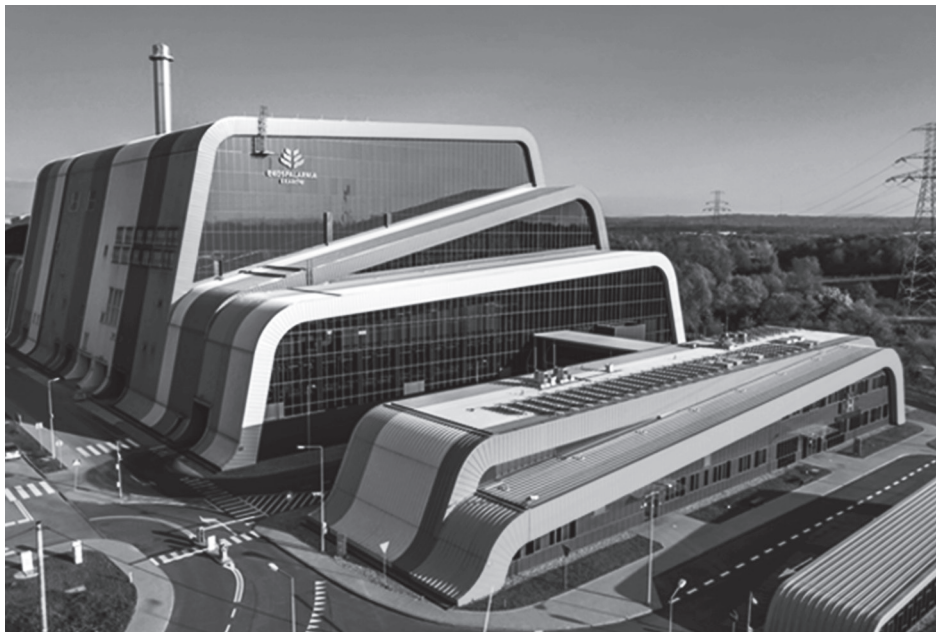
Za datę rozpoczęcia eksploatacji ZTPO uznaje się dzień 27 czerwca 2016 roku.

Ekospalarnia powstała jako efekt polityki ekologicznej i energetycznej miasta. Zakład stanowi finalne ogniwo systemu gospodarki odpadowej, co ma miejsce w momencie uzyskiwania energii z odpadów. Proces termicznego przekształcania odpadów jest nowoczesnym, proekologicznym rozwiązaniem,

⁸⁾ *Priorytet II: Gospodarka odpadami i ochrona powierzchni ziemi, Działanie 2.1. Kompleksowe przedsięwzięcia z zakresu gospodarki odpadami komunalnymi ze szczególnym uwzględnieniem odpadów niebezpiecznych.*

którego efektem jest odzysk energii odprowadzanej do sieci ciepłowniczej miasta oraz do sieci energetycznej operatora.

Fotografia 3. Ekospalarnia w Krakowie



Źródło: archiwum KHK S.A.

Zakład Termicznego Przekształcania Odpadów – ZTPO funkcjonuje na podstawie Decyzji – *Pozwolenie Zintegrowane z dnia 4 września 2015 r. z późniejszymi zmianami (12 grudnia 2017 r., 16 maja 2019 r., 10 listopada 2020 r. oraz z dnia 27 września 2021 r).*

W dokumencie tym zawarte są zapisy udzielające Krakowskiemu Holdingowi Komunalnemu S.A. pozwolenia zintegrowanego dla Instalacji – ZTPO – w zakresie:

- przekształcania odpadów innych niż niebezpieczne w procesie unieszkodliwiania oraz w procesie odzysku,
- wytwarzania odpadów niebezpiecznych i odpadów innych niż niebezpieczne,
- wprowadzania gazów i pyłów do powietrza.

Decyzja obejmuje zapisy dotyczące pozwolenia zintegrowanego, które jest prawną formą licencji na prowadzenie działalności przemysłowej uzyskiwanej dla instalacji ZTPO w zakresie oddziaływania na środowisko wszystkich jego składowych: wody, gleby, powietrza, hałasu, odpadów.

Do termicznego przekształcenia kierowane są dwa rodzaje odpadów: zmieszane odpady komunalne wyselekcjonowane przez mieszkańców (kod odpadu: 20 03 01) oraz pozostałości po przetwarzaniu odpadów (kod odpadu: 19 12 12).

W Ekospalarni funkcjonują dwie linie do termicznego przekształcania odpadów, każda o maksymalnej wydajności 15,5 t na godzinę. Pracują one przez 24 godziny na dobę, ok. 8 200 godzin w roku. Maksymalna roczna wydajność instalacji wynosi 245 000 ton.

Tabela 1. Podstawowe parametry pracy instalacji ZTPO

Podstawowe parametry pracy instalacji ZTPO		
Parametr	Jednostka	Wartość
Nominalna wydajność godzinowa jednej linii Termicznego Przekształcania Odpadów przy nominalnej wartości opałowej odpadów 8,8 MJ/kg	Mg/h	14,1
Maksymalna wydajność godzinowa jednej linii Termicznego Przekształcania Odpadów	Mg/h	15,5
Nominalna moc cieplna komory kotła jednej linii	MW	34,47
Maksymalna moc cieplna komory kotła jednej linii	MW	36,03
Nominalna wartość opałowa odpadów	MJ/kg	8,8
Zakres wartości opałowej przyjmowanych odpadów	MJ/kg	7 – 14
Ilość Linii	-	2
Roczna nominalna wydajność instalacji	Mg/rok	220 000
Roczna maksymalna wydajność instalacji	Mg/rok	245 000
Maksymalny czas pracy każdej Linii	h/rok	8 424
Maksymalna dyspozycyjność Zakładu	h/rok	8 592
Wydajność Węzła Waloryzacji Żużła	Mg/rok	70 000

Wydajność Węzła Stabilizowania i Zestawienia popiołów lotnych oraz stałych pozostałości z oczyszczania spalin	Mg/rok	15 000
Technologia		
Palenisko	rusztowe, zintegrowane z kotłem	
Ruszt	pochylony, posuwisto-zwrotny	
Kocioł	odzysknicowy, walczakowy z obiegiem naturalnym	
Turbina	upustowo-kondensacyjna	

Źródło: archiwum KHK S.A.

Podstawowym procesem realizowanym w Ekospalarni jest termiczne przekształcanie odpadów komunalnych w celu redukcji masy strumienia odpadów, odzysku energii oraz wytworzenia w procesie kogeneracji energii cieplnej i energii elektrycznej.

Proces termicznego przekształcania odpadów jest realizowany w następujących węzłach:

- Węzeł Przyjęcia i Przygotowania Odpadów do procesu spalania – odpady przyjmowane są w dni robocze, w godzinach od 6:00 do 18:00. Codziennie do Ekospalarni przyjeżdża ok. 120 śmieciarek. Każda z nich jest ważona, a specjalne czujniki sprawdzają, czy wśród odpadów nie ma przedmiotów lub substancji radioaktywnych.
- Węzeł Spalania Odpadów i Odzysku Energii, oparty na palenisku rusztowym zintegrowanym z kotłem. Węzeł składa się z systemu spalania odpadów na ruszcie, w skład którego wchodzi:
 - a) układ podawania odpadów,
 - b) układ rusztu chłodzonego powietrzem,
 - c) układ doprowadzenia powietrza do spalania,
 - d) palniki,
 - e) odzuszanie i odpopielanie,
 - f) system odzysku energii, który tworzą kotły odzysknicowe oraz obieg wodnoparowy wraz z układem dozowania chemikaliów do wody zasilającej kotły. W kotłach zachodzi wymiana ciepła: spaliny są schładzane do temperatury 180°C, a odzyskane ciepło służy do produkcji pary przegrzanej. Przegrzana para wodna o ciśnieniu 40 bar i tempe-

raturze 415 °C kierowana jest do turbiny parowej (Węzła Przetworzenia i Wyprowadzenia Energii).

- Węzeł Przetworzenia i Wyprowadzenia Energii – układ ten pozwala na przetworzenie odzyskanej energii zawartej w odpadach na energię elektryczną i energię ciepłą w procesie kogeneracji,
- Węzeł Oczyszczania Spalin wraz z monitoringiem emisji i odprowadzeniem oczyszczonych gazów wylotowych – dla powstających w procesie spalania gazów odlotowych zaprojektowano węzeł oczyszczania spalin metodą pól suchą, składający się z następujących etapów:
 - a) Węzeł Waloryzacji Żużla wraz z odzyskiem metali żelaznych i nieżelaznych,
 - b) Węzeł Stabilizowania i Zestawiania popiołów lotnych oraz stałych pozostałości z oczyszczania spalin – żużel i popioły paleniskowe. Pyły kotłowe i popioły lotne oraz stałe pozostałości z oczyszczania spalin są odbierane i zagospodarowywane przez podmioty zewnętrzne. Metale żelazne i nieżelazne są odzyskiwane, a następnie sprzedawane firmom zajmującym się przetwarzaniem złomu. Pozostałości po procesie termicznego przekształcania odpadów stanowią ok. 25% w stosunku do strumienia przetwarzanych odpadów.

Zielone certyfikaty

Około 50% energii produkowanej w Ekospalarni jest uznawane za energię zieloną. KHK S.A. jako pierwszy operator spalarni odpadów w Polsce podjął wyzwanie związane z przygotowaniem metodyki oraz przystąpieniem do badań odpadów oraz opracowywaniem wniosków o przyznanie świadectw pochodzenia energii wytworzonej w zakładzie z odnawialnego źródła energii – tzw. zielone certyfikaty. Zielony certyfikat to dokument potwierdzający wytworzenie energii elektrycznej z odnawialnych źródeł energii. Takimi źródłami są między innymi: wiatr, promieniowanie słoneczne, geotermia, a także odpady biodegradowalne. Działania przyznawania zielonych certyfikatów są systematycznie i skutecznie prowadzone od 2017 r.

W lutym 2017 roku Prezes Urzędu Regulacji Energetyki wydał dla Krakowskiego Holdingu Komunalnego S.A. świadectwa pochodzenia energii elektrycznej.

Tabela 2. Założenia do planu zaopatrzenia Gminy Miejskiej Kraków w ciepło, energię elektryczną i paliwa gazowe na lata 2023-2038

Rok	Produkcja energii elektrycznej [MWh]	Produkcja energii cieplnej [GJ]
01.07.-31.12.2016 *	42 656,700	362 183
2017	80 544,300	787 158
2018	82 641,450	827 427
2019	91 751,850	981 584
2020	94 278,210	1 055 420

* W dniu 01.07.2016 r. rozpoczęto działalność koncesjonowaną ZTPO; Archiwum KHK S.A.

Źródło: opracowanie własne KHK S.A. do dokumentu Urzędu Miasta Krakowa.

Tabela 3: Ilość spalonych odpadów w ZTPO w poszczególnych latach 2016-2020

Rok	Linia 1 / Kocioł 1 (typ: odzysknicowy, walczakowy z obiegiem naturalnym)		Linia 2 / Kocioł 2 (typ: odzysknicowy, walczakowy z obiegiem naturalnym)		Razem
	Paliwo podstawowe		Paliwo podstawowe		
	19 12 12	20 03 01	19 12 12	20 03 01	
	[Mg]	[Mg]	[Mg]	[Mg]	
2020	71 342,471	40 567,123	71 510,129	40 662,457	224 082,18
2019	55 336,861	54 468,343	55 316,099	54 447,907	219 569,21
2018	48 220,510	61 819,161	48 164,330	61 747,139	219 951,14
2017	53 680,524	56 864,564	53 148,456	56 300,936	219 994,48
2016*	33 840,790	23 614,511	34 236,810	23 890,859	115 582,97

* rozpoczęcie eksploatacji od 28.06.2016 r.

Źródło: opracowanie własne KHK S.A. do dokumentu Urzędu Miasta Krakowa.

Archiwum KHK Ochrona środowiska

W Ekospalarni została zastosowana nowoczesna instalacja spełniająca wymagania tzw. najlepszych dostępnych technik (*ang. BAT – Best Available Techniques*), gwarantująca zachowanie najwyższych standardów ochrony środowiska. Ekospalarnia spełnia wszystkie standardy określone prawem, które są zdecydowanie bardziej rygorystyczne niż wobec obiektów energetycznych opalanych paliwami kopalnymi.

Technologia termicznego przekształcania odpadów to jedno z najbardziej efektywnych rozwiązań problemu odpadów, co potwierdzają wieloletnie doświadczenia krajów europejskich, w których systemy termicznego przekształcania odpadów z odzyskiem energii stanowią ważny element całego systemu gospodarki odpadami.

Eksplatacja Ekospalarni nie powoduje hałasu czy odoru. Obiekt spełnia wszystkie standardy emisyjne i dopuszczalne normy określone przez obowiązujące przepisy prawa. Ekospalarnia jest więc obiektem bezpiecznym dla ludzi i środowiska.

Dla powstających w procesie spalania gazów odlotowych zaprojektowano węzeł oczyszczania spalin metodą półsuchą, składający się z następujących etapów:

- a) redukcja tlenków azotu – metoda selektywnej niekatalitycznej redukcji tlenków azotu (SNCR) z wtryskiem mocznika,
- b) neutralizacja związków chloru, siarki i fluoru – półsucha metoda odsiarczania spalin (SDR) z wtryskiem mleczka wapiennego,
- c) usuwanie całkowitego węgla organicznego, dioksyn i furanów oraz par rtęci – poprzez wtrysk pylistego węgla aktywnego,
- d) filtrowanie cząstek stałych – z zastosowaniem filtrów workowych.

Redukcja tlenków azotu odbywa się metodą selektywnej niekatalitycznej redukcji, z wtryskiem mocznika. Neutralizacja związków: chloru, siarki i fluoru odbywa się metodą półsuchą odsiarczania spalin z wtryskiem mleczka wapiennego. Usuwanie całkowitego węgla organicznego, dioksyn, furanów oraz par rtęci następuje poprzez wtrysk pylistego węgla aktywnego. Filtrowanie cząstek stałych odbywa się z zastosowaniem filtrów workowych. Podczas oczyszczania spalin dochodzi do odazotowania spalin, oczyszczania spalin metodą półsuchą oraz odpylania spalin. Ekospalarnia spełnia standardy emisyjne, które są zgodne z Rozporządzeniem Ministra Środowiska z dnia 4 listopada 2014 roku w spra-

wie standardów emisyjnych dla niektórych rodzajów instalacji, źródeł spalania paliw oraz urządzeń spalania lub współspalania⁹.

W spalarni dokonuje się pomiarów stężeń siedmiu zanieczyszczeń w spalinach oraz ciągły pomiar pięciu parametrów spalin. Z procesu spalania powstają odpady wtórne. Są to zarówno żużel i popioły paleniskowe oraz pyły kotłowe i lotne jak i stałe pozostałości z oczyszczania spalin (ścieki przemysłowe). Żużle i popioły paleniskowe – poprzez waloryzację (kruszenie, przesiewanie, sezonowanie w separatorach indukcyjnych) – przygotowywane mają być w całości do wykorzystania np. w drogownictwie. W zakładzie wykorzystywany jest system załadunku cystern z silosów magazynujących pyły kotłowe i popioły lotne oraz stałe pozostałości pochodzące z oczyszczania spalin, celem wywożenia ich luzem do dalszej obróbki i zagospodarowania na innych, specjalistycznych instalacjach.

Informacja na temat emisji spalin jest stale publikowana na stronie www.khk.krakow.pl w zakładce „Ekospalarnia”, „Emisja” oraz na tablicy świetlnej umieszczonej przy wjeździe na teren zakładu.

Inwestycje rozwojowe

Z Ekospalarnią Kraków związane są kolejne projekty rozwojowe planowane do realizacji na najbliższych kilka lat¹⁰. Jednym z nich jest połączenie zakładu bezpośrednią linią kablową z podstawą tramwajową Pleszów. Natomiast celem KHK S.A. na kolejne kilka lat jest realizacja projektu produkcji zielonego wodoru z odpadów. Dzięki członkostwu w Europejskim Sojuszu Wodorym, (w gronie wysokiej klasy specjalistów) trwają prace nad wytwarzaniem go w oparciu o energię pochodzącą z odpadów komunalnych. Produkowany wodór (w ramach szerokiego wdrażania założeń Gospodarki o Obiegu Zamkniętym) byłby wykorzystany między innymi jako napęd do autobusów komunikacji miejskiej, których testowanie miało już miejsce w Krakowie.

Najnowszą inwestycją w ZTPO jest instalacja odzysku ciepła ze spalin. Odpady komunalne utylizowane w Ekospalarni zawierają ok. 30-50% wilgoci. Obróbka termiczna w kotłach tak wilgotnego „paliwa” powoduje, że część ciepła powstającego w czasie spalania zużywana jest do odparowania wilgoci zawartej w tym paliwie. Obecnie ciepło to wraz ze spalinami zostaje bezpow-

⁹ Dz. U z 2014 r. poz. 1546 z późniejszymi zmianami.

¹⁰ Opracowanie własne, publikacja wewnętrzna KHK S.A. pt. *Niezależni Energetycznie. Projekty w trakcie realizacji*. Kraków 2020 r.

rotnie utracone. Przygotowywana instalacja pozwoli schłodzić spaliny i odebrać ciepło w procesie kondensacji pary wodnej w nich zawartej. Wykonawcą inwestycji realizowanej w formie zaprojektuj i wybuduj jest spółka SEEN Technologie. (Wyłoniona w drodze przetargu ograniczonego). Wykonawca ma 596 dni od podpisania umowy na zaprojektowanie uzyskania ostatecznych decyzji administracyjnych na dostawę, montaż i uruchomienie instalacji.

Projekt zostanie sfinansowany w formie pożyczki zaciągniętej przez KHK S.A. z Narodowego Funduszu Ochrony Środowiska i Gospodarki Wodnej w ramach programu „Energia Plus”. Instalacja odzysku ciepła ze spalin pozwoli na osiągnięcie wielu korzyści, zarówno środowiskowych jak i ekonomicznych. Planowane oddanie instalacji do eksploatacji to wiosna 2023 roku.

Edukacja ekologiczna

Na terenie Ekospalarni prowadzone są działania edukacyjne w ramach uruchomionej 1 października 2016 roku ścieżki edukacyjnej. Do zwiedzania zakładu zapraszane są zorganizowane grupy m.in. dzieci i młodzieży szkolnej, studentów oraz specjalistów w dziedzinie gospodarki komunalnej. Zakład Termicznego Przekształcania Odpadów stał się nie tylko jedną z architektonicznych wizytówek Krakowa, ale także modelowym tego typu zakładem, do którego samorządowcy i przedstawiciele biznesu z całej Polski i z zagranicy przyjeżdżają po wiedzę i doświadczenie. Spotkania mają na celu uświadomienie zwiedzającym roli prawidłowego funkcjonowania systemu gospodarki odpadami w mieście. Treści i merytoryka są dopasowane do odpowiedniej grupy wiekowej. Ścieżka została zaprojektowana w sposób zapewniający pełne bezpieczeństwo dla zwiedzających.

Do zwiedzania Ekospalarni KHK S.A. zaprasza w każdy wtorek od godziny 8:00 do 14:00.

W każdy pierwszy wtorek miesiąca o godz. 14:00 organizowane jest zwiedzanie dla osób indywidualnych. Zgłoszenie do zwiedzania ścieżki edukacyjnej dokonuje się poprzez stronę internetową www.khk.krakow.pl. Zwiedzanie jest bezpłatne. Co roku, w okresie jesiennym, organizowany jest również na terenie zakładu Dzień Otwarty Ekospalarni, który łączy edukacyjny wymiar zwiedzania ścieżki z radosną atmosferą atrakcji przygotowanych specjalnie dla najmłodszych zwiedzających. W okresie pandemii, ze względów bezpieczeństwa, ścieżka edukacyjna jest zamknięta.¹¹

¹¹) Opracowanie własne, www.khk.krakow.pl.

Dyskusja i wnioski

W strukturze organizacyjnej KHK nie ma głównego podmiotu zajmującego się gospodarką odpadową czyli Miejskiego Przedsiębiorstwa Oczyszczania. Spółka ta jest głównym wykonawcą komunalnej usługi w zakresie odpadów, poza ich energetycznym wykorzystaniem. I to zadanie realizuje technologia, która jest w posiadaniu KHK. Analiza pracy Ekospalarni w Krakowie potwierdza przewidywane korzyści z takiego procesu termicznego przekształcania odpadów komunalnych: redukuje ok. 70% masy strumienia odpadów (redukcja objętości o ok. 90%), przy zachowaniu europejskich standardów ekologicznych, zapewnia wysoki stopień samowystarczalności energii elektrycznej i ciepła oraz dostarcza energię do systemu miejskiego. Szacuje się, że energia elektryczna wyprodukowana w Ekospalarni wystarcza na potrzeby zasilania krakowskich tramwajów, natomiast energia cieplna pokrywa ok. 10% rocznego zużycia ciepła w mieście. Coroczne wyniki działalności Ekospalarni pozwalają stwierdzić, że w pełni instalacja ta spełnia swoją rolę, a polityka inwestycyjna Holdingu i poszerzanie zakresu przetwarzania termicznego odpadów przyczyni się do zwiększenia korzyści energetycznych i samej gospodarki odpadowej w mieście.

Literatura

1. M. Smol, J. Kulczycka, A. Czaplicka-Kota, D. Włoka, *Zarządzanie i monitorowanie gospodarki odpadami komunalnymi w Polsce w kontekście realizacji gospodarki o obiegu zamkniętym (GOZ)*, [w:] "Zeszyty Naukowe Instytutu Gospodarki Surowcami Mineralnymi i Energią Polskiej Akademii Nauk", 2019, nr 108, s.165-184.
2. Dz.U 2011 nr. 152 poz. 897.
3. Uchwała nr XLVII/846/16 RM Krakowa z 8.06.2016 r.
4. Uchwała nr LII/697/12 RM Krakowa z dnia 11.07.2012 r.
5. Analiza Stanu Gospodarki Odpadami Komunalnymi w Gminie Miejskiej Kraków za rok 2021.
6. Dz. U z 2014 r. poz. 1546 z późniejszymi zmianami.
7. Decyzja – Pozwolenie Zintegrowane – 2015, 2021, UMW Małopolskiego.
8. Opracowanie własne, publikacja wewnętrzna KHK S.A. pt. *Niezależni Energetycznie. Projekty w trakcie realizacji*, Kraków 2020 r.
9. Opracowanie własne, www.khk.krakow.pl.

Tabele:

1. *Decyzja – Pozwolenie Zintegrowane – 2015, 2021, UMW Małopolskiego.*
2. *Opracowanie własne KHK S.A. do dokumentu Urzędu Miasta Krakowa Założenia do planu zaopatrzenia Gminy Miejskiej Kraków w ciepło, energię elektryczną i paliwa gazowe na lata 2023-2038.*
3. *Opracowanie własne KHK S.A. do dokumentu Urzędu Miasta Krakowa Założenia do planu zaopatrzenia Gminy Miejskiej Kraków w ciepło, energię elektryczną i paliwa gazowe na lata 2023-2038.*

Fotografie:

1. Źródło: *Archiwum KHK S.A.*
2. Źródło: *Archiwum KHK S.A.*
3. Źródło: *Archiwum KHK S.A.*

Ryszard Ćwiertniak¹,
Jan Werewka²

Adaptacja procesów edukacyjnych w kształceniu zdalnym inżynierów informatyki w okresie po pandemii

Adaptation of learning processes in remote education of computer science engineers in the post-pandemic time

Streszczenie: Okres pandemii wymusił na uczelniach przejście na pracę zdalną. W tym okresie prowadzący zajęcia poszukiwali najlepszych rozwiązań w ramach swoich możliwości. W wyniku zdobytego doświadczenia w okresie pandemii uczelnie przygotowują się do wypracowania najlepszych praktyk zdalnego nauczania oraz włączenia tych praktyk w procesach kształcenia studentów. W artykule przedstawiono propozycję adaptacji procesów kształcenia studentów informatyki na studiach inżynierskich I stopnia w okresie po pandemii.

Słowa kluczowe: e-learning, standardy jakości kształcenia na odległość, pandemia.

Summary: The pandemic period forced universities to move towards remote working. During this period, teachers sought the best solutions within their capabilities. As a result of the experience gained during the pandemic period, universities are preparing to develop the best practices of remote teaching and to incorporate these practices in the processes of student education. The paper presents a proposal for the adaptation of the educational processes of computer science students in undergraduate engineering courses in the post-pandemic period.

¹⁾ Dr inż. Wyższa Szkoła Ekonomii i Informatyki w Krakowie, Zakład Zarządzania.

²⁾ Dr hab. inż. Prof. Wyższej Szkoły Ekonomii i Informatyki w Krakowie.

Keywords: e-learning, distance education quality standards, pandemic.

JEL classification codes: A2, C8, D2, I2, J8

Wstęp

E-learning jest obecnie obszarem dużego zainteresowania edukacji i praktyki gospodarczej, szczególnie w kontekście dydaktyki i pracy zdalnej. W czasie pandemii COVID-19 ten sposób nauczania przestał być opcją, ale stał się koniecznością i jedynym sposobem kontynuowania nauki. Możemy stwierdzić, że w wyniku pandemii zmieniła się edukacja na wszystkich poziomach i etapach nauczania we wszystkich instytucjach szkoleniowych na całym świecie. W okresie po pandemii uczelnie wypracowują najbardziej efektywne praktyki zdalnego nauczania i włączają je do procesów kształcenia studentów, szczególnie na kierunkach praktycznych, które wymagają stałego dostępu do wiedzy oraz nowych standardów pracy.

Przedstawiony w niniejszym artykule katalog działań zmierza do ustalenia nowoczesnych metod i technik kształcenia na odległość, które związane są z próbą wyjścia naprzeciw kolejnym zmianom w tym obszarze. W tym celu, w części badawczej dokonano przeglądu dostępnej literatury, wykonano badanie jakościowe oraz przeprowadzono krótką retrospektywę znaczenia podstawowych wartości nauki zdalnej dla jej użytkowników – uczestników studiów. Rozpoznanie tych wartości ma ułatwić zrozumienie zachowania studentów – informatyków oraz pozwolić na ustalenie pewnych narzędzi sterowania procesami nauki, które zwiększą naturalną i nabytą skłonność oraz zdolność każdej uczelni do rozwijania nauki zdalnej w przyszłości.

Dyskusja wokół e-learningu obejmuje wiele aspektów. Przedmiotem analizy może być sama technologia, jej źródła, cechy, sposób dostosowania i rozprzestrzeniania się oraz osoby tworzące je lub wdrażające zatrudnienie w uczelni. Istnieje również problem odróżnienia kursów synchronicznych, asynchronicznych i hybrydowych. Standardowe określenia dotyczą kilku podstawowych pojęć.

Synchroniczne kursy online to zajęcia, w których studenci i nauczyciele uczestniczą w tym samym czasie na zajęciach, ale w różnych lokalizacjach. Mogą być one realizowane w formie wideokonferencji, konferencji internetowych lub audio, itp.

Asynchroniczne kursy zdalne to szkolenia, w których studenci nie muszą uczestniczyć w tym samym czasie na zajęciach razem z nauczycielem. Mogą

to być kursy online, wykorzystujące system zdalnego zarządzania procesem uczenia się.

Kursy mieszane/hybrydowe to zajęcia zaprojektowane tak, aby łączyć zarówno synchroniczne nauczanie online, jak i nauczanie w kontakcie z prowadzącym. Wybrane moduły realizowane są w czasie rzeczywistym, natomiast część wiedzy jest udostępniana do korzystania w dowolnym, często wybranym indywidualnie czasie. Typowym rozwiązaniem jest prowadzenie zajęć w jednym tygodniu wirtualnie, a w drugim w rzeczywistej sali wykładowej.

Pozostałe nowatorskie podejścia do kształcenia na odległość wyodrębniają programy internetowe, które można ukończyć w całości, biorąc w nich udział online, bez konieczności realizacji zajęć na terenie uczelni. Mogą być one dostarczane synchronicznie lub asynchronicznie.

OER³ (Otwarte Zasoby Edukacyjne) to otwarta wiedza i informacje, które mogą być oferowane do użytku bez opłat (lub za niewielką opłatą) bądź bez ograniczeń, co do sposobu, w jaki mogą być ponownie wykorzystane.

MOOC⁴ (Masowe Otwarte Kursy Online) to kursy zdalne przeznaczone dla dużej liczby uczestników, często oferowane za darmo i bez żadnych wstępnych kwalifikacji. Różnią się one od OER tym, że oferują one program nauki oraz dostosowane treści, które zwykle nie są bezpłatne, do ponownego wykorzystania.

Istniejące formy kształcenia zdalnego dają studentom możliwość korzystania ze spersonalizowanych i elastycznych (w czasie i miejscu) programów studiów, zapewniając jednocześnie osiąganie efektów uczenia się na równi z nauką stacjonarną. Dodatkowo, prezentacja treści może być bardziej elastyczna niż prezentowana „na katedrze” i może wykorzystywać źródła informacji online dostępne w Internecie. Niemniej jednak, spersonalizowane i innowacyjne treści e-learningu mogą być niezrozumiałe dla uczestników kursów, dlatego tak ważnym przedsięwzięciem jest adaptacja procesów edukacyjnych.

Podsumowując rozważania na temat zakresu e-learningu i odnosząc się do bieżącej sytuacji spowodowanej pandemią, można stwierdzić, że kształcenie na odległość nie ogranicza się tylko do niekonwencjonalnej usługi edukacyjnej (szkoleniowej) opartej na technologii internetowej. Dyskusja wokół definicji e-learningu dotyka wielu aspektów. Nauka zdalna to wszelka (z założenia korzystna) zmiana w różnych obszarach działalności uczelni (szkoły, ośrodka szkolenia), powstała w uczelni lub poza nią, będąca odpowiedzią na

³⁾ OER – z ang. *Open Educational Resources*.

⁴⁾ MOOC – z ang. *Massive Open Online Courses*.

potrzeby studentów (uczestników kursu) lub sytuację kryzysową. Ma charakter ewolucyjnego poprawiania programów studiów oraz dostosowywania ich do nowych wymogów rynku (potrzeb studentów). Zatem zakres e-learningu w niniejszym ujęciu dotyczy licznych elementów (usługi edukacyjnej, rozwiązań internetowych, procesu zarządzania programami studiów, przyrostowego doskonalenia), które powinny wynikać z przyjętych w uczelni wartości oraz standardów jakości kształcenia na odległość.

Przegląd literatury

W ramach poszukiwania zmiennych jakościowych mających związek z powodzeniem kształcenia na odległość próbowano ustalić, jakie cechy kształtują badane zajęcia zdalne (np. konwersatoria). Analiza literatury wykazuje, że e-learning wzbogaca studia realizowane w trybie stacjonarnym i niestacjonarnym, zyskuje popularność w szkoleniu ustawicznym, coraz więcej osób z różnych grup wiekowych rozpoczyna kursy online. Ponadto, metody i techniki kształcenia na odległość posiadają potencjał rozwojowy. Wśród wad kształcenia na odległość należy wymienić: brak kontaktu z prowadzącym, brak motywacji wśród nauczycieli i studentów, niska samodyscyplina uczestników, brak kontaktów społecznych, utrudniony proces weryfikacji efektów uczenia się oraz pracochłonne opracowanie materiałów dostosowanych do cyfrowej formy przekazu wiedzy.

Wydaje się, że kształcenie na odległość to proces, który wiąże się z zarządzaniem treścią, nauczaniem, komunikacją oraz współpracą z nauczycielami. Połączenie tych obszarów jest realizowane poprzez tworzenie cyfrowych platform edukacyjnych. Tymczasem doskonalenie wykładowców w zakresie cyfrowych kompetencji technologicznych i dydaktycznych nie jest realizowane w większości polskich uczelni. Praca w systemie e-learningu odbywa się w świadomie zaprojektowanym środowisku. Doświadczenie pandemii pokazuje, że forma zajęć oraz zastosowana technologia informatyczna są często przypadkowym wyborem władz uczelni.

Równocześnie z rosnącą popularnością e-learningu pojawiły się wątpliwości dotyczące poziomu rzeczywistej wiedzy osób, które korzystają z tego typu kształcenia na co dzień. Badania przeprowadzone w tym kierunku jednoznacznie wskazują, że nie ma większej różnicy między efektami nauki tradycyjnej oraz kształcenia na odległość. Według badań przeprowadzonych w Politechnice Częstochowskiej, w korzystnej sytuacji znajdują się osoby młode, które rozpoczynają studia, ponieważ bez oporów wykorzystują nowo-

czesne technologie w życiu codziennym i są one nastawione na eksperymentowanie z różnymi formami nauki.

W poszukiwaniu przyczyn zmian nastawienia do nauki zdalnej w trakcie pandemii opracowano wiele ciekawych rozwiązań. Przedmiotowe badania diagnostyczne realizuje wiele organizacji krajowych i zagranicznych, w tym Światowe Forum Ekonomiczne. Według tej organizacji, jeżeli uczestnicy kursów mają dostęp do nowoczesnej technologii, to e-learning może być równie skuteczny jak tradycyjna forma nauki. Zresztą metody i techniki kształcenia na odległość wprowadzone w ramach pandemii realizują oraz doskonale wpisują się w scenariusze nowych kompetencji XXI wieku, tj. w zakresie powszechnego dostępu do Internetu oraz digitalizacji.

Zdaniem S. Dhawana na naukę zdalną i jej efektywność wpływa wiele czynników (Tabela 1). Według autora zdobyte doświadczenie oraz kompetencje cyfrowe mogą być panaceum na każdą sytuację kryzysową⁵. W swoim artykule przedstawia on nie tylko przykład pandemii 2020/2021, ale też inne zdarzenia, które w przeszłości wywołały przerwę w nauce.

Tabela 1. Analiza SWOC⁶ nauki zdalnej w czasie sytuacji kryzysowych

Mocne strony	Słabe strony
Dogodny czas nauki Dowolne miejsce nauki Nowe kompetencje, w tym kompetencje cyfrowe	Brak dostępu do technologii Niskie kompetencje uczestników kursu Niedoskonałe zarządzanie czasem Ograniczenia, strach, lęk wśród nauczycieli i uczestników kursów
Możliwości	Wyzwania
Przestrzeń dla rozwoju innowacji i cyfryzacji Rozwój oferty edukacyjnej Zastosowanie nowoczesnych metod i technik kształcenia Rozwój osobisty	Dostęp do Internetu Jakość nauki Cyfrowe kompetencje Koszty digitalizacji

Źródło: opracowanie własne na podstawie [1].

Stowarzyszenie E-learningu Akademickiego (SEA) jest ogólnopolską organizacją, której celem jest tworzenie wzorców dobrych praktyk e-edukacyjnych oraz

⁵) Dhawan S., (2020), Online Learning: A Panacea in the Time of COVID-19 Crisis. J „Educ Technol Syst” 49:5–22.<https://doi.org/10.1177/0047239520934018>.

⁶) SWOC – z ang. *Strengths, Weaknesses, Opportunities and Challenges*.

ich propagowanie, przyczyniając się do rozwoju e-learningu w Polsce. Swoje cele SEA realizuje między innymi poprzez opracowywanie wzorcowych programów kształcenia z wykorzystaniem nowoczesnych technologii teleinformatycznych, opracowywanie modeli wdrożeń e-learningu w szkolnictwie wyższym, opracowywanie standardów kształcenia przez Internet oraz promocję dobrych praktyk.

Jednym z proponowanych nowoczesnych pro-przemysłowych sposobów kształcenia inżynierów jest system CDIO (ang. *Conceive – Design – Implement – Operate*)⁷. To podejście polega na przejściu do myślenia systemowego „wyobraź sobie – zaprojektuj – skonstruuuj – oceń swoje rozwiązanie”. System CDIO bazuje na 12 standardach przedstawiających sposób wdrażania na uczelniach kształcenia inżynierów. Rozwiązanie takie przykładowo stosuje MIT⁸ w Stanach Zjednoczonych, natomiast w Polsce Politechnika Gdańska przyjęła to rozwiązanie jako model kształcenia inżynierów⁹.

Ocena wartości nauki zdalnej przez studentów

W ramach poszukiwania zmiennych jakościowych mających związek z powodzeniem kształcenia na odległość informatyków próbowano ustalić, jakie cechy kształtują badane zajęcia zdalne (np. konwersatoria) w kontekście wartości, które wynikają z empiryzmu *Scruma*. Wspomniane wartości są uniwersalne i możliwe do zastosowania w większych niż scrumowe zespołach, na przykład Nexus¹⁰. Poddano więc charakterystyce odwagę, zaangażowanie, skupienie uwagi, otwartość i szacunek¹¹, (według wagi 1-5), które mogą mieć wpływ na adaptację metod i technik kształcenia na odległość w uczelni na kierunku praktycznym – inżynierskim (Tabela 2). Zatem celem badania, które zrealizowano wykorzystując strukturę *Retrospektywy sprintu* było poszukiwanie wśród studentów przyczyn niedoskonałości lub braku pewnych cech, rzutujących na skuteczność tego typu nauki. Proces retrospektywy został opisany w *Enterprise Architecture Approach to SCRUM*

⁷) *Worldwide CDIO Initiative*. <http://www.cdio.org/>. Accessed 25 Aug 2021.

⁸) *Educational Transformation through Technology at MIT – CDIO*. <https://web.mit.edu/ed-tech/casestudies/cdio.html>. Accessed 25 Aug 2021.

⁹) *Kształcenie Inżyniera Przyszłości*. <https://pg.gda.pl/info/cdio/>. Accessed 25 Aug 2021.

¹⁰) Nexus to grupa licząca od trzech do dziewięciu Scrum Teamów wspólnie pracujących nad jednym produktem (*The Nexus™ – Przewodnik skalowania Scruma przy użyciu Nexusa*, Scrum.org, 2021).

¹¹) Kędziora A.F. *Metodyka scrum w małych i średnich projektach informatycznych*, s. 60.

*Processes, Sprint Retrospective Example*¹² pod kątem przydatności w pracach zespołowych.

Przedmiotowe badanie przeprowadzono na zakończenie semestru nauki zdalnej w kilku zespołach zajęciowych – w grupie 239 informatyków na kierunku Informatyka i Ekonometria w WSEI, według następującego podziału – 172 studentów na studiach niestacjonarnych oraz 67 informatyków na studiach stacjonarnych. Uczestnicy kursów byli podzieleni na kilkanaście zespołów, które wykonywały zlecone zadania projektowe związane z przedmiotem do wyboru.

Tabela 2. Wartości nauki zdalnej – retrospektywa przykładowych zajęć

Wartości w kontekście nauki zdalnej	Stwierdzenia opiniujące badanych	Średnie arytmetyczne ocen według wagi (1-5) dla studiów stacjonarnych (s) i niestacjonarnych (n)
Odwaga	Jeśli stwierdzę, że nie mogę sobie z czymś poradzić, to mówię o tym otwarcie. Kwestionuję zdanie innych jeśli czuję, że coś robią źle. Niezależnie od osoby w zespole, przekazuję swoją opinię. Jestem stanowczy i bronię swojego zdania.	3,92(s) / 4,13(n)
Zaangażowanie	Zawsze wiem, jaki jest cel sprintu i jak ważny jest mój wkład do projektu. Jestem zorientowany, jaki jest cel projektu. Jestem zdyscyplinowany. Orientuję się, na czym polega wykonanie zadania oraz co to jest „definicja ukończenia”. Podczas pracy nie rozpraszam się.	3,87(s) / 4,33(n)
Skupienie uwagi	Orientuję się, na czym polega wykonanie zadania oraz co to jest „definicja ukończenia”. Podczas pracy nie rozpraszam się. Jestem skupiony na realizacji otrzymanego zadania, nawet jeżeli mnie nie interesuje dziedzina projektu. Nie przedłużam sztucznie projektu. Nie zwlekam z rozpoczęciem zadania. Potrafię przekazać innym deweloperom stan realizacji swojej części projektu. Nie boję się przekazywać trudnych wiadomości członkom zespołu i interesariuszom.	3,45(s) / 3,20(n)

¹²⁾ Werewka J., Spiechowicz A., (2017), *Enterprise Architecture Approach to SCRUM Processes, Sprint Retrospective Example*. In: Ganzha M, Maciaszek LA, Paprzycki M (eds) *Proceedings of the 2017 Federated Conference on Computer Science and Information Systems*, FedCSIS 2017, Prague, Czech Republic, September 3-6, 2017. pp 1221–1228.

Otwartość	Nie ukrywam trudnych spraw w nadziei, że się rozwiążą. Jeśli coś/ktoś mnie denerwuje, zajmuję się trudnościami. Moi koledzy mogą ocenić, w jakim jestem nastroju, mogę dzielić się z nimi uczuciami.	3,11(s) / 4,20(n)
Szacunek	Zawsze mówię wprost, jaki jest stan realizacji projektu. Słucham z równą uwagą każdego, niezależnie od tego, kto mówi. Słuchając uczestników projektu, nigdy nie rozmawiam na ich temat. Cenię opinie wszystkich jednakowo. Nie podważam kompetencji innych osób w zespole. Moja opinia jest istotna w projekcie i wszyscy się z nią liczą.	4,02(s) / 4,43(n)

Źródło: opracowanie własne na podstawie przeprowadzonych badań.

Przyjęto w badaniach założenie, że podejście projektowe w e-learningu ma istotny wpływ na przebieg adaptacji procesów edukacyjnych w kształceniu zdalnym inżynierów kierunków informatycznych. Wbrew obiegowym opiniom nie ma dużej różnicy w poglądach na przedmiotową formę nauki między studentami studiów stacjonarnych a niestacjonarnych. Wszystkie wartości wymagają systemowej poprawy (Rysunek 1).

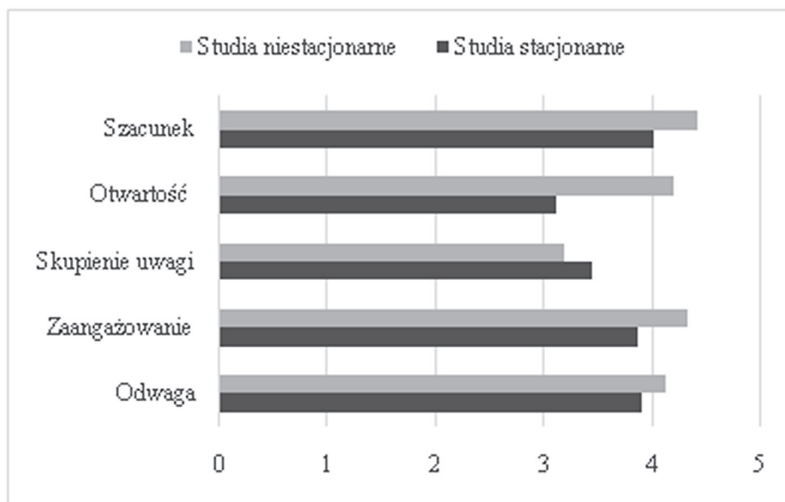
Poszukując odpowiedzi na pytanie, jakie założenia wpływają na adaptację procesów edukacyjnych w kształceniu zdalnym inżynierów informatyki, warto przytoczyć krótką analizę uzyskanych wyników w czasie przeprowadzonej *Retrospektywy*.

Odwaga, śmiałość oraz świadoma postawa wobec trudności, które powstają w projekcie jest nie tylko wartością, ale również cechą informatyków, którzy – korzystając z technik komputerowych – łatwo przystosowują się do funkcjonowania w rzeczywistości wirtualnej. Oczywiście pojawiają się różnice w ocenie między uczestnikami studiów stacjonarnych a niestacjonarnych, ale nie ma to wpływu na przyswajanie nowych metod i technik kształcenia na odległość.

Podstawowym problemem dla e-learningu jest opór wobec zmian. Przyjęto, że jego nasilenie będzie maleć wraz ze wzrostem zaangażowania. Potwierdzają to badania, w których obserwujemy pozytywne podejście studentów niestacjonarnych, często już pracujących w firmach informatycznych, do e-learningu. Ich zaangażowanie opiera się w dużej mierze na samoorganizacji, do

której powinien dążyć każdy zdalny zespół. Dzięki pracy zespołowej zyskujemy możliwość wspólnego realizowania celów, zadań oraz tworzenia atmosfery nauki.

Rysunek 1. Wykres słupkowy – retrospektywa nauki zdalnej na kierunku Informatyka i Ekonometria



Źródło: opracowanie własne na podstawie badań.

W dalszej części badań zastanawiano się nad tym, czy istnieje związek między skupieniem uwagi a przebiegiem procesów edukacyjnych w nauce zdalnej. Niestety badanie wykazało, że pojawiają się w tym zakresie duże trudności, szczególnie wśród informatyków. Studenci są nastawieni na wielozadaniowość i w trakcie projektu, mając stały dostęp do Internetu, wielokrotnie sprawdzają (skanują) swoje skrzynki mailowe oraz strony internetowe, często z przyzwyczajenia.

Kolejnym problemem poddanym badaniom była otwartość. Jest to jedna z najmniej rozumianych wartości, co przekłada się również na problem w aplikacji. Odwaga to umiejętność powiedzenia „nie wiem”, przyznania się, że coś jest dla nas niejasne, że musimy głębiej poznać założenia w zadaniu. Niejasne przekazanie informacji o powstałych w projekcie wątpliwościach, czy brak opinii są przykładami braku odwagi, które w kontekście e-learningu mogą oznaczać słaby kontakt studentów z nauczycielem.

W badaniach próbowano także ustalić, czy podział na studia stacjonarne i niestacjonarne ma wpływ na postrzeganie e-learningu. Zastanawiano się, czy studenci informatyki podobnie, z szacunkiem odnoszą się do siebie nawzajem oraz prowadzącego w czasie zajęć. Wzajemny szacunek pozwala na zrozumienie się bez niechęci. Jest istotnym czynnikiem realizacji programów kursów w nauce zdalnej.

Dodatkowo w procesie dokładnej analizy czynników, które mają wpływ na skuteczność nauki zdalnej zestawiono wiersze w tabeli według malejących wartości średniej z ocen dla studentów stacjonarnych i niestacjonarnych (Tabela 3 i 4).

Tabela 3. Kolejność według ocen studentów stacjonarnych (na podstawie śr. arytmetycznej ocen)

Kolejność wg. ocen studentów stacjonarnych (s)					
	(s)	(s)	(n)	Pozycja	Pozycja (n)
Szacunek	4,02	4,43	0,41	1	1
Odwaga	3,92	4,13	0,21	2	4
Zaangażowanie	3,87	4,33	0,46	3	2
Skupienie uwagi	3,45	3,20	0,25	4	5
Otwartość	3,11	4,20	1,09	5	3

Źródło: opracowanie własne na podstawie przeprowadzonych badań.

Tabela 4. Kolejność według ocen studentów niestacjonarnych (na podstawie śr. arytmetycznej ocen)

Kolejność wg. ocen studentów niestacjonarnych (n)					
	(s)	(n)	(n)	Pozycja	Pozycja (n)
Szacunek	4,02	4,43	0,41	1	1
Zaangażowanie	3,87	4,33	0,46	3	2
Otwartość	3,11	4,20	1,09	5	3
Odwaga	3,92	4,13	0,21	2	4
Skupienie uwagi	3,45	3,20	0,25	4	5

Źródło: opracowanie własne na podstawie przeprowadzonych badań.

Następnie na podstawie tabel 5 i 6 wyznaczono wartości pozycji dla studiów studentów stacjonarnych i niestacjonarnych od 0 do 0,91.

Tabela 5. Ustalenie wartości pozycji dla studentów stacjonarnych

		Szacunek	Odwaga	Zaangażowanie	Skupienie uwagi	Otwartość
	(s)	4,02	3,92	3,87	3,45	3,11
Szacunek	4,02	0	0,1	0,15	0,57	0,91
Odwaga	3,92	0,1	0	0,05	4	0,81
Zaangażowanie	3,87	0,15	0,05	0	2	0,76
Skupienie uwagi	3,45	0,57	0,47	0,42	0	0,34
Otwartość	3,11	0,91	0,81	0,76	0,34	0

Źródło: opracowanie własne na podstawie przeprowadzonych badań.

Tabela 6. Ustalenie wartości pozycji dla studiów niestacjonarnych

		Szacunek	Zaangażowanie	Otwartość	Odwaga	Skupienie uwagi
	(n)	4,43	4,33	4,2	4,13	3,20
Szacunek	4,43	0	0,10	0,23	0,30	1,23
Zaangażowanie	4,33	0,10	0	0,13	0,20	1,13
Otwartość	4,20	0,23	0,13	0	0,07	1
Odwaga	4,13	0,30	0,20	0,07	0	0,93
Skupienie uwagi	3,20	1,23	1,13	1	0,93	0

Źródło: opracowanie własne na podstawie przeprowadzonych badań.

Następnie wyznaczono różnice między wartościami pozycji (Tabela 7). Zdając sobie sprawę z ograniczeń możliwości generalizowania wyników, z wielką ostrożnością spróbowano zarysować kształt procesu edukacyjnego w adaptacji nauki zdalnej na kierunku Informatyka i Ekonometria. Z tego krótkiego badania, które wymaga pogłębienia, a także licznych porównań wyłania się wielowymiarowy obraz nauki zdalnej z następującymi cechami.

E-learning oznacza wysoką standaryzację, tak naprawdę dydaktykę dopasowujemy do istniejących metod i technik kształcenia na odległość.

Tabela 7. Wyznaczenie różnicy między wartościami pozycji

			Szacunek	Zaangażowanie	Otwartość	Odwaga	Skupienie uwagi
		(s)	4,02	3,87	3,11	3,92	3,45
	(s)	(n)					
Szacunek	4,02	4,43	0,41	0,56	1,32	0,51	0,98
Zaangażowanie	3,87	4,33	0,31	0,46	1,22	0,41	0,88
Otwartość	3,11	4,2	0,18	0,33	1,09	0,28	0,75
Odwaga	3,92	4,13	0,11	0,26	1,02	0,21	0,68
Skupienie uwagi	3,45	3,20	-0,82	-0,67	0,09	-0,72	-0,25

Źródło: opracowanie własne na podstawie przeprowadzonych badań.

Uczelnia techniczna wymaga procesu ujednolicenia, szczególnie w obszarze organizacji i utrzymania jakości. W e-learningu przywiązuje się wagę do strategicznego podejścia, czyli polityki jakości, projektowania programów studiów, nauki skoncentrowanej na studencie, doskonaleniu procesu dydaktyki, wsparcia studentów, bieżącego monitorowania oraz poprawy programów studiów. Wykorzystuje się do tego celu instrumenty, które wynikają z przyjętych efektów uczenia się, programów studiów oraz przedmiotowych sylabusów.

Opinie indywidualne studentów wobec nauki zdalnej

Oprócz ankiet dających wyobrażenie statystyczne o nastawieniu studentów do nauki zdalnej, przeprowadzono badanie kwestionariuszowe, w którym zadano pytania otwarte. Obejmowało ono badanie opinii studentów na niestacjonarnych inżynierskich studiach informatycznych WSEI, w wyniku którego próbowano zorientować się, jakie są potrzeby i oczekiwania studentów w zakresie nauczania zdalnego. Ankieta została przeprowadzona na platformie Moodle.org wśród studentów kończących drugi rok studiów, na ścieżce kształcenia związanej z programowaniem. Była anonimowa, a zatem nieobowiązkowa.

W ankiecie wzięło udział około 30% studentów spośród 140 zarejestrowanych w wirtualnym dziekanacie. Pomimo niezbyt dużej liczby studentów biorących udział w tej ankiecie uzyskano konkretne wypowiedzi studentów.

Po pierwsze – interesująca była ocena możliwości prowadzenia wykładów w okresie po pandemii. Na pytanie **„Czy w okresie po pandemii na studiach niestacjonarnych wykłady należy prowadzić w sposób zdalny?”** zdecydowana większość studentów opowiedziała się za prowadzeniem wykładów w trybie zdalnym (65% zdecydowanie tak, 23% raczej tak, 5% osób nie miało zdania, 9% raczej nie, a 0% zdecydowanie nie). Podsumowując, na studiach niestacjonarnych studenci w zdecydowanej większości chcą mieć wykłady w trybie zdalnym. Powstaje problem w jaki sposób poprowadzić te zajęcia i ocenić wiedzę studentów. Przeprowadzono analizę tego zagadnienia oraz podano wstępne propozycje rozwiązań.

Jednym z podstawowych problemów w pracy zdalnej dla nauczyciela akademickiego jest brak widoku audytorium, który by pozwalał na rozumienie odczuć audytorium oraz ocenę przyswajania treści zajęć. Jednak okazuje się, że z różnych powodów studenci unikają pracy interaktywnej. Przykładem tego może być niechęć do włączania kamerki podczas zajęć. Na pytanie **„Dlaczego niechętnie włączasz kamerkę nawet przy pracy w małych zespołach?”** studenci odpowiadali następująco:

- Pierwsza grupa odpowiedzi dotyczyła tego, że środowisko, w którym się student znajduje jest nie do pokazania. Np.: „Rodzina/ inne osoby prywatne dookoła”, „Miejsce, w którym przebywam nie nadaje się do pokazywania – na przykład współlokator cały czas chodzi mi za plecami”, „Nie jestem przyzwyczajony, muszę posprzątać pokój”, „Niekomfortowo wyglądająca twarz”, „Mam zajęcia o 8:00, a wstaję o 7:55, więc nie do końca mam czas na poprawienie wyglądu i nie chciałbym być widoczny w kamerce”, „Włączenie kamerki bywa stresujące, o wiele pewniej czuję się, gdy jest ona wyłączona”, „Po prostu uważam, że wyglądam niewyjąscowo”, „Nie jestem przyzwyczajony, muszę posprzątać pokój”, „Nie chcę żeby inni mnie widzieli”, „Powód prywatny”, „Nie chce mi się utrzymywać porządku w pokoju”, „Ponieważ inni nie włączają”, „Inaczej wygląda komunikacja w rzeczywistości i inaczej człowiek do tego tematu podchodzi”.
- Kilka osób tłumaczyło się brakiem kamerki lub „Przy komputerze stacjonarnym nie posiadam kamery. Pracuję na nim podczas zajęć, musiałbym korzystać z innego komputera”.

- Następna grupa osób uważała, że włączenie nie ma większego uzasadnienia: „Nie uważam, aby kamera wpływała zauważalnie na jakość pracy w zespole”, „Gdyż zwyczajnie nie ma takiej potrzeby. Do sprawniej komunikacji wystarcza głównie głos, kamerka ma swoje zastosowanie głównie przy większych spotkaniach, zwykle oficjalnych”, „Nie widzę takiej potrzeby, kontakt głosowy jest wystarczający”.
- Spora część studentów nie miała problemu z włączaniem kamerki, np.: „Zawsze chętnie włączam kamerkę i oczekuję tego od innych. Uważam, że powinno to być wymagane”, „Przy pracy zdalnej (pracy zawodowej) normą jest włączona kamerka na spotkaniach”, „W momencie, kiedy zostanę poinformowana wcześniej o konieczności włączenia kamerki nie powinienam mieć z tym problemu”, „Nie ma problemu z włączeniem kamerki, jeśli wcześniej wiemy, że będziemy je włączać, z zaskoczenia to można być w piżamie”, „W pracy w małych zespołach mam włączoną kamerkę”.
- Część studentów proponuje „Nakaz używania kamer”, „Oczekiwać włączenia kamer na zajęciach laboratoryjnych. W przypadku wykładu nie mam pomysłu”, „Dobłą zasadą jest brak kamerki= brak obecności”.

Podsumowując należy stwierdzić, że wielu studentów wykazuje niechęć do włączania kamer. Wynika to z chęci zachowania prywatności lub potrzeby odseparowania się w celu wykonywania innych zajęć lub prac. Jeżeli chcemy, by kamerki były włączone, to dobrym rozwiązaniem jest wcześniejsze powiadomienie o takiej potrzebie. Dodatkowo w pewnych przypadkach (dla zachęty) można dawać dodatkowe punkty za pracę z włączoną kamerką. Oczywiście w sytuacjach takich jak egzaminy i inne sposoby kontroli wiedzy i umiejętności, włączanie kamerki będzie obowiązkowe.

Jedna z odpowiedzi dotyczyła opinii na temat: **„Podaj własną propozycję aktywizacji studentów lub pomiaru postępów prac w nauce w zajęciach zdalnych?”**

- Spora część studentów proponowała zadawanie pytań: „Aktywność na zajęciach w postaci odpowiadania na zadawane przez prowadzącego pytania”, „Aktualna praca ćwiczeniowa i obecność”, „Zainteresowanie postępami studenta przez pytania i odpowiedzi podsumowujące aktualnie przerabiany materiał”, „Podoba mi się idea testów po zajęciach, ale powinny być jedną z głównych ocen decydujących o wyniku na koniec semestru”, „Quizy/zadania do robienia poza zajęciami w celu uzyskania punktów pozwalających np. podnieść ocenę”, „Pytania/zadania powinny mieć wpływ na ocenę końcową, ale nie za duży”, „Dodawanie zadań dla studentów na platformie e-learningowej. Np. 30 dni na zrobienie”, „Kahoot za plusy”.

- Spora część studentów zgłaszała brak pomysłów lub informację, że aktualna sytuacja ich zadawała.
- Kolejna część studentów w celu aktywizacji proponowała pracę w zespołach: "Zespołowe rozwiązywanie zadań z użyciem tablic interaktywnych, np. Miro", "Zadania do rozwiązywania w grupie", "Udostępnianie projektów np. grupowych, cyklicznie z wyznaczonym terminem realizacji", "Wykonywanie projektów – samodzielnie lub w zespole – lub praca nad jednym większym projektem na przestrzeni kilku zajęć".
- Część studentów proponowała uatrakcyjnienie zajęć: „Podanie przykładowego case study z życia, w którym podany jest problem rzeczywisty z prośbą do studentów o rozwiązanie tego problemu, albo wyrażenia zdania jak zachowaliby się w podanej sytuacji”, „Więcej czasu na zajęcia lub mniej treści omawianych na zajęciach”, „Mniej ważne tematy powinny być traktowane jako uboczne, natomiast ważne, ciekawe, a szczególnie przydatne tematy omawiane bardziej szczegółowo”, „Niestety często problemem był brak czasu na zajęciach”, „1,5 godziny to długi okres na utrzymanie koncentracji, a świeżo nabyta wiedza nie jest jeszcze usystematyzowana”.

Podsumowując, studenci widzą celowość aktywizacji np. poprzez zadawanie pytań i proponują różne sposoby rozwiązania problemów. Innym narzędziem aktywizacji jest praca w zespołach, chętnie przy użyciu tablic interaktywnych oraz wprowadzenie ważnych i praktycznych tematów.

Kolejnym zadaniem studentom pytaniem było: **„Dlaczego niechętnie zadajesz pytania prowadzącemu w sposób głosowy lub na czacie?”**. Na to pytanie można wyróżnić następujące grupy odpowiedzi:

- Spora część ankietowanych odpowiada, że zadaje pytania prowadzącemu „Jak mam pytania to je zadaję zawsze”, „Chętnie zadaję pytania, bo jestem tu, żeby się czegoś nauczyć”, „Jeśli czegoś nie rozumiem to pytam”, „Nie mam z tym problemów”, „Zawsze zadaję pytania, jeśli mam taką potrzebę”.
- Z kolei przeciwna grupa nie zadaje pytań z różnych powodów: „Czuję się nieswojo, z wizją głupiego pytania na forum osób, których nie widzisz”, „Ze względu na zamknięcie w sobie, na żywo też pytań nie zadaję”, „Z powodu obawy przed zadaniem pytania, które w rzeczywistości jest mega proste”, „Bo mam słaby mikrofon i dużo hałasu w domu, a także rzadko mam pytania”, „Wolę posłuchać pytań innych osób”, „Jestem nieśmiały”, „Z powodu obaw, że na moje pytanie mogła już zostać udzielona odpowiedź, a ja nie przetworzyłem tej informacji”, „Moje py-

tanie może również nie być zgodne z tematem zajęć”, „Na poprzednich studiach nie zadawałam pytań, bo obawiałam się, że są bardzo głupie – wynikało to przede wszystkim z braku pewności siebie”, „Obawiam się pokazać niewiedzę, ale to już kwestia kultury, w której żyjemy, gdzie niewiedza jest czymś złym”, „Niektórzy zwyczajnie boją się zadawać pytania, albo nie posiadają wiedzy, żeby móc na nie odpowiedzieć”, „Nie jestem głęboko w temacie”, „Wolę zapytać w wiadomości prywatnej dzięki czemu nie zakłócam również przebiegu zajęć”, „Nie mam pytań”, „Zadaję pytania czasem, zwyczajnie żadne się nie pojawiają”, „Na zajęciach zdalnych załącza mi się tryb słuchacza”.

- Z kolei jedna odpowiedź dotyczyła braku zainteresowania tematyką zajęć „Nie interesuje mnie dane zagadnienie lub przedmiot”.

W przypadku tego pytania wyróżniamy dwie wyraźne grupy studentów: tych którzy zadają pytania oraz mających opory w zadawaniu pytań. Ważne jest, by znaleźć sposoby na ośmielenie grupy studentów mających obawy przed zadawaniem pytań. Oczywiście ważne jest, by treści zajęć były interesujące.

Kolejnym zagadnieniem, dla którego poszukiwano opinii studentów było: **„Dla prowadzącego zajęcia brak odzewu z audytorium jest frustrujący. Co Twoim zdaniem powinien zrobić prowadzący, by zaktywizować studentów?”**:

- Duża część studentów nie ma zdania.
- Kolejna grupa studentów uważa, że problemem może być nieinteresująca tematyka zajęć. Radzą, by „Prowadzić wykłady w sposób interesujący”, „Jeśli omawiana rzecz nie jest dla nich interesująca (lub nie jest omawiana w interesujący sposób) to studenci nie będą się odzywać”, „Przykładem ciekawych wykładów są zajęcia z nauczycielami (tu podano nazwiska), często rozmowy z wybranymi wykładowcami trwają nawet po upływie godziny oficjalnego zakończenia zajęć”.
- Następna grupa osób proponuje aktywizację poprzez zadawanie pytań: „Na podstawie własnych doświadczeń można zauważyć aktywizację studentów po zadawaniu wrywkowych pytań przez prowadzącego”, „Na początku wykładu należy pytać o łatwe rzeczy, tak by część osób się zaktywowała i w trakcie trwania wykładu dawać trudniejsze i potem znów łatwiejsze, taki rozkład Gaussa dla trudności pytań”, „Rozmawiać z nimi jak z rodziną”, „Zadawać ciekawe pytania z życia wzięte, takie, na które każdy student ma swoją opinię”, „Plusy za aktywność, mini testy podczas odpowiedzi na plusy”, „Zadać pytanie bezpośrednio do studenta”, „Często jest sytuacja gdy ktoś zna odpowiedź, ale boi się jej udzielić

ponieważ myśli, że jest w błędzie i nie chce się skompromitować”, „Losowo zadawać personalnie pytania”, „Dodatkowe punkty do egzaminu w zamian za aktywność na zajęciach zawsze się sprawdzają”.

- Z kolei inni proponują aktywizację poprzez pracę zespołową „W mniejszych grupach nie ma tego problemu, grupy wykładowe wymuszają na studentach bycie cicho, bo zapanuje chaos”, „Organizowanie większej ilości prac grupowych. Dzięki nim jesteśmy w stanie się poznać z innymi osobami na roku, a w znajomym gronie przeważnie czujemy się lepiej”.
- Są też osoby niezadowolone z prób zmuszania do aktywności: „Nie zadawać pytań”, „Osobiście uważam, że zmuszanie studentów do aktywności jest również frustrujące z perspektywy studenta”.

W przypadku tego pytania wyróżniamy grupy studentów, którzy uważają, że aktywizacja polegać powinna na zadawaniu pytań, inne że na pracy zespołowej oraz na atrakcyjnej treści zajęć.

Opinie indywidualne studentów mają duże znaczenie, gdyż wielu z nich przejawia troskę związaną z jakością uczenia.

Standardy jakości kształcenia na odległość na uczelniach o profilu inżynierskim

W Polsce wymogi zapewnienia jakości kursów zdalnych nie są ściśle określone. Od kształcenia na odległość wymaga się wysokiej jakości materiałów dydaktycznych oraz dostosowanych metod nauki. Dlatego, myśląc o jakości nauczania, należy zwrócić uwagę na stopień realizacji przyjętych kryteriów technicznych, metodycznych oraz organizacyjnych. W czasie weryfikacji kurs oceniany jest według standardu nawigacji (interfejsu), kompatybilności, jakości, dydaktyki. W standardach oceniane są następujące elementy: dostosowanie platformy do zajęć, poprawność prezentacji. Brana pod uwagę jest również licencja programów oraz to, czy podano instrukcje dotyczące wymagań sprzętowych.

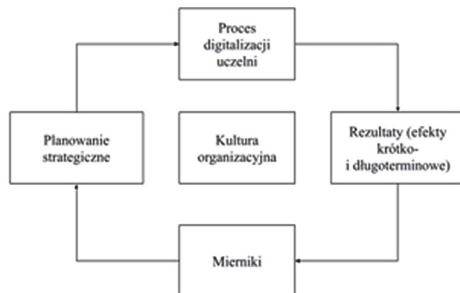
Ocenie metodycznej kursów poddawane są zwykle cel główny oraz cele szczegółowe nauczania oraz to, czy są one przedstawione w trakcie nauki uwzględniając praktyczne zastosowanie wiedzy w danej dziedzinie. Dodatkowej ocenie podlega stosowanie technik utrzymania uwagi i motywacji uczestników kursu, a także to czy kurs ma przejrzysty system oceny efektów uczenia się (postępów).

Szerszy kontekst zewnętrzny i określony wewnętrzny tworzą czynniki, których poznanie daje możliwości sterowania procesami kształcenia na odległość. W badaniach nauki zdalnej uwaga badaczy oraz praktyków skupia się

bardziej na samym e-learningu, niż na procesie jego realizacji. Przedstawiona zasada ma także odniesienie do mechanizmów sterowania zmianą w cyfrowej szkole wyższej, w której e-learning pełni kluczową rolę¹³. Warto w tym miejscu podkreślić, że działania te nie są autonomiczne, to obszary wymiany informacji, to miejsca, wymagające szczególnej uwagi, ponieważ zmiana w jednym punkcie (węźle, elemencie) może mieć wpływ na efekt całego projektu digitalizacji szkoły¹⁴.

Proponowana struktura modelu systemu digitalizacji uczelni składa się z pięciu obszarów (elementów), tj.: planowania strategii, procesu digitalizacji szkoły wyższej oraz pomiaru jej rezultatów z wykorzystaniem wskaźników, które wspólnie funkcjonują w kulturze organizacyjnej uczelni (Rysunek 2). Jest jednocześnie podstawą planowania oraz realizacji zdalnych programów studiów dla kierunków inżynierskich. Przedstawiony model wirtualnego uniwersytetu zapewnia sprawne połączenie planowania oraz osiągania efektów digitalizacji ze strategią ogólną szkoły wyższej.

Rysunek 2. Model systemu Wirtualnego Uniwersytetu – propozycja



Źródło: opracowanie własne.

¹³ Uniwersytet funkcjonujący w warunkach cyfrowych zmian powinien posiadać pewne kompetencje, tj.: uczenia się, zarządzania informacją, przewidywania zmian w perspektywie długoterminowej oraz efektywnego zarządzania. Dobrze zaprojektowany model systemu opisuje, a następnie wpływa na e-learning, wykonując zaplanowane działania symulacyjne.

¹⁴ Prezentowany system z podziałem na elementy stanowi część koncepcyjną pracy badawczej (badanie zadowolenia studentów) realizowanej we WSEI w Krakowie w 2021 r. pt.: „*The Virtual University Concept – Creating Student Value In The New Normal*” oraz prezentowanej na międzynarodowej konferencji : *International Symposium on Current Approaches & New Trends in Social Science*, June 24-25, 2021, Toros University.

Układ ten wynika z założenia, że cyfryzacja w czasie „zamykania projektu” daje określone rezultaty, które można i należy mierzyć, a pomiar gotowej usługi – cyfrowego uniwersytetu powinien dotyczyć identyfikacji odchyleń (wyników) wywołanych jego realizacją. Produkty te są następnie wykorzystywane w czasie upowszechniania wiedzy oraz sterowania zmianą w szkole wyższej za pomocą określonych standardów przedstawionych ogólnie w tabeli 8.

Tabela 8. Mechanizm wyboru standardów – operacjonalizacja elementów systemu

Element sytemu Wirtualnego Uniwersytetu	Standard jakości kształcenia na odległość	Charakterystyka standardu
Planowanie strategiczne	Polityka jakości	Część strategii uczelni dotycząca problematyki zarządzania jakością, dotycząca też zasad i standardów zarządzania nauką zdalną.
Digitalizacja uczelni, w tym programów studiów	Projektowanie programów studiów	Nadawanie postaci cyfrowej danym umiejscowionym w dokumentach związanych, w tym planowanie i organizowanie e-learningu.
Rezultaty	Klientocentryczność – nauka zorientowana na potrzeby studentów	Skoncentrowane na studentach środowisko nauki zdalnej, które pomaga im zyskać pewność niezbędną do efektywnej nauki oraz rozwoju osobistego.
	Wsparcie nauczycieli akademickich	Wsparcie nauczycieli za pomocą szkoleń i materiałów, których potrzebują, aby osiągnąć sprawność niezbędną do nauczania z użyciem technologii cyfrowych.
	Zasoby i wsparcie dla studentów	Zasoby edukacyjne, do których istnieje w pełni otwarty dostęp dzięki objęciu ich wolnymi licencjami lub przeniesieniu do domeny publicznej i udostępnieniu za pomocą dowolnych technologii informacyjnych i komunikacyjnych.
	Zarządzanie informacjami	Sterowanie przebiegiem procesów informacyjnych, które ma na celu ich optymalizację.
Mierniki procesu cyfryzacji		Mienniki procesu cyfryzacji pełnią istotną rolę w planowaniu i realizowaniu działań projakościowych w uczelni. Określają one m.in. skutki niskiej jakości, oceniają jakość nauki, przez co stanowią podstawę do zastosowania działań naprawczych doskonalących jakość w e-learningu.

Źródło: opracowanie własne.

Istotne miejsce w proponowanej technice wyboru standardów (kategorii oceny) zajmuje polityka jakości. Planując cyfryzację i automatyzację nauki nie należy realizować celów, które nie są spójne z misją i wizją uczelni. Cele digitalizacji to też korzyści biznesowe, jakie szkoła wyższa chce osiągnąć, upowszechniając nowe produkty (kierunki studiów, kursy, etc.), usprawniając procesy, tworząc nowe modele biznesowe, robiąc wszystko to, co wiąże się ze zmianą status quo instytucji. Pomiar w modelu to potwierdzenie, że spełniono wszystkie warunki (tj. przygotowano niezbędne zasoby, procesy i wartości) w celu skutecznego wdrożenia koncepcji i planu *Wirtualnego Uniwersytetu* w praktyce.

Proponowane w artykule standardy jakości kształcenia studentów informatyki na odległość, które obejmują katalog działań oraz podstawowe wskaźniki oceny powinny wzmocnić proces zarządzania e-learningiem w całej uczelni (Tabela 9). Najważniejszym wymiarem ogólnej jakości usług zdalnych jest jakość systemu informatycznego, w dalszej kolejności kompetencje wykładowców i materiałów szkoleniowych oraz dostępność usług administracyjnych¹⁵.

Dla przejrzystości wywodu i uniknięcia powtórzeń niektórych treści w poszczególnych standardach zdecydowano, by bogaty materiał empiryczny wykorzystany w katalogu opierał się również na kilku ważnych zasadach.

Po pierwsze, nauka zdalna jest wymagająca, towarzyszy jej zmęczenie, zacieranie się granic między przestrzenią zawodową i osobistą zarówno dla nauczycieli, jak i studentów. W tym celu należy rozstrzygnąć, jaka jest górna granica liczby uczestników e-zajęć? Ile powinna trwać jedna jednostka lekcyjna oraz jaki jest optymalny program e-zajęć?

Po drugie, opracowanie materiałów edukacyjnych w formie e-learningu jest czasochłonne oraz wymaga odpowiednich kompetencji cyfrowych i dydaktycznych. Dlatego ważne pytania dotyczą kwestii, jak wspierać nauczycieli i studentów w zakresie projektowania zajęć? W jaki sposób uatrakcyjnić e-szkolenia? Jak wykorzystać dostępne materiały w Internecie (ang. *open source*) przestrzegając przepisów prawa?

¹⁵⁾ Pham L, Limbu YB, Bui TK, et al, *Does e-learning service quality influence e-learning student satisfaction and loyalty? Evidence from Vietnam*. Int J Educ Technol High Educ, 2019, 16:7. <https://doi.org/10.1186/s41239-019-0136-3>.

Tabela 9. Standardy jakości kształcenia na odległość

(Kolumna 1 – Katalog działań dotyczących utrzymania standardu jakości kształcenia na odległość, Kolumna 2 – Podstawowe mierniki oceny)

Standard 1. Polityka jakości. Uczelnia realizuje politykę jakości w zakresie metod i technik kształcenia na odległość.	
1. Określono e-learning w strategii ogólnej uczelni poprzez wydzielenie odpowiednich zasobów oraz nastawienie struktury na innowacyjne techniki i metody kształcenia. 2. Ustalono cele oraz innowacyjne modele nauki w programach studiów. 3. Wprowadzono system doskonalenia jakości uczelni, obejmujący ciągłą analizę i aktualizację struktur, które zapewniają usługi i wsparcie dla działań e-learningowych. 4. Zaangażowano studentów, nauczycieli akademickich oraz personel administracyjny uczelni do zapewnienia jakości e-learningu (np. podczas pandemii). 5. Określono zasady dostępu do platformy edukacyjnej studentów z niepełnosprawnościami lub chorobą.	• E-learning jest częścią ogólnej strategii rozwoju, a także polityki jakości uczelni. • Uczelnia stosuje jasną procedurę przy podejmowaniu decyzji o przyjęciu nowych technologii cyfrowych w celu zapewnienia oczekiwanej jakości e-learningu. • Procesy i zasoby uczelni gwarantują efektywną naukę studentów, w tym ze specjalnymi potrzebami edukacyjnymi. • Uczelnia posiada kodeks postępowania, który zapewnia zachowanie uczciwości, wolności oraz etyki w sieci. • Elektroniczne środki bezpieczeństwa informatycznego (Cyber Security) są uwzględnione w praktyce uczelni.
Standard 2. Projektowanie programów studiów. Uczelnia posiada ustalone procesy planowania i zatwierdzania programów studiów. Plany są tak przygotowane, aby spełniały wyznaczone dla nich cele, w tym zakładane efekty uczenia się studentów.	
6. Określono najlepsze metody nauczania dla studentów na kierunku, biorąc pod uwagę doświadczenie, innowacyjność oraz konkretne efekty uczenia się. 7. Opracowano skuteczny proces projektowania programów online, które gwarantują właściwe ich dopasowanie do wymogów rynku pracy oraz obowiązujących przepisów branżowych (np. w procesie certyfikacji). 8. Wykazano w programie studiów potrzeby świadczenia usług e-learningu w odniesieniu do misji i celów zarówno programu, jak i instytucji.	• Uczelnia posiada strategię, w której ważne miejsce zajmuje innowacja cyfrowa, której częścią jest e-learning. • Programy studiów są wsparte metodami i technikami zdalnymi oraz są zgodne z misją uczelni. • Nauczyciele akademicy zaangażowani w projektowanie/opracowywanie/ocenę programów znają zalety/wady korzystania z e-learningu na określonych kierunkach kształcenia. • Potrzeby studentów są brane pod uwagę podczas opracowywania modelu uczenia się i projektowania programów nauczania.

Standard 3. Klientocentryczność – nauka skoncentrowana jest na potrzeby studentów. Uczelnia zapewnia aktywny udział studentów w tworzeniu programów studiów.	
9. Zaplanowano kierunki i ścieżki kształcenia dla studentów, które są dopasowane do metod i technik kształcenia na odległość. 10. Opracowano system motywacyjny dla studentów w celu wzajemnego angażowania się podczas zajęć online. 11. Przygotowano wzorcowe materiały dydaktyczne oraz zorganizowano szkolenia w odniesieniu do metod nauczania i weryfikacji efektów uczenia się w środowisku e-learningowym dla nauczycieli. 12. Wykorzystano technologie cyfrowe dopasowane do treści przedmiotów. 13. Określono metody i techniki weryfikacji efektów uczenia się. 14. Ustalono system składania skarg w przypadku jakichkolwiek problemów, które mogą być przeszkodą lub powodować niezadowolenie wśród studentów.	• Infrastruktura techniczna jest dostosowana do metody nauczania oraz weryfikacji efektów uczenia się. • Materiały dydaktyczne pasują do modelu kształcenia i ułatwiają studentom naukę. • Metody i techniki kształcenia na odległość są dostosowane do oceny efektów uczenia się. • Autorzy materiałów dydaktycznych to eksperci. Materiały te są okresowo przeglądane i aktualizowane.
Standard 4. Wsparcie nauczycieli akademickich. Uczelnia zapewnia wysoki poziom kompetencji nauczycieli akademickich.	
15. Opracowano programy studiów, które uznają kluczową rolę nauczycieli akademickich w budowaniu jakości e-learningu i jako takie określają ich struktury, profile i role. 16. Przygotowano programy szkolenia dla nauczycieli akademickich, które opierają się na analizie potrzeb szkoleniowych i uwzględniają potrzeby istniejącej i nowo zatrudnionej kadry. 17. Wprowadzono politykę starannej rekrutacji i zatrudniania zarówno nauczycieli, jak i pozostałego personelu zewnętrznego.	• Instytucja opracowała procedury identyfikujące potrzeby wsparcia dla nauczycieli akademickich. • Uczelnia określiła strukturę, profil i rolę kadry nauczycielskiej, która jest dostosowana do modelu dydaktycznego. • Uczelnia stosuje odpowiednie instrumenty, które gwarantują wybór odpowiednich nauczycieli akademickich. • Nauczyciele akademicy są przeszkoleni z technologii nauczania oraz weryfikacji efektów kształcenia. Dla nowych pracowników prowadzone są specjalne szkolenia.
Standard 5. Zasoby i wsparcie dla studentów. Uczelnia dysponuje odpowiednimi środkami finansowymi oraz udostępnia odpowiednie i łatwo dostępne zasoby edukacyjne oraz wsparcie dla studentów.	
18. Uczelnia uwzględnia w swoich strategiach rozwoju doskonalenie programów studiów oraz innowacyjnych technologii, analizuje potrzeby oraz wskaźniki definiujące funkcjonalność i wykorzystanie infrastruktury technicznej. 19. Uczelnia posiada odpowiednie systemy teleinformatyczne do nauki zdalnej. 20. Uczelnia dysponuje zorganizowanym systemem wsparcia dla nauczycieli akademickich i studentów.	• Uczelnia posiada procedury, które obejmują wsparcie dla studentów w zakresie nauki, technologii oraz spraw administracyjnych. • Uczelnia definiuje elektroniczne środki bezpieczeństwa, które gwarantują standardy jakości oraz integralności i aktualności informacji. • Uczelnia zapewnia studentom odpowiednią e-bibliotekę i wirtualne laboratoria. • Infrastruktura techniczna zapewnia dostępność programu e-learningowego przez uczniów ze specjalnymi potrzebami edukacyjnymi.

Standard 6. Zarządzanie informacjami. Uczelnia gromadzi, analizuje i wykorzystuje wiedzę i informacje w celu skutecznego zarządzania programami studiów oraz innymi działaniami.	
21. Opracowano wskaźniki do oceny stanu e-learningu. 22. Przeprowadzono badania, w tym przygotowano profil studentów zapisanych na kursy/programy e-learningowe. 23. Nauczyciele mają dostęp do raportów i informacji związanych z ich rolami w e-learningu. 24. Opracowano system, który zapewnia gromadzenie danych z poszanowaniem prawa studenta do prywatności i uwzględnia przepisy własności intelektualnej.	• Zebrane dane służą do oceny programów e-learningowych (np. analiza porównawcza projektu kursu). • System zarządzania informacją zawiera istotne, aktualne i rzetelne informacje dotyczące instytucji i jej programów. • Uczelnia uwzględnia normy etyczne i politykę rządu w zakresie ochrony danych i prywatności studentów.
Standard 7. Monitoring i okresowe przeglądy systemów oraz programów studiów. Uczelnia monitoruje i okresowo ocenia systemy teleinformatyczne oraz programy studiów.	
25. Przeprowadzono ocenę programów studiów, w jakim stopniu działania e-learningowe są zintegrowane z programami studiów. 26. Poprawiono programy studiów na podstawie dokładnej oceny przebiegu studiów oraz weryfikacji efektów uczenia się studentów.	• Rozwój informatyczny uczelni dotyczy również e-learningu. • Programy e-learningowe są przeglądane, aktualizowane i doskonalone • Wewnętrzny system zapewniania jakości generuje informację zwrotną dla nauczycieli i studentów.

Źródło: opracowanie własne.

Zarówno zapewnienie wysokiej jakości, jak i doskonalenie kursów online wymaga czasu na odpowiednie zarządzanie procesem edukacyjnym, doskonalenie umiejętności dydaktycznych oraz stosowanie innowacyjnych metod kształcenia. Taki wysiłek oraz wyniki pracy powinny być też uwzględnione w ocenie nauczycieli akademickich i stanowić ważne kryterium ich rozwoju naukowego i zawodowego w przyszłości.

Rekomendacje dla kadry dydaktycznej na uczelniach

Kształcenie na odległość ma znacznie szersze znaczenie niż przeniesienie dydaktyki z sali wykładowej do Internetu. Zarówno zapewnienie wysokiej jakości nauczania, jak i doskonalenie kursów wymaga od ich autorów więcej czasu, doskonalenia umiejętności dydaktycznych oraz stosowania innowacyjnych metod kształcenia, tj.:

- Uczestnictwo w kursie – treści szkolenia powinny być prezentowane w sposób dostosowany do różnych stylów uczenia się uczestników.

Należy zatem uwzględnić je według odpowiednich proporcji podczas projektowania zajęć online.

- Przejrzystość kursu – e-learning powinien pozwalać na łatwe przyswajanie wiedzy i zrozumienie tematu. W tym celu należy zorganizować zasoby kursu. Materiały powinny być prezentowane w sposób logiczny – najlepiej podzielić je na tematy/moduły/części. Studenci powinni z łatwością poruszać się po przebiegu zajęć. Ekran komputera, który zawiera również narzędzia nawigacji nie może być przeładowany treścią.
- Atrakcyjne materiały online – kurs powinien zawierać animacje, zdjęcia, rysunki, nagrania audio i video, które należy ze sobą powiązać, aby przyczyniły się one do efektywniejszego zapamiętania informacji.
- Podtrzymanie uwagi i zainteresowania uczestników – treści szkoleń e-learningowych powinny wywoływać interakcje. Odpowiednio zaprojektowane quizy, gry i ćwiczenia interaktywne wykonywane na monitorze komputera powinny zwiększać atrakcyjność e-kursu i usprawniać proces przyswajania wiadomości.
- Stałe wsparcie i kontakt – studenci powinni łatwo i szybko porozumieć się online z wykładowcą. W kursach online wymagana jest pewna szybkość uzyskiwania odpowiedzi zwrotnej. Studenci nie powinni czekać zbyt długo na odpowiedź na zadane prowadzącemu pytanie.
- Praca zespołowa na platformie on-line – należy zapewnić możliwość współpracy między uczestnikami kursu oraz prowadzącym, wykorzystując różne techniki – takie jak chat room, panele dyskusyjne i fora internetowe. Te narzędzia oferują możliwość efektywnego kontaktu z uczącym się, zastępując klasyczną salę wykładową i zachęcając słuchaczy do wzajemnej wymiany informacji pomiędzy sobą, co jest istotnie ważnym czynnikiem kształtującym sukces szkolenia i jego jakość.

Wnioski

Uczelnie realizując proces kształcenia na odległość sięgają po produkty wytworzone w sferze nauki, imitując rozwiązania nauki stacjonarnej, doskonalą je bądź tworzą własne narzędzia z wykorzystaniem zasobów wiedzy, techniki oraz technologii. Nasilenie i tempo tych procesów wyznacza nowe poziomy innowacyjności w edukacji i decyduje o sukcesie oferty dydaktycznej.

Adaptacja procesów edukacyjnych w kształceniu zdalnym inżynierów informatyki w nowej sytuacji nie jest łatwym zadaniem, gdyż wymaga myślenia

strategicznego oraz wdrożenia wielu działań. Nabyte dotychczas doświadczenie w kształceniu na odległość to dobra chwila na wprowadzenie metody projektowej do przygotowania oraz realizacji zajęć. Przedstawienie ciekawych przypadków lub problemów oraz pozostawienie studentom – informatykom przestrzeni na poszukiwanie własnych rozwiązań, w tym dopuszczenie kreatywnych form realizacji projektu na zaliczenie, jest interesującą propozycją zmiany. Aktywizacja powinna polegać na zadawaniu pytań, pracy zespołowej i atrakcyjnej treści zajęć. Warto w tym miejscu (okolicznościach) przemyśleć taką formę nauki zdalnej, tym bardziej że w świetle ostatnich badań różne nowoczesne metody i techniki pracy oraz nauki projektowej uznawane są za najskuteczniejsze i najbardziej utrwalające zdobytą wiedzę właśnie poprzez praktyczne działanie. Zakładają one również rozwój takich cech jak samodyscyplina i motywacja, co sprzyja rozwojowi informatyków, szczególnie w wyjątkowych, spowodowanych kryzysem sytuacjach.

Podsumowując wyniki przeprowadzonych badań ankietowych należy stwierdzić, że studenci widzą celowość w aktywizacji nauki zdalnej. Wybór metod i technik zależy od etapu rozwoju zespołu, aktualnej wiedzy i doświadczenia studentów, poziomu ich otwartości na zmianę oraz skomplikowania treści. Nadal efektywnym narzędziem pozostaje praca w zespołach oraz uatrakcyjnienie zajęć poprzez wprowadzenie ważnych i praktycznych tematów.

Wprowadzona metoda nauczania ma służyć nabywaniu wiedzy i umiejętności. Ważne jest, aby znaleźć sposoby na ośmielenie studentów w trakcie szkolenia z wykorzystaniem aktywnych metod nauczania, czyli dyskusji, wchodzenia w rolę, stacje zadaniowe, wizualizacje oraz studium przypadku.

Dobór metod i technik nauczania online powinien wynikać z przyjętych założeń oraz sytuacji problemowej. Podstawowym kryterium metodycznym w trakcie projektowania szkolenia zdalnego powinno być zatem utrzymanie równowagi pomiędzy istniejącymi technikami aktywizującymi. Jednocześnie należy pamiętać, że wyjście poza zakres metody podającej (deklaratywnej) oraz przejście do innych metod (np. problemowej, eksponującej lub praktycznej) wymaga nowych kompetencji, zarówno wśród studentów, jak i nauczycieli.

Literatura

1. Dhawan S., *Online Learning: A Panacea in the Time of COVID-19 Crisis*. *J Educ Technol Syst*, 2020, 49:5–22. <https://doi.org/10.1177/0047239520934018>.

2. Skrzypek E., *Miejsce e-learningu w zarządzaniu wiedzą. Nierówności Społeczne*, „Wzrost Gospodarczy”, 2015, 239–251. <https://doi.org/10.15584/nsawg.2015.4.2.21>.
3. Beetham H, Sharpe R., *Rethinking Pedagogy for a Digital Age: Designing and Delivering E-Learning*. Routledge, London 2007.
4. Olszewska K., *Znaczenie e-learningu we współczesnej edukacji*. „Zeszyty Naukowe Politechniki Częstochowskiej Zarządzanie” 2020, 37:48–63. <https://doi.org/10.17512/znpacz.2020.1.05>.
5. Wierzbińska A., *Polish philology education in the digital age. Is it still present at Polish schools and universities?* “Acta Univ Lodz Folia Litt Pol”, 2020, 56:127–141. <https://doi.org/10.18778/1505-9057.56.08>.
6. Tadeusiewicz R., *E-learning na uczelniach*. In: *Księgarnia Internetowa PWN*. <https://ksiegarnia.pwn.pl/E-learning-na-uczelniach,899153610,p.html>. Accessed 7 Jul 2021.
7. *The COVID-19 pandemic has changed education forever. This is how*. In: “World Econ. Forum”. <https://www.weforum.org/agenda/2020/04/coronavirus-education-global-covid19-online-digital-learning/>. Accessed 27 Aug 2021.
8. Buckle J. A., *Comprehensive Guide to 21st Century Skills*. <https://www.panoramaed.com/blog/comprehensive-guide-21st-century-skills>. Accessed 27 Aug 2021.
9. *Stowarzyszenie E-learningu Akademickiego*. <https://sea.edu.pl/celebracja.php>. Accessed 25 Aug 2021.
10. *Worldwide CDIO Initiative*. <http://www.cdio.org/>. Accessed 25 Aug 2021.
11. *Educational Transformation through Technology at MIT – CDIO*. <https://web.mit.edu/edtech/casestudies/cdio.html>. Accessed 25 Aug 2021.
12. *Kształcenie Inżyniera Przyszłości*. <https://pg.gda.pl/info/cdio/>. Accessed 25 Aug 2021.
13. *The Nexus™ Guide*. In: *Scrum.org*. <https://www.scrum.org/resources/nexus-guide>. Accessed 21 Sep 2021.
14. Ke AF *Metodyka scrum w małych i średnich projektach informatycznych*. 60 str.
15. Werewka J., Spiechowicz A., *Enterprise Architecture Approach to SCRUM Processes, Sprint Retrospective Example*. In: Ganzha M, Maciaszek LA, Paprzycki M (eds) *Proceedings of the 2017 Federated Conference on Computer Science and Information Systems, FedCSIS 2017, Prague, Czech Republic, September 3-6, 2017*. pp 1221–1228.

16. Pham L, Limbu YB, Bui TK, et al, *Does e-learning service quality influence e-learning student satisfaction and loyalty? Evidence from Vietnam*. Int J Educ Technol High Educ. 2019; 16:7. <https://doi.org/10.1186/s41239-019-0136-3>.

W kierunku automatycznej klasyfikacji języków naturalnych

Towards an automatic classification of natural languages

Streszczenie: Klasyfikacja języków naturalnych jest jednym z głównych zadań językoznawstwa. Spośród różnych typów klasyfikacji języków najbardziej wiarygodną i miarodajną wydaje się być klasyfikacja typologiczna, która łączy języki w jednostki większego rzędu na podstawie podobieństwa ich cech strukturalnych. Podobieństwo typologiczne języków może być wynikiem zarówno ich pochodzenia od wspólnego przodka, czyli prajęzyka, jak i występujących zapożyczeń międzyjęzykowych dotyczących zarówno leksyki, jak i struktur składniowych. W artykule zamieszczono propozycję budowy systemu przeznaczonego do realizacji automatycznej klasyfikacji języków naturalnych ze względu na ich stopień podobieństwa typologicznego.

Opracowany przez autorów system uwzględnia obecnie 72 języki należące głównie do indoeuropejskiej rodziny językowej. W systemie uwzględniono ponadto kilka języków należących do innych rodzin językowych oraz wybrane języki sztuczne typu naturalistycznego. Autorzy zaprezentowali program komputerowy służący do wyznaczania liczbowej miary stopnia wzajemnego podobieństwa systemów zaimków osobowych występujących w różnych językach świata. W przyszłości planowana jest budowa analogicznych systemów przeznaczonych do wyznaczania miary podobieństwa języków na podstawie automatycznej analizy wzorców koniugacyjnych czasowników oraz wzorców deklinacyjnych rzeczowników i przymiotników wybranych języków.

¹⁾ Dr inż. Prof. Wyższej Szkoły Ekonomii i Informatyki w Krakowie.

²⁾ Dr inż., AGH Akademia Górniczo-Hutnicza, Wydział EAIILB, Katedra Informatyki Stosowanej.

Słowa kluczowe: lingwistyka komputerowa, przetwarzanie języka naturalnego, klasyfikacja języków.

Summary: Classification of natural languages is one of the main tasks of linguistics. Of the various types of language classification, the most reliable and authoritative seems to be the typological classification, which combines languages into units of a higher order on the basis of similarity of their structural features. The typological similarity of languages may be a result of both their origin from a common ancestor, i.e. a proto-language, and interlingual borrowings concerning both lexis and syntactic structures. The paper presents a proposal for the construction of a system intended for the automatic classification of natural languages according to their degree of typological similarity.

The system developed by the authors currently includes 72 languages belonging mainly to the Indo-European language family. The system also includes several languages belonging to other language families and selected artificial languages of a naturalistic type. The authors have presented a computer programme for determining a numerical measure of the degree of mutual similarity between the systems of personal pronouns occurring in different languages of the world. In the future it is planned to build analogous systems to determine the measure of similarity between languages on the basis of automatic analysis of verb conjugation patterns and declension patterns of nouns and adjectives of selected languages.

Keywords: computational linguistics, natural language processing, language classification.

JEL classification codes: C6, C60.

Wprowadzenie

Jednym z podstawowych zadań stojących przed dyscypliną językoznawstwa jest klasyfikowanie materiału językowego istniejącego na kuli ziemskiej zarówno obecnie, jak i w znanej nam z badań historycznych odległej przeszłości³. Wyróżnia się przy tym trzy odmienne systemy klasyfikacji języków, do których należą: klasyfikacja genetyczna, klasyfikacja geograficzna oraz klasyfikacja typologiczna.

³) Majewicz A. F., *Języki świata i ich klasyfikowanie*, Państwowe Wydawnictwo Naukowe, Warszawa, 1989.

System genetycznej klasyfikacji języków jest historycznie najstarszy, a jego podstawę stanowi domniemanie pochodzenia danej grupy językowej od wspólnego im wszystkim przodka – prajęzyka. Na przykład takim wspólnym przodkiem dla wszystkich języków romańskich był używany w starożytności na znacznych obszarach Europy język łaciński⁴. Podobnie, uważa się, że wszystkie obecnie istniejące, a także i wymarłe w przeszłości (na przykład język staro-cerkiewno-słowiański lub język połabski), języki słowiańskie wywodzą się od wspólnego przodka, którym był rekonstruowany przez badaczy język prasłowiański⁵. Niestety, język ten nie posiadał swej formy pisanej, zatem żaden jego zapis z oczywistych powodów nie dotarł do naszych czasów, a obecna wiedza o nim opiera się wyłącznie na dokonanych przez lingwistów domniemyanych rekonstrukcjach.

Często klasyfikacja genetyczna języków porównywana jest do klasyfikacji organizmów żywych, które łączone są w odpowiednie jednostki systematyczne na podstawie przewidywanego ich pochodzenia od wspólnego przodka. Taki tok rozumowania nie jest jednak do końca słuszny ponieważ w przypadku języków naturalnych przepływ informacji ma charakter nie tylko „pionowy”, (czyli w kierunku od przodków do potomków), ale równie często występuje przekaz „poziomy” w postaci zapożyczeń (najczęściej w sferze leksyki) od sąsiednich języków, które w ogólnym przypadku wcale od rozważanego wspólnego przodka nie muszą bynajmniej pochodzić⁶.

W wyniku tego rodzaju zapożyczeń języki należące nawet do zupełnie odrębnych rodzin językowych mogą się do siebie wzajemnie nawet w bardzo dużym stopniu upodobnić. Dawniej w językoznawstwie mówiono powszechnie o chińsko-tybetańskiej rodzinie językowej, w której wyróżniano cztery grupy językowe: chińską, tybetańską, birmańską i tajską⁷. Obecnie, według najnowszych poglądów, mamy w istocie do czynienia z czterema różnymi rodzinami językowymi, a należące do nich języki upodobniły się w znacznym stopniu do siebie w wyniku wzajemnych kontaktów ich użytkowników (są to wszystko języki w bardzo wysokim stopniu analityczne, monosylabiczne i toniczne). Taki stan rzeczy powoduje, że jest rzeczą sensowną podjąć próbę klasyfikowania języków pod względem

⁴) Mańczak W., *Języki romańskie* [w:] *Języki indoeuropejskie* (pod redakcją Leszka Bednarczuka), tom II, Państwowe Wydawnictwo Naukowe, Warszawa, 1988.

⁵) Majewicz A. F., *Języki świata i ich klasyfikowanie*, Państwowe Wydawnictwo Naukowe, Warszawa, 1989.

⁶) Matisoff J. A., *Zagrożona różnorodność: języki i formy życia*, Świat Nauki, nr 10, 2002, ss. 66-73.

⁷) Künstler J. M., *Języki chińskie*, Warszawa, Wydawnictwo Akademickie DIALOG, 2000.

analizy obszarów ich występowania, co dokonywane jest w ramach klasyfikacji geograficznej języków, poprzez łączenie ich w tzw. ligi językowe.

Jednak najbardziej miarodajnym typem klasyfikacji języków wydaje się być klasyfikacja typologiczna, która uwzględnia podobieństwa pomiędzy językami, niezależnie od tego, czy są one wynikiem pochodzenia rozpatrywanych języków od wspólnego im przodka – prajęzyka, czy też powstały w wyniku geograficznej bliskości ich występowania.

Automatyzacja klasyfikacji języków

Według obiegowych opinii język czeski jest bardzo podobny do języka słowackiego i zapewne jest w tym stwierdzeniu sporo racji, ponieważ użytkownicy obu wymienionych języków nie mają zwykle najmniejszych trudności ze wzajemną komunikacją językową. Z kolei język polski jest do języka czeskiego również w wysokim stopniu podobny, ale zapewne już nie tak bardzo jak język słowacki. Należy przy tym zauważyć, że wszystkie trzy wymienione języki należą do jednej podgrupy języków zachodniosłowiańskich. Natomiast język chorwacki, który należy do grupy języków południowosłowiańskich, jest do rozważanego tutaj języka czeskiego podobny już w mniejszym stopniu. W jeszcze mniejszym stopniu język czeski jest podobny do języka rosyjskiego, który jest największym pod względem liczby użytkowników językiem należącym do wschodniosłowiańskiej grupy językowej.

Są to wszystko kwestie dość oczywiste, które wyczuwane są przez użytkowników języków słowiańskich w sposób intuicyjny. Jednak sporym wyzwaniem jest próba ujęcia tych intuicyjnie wychwytywanych zależności w swego rodzaju liczbowe miary stopnia wzajemnego podobieństwa języków. Gdyby tego rodzaju precyzyjną miarę liczbową udało się utworzyć, wówczas klasyfikację języków można byłoby przeprowadzić w wielu wypadkach w sposób o wiele bardziej wiarygodny. Być może tego rodzaju liczbową miarę stopnia wzajemnego podobieństwa języków mogłaby być ważnym argumentem pozwalającym w pewnych przypadkach w definitywny sposób rozstrzygnąć, czy mamy do czynienia z całkowicie odrębnym i niezależnym językiem, czy jedynie z jakąś formą dialektalną innego języka.

W rozważanym kontekście wystarczy wspomnieć tylko toczone niegdyś zawzięte spory o to, czy kaszubski jest odrębnym językiem, czy jedynie jednym z wielu dialektów języka polskiego. Jeśli uświadomimy sobie fakt, że dla przeciętnego użytkownika języka polskiego bliski mu język słowacki jest znacznie lepiej zrozumiały niż kaszubski, wówczas kwestia klasyfikacji ka-

szubskiego jako odrębnego języka wydaje się raczej oczywista (nikt przecież nie ma wątpliwości, że słowacki jest językiem odrębnym od polskiego).

Tego rodzaju sytuacji znanych jest w językoznawstwie dosłownie bez liku i niestety w większości przypadków za ostatecznym rozwiązaniem przemawiają kwestie natury pozajęzykowej – głównie politycznej. Przykładowo, na należących do Japonii wyspach Riukiu używany jest lokalny język, określany mianem języka ryukyu, który w Japonii uważany jest po prostu za dialekt języka japońskiego. Tymczasem badania naukowe stanowisko takie zdecydowanie wykluczają, ponieważ jakiegolwiek (nawet bardzo odległe) genetyczne pokrewieństwo języka japońskiego z językiem ryukyu w ogóle nie zostało udowodnione, a ponadto oba wymienione języki są wzajemnie dla ich użytkowników całkowicie niezrozumiałe⁸.

W świetle powyższych uwag prowadzenie badań mających na celu utworzenie systemu dającego precyzyjną miarę stopnia podobieństwa języków wydaje się być dostatecznie mocno uzasadnione. Podstawę opracowywanego przez autorów systemu stanowi typologiczna klasyfikacja języków, która może być przeprowadzana na wielu równoległych płaszczyznach: fonologicznej, syntaktycznej i semantycznej⁹. W pierwszym etapie prowadzonych badań autorzy skoncentrowali się na klasyfikacji typologicznej systemów zaimków osobowych języków naturalnych.

Klasyfikacja systemów zaimków osobowych

Zaimki osobowe w językoznawstwie zaliczane są do tzw. uniwersaliów językowych, to znaczy stanowią kategorię gramatyczną, która musi być obecna w każdym języku naturalnym. Jak dotychczas nie jest znany żaden język naturalny, który by jakiegoś, nawet bardzo uproszczonego systemu zaimków osobowych w ogóle nie posiadał. W wielu różnych językach świata zaimki osobowe odmieniają się przez osoby gramatyczne, a także niekiedy przez liczby i rodzaje gramatyczne, co sprawia, że systemy zaimków osobowych poszczególnych języków naturalnych mogą bardzo różnić się od siebie¹⁰.

⁸) Majewicz A. F., *Języki świata i ich klasyfikowanie*, Państwowe Wydawnictwo Naukowe, Warszawa 1989.

⁹) Milewski T., *Językoznawstwo*, Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa 2004.

¹⁰) Arnold D., Balkan L., Meijer S., Humphreys R. L., Sadler L., *Machine translation: an introductory guide*, NCC Blackwell, London 1994.

W ogólnym przypadku system zaimków osobowych dla dowolnego języka naturalnego, w którym mogą maksymalnie wystąpić trzy liczby gramatyczne, może zostać przedstawiony za pomocą następującej tabeli.

Tabela 1. Ogólny schemat systemu zaimków osobowych języka naturalnego

	Liczba pojedyncza	Liczba podwójna	Liczba mnoga
Osoba pierwsza	ja (mężczyzna)	my dwaj (mężczyźni)	my (mężczyźni)
	ja (kobieta)	my dwie (kobiety)	my (kobiety)
Osoba druga	ty (mężczyzna)	wy dwaj (mężczyźni)	wy (mężczyźni)
	ty (kobieta)	wy dwie (kobiety)	wy (kobiety)
Osoba trzecia	on (mężczyzna)	oni dwaj (mężczyźni)	oni (mężczyźni)
	ona (kobieta)	one dwie (kobiety)	one (kobiety)
	ono (dziecko)	ich dwoje (dzieci)	one (dzieci)

Źródło: opracowanie własne.

Jak wynika z tab. 1, system zaimków osobowych języka naturalnego, w którym występują nie więcej niż trzy liczby gramatyczne, może maksymalnie liczyć aż 21 różnych form wyrazowych. Jednak język, który posiadałby tak wielką mnogość odmiennych form wyrazowych dla zaimków osobowych prawdopodobnie nigdzie nie istnieje i nigdy też w przeszłości nie istniał, ponieważ tak rozbudowany system zaimków byłby bardzo nieekonomiczny i obciążałby zbyt mocno pamięć osób posługujących się danym językiem. W związku z powyższym w przypadku konkretnych języków mamy zwykle do czynienia ze znacznym uproszczeniem przedstawionego w tab. 1 ogólnego schematu.

Przykładowo, skrajnie prosty system zaimków osobowych występuje w języku perskim, zaliczanym do indoeuropejskiej rodziny językowej. System zaimków osobowych języka perskiego został przedstawiony w tab. 2. Rozważany system zaimków osobowych jest tak prosty ponieważ we współczesnym języku perskim, (w wyniku jego historycznego rozwoju), całkowicie zanikła kategoria rodzaju gramatycznego.

Tabela 2. Zaimki osobowe współczesnego języka perskiego (uproszczona transkrypcja fonetyczna)

	Liczba pojedyncza	Liczba podwójna	Liczba mnoga
Osoba pierwsza	man	-	ma
	-	-	-
Osoba druga	to	-	szoma
	-	-	-
Osoba trzecia	o	-	anha
	-	-	-
	-	-	-

Źródło: opracowanie własne.

Z kolei w tab. 3 przedstawiono wygląd systemu zaimków osobowych w klasycznym języku arabskim (zastosowano uproszczoną transkrypcję fonetyczną). W rozważanym wypadku wielość form wyrazowych zaimków osobowych klasycznego języka arabskiego wynika z występowania w tym języku kategorii gramatycznej liczby podwójnej (tzw. dualisu). Dodatkowo, w wielu przypadkach występują odrębne formy zaimków (w drugiej osobie gramatycznej) dla rodzaju męskiego i żeńskiego (kategoria gramatyczna rodzaju nijakiego nie jest w klasycznym języku arabskim, podobnie jak i w innych językach semickich, w ogóle znana)¹¹.

Tabela 3. Zaimki osobowe klasycznego języka arabskiego (uproszczona transkrypcja fonetyczna)

	Liczba pojedyncza	Liczba podwójna	Liczba mnoga
Osoba pierwsza	ana	nahnu	nahnu
	ana	nahnu	nahnu

¹¹⁾ Danecki J., *Współczesny język arabski i jego dialekty*, Wydawnictwo Akademickie DIALOG, Warszawa 2000.

Osoba druga	anta	antuma	antum
	anti	antuma	antunna
Osoba trzecia	hua	huma	hum
	hija	huma	hunna
	-	-	-

Źródło: opracowanie własne.

W celu budowy systemu pomiaru odległości pomiędzy systemami zaimków osobowych różnych języków należy najpierw rozwiązać problem przekształcenia danych lingwistycznych w dane o charakterze numerycznym.

Przekształcenie danych lingwistycznych do postaci numerycznej

Autorzy niniejszego artykułu zastosowali następujący sposób konwersji danych o charakterze lingwistycznym do postaci numerycznej. W tym celu analizowane są kolejne formy wyrazowe zaimków osobowych danego języka w następującym porządku:

1. ja (mężczyzna)
2. ja (kobieta)
3. ty (mężczyzna)
4. ty (kobieta)
5. on (mężczyzna)
6. ona (kobieta)
7. ono (dziecko)
8. my dwaj (mężczyźni)
9. my dwie (kobiety)
10. wy dwaj (mężczyźni)
11. wy dwie (kobiety)
12. oni dwaj (mężczyźni)
13. one dwie (kobiety)
14. ich dwoje (dzieci)
15. my (mężczyźni)
16. my (kobiety)
17. wy (mężczyźni)

18. wy (kobiety)
19. oni (mężczyźni)
20. one (kobiety)
21. one (dzieci)

Z powyższych danych lingwistycznych tworzony jest wektor o 21 składowych. Każda składowa rozważanego wektora może przyjąć wartość z następującego zbioru wartości numerycznych $\{-1, 0, 1\}$. Jeśli dana forma wyrazowa występuje po raz pierwszy, wówczas na skojarzonej z nią pozycji wektora wartości numerycznych pojawia się jedynka. W przypadku przeciwnym, czyli jeśli dana forma wyrazowa wystąpiła już uprzednio, wówczas odpowiednia składowa wektora wartości numerycznych przyjmuje wartość zero. Natomiast jeśli dana forma zaimka w ogóle nie występuje, wówczas na skojarzonej z nią pozycji wektora pojawi się minus jedynka.

W przypadku języka polskiego na poszczególnych pozycjach pojawiają się następujące formy wyrazowe zaimków osobowych:

1. ja
2. ja
3. ty
4. ty
5. on
6. ona
7. ono
8. (brak formy wyrazowej)
9. (brak formy wyrazowej)
10. (brak formy wyrazowej)
11. (brak formy wyrazowej)
12. (brak formy wyrazowej)
13. (brak formy wyrazowej)
14. (brak formy wyrazowej)
15. my
16. my
17. wy
18. wy
19. oni
20. one
21. one

W związku z powyższym dla systemu zaimków osobowych języka polskiego wygenerowany zostanie następujący wektor o 21 składowych:

[1, 0, 1, 0, 1, 1, 1, -1, -1, -1, -1, -1, -1, 1, 0, 1, 0, 1, 1, 0]

Rozważany wektor jest następnie poddawany normalizacji, tak aby jego długość była jednostkowa. Omawiana operacja polega na podzieleniu każdej ze składowych rozpatrywanego wektora przez jego długość, czyli przez pierwiastek z sumy kwadratów poszczególnych współrzędnych.

Odległość pomiędzy wektorami wyznaczonymi dla systemów zaimków osobowych dwóch różnych języków definiujemy jako ich iloczyn skalarny. Otrzymujemy wówczas liczbę z przedziału $[-1, 1]$. Jeżeli teraz do uzyskanego wyniku dodamy jeden, uzyskamy liczbę z przedziału $[0, 2]$. Teraz wystarczy uzyskany wynik podzielić przez dwa, aby miara odległości pomiędzy systemami zaimków osobowych badanych języków była liczbą z przedziału $[0, 1]$. Uzyskanie wartości równej jeden oznacza maksymalne podobieństwo systemów zaimków osobowych badanych języków. Z kolei uzyskanie wartości zero oznacza brak jakiegokolwiek ich podobieństwa (wartość raczej niemożliwa do uzyskania w praktyce).

Implementacja systemu w języku Python

Program wyznaczający miarę stopnia podobieństwa systemów zaimków osobowych w dwóch różnych językach został napisany przez autorów w języku Python. Celowo wybrany został nowoczesny język programowania, charakteryzujący się przejrzystą i prostą składnią, podlegający procesowi interpretacji [8]. Język ten wykorzystywany jest obecnie powszechnie w dziedzinie sztucznej inteligencji, uczenia maszynowego i przetwarzania języka naturalnego¹².

Opracowany przez autorów w języku Python program został wyposażony w graficzny interfejs użytkownika, który został utworzony z wykorzystaniem biblioteki „tkinter”. Na rys. 1 zamieszczono zrzut ekranu przedstawiający widok okna głównego programu.

Za pomocą przycisków opcji wyboru użytkownik dokonuje wyboru języka, dla którego mają zostać wyświetlone istniejące w nim zaimki osobowe. Na chwilę obecną w opracowanym przez autorów systemie uwzględniono 72 języki, należące głównie do indoeuropejskiej rodziny językowej. Spośród języków słowiańskich uwzględniono języki takie jak: polski, czeski, słowacki, dolnołużycki, górnołużycki, kaszubski, serbski, chorwacki, bośniacki, słoweński, bułgarski, macedoński, rosyjski, ukraiński, białoruski i staro-cerkiewno-słowiański. Z kolei z grupy języków germańskich uwzględniono języki takie jak: angielski, niemiecki, niderlandzki, flamandzki, fryzyjski, szwedzki, duń-

¹²⁾ Raschka S., *Python – uczenie maszynowe*, Wydawnictwo HELION, Gliwice, 2018.

ski, norweski, nowonorweski (nynorsk), islandzki, farerski, afrikaans i jidysz. Podobnie z grupy języków romańskich w systemie ujęto takie języki jak: francuski, oksytoński, hiszpański, portugalski, kataloński, włoski, romansz, rumuński, ladino i język łaćniński.

Utworzony przez autorów system obejmuje także inne języki indoeuropejskie, nie należące do uprzednio wymienionych grup językowych (słowiańskiej, germańskiej i romańskiej). Są to następujące języki: walijski, bretoński, kornijski, irlandzki, gaelicki, manx, grecki, starogrecki, albański, ormiański, hindi, urdu, bengalski, sanskryt, litewski, łotewski i perski. W rozważanym systemie uwzględniono także wybrane języki sztuczne typu naturalistycznego (wzorowane na języku łacińskim i innych współczesnych językach Europy), takie jak esperanto, ido, novial, occidental i interlingua. Ponadto system uwzględnia kilka języków świata nie należących do indoeuropejskiej rodziny językowej. Są to następujące języki: arabski, hebrajski, fiński, estoński, węgierski, turecki, japoński, koreański, mongolski i chiński.

Rysunek 1. Widok okna programu wyznaczającego stopień podobieństwa systemów zaimków osobowych wybranych języków świata

Język pierwszy:	System	Zaimków	Osobowych	Język drugi:	System	Zaimków	Osobowych
	liczba pojedyncza	liczba podwójna	liczba mnoga		liczba pojedyncza	liczba podwójna	liczba mnoga
pierwsza osoba r. m.	ja		my	pierwsza osoba r. m.	I		we
pierwsza osoba r. z.	ja		my	pierwsza osoba r. z.	I		we
druga osoba r. m.	ty		wy	druga osoba r. m.	you		you
druga osoba r. z.	ty		wy	druga osoba r. z.	you		you
trzecia osoba r. m.	on		oni	trzecia osoba r. m.	he		they
trzecia osoba r. z.	ona		one	trzecia osoba r. z.	she		they
trzecia osoba r. n.	ono		one	trzecia osoba r. n.	it		they
Wyznacza stopień wzajemnego podobieństwa systemów zaimków osobowych dla wybranych języków							
☒ polski	☐ angielski	☐ francuski	☐ hindi	☒ polski	☐ angielski	☐ francuski	☐ hindi
☐ czeski	☐ niemiecki	☐ oksytoński	☐ urdu	☐ czeski	☐ niemiecki	☐ oksytoński	☐ urdu
☐ słowacki	☐ niderlandzki	☐ hiszpański	☐ bengalski	☐ słowacki	☐ niderlandzki	☐ hiszpański	☐ bengalski
☐ dolnoślązki	☐ flamandzki	☐ portugalski	☐ sanskryt	☐ dolnoślązki	☐ flamandzki	☐ portugalski	☐ sanskryt
☐ górnoślązki	☐ fryzyjski	☐ kataloński	☐ perski	☐ górnoślązki	☐ fryzyjski	☐ kataloński	☐ perski
☐ kaszubski	☐ szwedzki	☐ włoski	☐ litewski	☐ kaszubski	☐ szwedzki	☐ włoski	☐ litewski
☐ serbski	☐ duński	☐ romansz	☐ łotewski	☐ serbski	☐ duński	☐ romansz	☐ łotewski
☐ chorwacki	☐ norweski	☐ rumuński	☐ hausa	☐ chorwacki	☐ norweski	☐ rumuński	☐ hausa
☐ bośniacki	☐ nowonorweski	☐ ladino	☐ arabski	☐ bośniacki	☐ nowonorweski	☐ ladino	☐ arabski
☐ słoweński	☐ islandzki	☐ łacina	☐ hebrajski	☐ słoweński	☐ islandzki	☐ łacina	☐ hebrajski
☐ bułgarski	☐ farski	☐ grecki	☐ fiński	☐ bułgarski	☐ farski	☐ grecki	☐ fiński
☐ macedoński	☐ jidysz	☐ albański	☐ estoński	☐ macedoński	☐ jidysz	☐ albański	☐ estoński
☐ rosyjski	☐ walijski	☐ ormiański	☐ węgierski	☐ rosyjski	☐ walijski	☐ ormiański	☐ węgierski
☐ ukraiński	☐ bretoński	☐ starogrecki	☐ turecki	☐ ukraiński	☐ bretoński	☐ starogrecki	☐ turecki
☐ białoruski	☐ kornijski	☐ esperanto	☐ japoński	☐ białoruski	☐ kornijski	☐ esperanto	☐ japoński
☐ sta.-cer.-słowiański	☐ islandzki	☐ ido	☐ koreański	☐ sta.-cer.-słowiański	☐ islandzki	☐ ido	☐ koreański
☐ novial	☐ gaelicki	☐ interlingua	☐ mongolski	☐ novial	☐ gaelicki	☐ interlingua	☐ mongolski
☐ occidental	☐ manx	☐ afrikaans	☐ chiński	☐ occidental	☐ manx	☐ afrikaans	☐ chiński

Źródło: opracowanie własne.

Współpraca użytkownika z rozważanym programem polega na dokonaniu wyboru pierwszego języka, poprzez kliknięcie odpowiedniego przycisku wyboru opcji. Na rys. 2 zamieszczono zrzut ekranu w przypadku, gdy użytkownik jako język pierwszy wybrał język górnołużycki.

Rysunek 2. Selekcja pierwszego języka poprzez odpowiedni przycisk wyboru opcji

☐ polski	☐ angielski	☐ francuski	☐ hindi
☐ czeski	☐ niemiecki	☐ oksytański	☐ urdu
☐ słowacki	☐ niderlandzki	☐ hiszpański	☐ bengalski
☐ dolnołużycki	☐ flamandzki	☐ portugalski	☐ sanskryt
☒ górnołużycki	☐ fryzyjski	☐ kataloński	☐ perski
☐ kaszubski	☐ szwedzki	☐ włoski	☐ litewski
☐ serbski	☐ duński	☐ romansz	☐ łotewski
☐ chorwacki	☐ norweski	☐ rumuński	☐ hausa
☐ bośniacki	☐ nowonorweski	☐ ladino	☐ arabski
☐ słoweński	☐ islandzki	☐ łacina	☐ hebrajski
☐ bułgarski	☐ farski	☐ grecki	☐ fiński
☐ macedoński	☐ jidysz	☐ albański	☐ estoński
☐ rosyjski	☐ walijski	☐ ormiański	☐ węgierski
☐ ukraiński	☐ bretoński	☐ starogrecki	☐ turecki
☐ białoruski	☐ kornijski	☐ esperanto	☐ japoński
☐ sta.-cer.-słowiański	☐ irlandzki	☐ ido	☐ koreański
☐ novial	☐ gaelicki	☐ interlingua	☐ mongolski
☐ occidental	☐ manx	☐ afrikaans	☐ chiński

Źródło: opracowanie własne.

Po dokonaniu wyboru pierwszego języka w głównym oknie programu (u góry po lewej stronie) wyświetlone zostają wszystkie formy wyrazowe zaimków osobowych występujących w danym języku, co pokazano na rys. 3.

Rysunek 3. System zaimków osobowych wybranego przez użytkownika języka górnołużyckiego

Język pierwszy:	System	Zaimków	Osobowych
	liczba pojedyncza	liczba podwójna	liczba mnoga
pierwsza osoba r. m.	ja	mój	my
pierwsza osoba r. ż.	ja	mój	my
druga osoba r. m.	ty	wój	wy
druga osoba r. ż.	ty	wój	wy
trzecia osoba r. m.	wón	wonaj	woni
trzecia osoba r. ż.	wona	wonej	wone
trzecia osoba r. n.	wono	wonej	wone

Źródło: opracowanie własne.

W etapie kolejnym użytkownik poprzez kliknięcie odpowiedniego przycisku wyboru opcji dokonuje wyboru drugiego języka. Na rys. 4 pokazano przykład, gdy użytkownik jako drugi język wybrał współczesny język hebrajski.

Rysunek 4. Selekcja drugiego języka poprzez odpowiedni przycisk wyboru opcji

☐ polski	☐ angielski	☐ francuski	☐ hindi
☐ czeski	☐ niemiecki	☐ oksytański	☐ urdu
☐ słowacki	☐ niderlandzki	☐ hiszpański	☐ bengalski
☐ dolnołużycki	☐ flamandzki	☐ portugalski	☐ sanskryt
☐ górnołużycki	☐ fryzyjski	☐ kataloński	☐ perski
☐ kaszubski	☐ szwedzki	☐ włoski	☐ litewski
☐ serbski	☐ duński	☐ romansz	☐ łotewski
☐ chorwacki	☐ norweski	☐ rumuński	☐ hausa
☐ bośniacki	☐ nowonorweski	☐ ladino	☐ arabski
☐ słoweński	☐ islandzki	☐ łacina	☒ hebrajski
☐ bułgarski	☐ farerski	☐ grecki	☐ fiński
☐ macedoński	☐ jidysz	☐ albański	☐ estoński
☐ rosyjski	☐ walijski	☐ ormiański	☐ węgierski
☐ ukraiński	☐ bretoński	☐ starogrecki	☐ turecki
☐ białoruski	☐ kornijski	☐ esperanto	☐ japoński
☐ sta.-cer.-słowiański	☐ irlandzki	☐ ido	☐ koreański
☐ novial	☐ gaelicki	☐ interlingua	☐ mongolski
☐ occidental	☐ manx	☐ afrikaans	☐ chiński

Źródło: opracowanie własne.

Po dokonaniu wyboru drugiego języka w głównym oknie programu (u góry po prawej stronie) wyświetlone zostają wszystkie formy wyrazowe zaimków osobowych występujących w danym języku, co pokazano na rys. 5.

Rysunek 5. System zaimków osobowych wybranego przez użytkownika języka hebrajskiego

	liczba pojedyncza	liczba podwójna	liczba mnoga
pierwsza osoba r. m.	ani		anachnu
pierwsza osoba r. ż.	ani		anachnu
druga osoba r. m.	ata		atem
druga osoba r. ż.	at		aten
trzecia osoba r. m.	hem		hem
trzecia osoba r. ż.	hen		hen
trzecia osoba r. n.			

Źródło: opracowanie własne.

W kolejnym etapie użytkownik musi kliknąć przycisk z napisem „Wyznacz stopień wzajemnego podobieństwa systemów zaimków osobowych dla wybranych języków”, co pokazano na rys. 6

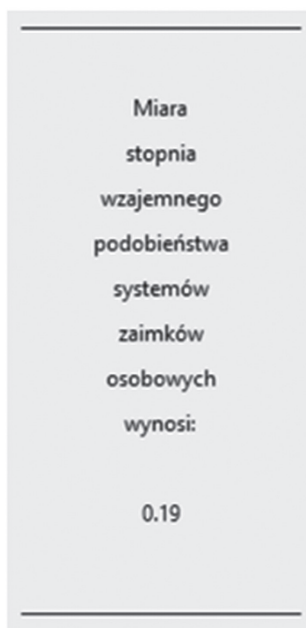
Rysunek 6. Przycisk uruchamiający funkcję wyznaczającą stopień podobieństwa systemów zaimków osobowych wybranych uprzednio języków



Źródło: opracowanie własne.

Po kliknięciu w rozważany przycisk wyświetlany jest automatycznie wyliczony rezultat stopnia wzajemnego podobieństwa systemów zaimków osobowych dla wybranych przez użytkownika języków, co zobrazowano na rys. 7.

Rysunek 7. Uzyskany rezultat miary stopnia podobieństwa systemów zaimków osobowych języków górnołużyckiego i hebrajskiego



Źródło: opracowanie własne.

W rozpatrywanym powyżej przykładzie stopień wzajemnego podobieństwa systemów zaimków osobowych języków górnołużyckiego i hebrajskiego jest stosunkowo niewielki, ponieważ wynosi zaledwie 0,19 (przy maksymalnej możliwej wartości równej jeden). Jednak uzyskany rezultat nie powinien być żadnym zaskoczeniem, gdyż – po pierwsze – mamy tutaj do czynienia z dwoma bardzo odległymi od siebie językami (słowiańskim i semickim), a po wtóre, systemy zaimków osobowych rozważanych języków różnią się pomiędzy sobą w istotny sposób. W przypadku języka górnołużyckiego występuje kategoria gramatyczna liczby podwójnej, która we współczesnym języku hebrajskim już w zasadzie całkowicie zanikła (poza nielicznymi przypadkami rzeczowników oznaczających na przykład parzyste części ciała). Z kolei w przypadku języka hebrajskiego odmienne formy wyrazowe zaimków osobowych pojawiają się w drugiej osobie rodzaju żeńskiego zarówno w liczbie pojedynczej, jak i mnogiej.

Zakończenie

Opisany powyżej mechanizm automatycznego wyznaczania stopnia wzajemnego podobieństwa systemów zaimków osobowych różnych języków stanowi pierwszy etap budowy większego systemu służącego do przeprowadzania automatycznej klasyfikacji typologicznej języków naturalnych. Oczywiście analiza systemów zaimków osobowych języków stanowi tylko jeden z przyczynków do ich klasyfikacji typologicznej, która aby mogła być uznana za pełną, musi uwzględniać jeszcze wiele innego rodzaju cech badanych języków naturalnych.

W związku z powyższym w dalszym etapie badań autorzy planują budowę analogicznych systemów, które mierzyłyby odległości pomiędzy językami naturalnymi na podstawie analizy systemów koniugacyjnych występujących w nich czasowników oraz systemów deklinacyjnych rzeczowników i przymiotników. Autorzy zamierzają w tym wypadku oprzeć się na powszechnie uznawanej w językoznawstwie tzw. liście Swadesha, obejmującej wykaz wyrazów najczęściej używanych w językach naturalnych. W rozważanym wypadku dla czasowników znajdujących się na liście Swadesha porównywane byłyby ich wzorce koniugacyjne, na podstawie czego generowana byłaby analogiczna miara liczbowa, jak miało to miejsce w przypadku opisanej w niniejszym artykule analizy systemów zaimków osobowych. Z kolei w przypadku języków naturalnych, w których występuje odmiana przez przypadki, porównywane byłyby w analogiczny sposób wzorce deklinacyjne rzeczowników i przymiotników zawartych na liście Swadesha.

Literatura

1. Arnold D., Balkan L., Meijer S., Humphreys R. L., Sadler L., *Machine translation: an introductory guide*, NCC Blackwell, London, 1994.
2. Dalewska-Greń H., *Języki słowiańskie*, Wydawnictwa Naukowe PWN, Warszawa, 2002.
3. Danecki J., *Współczesny język arabski i jego dialekty*, Wydawnictwo Akademickie DIALOG, Warszawa, 2000.
4. Künstler J. M., *Języki chińskie*, Warszawa, Wydawnictwo Akademickie DIALOG, 2000.
5. Majewicz A. F., *Języki świata i ich klasyfikowanie*, Państwowe Wydawnictwo Naukowe, Warszawa, 1989.
6. Mańczak W., *Języki romańskie* [w:] „Języki indoeuropejskie” (pod redakcją Leszka Bednarczuka), tom II, Państwowe Wydawnictwo Naukowe, Warszawa, 1988.

7. Matisoff J. A., *Zagrożona różnorodność: języki i formy życia*, Świat Nauki, nr 10, 2002, ss. 66-73.
8. Miles R., *Python – zacznij programować*, Wydawnictwo HELION, Gliwice, 2019.
9. Milewski T., *Językoznawstwo*, Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa, 2004.
10. Raschka S., *Python – uczenie maszynowe*, Wydawnictwo HELION, Gliwice, 2018.

Zastosowanie uczenia głębokiego w tłumaczeniu komputerowym

Application of deep learning in computer translation

Przekład komputerowy jest najstarszym i zarazem najbardziej doniosłym zagadnieniem zaliczanym do obszaru sztucznej inteligencji. Pomysł zastosowania komputerów do tłumaczenia tekstów zapisanych w języku naturalnym jest prawie tak stary, jak sam wynalazek komputera. Pierwotnie rzecz wydawała się łatwa do realizacji i oczekiwano, że za kilkanaście lat zawód tłumacza ostatecznie zaniknie, ponieważ tego rodzaju prace będą wykonywały wyłącznie maszyny cyfrowe. Potrzeba było jednak ponad 60 lat intensywnych badań, aby marzenie to mogło się urzeczywistnić w czasach nam współczesnych.

Przełomem w badaniach nad przekładem komputerowym było zastosowanie technik obliczeniowych bazujących na sztucznych sieciach neuronowych z wykorzystaniem algorytmów uczenia głębokiego. W 2017 roku uruchomiony został serwis tłumaczeniowy DeepL, który jest programem komputerowym wykorzystującym uczenie głębokie w translacji automatycznej. Rozważany program zapewnia przekład o bardzo wysokiej jakości pomiędzy dowolnie wybraną parą spośród ponad 20 języków. Między innymi program ten umożliwia tłumaczenie z i na język polski.

W artykule przedstawiono krótką historię badań nad przekładem komputerowym, omówiono główne trudności, które należało przezwyciężyć na drodze do budowy tłumaczy komputerowych.

¹⁾ Dr inż. Prof. Wyższej Szkoły Ekonomii i Informatyki w Krakowie.

²⁾ Dr inż., AGH, Akademia Górniczo – Hutnicza w Krakowie, Wydział EAIiB, Katedra Informatyki Stosowanej.

wych, oraz omówiono podstawowe podejścia wykorzystywane w translacji automatycznej. Na zakończenie zaprezentowano interesujące wyniki eksperymentów przeprowadzonych z udziałem programu DeepL, które dowodzą jego bardzo wysokiej skuteczności w tłumaczeniu pomiędzy dowolnie wybraną parą języków, niezależnie od stopnia ich genetycznego pokrewieństwa.

Słowa kluczowe: sztuczna inteligencja, przekład komputerowy, sieci neuronowe, uczenie głębokie.

Summary: Computer-aided translation is the oldest and at the same time the most prominent subject in the field of artificial intelligence. The idea of using computers to translate texts written in natural language is almost as old as the invention of the computer itself. At first it seemed easy to implement and it was expected that in a decade or so the profession of translator would finally disappear because only digital machines would do this kind of work. However, it took more than 60 years of intensive research for this dream to become a reality in modern times.

A breakthrough in computer translation research was the application of computational techniques based on artificial neural networks using deep learning algorithms. In 2017, the translation service DeepL was launched, which is a computer program using deep learning in automatic translation. The program under consideration provides translation of very high quality between any pair of more than 20 languages. Among other things, the programme enables translation from and into Polish.

The article presents a brief history of research on computer-aided translation, discusses the basic difficulties that had to be overcome on the way to building computer-aided translators, and discusses the basic approaches used in automatic translation. Finally, interesting results of experiments carried out with the program DeepL are presented, which prove its very high efficiency in translation between any pair of languages, regardless of the degree of their genetic affinity.

Keywords: artificial intelligence, computer translation, neural networks, deep learning.

JEL classification code: C6, C 60.

Wprowadzenie

Pomysł budowy maszyny, która mogłaby wspomagać przekład z jednego języka na drugi narodził się prawdopodobnie po raz pierwszy w głowie

radzieckiego inżyniera o polskim pochodzeniu – Piotra Trojańskiego, który w 1933 roku opatentował projekt budowy przeznaczonego do tego celu urządzenia elektromechanicznego. Bez wątpienia Trojański swoim pomysłem zdecydowanie wyprzedził epokę, w której przyszło mu żyć, ponieważ jego wynalazek nie spotkał się z należytym zainteresowaniem i w związku z tym popadł w zapomnienie, podobnie zresztą jak sam jego autor. O Trojańskim przypominano sobie dopiero w latach 60. ubiegłego wieku, gdy w Związku Radzieckim ruszyły na dobre prace nad przekładem komputerowym.

Tymczasem zaraz po zakończeniu Drugiej Wojny Światowej w Stanach Zjednoczonych pojawiło się bardzo duże zapotrzebowanie na tłumaczenie różnego typu tekstów zapisanych w języku rosyjskim – po prostu Amerykanie byli żywotnie zainteresowani wszystkim, co wówczas działo się w Związku Radzieckim. Niestety, w owym czasie amerykańskie uniwersytety nie były w stanie wykształcić w stosunkowo krótkim czasie dostatecznej liczby absolwentów filologii rosyjskiej, a jednocześnie zapotrzebowanie na nich było ogromne.

Krótką historia badań nad przekładem komputerowym

W roku 1947 amerykański kryptograf – Warren Weaver w liście skierowanym do cybernetyka Norberta Wienera wspominał o potencjalnej możliwości zastosowania dopiero co powstałych komputerów do tłumaczenia tekstów rosyjskich na język angielski. Weaver rozumował wówczas prawdopodobnie w sposób dość naiwny, gdyż sądził, że przekład komputerowy ma wiele wspólnego z łamaniem szyfrów. Stwierdził nawet, że każdy tekst zapisany w języku rosyjskim jest tak naprawdę tekstem zapisanym w języku angielskim, tylko że zaszyfrowanym przy użyciu pewnych symboli (w tym wypadku liter cyrylicy). Wszystko miało zatem sprowadzać się do „złamania” tego szyfru, co poskutkowałoby odczytaniem zadanego tekstu w języku angielskim³.

Dwa lata później, w 1949 roku, w Carlsbad w Nowym Meksyku Weaver ogłosił swoje słynne memorandum zatytułowane „przekład”. W memorandum tym wzywał świat amerykańskiej nauki do podjęcia poważnych badań nad możliwościami zautomatyzowania przekładu za pomocą maszyn cyfrowych. Memorandum Weavera spotkało się z dużym zainteresowaniem wśród

³ Arnold D., Balkan L., Meijer S., Humphreys R. L., Sadler L., *Machine translation: an introductory guide*, NCC Blackwell, London, 1994.

amerykańskich uczonych i wiele przodujących ośrodków naukowych podjęło w tym zakresie intensywne badania.

Najbardziej spektakularnym wynikiem badań prowadzonych nad przekładem automatycznym był publicznie przeprowadzony eksperyment, który odbył się w dniu 7 stycznia 1954 roku w Georgetown. Podczas rozważanego pokazu komputer typu mainframe IBM 701 przetłumaczył na język angielski kilkadziesiąt rosyjskich zdań z wybranych obszarów nauki i techniki. Na owe czasy była to wielka sensacja, choć z dzisiejszej perspektywy wszystko przedstawia się raczej dość mizernie. Mianowicie komputer przetłumaczył na język angielski kilkadziesiąt prostych rosyjskich zdań, które zostały zakodowane na kartach perforowanych. Posługiwał się przy tym słownikiem zawierającym około 250 haseł i wykorzystywał zaledwie 16 prostych reguł gramatycznych. Ponadto tajemnica odniesionego sukcesu polegała głównie na tym, że rosyjskie zdania, które podlegały tłumaczeniu, zostały uprzednio odpowiednio wyselekcjonowane, tak aby następnie komputer mógł je poprawnie przetłumaczyć na język angielski⁴.

Po pokazie z Georgetown w Stanach Zjednoczonych zapanowała swoista euforia związana z przekładem komputerowym. Powszechnie można było wówczas spotkać wypowiedzi, że zawód tłumacza ostatecznie całkowicie zaniknie w przeciągu najbliższych kilkunastu lat, ponieważ ten rodzaj działalności ludzkiej stanie się wyłącznie domeną maszyn cyfrowych.

Niestety, mijały kolejne lata, a złożone zdecydowanie na wyrost obietnice w żaden sposób nie znajdowały pokrycia w rzeczywistości. Wręcz przeciwnie cała dziedzina przekładu komputerowego wciąż znajdowała się „w powijkach”. Za taki stan rzeczy odpowiadał głównie ówczesny niski poziom techniki, a zwłaszcza elektroniki, w której swoista „rewolucja” miała się dopiero dokonać. Nie można tutaj zapomnieć o fakcie, że pierwszy układ scalony, zawierający raptem kilka tranzystorów bipolarnych, pojawił się dopiero w roku 1961, a pierwszy mikroprocesor INTEL 4004, zbudowany z zaledwie 2400 tranzystorów, światło dzienne ujrzał dopiero w roku 1971.

Ostatecznie po pierwszych latach szalonej euforii nadszedł nieubłagalnie czas bezlitosnej krytyki. W roku 1959 izraelski filozof i lingwista Jehoszua Bar-Hillel opublikował artykuł, w którym poddał bardzo mocnej krytyce w ogóle sam pomysł wykorzystania komputerów do tłumaczenia pomiędzy językami naturalnymi. Badacz ten twierdził, że po to, aby móc jakiś tekst przetłuma-

⁴) Hutchins W. J., *Machine translation – past, present, future*, Ellis Horwood Series in Computers and Their Applications, London, 1986.

czyć, trzeba najpierw go zrozumieć, a do tego potrzebna jest ogólna wiedza o świecie, inteligencja i zdrowy rozsądek. Niestety, jego zdaniem, wbudowanie w komputer ani ogólnej wiedzy o świecie, ani zdrowego rozsądku nie będzie nigdy możliwe, co automatycznie implikuje niemożność utworzenia komputerowego tłumacza.

W 1964 roku rząd Stanów Zjednoczonych powołał specjalną komisję, określaną skrótem ALPAC (ang. Automatic Language Processing Advisory Committee), której celem było zbadanie dotychczasowego postępu dokonanego w dziedzinie lingwistyki komputerowej, a w szczególności w obszarze tłumaczenia komputerowego. W roku 1966 komisja ALPAC wydała swój raport, który był, krótko mówiąc, wręcz druzgocący. Ogólnie rzecz ujmując, raport ów stwierdzał, że dalsze prowadzenie badań nad automatyzacją przekładu nie ma już najmniejszego sensu i jest to czyste marnowanie czasu i pieniędzy. W raporcie ALPAC stwierdzono, że komputery nigdy nie będą tłumaczyć tak dobrze jak ludzie, a co ważniejsze, nie ma już potrzeby prowadzenia tego typu badań, ponieważ do tego czasu w Stanach Zjednoczonych zdołano już wykształcić dostateczną liczbę tłumaczy języka rosyjskiego.

Po wydaniu przez ALPAC rozważanego raportu zainteresowanie przekładem komputerowym zmalało praktycznie do zera i całe lata 70. ubiegłego wieku stanowiły *de facto* dekadę zastoju w rozważanej dziedzinie. Zaistniały stan rzeczy można porównać do analogicznego zastoju, który nastąpił w podobnym okresie w dziedzinie sztucznych sieci neuronowych po ukazaniu się w 1969 roku książki autorstwa Minsky'ego i Paperta, w której dokonano poważnej krytyki samego pomysłu budowy sztucznego perceptronu, udowadniając, że jednowarstwowa sieć neuronowa zbudowana z linowych perceptronów nie jest w stanie nauczyć się tak prostej – wręcz elementarnej – funkcji logicznej jak XOR. Niestety, autorzy rozważanej książki nie przewidzieli, że możliwa jest budowa i uczenie wielowarstwowych sieci zbudowanych z nieliniowych neuronów, które mogą nauczyć się aproksymacji dowolnego typu funkcji. Niestety, publikacja Minsky'ego i Paperta wywołała – podobnie jak w tłumaczeniu maszynowym raport ALPAC – zastój w badaniach nad sztucznymi sieciami neuronowymi na dobrych dziesięć lat⁵.

Renesans w przekładzie komputerowym nastąpił dopiero w 1977 w Kanadzie, gdy grupa badawcza TAUM uruchomiła na komputerze CDC 7600 program tłumaczący o nazwie METEO. Jak sama nazwa wskazuje, program ten przeznaczony był do automatycznego tłumaczenia komunikatów meteo-

⁵) Raschka S., *Python – uczenie maszynowe*, Wydawnictwo HELION, Gliwice 2018.

rologicznych i prognoz pogody z języka angielskiego na język francuski. Uzyskiwane za jego pomocą przekłady były na tyle wysokiej jakości, że program ten pracował aż do roku 2001, gdy został zastąpiony systemem nowszej generacji.

Tajemnica sukcesu odniesionego przez grupę badawczą TAUM polegała na tym, że stworzony przez nich system METEO był systemem wyspecjalizowanym, czyli przeznaczonym do tłumaczenia jedynie tekstów o bardzo wąsko określonej tematyce – w tym wypadku związanych z obszarem prognoz meteorologicznych. Pojawienie się systemu METEO było jednocześnie dowodem na to, że przekład komputerowy o odpowiednio wysokiej jakości jest możliwy, dzięki czemu badania w rozważanej dziedzinie ruszyły na nowo i jednocześnie nabrały dużego rozmachu i tempa.

Podstawowe trudności związane z automatyzacją przekładu

Każdy język naturalny jest systemem w wysokim stopniu wieloznacznym, przy czym rozważana wieloznaczność objawia się dosłownie na każdym z poziomów analizy językowej. Wieloznaczność każdego języka naturalnego występuje obficie na poziomie jego analizy leksykalnej, gdzie wyrazy potrafią posiadać nawet i kilkanaście różnych znaczeń, uzależnionych od kontekstu ich występowania – jako przykład wystarczy chociażby wspomnieć polskie rzeczowniki, takie jak „zamek”, „pokój” czy „pilot”.

Wieloznaczność występuje również na poziomie morfologii wyrazów, gdzie niektóre formy fleksyjne całkowicie odmiennych od siebie wyrazów mogą być identyczne. Jako przykład można rozważyć chociażby wyraz „piekło”, który równie dobrze może być rzeczownikiem w mianowniku, jak i czasownikiem „piec”, użytym w czasie przeszłym w rodzaju nijakim trzeciej osoby liczby pojedynczej. Zresztą wspomniany wyraz „piec” może też być równie dobrze rozpatrywany jako rzeczownik w mianowniku. Tego rodzaju przypadkowe zbieżności form fleksyjnych różnych wyrazów zwykle nie stanowią jakiegś istotnej przeszkody dla posługujących się danym językiem ludzi – choć niekiedy mogą prowadzić do różnych, czasami wręcz zabawnych nieporozumień – wówczas w przypadku komputerowych programów tłumaczących ich występowanie jest już sporym problemem.

Od różnego rodzaju wieloznaczności nie jest wolny również poziom analizy składniowej języka. Dla przykładu rozpatrzmy angielskojęzyczną frazę „little girls school”. W tym wypadku można zastanawiać się, czy chodzi tutaj o „małą szkołę dla dziewcząt” czy też o „szkołę dla małych dziewczynek”. Roz-

ważana wieloznaczność bierze się stąd, że rozbiór gramatycznego wymienionej frazy można dokonać na dwa alternatywne sposoby.

Co więcej, wieloznaczność języka naturalnego często objawia się również na poziomie jego analizy semantycznej. Na przykład w przypadku języka niderlandzkiego, w wyniku jego historycznego rozwoju, całkowicie zanikły formy trybu przypuszczającego czasowników, których rolę przejęły formy czasu przeszłego. Z tego powodu przykładowe niderlandzkie zdanie: „Als ik jong was, had ik geld” można przetłumaczyć zarówno jako: „Gdy byłem młody, to miałem pieniądze”, jak i: „Gdybym był młody, to miałbym pieniądze”. Oczywiście, oba zdania w języku polskim znaczą coś zgoła odmiennego, ponieważ w pierwszym przypadku stwierdzamy tylko pewien fakt z przeszłości, a w drugim sobie jedynie gdybamy. Natomiast to, jak należy przytoczone niderlandzkie zdanie rozumieć, zależy wyłącznie od kontekstu jego występowania.

Rozważana dotychczas wieloznaczność języków naturalnych nie jest jedyną przeszkodą stojącą na drodze do budowy wysokiej jakości tłumaczy komputerowych. Nie mniejsze kłopoty sprawia odmienność systemów słownictwa języka źródłowego i języka docelowego przekładu. Słownictwo każdego języka naturalnego jest bardzo złożonym systemem, który wyewoluował w sposób zupełnie swobodny w trakcie historycznego rozwoju danego języka. Z tego powodu systemy słownictwa różnych języków mogą znacznie różnić się pomiędzy sobą. Konsekwencją takiego stanu rzeczy jest często występująca sytuacja, w której wyrazy jednego języka nie posiadają swoich dokładnych odpowiedników w drugim języku, a jedynie ich pola semantyczne w jakimś stopniu jedynie częściowo na siebie nachodzą. Szczególnie kłopotliwa sytuacja dla systemów komputerowego przekładu ma miejsce, gdy dany wyraz języka źródłowego może zostać przetłumaczony jedynie poprzez jego hiponimy w języku docelowym, ponieważ w języku tym nie ma on swego bezpośredniego odpowiednika⁶.

Powszechnie znanym faktem jest występowanie w językach eskimoskich nawet i kilkunastu różnych określeń na odmienne rodzaje śniegu, podczas gdy języki indoeuropejskie w ogóle nie stosują tego typu rozróżnień („śnieg” to dla większości z nas po prostu „śnieg”). Analogicznie w języku arabskim występuje wiele różnych określeń na odmienne rodzaje piasku. Taki stan rzeczy jest bezpośrednią konsekwencją faktu, że żaden język naturalny nie występuje w próżni, lecz powiązany jest bezpośrednio z konkretną lokalną kulturą.

⁶ Majewicz A. E., *Języki świata i ich klasyfikowanie*, Państwowe Wydawnictwo Naukowe, Warszawa, 1989.

Edward Sapir i Benjamin Lee Whorth stwierdzają wręcz, że język, jakim dana osoba na co dzień się posługuje, determinuje jej sposób percepcji otaczającego ją świata.

Interesujący przykład w tym względzie pochodzi z języka szwedzkiego. Otóż, polski rzeczownik „dziadek” nie ma w języku szwedzkim swego bezpośredniego odpowiednika i przetłumaczony może zostać jedynie za pomocą swych hiponimów: „morfar” (dziadek ze strony matki) bądź „farfar” („dziadek ze strony ojca”). Jak widać, w opisie koligacji rodzinnych język szwedzki jest bardziej precyzyjny od języka polskiego, ponieważ od razu przekazywana jest informacja, o którego z dwóch dziadków chodzi. Na marginesie warto wspomnieć, że polski rzeczownik „pradziadek” w języku szwedzkim posiada aż cztery hiponimy: „mormorfar”, „morfarfar”, „farmorfar”, „farfarfar”. Analogicznie, polski hiperonim „prapradziadek” ma odpowiednio aż osiem hiponimów w języku szwedzkim, czyli dokładnie tyle, ilu ma się maksymalnie prapradziadków, przy czym każdy z nich określany jest odrębnym wyrazem.

Nie mniejszy problem dla systemów komputerowego przekładu stanowią różnice występujące pomiędzy systemami gramatycznymi różnych języków, zwłaszcza w sytuacji, gdy są to języki odległe w sensie ich klasyfikacji genetycznej. Na przykład powszechna w językach indoeuropejskich i semickich kategoria rodzaju gramatycznego (męskiego, żeńskiego i niekiedy również neutralnego) nie jest w ogóle znana w językach uralskich, altajskich, chińskich, tybetańskich, birmańskich, tajskich, austronezyjskich, austroazjatyckich, a także w takich językach jak koreański i japoński. Taki stan rzeczy może sprawiać sporo problemów podczas prób zautomatyzowania przekładu pomiędzy językami o odmiennych systemach gramatycznych.

Ponieważ w języku węgierskim w ogóle nie występuje kategoria rodzaju gramatycznego, następujące węgierskie zdanie: „Ő egy magyar” może równie dobrze zostać na język polski przełożone jako: „On jest Węgrem” albo jako: „Ona jest Węgierką”. Trzeba dopiero dysponować szerszym kontekstem występowania rozważanego węgierskiego zdania, ewentualnie należy posiadać stosowną informację o naturze ekstralingwistycznej, aby móc jednoznacznie rozstrzygnąć, która z podanych powyżej alternatywnych możliwości jest w tym konkretnym przypadku poprawna. Człowiek – tłumacz w tego rodzaju sytuacjach zwykle sobie jakoś poradzi, natomiast zautomatyzowanie w ogólnym przypadku tego rodzaju wnioskowania na podstawie analizy kontekstu występowania danej wypowiedzi wyraźnie zahacza już o dziedzinę powieści w gatunku *science fiction*.

Wymienione powyżej przyczyny sprawiają, że przekład komputerowy jest niezwykle skomplikowanym i bardzo ambitnym przedsięwzięciem. Nic więc dziwnego, że w przeszłości zagadnienie to było już wielokrotnie atakowane z wykorzystaniem różnorodnych podejść – niestety bardzo często z miernymi rezultatami.

Metody przekładu komputerowego

Do historycznie najstarszych metod przekładu komputerowego zaliczane jest podejście oparte na regułach RBMT (ang. Rule-Based Machine Translation). Istotą rozważanego podejścia jest próba ujęcia procesu przekładu pomiędzy językami naturalnymi w zbiór precyzyjnie określonych reguł logicznych.

Wśród podejść opartych na regułach zdecydowanie największą popularność zdobyła metoda transferu struktur morfosyntaktycznych TBMT (ang. Transfer-Based Machine Translation). W rozważanym podejściu przekład tekstu zapisanego w jednym języku naturalnym na drugi język dokonywany jest w trzech etapach. W etapie pierwszym ma miejsce analiza zdania zapisanego w języku źródłowym przekładu, a następnie dokonywane jest jego przekształcenie do swego rodzaju abstrakcyjnej reprezentacji powiązanej z językiem źródłowym. Z kolei drugi etap omawianego procesu nazywany jest transferem, podczas którego następuje przekształcenie rozważanej abstrakcyjnej reprezentacji zdania z postaci charakterystycznej dla języka źródłowego na postać charakterystyczną już dla języka docelowego przekładu. Podczas transferu dokonywana jest najczęściej zmiana kolejności występowania elementów składowych zdania, zgodnie z regułami składniowymi języka docelowego przekładu. Wreszcie w etapie trzecim ma miejsce proces syntezy, podczas którego z przekształconej uprzednio abstrakcyjnej reprezentacji generowane jest już zdanie w języku docelowym przekładu⁷.

Niestety, metoda transferu, pomimo swej popularności, nie spełniła w większości przypadków pokładanych w niej nadziei, gdyż jakość uzyskiwanych tą drogą przekładów nie była zadowalająca. Jedynym wyjątkiem w tym względzie jest tłumaczenie pomiędzy językami blisko ze sobą spokrewnionymi w sensie ich klasyfikacji genetycznej. Między innymi tego rodzaju pro-

⁷⁾ Arnold D., Balkan L., Meijer S., Humphreys R. L., Sadler L., *Machine translation: an introductory guide*, NCC Blackwell, London, 1994.

gramy powstały w Hiszpanii w celu zautomatyzowania tłumaczenia tekstów pomiędzy blisko ze sobą skoligaconymi językami hiszpańskim i katalońskim.

Jednocześnie niemożność, w ogólnym przypadku, skutecznego ujęcia procesu przekładu pomiędzy językami naturalnymi w kompletny zbiór reguł logicznych może być postrzegana jako swego rodzaju syndrom porażki intelektu ludzkiego w konfrontacji z tak trudnym zadaniem, jakim jest zalgorytmizowanie i zautomatyzowanie tłumaczenia z jednego języka naturalnego na inny.

Ponieważ próby budowy systemów opartych na regułach w zdecydowanej większości przypadków nie zakończyły się oczekiwanym sukcesem, zaczęto w translacji maszynowej poszukiwać podejść alternatywnych. W ten sposób narodziło się podejście oparte na statystyce SBMT (ang. Statistical-Based Machine Translation).

W rozważanym podejściu trzeba dysponować dwoma modelami statystycznymi. Pierwszy z nich nazywany jest statystycznym modelem języka, a drugi statystycznym modelem przekładu. Załóżmy, że w pewnym języku L mamy zadane zdanie Z . W takim wypadku statystyczny model języka udziela odpowiedzi na pytanie, jak wysokie jest prawdopodobieństwo P , że rozważane zdanie Z pojawi się w korpusie tekstów danego języka naturalnego L . W praktyce tego rodzaju prawdopodobieństwo P jest jedynie aproksymowane jako iloczyn bigramów lub trigramów (zdecydowanie rzadziej) stanowiących budulec naszego zdania Z . W konsekwencji uzyskana wartość prawdopodobieństwa P może być obciążona znacznym błędem. Z kolei statystyczny model przekładu pozwala na oszacowanie wartości prawdopodobieństwa warunkowego $P(S|T)$, że tekst w języku docelowym T jest tłumaczeniem tekstu w języku źródłowym S ⁸.

W podejściu opartym na statystyce istotna jest wartość iloczynu prawdopodobieństw, wynikających odpowiednio ze statystycznego modelu języka i statystycznego modelu przekładu. Celem jest taki dobór przekładu zdania w języku źródłowym na język docelowy, aby rozważany iloczyn prawdopodobieństw przyjmował wartość możliwie największą. Co istotne, w przypadku podejścia opartego na statystyce nie jest przeprowadzana żadna analiza gramatyczna (ani tym bardziej semantyczna) tłumaczonego zdania. Po prostu kolejne wyrazy tłumaczonego zdania traktowane są jako obiekty podlegające zjawiskom statystycznym, doty-

⁸⁾ Hutchins W. J., *Machine translation – past, present, future*, Ellis Horwood Series in Computers and Their Applications, London, 1986.

czącym częstości ich występowania i wzajemnego umiejscowienia w tłumaczonym zdaniu.

Niestety, również i systemy oparte na zastosowaniu metod statystycznych nie spełniły pokładanych w nich pierwotnie nadziei i raczej nie wyszły poza fazę eksperymentów laboratoryjnych. Istotnym przełomem było pojawienie się dopiero w 1984 roku idei tłumaczenia opartego na przykładach EBMT (ang. Example-Based Machine Translation). Sam pomysł narodził się w Japonii w związku z dużym zainteresowaniem tłumaczeniem komputerowym pomiędzy językami japońskim i angielskim, a jego autorem był Makoto Nagao. Ponieważ pomiędzy systemami gramatycznymi wymienionych języków zachodzą liczne fundamentalne różnice, badacz ten doszedł do wniosku, że w takim wypadku metody oparte na regułach nie mogą być skuteczne i dokonywanie analizy gramatycznej tłumaczonych zdań nie ma większego sensu.

Istota podejścia opartego na przykładach polega na wykorzystaniu korpusów równoległych o bardzo dużej objętości, w których zawarty jest dorobek translatorski wielu tłumaczy – po prostu są to teksty, które ktoś kiedyś w przeszłości już przetłumaczył. Jeśli obecnie zachodzi potrzeba przetłumaczenia jakiegoś zdania, to najpierw należy sprawdzić, czy przypadkiem takie zdanie nie występuje już w części źródłowej rozważanego korpusu. Jeśli tak, to w takim wypadku należy w miejsce rozpatrywanego zdania podstawić jego odpowiednik w języku docelowym przekładu. Istnieje bardzo wysokie prawdopodobieństwo, że tak uzyskany przekład będzie przekładem poprawnym (niestety wieloznaczność języka naturalnego występująca na poziomie semantycznym nie daje tutaj stuprocentowej gwarancji, ponieważ dane zdanie, występując w różnych kontekstach, może niekiedy mieć całkowicie odmienne znaczenie)⁹.

W przypadku prostych zdań tego rodzaju podejście może zakończyć się sukcesem, jednak jeśli mamy do czynienia z dłuższymi zdaniami to prawdopodobieństwo ich odnalezienia w części źródłowej korpusu bilingwicznego jest niewielkie i do tego bardzo szybko maleje wraz ze wzrostem długości zdania. Tym, co może skutecznie być odnajdywane w części źródłowej dwujęzycznego korpusu, są frazy o długości kilku wyrazów. To właśnie takie dwu, trzy i czterowyrazowe frazy są podstawowym budulcem wszelkiego typu wypowiedzi językowych. Gdy mówimy

⁹⁾ Arnold D., Balkan L., Meijer S., Humphreys R. L., Sadler L., *Machine translation: an introductory guide*, NCC Blackwell, London, 1994.

to właśnie przywołujemy z pamięci tego rodzaju kilkuwyrazowe frazy, które następnie łączymy zgodnie z regułami gramatyki danego języka (na przykład uzgadniają ich rodzaj gramatyczny bądź formę osoby gramatycznej lub rodzaj przypadku gramatycznego). Wydaje się zatem podejściem sensownym przeniesienie poziomu translacji automatycznej z poziomu izolowanych wyrazów właśnie do poziomu kilkuwyrazowych fraz, stanowiących w sposób naturalny logiczne jednostki, z których tworzone jest zdanie¹⁰.

Z pozoru zaproponowane podejście wygląda bardzo sensownie, jednak problemem, który trzeba skutecznie rozwiązać pozostaje wyszukiwanie w części docelowej korpusu odpowiedników semantycznych fraz, z których zbudowane jest zdanie, które chcemy przetłumaczyć. Długo nie potrafiiono rozwiązać w zadowalający sposób wymienionego mankamentu metody opartej na przykładach. Przełomem było dopiero wprowadzenie do tłumaczenia komputerowego sztucznych sieci neuronowych.

Pierwotnie nikt prawdopodobnie nie myślał, że technika sztucznych sieci neuronowych może być w ogóle użyta do przetwarzania języka naturalnego, a w szczególności do tłumaczenia komputerowego, ponieważ sztuczne sieci neuronowe, takie jakie przynajmniej znamy w ich klasycznej postaci, do realizacji tego rodzaju zadań po prostu się nie nadają. Przełomem było wprowadzenie kilkanaście lat temu sztucznych sieci neuronowych o architekturze głębokiej i wypracowanie efektywnych metod uczenia głębokiego (ang. deep learning).

Samo uczenie głębokie jest jedną z technik uczenia maszynowego (ang. machine learning), która stosowana jest w odniesieniu do sztucznych sieci neuronowych zbudowanych z bardzo wielu warstw¹¹. Wartym wspomnienia jest fakt, że jeszcze kilkanaście lat temu powszechnie twierdzono, że budowa sieci nieliniowych o większej liczbie warstw niż trzy nie ma najmniejszego sensu, ponieważ sieci trójwarstwowe są w stanie nauczyć się aproksymacji dowolnej funkcji, a dokładanie kolejnych warstw wydłuża tylko czas obliczeń związanych z realizacją algorytmu wstecznej propagacji błędów (ang. Back propagation)¹². Obecnie sztuczne sieci neuronowe o strukturze głębokiej stosowane są powszechnie w obszarze klasyfikacji

¹⁰) Gajer M., *Wielojęzyczne systemy automatycznego przekładu oparte na metodzie wzorców translacyjnych*, Uczelniane Wydawnictwa Naukowo-Dydaktyczne AGH, Kraków, 2008.

¹¹) Raschka S., *Python – uczenie maszynowe*, Wydawnictwo HELION, Gliwice 2018.

¹²) Patterson J., Gibson A., *Deep learning – praktyczne wprowadzenie*, Wydawnictwo HELION, Gliwice 2018.

i analizy danych oraz rozpoznawania wzorców. Około dziesięciu lat temu techniki uczenia głębokiego zaczęto stosować również w zagadnieniach związanych z przetwarzaniem tekstów zapisanych w języku naturalnym. W szczególności podjęto pierwsze próby z zastosowaniem sieci głębokich do przetwarzania tekstów zapisanych w języku naturalnym na inny język. Obecnie zdecydowanym liderem w tego rodzaju działalności badawczej jest działająca na obszarze Niemiec firma DeepL.

Neuronowy translator DeepL

Niemiecka firma DeepL GmbH, mająca swą siedzibę w Kolonii, w dniu 28 sierpnia 2017 udostępniła darmowo usługę tłumaczenia komputerowego (tłumaczenie większej liczby dokumentów wymaga jednak wykupienia stosownego abonamentu). Rozważana firma została założona w 2008 roku przez Gereona Frahliga i Leonarda Finka, którzy uprzednio pracowali w Google.

Przez ponad dziesięć lat działalność firmy sprowadzała się do budowy słowników frazeologicznych i gromadzenia baz danych z korpusami dla ponad dwudziestu języków. Ostatecznie udało się zgromadzić około miliarda różnych angielskich zdań wraz z ich tłumaczeniami na inne języki. Zebrane korpusy równoległe posłużyły następnie do wytrenowania głębokich sztucznych sieci neuronowych. Aby proces treningu mógł zostać przeprowadzony w rozsądnych ramach czasowych potrzebne było do tego dysponowanie potężnymi mocami obliczeniowymi.

Firma DeepL GmbH zastosowała w tym celu superkomputer o mocy obliczeniowej przekraczającej 5 petaflopów (1 petaflop to miliard operacji wykonywanych na danych zmiennoprzecinkowych w ciągu jednej sekundy). Rozważany superkomputer znajduje się w ścisłej czołówce tego typu urządzeń na świecie. Oczywiście, generuje on również potężne zapotrzebowanie na energię elektryczną, co związane jest nie tylko z pracą elektronicznych układów cyfrowych podczas przeprowadzanych obliczeń, ale również z koniecznością ich intensywnego chłodzenia. Aby proces tłumaczenia komputerowego był możliwie w największym stopniu przyjazny dla środowiska, rozważany superkomputer został umieszczony na terytorium Islandii, co znacznie ułatwia jego chłodzenie i redukuje wydatnie potrzebne do tego ilości energii. Dodatkowo superkomputer ten zasilany jest w całości z elektrowni wodnej, więc jego praca nie przyczynia się do emisji dwutlenku węgla oraz innych zanieczyszczeń do atmosfery ziemskiej.

Innowacyjnym posunięciem firmy DeepL GmbH było zastosowanie konwolucyjnych głębokich sieci neuronowych typu CNN (uprzednio na potrzeby przetwarzania języka naturalnego stosowane były wyłącznie głębokie sieci rekurencyjne). Niestety firma DeepL GmbH nie zdradza żadnych szczegółów związanych z zastosowaną przez siebie topologią sieci CNN. Wiadomo tylko, że wprowadzono tam liczne niespotykane dotychczas modyfikacje struktury połączeń neuronów rozważanych sieci, ale z oczywistych względów pozostaje to pilnie strzeżoną tajemnicą firmy.

Obecnie system DeepL umożliwia tłumaczenie komputerowe w obu kierunkach pomiędzy językiem angielskim i 23 innymi językami. Uwzględnione w systemie DeepL języki należą do różnych grup języków indoeuropejskich oraz do rodzin językowych innych niż rodzina indoeuropejska. W szczególności system DeepL obejmuje następujące języki słowiańskie: rosyjski, polski, czeski, słowacki, słoweński i bułgarski. Z języków należących do grupy romańskiej w systemie DeepL uwzględniono następujące języki: hiszpański, francuski, włoski, portugalski (wersja europejska), portugalski (wersja brazylijska) i rumuński. Z kolei z języków należących do grupy germańskiej system DeepL obejmuje języki takie jak: angielski (wersja europejska), angielski (wersja amerykańska), niemiecki, niderlandzki, szwedzki i duński. Z pozostałych języków rodziny indoeuropejskiej, nie należących do żadnej z wymienionych uprzednio grup, uwzględniono dodatkowo takie języki jak: grecki, litewski i łotewski. System DeepL obejmuje także języki nie należące do rodziny indoeuropejskiej, do których zalicza się takie języki jak: chiński, japoński, węgierski, fiński i estoński.

System DeepL umożliwia tłumaczenie w dowolnie wybranym kierunku pomiędzy dowolnie wybraną parą języków, jednak gdy są to języki inne niż język angielski, to tłumaczenie realizowane jest zawsze dwuetapowo. Przykładowo, jeśli chcemy przetłumaczyć tekst zapisany w języku francuskim na język czeski, to najpierw jest on tłumaczony w systemie DeepL na język angielski, a dopiero później na podstawie wygenerowanego uprzednio w języku angielskim tekstu tworzony jest finalny tekst w języku docelowym przekładu, czyli w tym wypadku – czeskim. Oczywiście, taka dwuetapowa realizacja przekładu może przyczynić się do pewnego obniżenia jego jakości, co będzie jeszcze przedmiotem dalszej dyskusji.

Translator DeepL jest obecnie zdecydowanie najlepszym programem w gronie translatorów komputerowych i decydując się na automatyczne

tłumaczenie tekstu jest obecnie w zasadzie jedynym racjonalnym wyborem – po prostu jakakolwiek jego potencjalna konkurencja pozostaje obecnie daleko w tyle. Z perspektywy użytkownika posługującego się językiem polskim jako językiem ojczystym, najczęściej wykorzystywanym kierunkiem tłumaczenia jest przekład z języka polskiego na angielski. Sytuacja, w której piszemy artykuł w języku polskim, a następnie tłumaczymy go na język angielski i przesyłamy do bezpośredniej publikacji w materiałach konferencyjnych, nie jest już bynajmniej jedynie marzeniem urzeczywistniającym się gdzieś w powieściach z gatunku *science fiction* – to jest już jak najbardziej realna dla nas rzeczywistość. Według zaprzyjaźnionego z autorami tłumacza przysięgłego system DeepL tłumaczy na czwórkę z plusem. Oznacza to, że tylko bardzo dobrzy profesjonalni tłumacze są w stanie zadanie to wykonać lepiej. Na to jednak potrzeba sporo czasu. Tymczasem program DeepL zaimplementowany na superkomputerze działa wręcz błyskawicznie.

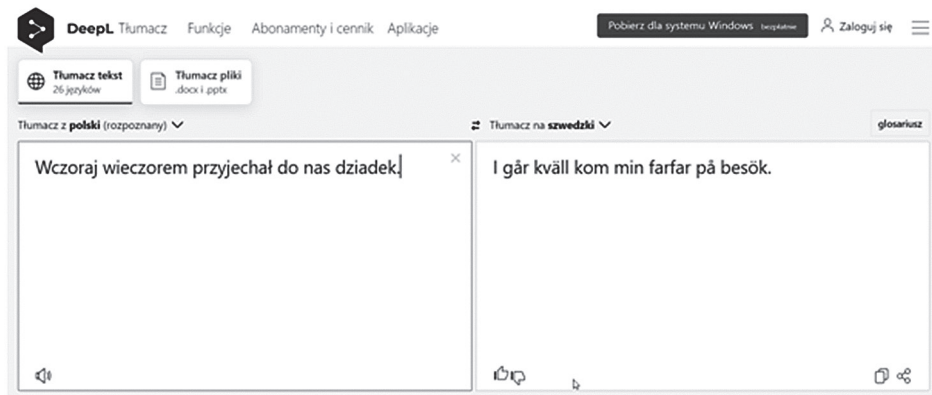
Istotnie, analizując uzyskane za pomocą programu DeepL tłumaczenia polskich tekstów na język angielski najczęściej nie ma po prostu czego poprawiać. Żeby móc wprowadzać jakieś ewentualne poprawki do uzyskanych za pomocą rozważanego programu przekładów, trzeba znać język angielski na naprawdę bardzo wysokim poziomie, czyli w praktyce trzeba mieć ukończone studia filologiczne. Przeciętna osoba, nawet i być może nieźle znająca w praktyce język angielski, raczej nie będzie w stanie wprowadzić już żadnych konstruktywnych poprawek do generowanych przez system DeepL komputerowych przekładów.

Obecnie bardzo wielu tłumaczy zaczęło już powszechnie korzystać z programu DeepL, aczkolwiek stają się oni coraz bardziej świadomi faktu, że tego rodzaju nowe technologie komputerowe mogą w przyszłości odebrać im znaczną część pracy. Czyżby zatem miały spełnić się przepowiednie z lat 50. ubiegłego wieku, że tłumacze stracą pracę i zawód ten ostatecznie zaniknie, jak niegdyś w przeszłości wymarł całkowicie zawód garncarza lepiącego gliniane naczynia? Zapewne trudno jest tutaj udzielić jakąś wyraźnie jednoznaczną odpowiedź. Wydaje się jednak, że przekład uwierzytelniony i zawód tłumacza przysięgłego nadal z nami pozostaną, głównie ze względu na wymogi natury prawnej.

Komputerowy tłumacz DeepL jest dostępny całkowicie za darmo pod adresem <https://www.deepl.com/translator>. Jeśli wejdziemy na stronę o podanym adresie, nasz ekran przybierze wygląd jak pokazano na rys. 1.

Rysunek 1. Okno komputerowego tłumacza DeepL

Figure 1. The window of DeepL computer translator



Źródło: <https://www.deepl.com/translator>

Source: <https://www.deepl.com/translator>

Współpraca użytkownika z programem DeepL sprowadza się do wklejenia tekstu w języku źródłowym do okienka z lewej strony, przy czym program sam rozpoznaje automatycznie język zadanego do tłumaczenia tekstu. Po chwili w okienku po prawej stronie pojawia się przekład wprowadzonego przez użytkownika tekstu na wybrany przez niego język docelowy. W przykładzie pokazanym na rys. 1 jako język docelowy przekładu wybrano język szwedzki.

Uzyskane za pomocą tłumacza DeepL zdanie: „I går kväll kom min farfar på besök” jest zbudowane poprawnie pod względem gramatycznym i może zostać jak najbardziej uznane za poprawny przekład polskiego zdania: „Wczoraj wieczorem przyjechał do nas dziadek”. Należy jednak zauważyć, jak to już uprzednio zostało zresztą wspomniane, że polski rzeczownik „dziadek” nie ma w języku szwedzkim swego bezpośredniego odpowiednika, tylko musi być tłumaczony przez swe hiponimy. Program DeepL wybrał hiponim „farfar”, który oznacza „dziadka ze strony ojca”, choć równie dobrze mógłby w rozważanym przypadku wybrać hiponim „morfar”, oznaczający „dziadka ze strony matki”.

Jak już wcześniej wspomniano, dla użytkownika języka szwedzkiego nie jest bynajmniej rzeczą obojętną, o którego dziadka w danej sytuacji chodzi i w pewnych okolicznościach uzyskany rezultat może zostać uznany za prze-

kład błędny. Ponieważ polskie zdanie nie udziela żadnej informacji, o którego dziadka tutaj chodzi, oba alternatywne przekłady są potencjalnie poprawne. Dopiero przeprowadzenie odpowiedniego wnioskowania na podstawie szerszego kontekstu występowania rozważanego polskiego zdania mogłoby wykluczyć jedną z podanych możliwości przekładu. Jednak nie wydaje się, aby na obecnym etapie rozwoju nauki i techniki automatyczne przeprowadzanie tego rodzaju wnioskowania było w ogólnym przypadku w ogóle możliwe.

Wynika stąd uwaga ogólniejszej natury, że obiektywnie nie istnieje taki twór, jak przekład idealny i do każdego rzeczywistego przekładu – czy to ludzkiego, czy maszynowego – można zapewne zgłosić jakieś większe bądź mniejsze zastrzeżenia.

To, co jest interesujące w przypadku programu DeepL, to jak sobie radzi w przypadku tłumaczenia na języki nie należące do rodziny indoeuropejskiej, gdzie mamy do czynienia ze zdecydowanie odmiennymi systemami gramatycznymi oraz ze słownictwem, które wyewoluowało w innym obszarze kulturowym. Jak już wspomniano, system DeepL uwzględnia pięć takich języków, do których zalicza się: chiński, japoński, węgierski, fiński i estoński.

Ponieważ stopień znajomości wymienionych języków przez autorów nie pozwala na bezpośrednią ocenę jakości uzyskanych w tych językach przekładów, postanowiono wykonać następujący eksperyment. Zaczerpnięty z Wikipedii przykładowy tekst w języku angielskim przetłumaczono za pomocą programu DeepL na rozważane pięć języków nie należących do indoeuropejskiej rodziny językowej. Następnie uzyskane na drodze automatycznej przekłady zostały ponownie przetłumaczone na język polski. Uzyskane rezultaty zamieszczono poniżej:

Tekst oryginalny w języku angielskim:

The Solar System formed 4.6 billion years ago from the gravitational collapse of a giant interstellar molecular cloud. The vast majority of the system's mass is in the Sun, with the majority of the remaining mass contained in Jupiter. The four smaller inner planets, Mercury, Venus, Earth and Mars, are terrestrial planets, being primarily composed of rock and metal. The four outer planets are giant planets, being substantially more massive than the terrestrials.

Przekład rozważanego tekstu na język chiński:

太阳系形成于46亿年前，由一个巨大的星际分子云的引力坍缩而成。该系统的绝大部分质量在太阳中，其余大部分质量包含在木星中。四颗较

小的内行星・水星、金星、地球和火星・是陆地行星・主要由岩石和金属组成。四颗外行星是巨行星・其质量大大超过了陆生行星。

Przekład rozważanego tekstu na język japoński:

太陽系は、46億年前に巨大な星間分子雲の重力崩壊によって誕生した。太陽系の質量の大部分は太陽にあり、残りの質量の大部分は木星に含まれている。内側の4つの小さな惑星、水星、金星、地球、火星は、主に岩石や金属で構成された地球型惑星である。外側の4つの惑星は巨大惑星で、地球型惑星よりもはるかに質量が大きい。

Przekład rozważanego tekstu na język węgierski:

A Naprendszer 4,6 milliárd évvel ezelőtt egy óriási csillagközi molekulafelhő gravitációs összeomlásából alakult ki. A rendszer tömegének túlnyomó többsége a Napban van, a fennmaradó tömeg nagy része pedig a Jupiterben. A négy kisebb belső bolygó, a Merkúr, a Vénusz, a Föld és a Mars földi bolygók, amelyek elsősorban kőzetből és fémből állnak. A négy külső bolygó óriásbolygó, amelyek lényegesen nagyobb tömegűek, mint a földi bolygók.

Przekład rozważanego tekstu na język fiński:

Aurinkokunta muodostui 4,6 miljardia vuotta sitten jättimäisen tähtienvälisen molekyylipilven painovoiman aiheuttamasta romahduksesta. Valtaosa järjestelmän massasta on Auringossa, ja suurin osa jäljelle jäävästä massasta on Jupiterissa. Neljä pienempää sisäistä planeettaa, Merkurius, Venus, Maa ja Mars, ovat maanpäällisiä planeettoja, jotka koostuvat pääasiassa kivistä ja metallista. Neljä ulompaa planeettaa ovat jättiläisplaneettoja, jotka ovat huomattavasti massiivisempia kuin maanpäälliset planeetat.

Przekład rozważanego tekstu na język estoński:

Päikesesüsteem tekkis 4,6 miljardit aastat tagasi hiiglasliku tähtedevahelise molekulaarpilve gravitatsioonilisest kokkuvarisemisest. Suurem osa süsteemi massist on Päikeses, ülejäänud massist on suurem osa Jupiteris. Neli väiksemat sisemist planeeti – Merkuur, Veenus, Maa ja

Marss – on maapealsed planeetid, mis koosnevad peamiselt kivimitest ja metallidest. Neli välimist planeeti on hiidplaneetid, mis on maapealsetest planeetidest oluliselt massiivsemad.

Przekład uzyskanego tekstu w języku chińskim na język polski:

Układ Słoneczny powstał 4,6 miliarda lat temu w wyniku grawitacyjnego zapadnięcia się olbrzymiego międzygwiazdowego obłoku molekularnego. Zdecydowana większość masy układu znajduje się w Słońcu, a większość pozostałej masy zawarta jest w Jowiszu. Cztery mniejsze planety wewnętrzne: Merkury, Wenus, Ziemia i Mars są planetami lądowymi, składającymi się głównie ze skał i metali. Cztery planety zewnętrzne to planety olbrzymie, o masach znacznie przekraczających masy planet ziemskich.

Przekład uzyskanego tekstu w języku japońskim na język polski:

Układ Słoneczny powstał 4,6 miliarda lat temu w wyniku grawitacyjnego zapadnięcia się masywnego międzygwiazdowego obłoku molekularnego. Większość masy Układu Słonecznego jest zawarta w Słońcu, a większość pozostałej masy jest zawarta w Jowiszu. Cztery mniejsze planety wewnętrzne: Merkury, Wenus, Ziemia i Mars są planetami lądowymi, składającymi się głównie ze skał i metali. Zewnętrzne cztery planety to planety olbrzymie, o wiele masywniejsze niż planety ziemskie.

Przekład uzyskanego tekstu w języku węgierskim na język polski:

Układ Słoneczny powstał 4,6 miliarda lat temu w wyniku grawitacyjnego zapadnięcia się olbrzymiego międzygwiazdowego obłoku molekularnego. Ogromna większość masy układu znajduje się w Słońcu, a większość pozostałej masy w Jowiszu. Cztery mniejsze planety wewnętrzne: Merkury, Wenus, Ziemia i Mars są planetami lądowymi, składającymi się głównie ze skał i metalu. Cztery planety zewnętrzne to planety olbrzymie, które są znacznie masywniejsze niż planety ziemskie.

Przekład uzyskanego tekstu w języku fińskim na język polski:

Układ Słoneczny powstał 4,6 miliarda lat temu w wyniku grawitacyjnego zapadnięcia się olbrzymiego międzygwiazdowego obłoku molekularnego.

go. Większość masy układu znajduje się w Słońcu, a większość pozostałej masy w Jowiszu. Cztery mniejsze planety wewnętrzne: Merkury, Wenus, Ziemia i Mars są planetami lądowymi, składającymi się głównie ze skał i metali. Cztery planety zewnętrzne są planetami olbrzymimi, znacznie masywniejszymi od planet ziemskich.

Przekład uzyskanego tekstu w języku estońskim na język polski:

Układ Słoneczny powstał 4,6 miliarda lat temu w wyniku grawitacyjnego zapadnięcia się gigantycznego międzygwiazdowego obłoku molekularnego. Większość masy układu znajduje się w Słońcu, a reszta w Jowiszu. Cztery mniejsze planety wewnętrzne – Merkury, Wenus, Ziemia i Mars – są planetami lądowymi, składającymi się głównie ze skał i metali. Cztery planety zewnętrzne to planety olbrzymie, które są znacznie masywniejsze niż planety lądowe.

Uzyskane powyżej wyniki przeprowadzonych eksperymentów zaskakują bardzo pozytywnie. Oczywiście, w każdym z rozpatrywanych pięciu przypadków uzyskane w języku polskim teksty nieco się pomiędzy sobą różnią, chociaż w zasadzie są to detale o naturze wręcz kosmetycznej i nie mają w tym wypadku większego znaczenia. Każdy z uzyskanych pięciu przekładów w języku polskim jest bardzo wysokiej jakości i w zasadzie bez żadnych już poprawek może zostać skierowany bezpośrednio do jego odbiorców (na przykład poprzez publikację w prasie bądź na stronie internetowej).

Uzyskane rezultaty są tym bardziej zaskakujące jeśli uświadomimy sobie, ile etapów tłumaczenia maszynowego musiało zostać wykonanych, zanim tekst zapisany w języku angielskim, poprzez język nie będący językiem indoeuropejskim, został przełożony na język polski. Przykładowo, tekst zapisany w języku angielskim najpierw został przetłumaczony na język węgierski, później ponownie na angielski i dopiero z angielskiego na polski. Jest rzeczą wręcz zdumiewającą, że pomimo występowania aż trzech etapów tłumaczenia maszynowego nie nastąpiła w zasadzie żadna utrata zawartych w rozważanym tekście informacji i nie nastąpiło obniżenie ogólnej jakości rozważanego tekstu.

Wnioski końcowe

Kończąc niniejszy artykuł można z nieskrywaną dumą stwierdzić, że zagadnienie przekładu komputerowego zostało po ponad 60 latach intensywnie

prowadzonych badań ostatecznie pomyślnie rozwiązane. Obecnie komputery są już w stanie tłumaczyć teksty pomiędzy językami naturalnymi prawie tak dobrze, jak robią to ludzie. Dzięki programowi DeepL zlecenie tłumaczeń tekstów, które nie muszą zostać przetłumaczone w sposób uwierzytelniony jest obecnie całkowicie nieopłacalne ponieważ nie ma żadnej gwarancji, że człowiek wykona dane zadanie w sposób istotnie lepszy od komputera, a będzie to z pewnością trwało znacznie dłużej i dodatkowo wygeneruje spore koszty. Ponadto w zdecydowanej większości przypadków wprowadzane przez człowieka poprawki są raczej natury wręcz kosmetycznej i w zasadzie nie mają żadnego istotnego znaczenia – a zatem kierowanie uzyskanych za pomocą programu DeepL przekładów do korekty może być w licznych przypadkach po prostu grą niewartą świeczki.

To, co jest wręcz zdumiewające, to fakt, że jakość przekładu komputerowego w przypadku systemu DeepL jest w zasadzie niezależna od stopnia genetycznego pokrewieństwa czy też typologicznego podobieństwa języka źródłowego i języka docelowego przekładu¹³. Jak wynika z przeprowadzonego eksperymentu, nawet w przypadku języków w ogóle ze sobą niespokrewnionych, jak polski i chiński (w przypadku języka japońskiego i języków ugrofińskich tzw. teoria nostratyczna mówi o możliwym bardzo odległym ich pokrewieństwie z językami indoeuropejskimi) uzyskiwane za pośrednictwem systemu DeepL przekłady nie tracą nic na jakości. Stanowi to jednocześnie zaprzeczenie głoszonych dawniej powszechnie poglądów, że genetyczna bliskość języków źródłowego i docelowego przekładu jest w tłumaczeniu maszynowym sprawą kluczową. Tak było zapewne w przypadku systemów opartych na regułach, gdzie dokonywany był transfer struktur morfosyntaktycznych języka, wówczas podobieństwo gramatyk obu języków miało istotny wpływ na jakość przekładu, jednak w przypadku uczenia maszynowego ten czynnik wydaje się być już nieistotny¹⁴. Jest to też bezpośrednią konsekwencją przeniesienia tłumaczenia komputerowego z poziomu pojedynczych wyrazów na poziom dłuższych kilkuwyrazowych fraz. Pojedyncze wyrazy są zwykle wieloznaczne, natomiast dopiero kilkuwyrazowe frazy są prawdziwymi nośnikami znaczeń i w ogólności szerszego sensu utworzonych z nich wypowiedzi językowych.

¹³) Milewski T., *Językoznawstwo*, Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa, 2004.

¹⁴) Patterson J., Gibson A., *Deep learning – praktyczne wprowadzenie*, Wydawnictwo HELION, Gliwice 2018.

Literatura:

1. Arnold D., Balkan L., Meijer S., Humphreys R. L., Sadler L., *Machine translation: an introductory guide*, NCC Blackwell, London 1994.
2. Gajer M., *Wielojęzyczne systemy automatycznego przekładu oparte na metodzie wzorców translacyjnych*, „Uczelniane Wydawnictwa Naukowo-Dydaktyczne AGH”, Kraków 2008.
3. Hutchins W. J., *Machine translation – past, present, future*, Ellis Horwood Series in Computers and Their Applications, London 1986.
4. Majewicz A. F., *Języki świata i ich klasyfikowanie*, Państwowe Wydawnictwo Naukowe, Warszawa 1989.
5. Milewski T., *Językoznawstwo*, Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa 2004.
6. Patterson J., Gibson A., *Deep learning – praktyczne wprowadzenie*, Wydawnictwo HELION, Gliwice 2018.
7. Raschka S., *Python – uczenie maszynowe*, Wydawnictwo HELION, Gliwice 2018.

Porównanie finansowo-środowiskowe farmy wiatrowej i fotowoltaicznej dedykowanych dla zasilania strefy przemysłowej

Financial and environmental comparison of a wind farm and photovoltaic systems for supplying an industrial zone

Streszczenie: Celem artykułu jest porównanie efektywności finansowej i ekonomicznej farmy wiatrowej i farmy fotowoltaicznej w celu wsparcia decyzji o najbardziej efektywnej inwestycji w odnawialne źródła energii, mającej na celu dostarczenie energii do strefy ekonomicznej na południu Polski.

W artykule przedstawiono zastosowanie analiz finansowo-ekonomicznych wybranych odnawialnych źródeł energii (OZE). Analizę ax-ante OZE przeprowadzono w oparciu o prognozowane dane z terenów, takie jak określenie potencjału energetycznego wiatrów (prędkość, chropowatość terenu) i nasłonecznienie. Na podstawie przyjętych założeń dotyczących cen energii, nakładów inwestycyjnych oraz kosztów operacyjnych, jak i efektów środowiskowych w postaci unikniętych emisji substancji szkodliwych obliczono zaktualizowaną wartość netto oraz wewnętrzną stopę zwrotu.

Wyniki pokazują, że opłacalność inwestycji w OZE zależy od kilku czynników, które są analizowane w pracy w odniesieniu do danego studium przypadku. Dlatego przedstawione wyniki powinny w szczególności informować decydenta o kosztach i korzyściach zarówno finansowych jak i ekonomicznych instalacji OZE.

Słowa kluczowe: energetyka odnawialna, efektywność finansowa, efektywność ekonomiczna.

¹⁾ Dr inż., Akademia Górniczo-Hutnicza, Wydział Zarządzania.

Summary: The purpose of this paper is to compare the financial and economic efficiency of a wind farm and a photovoltaic farm in order to support the decision on the most effective investment in renewable energy sources aimed at providing energy to the economic zone in southern Poland.

The paper presents the application of financial-economic analyses of selected renewable energy sources (RES). The ax-ante analysis of RES was carried out based on the projected data from the sites, such as determination of wind energy potential (speed, terrain roughness) and insolation. Net present value and internal rate of return were calculated based on assumptions made about energy prices, capital expenditures and operating costs, and environmental effects in the form of avoided emissions.

The results show that the profitability of RES investments depends on several factors, which are analysed in the paper in relation to the case study. Therefore, the results presented should especially inform the decision maker about the costs and benefits of both financial and economic RES installations.

Keywords: renewable energy, financial efficiency, economic efficiency.

JEL classification codes: D61, Q2.

Wprowadzenie

Zgodnie z prognozami klimatycznymi oczekuje się, że globalna zmiana klimatu będzie miała znaczący wpływ na środowisko naturalne i ludzi². W związku z tym przewidywane skutki zmian klimatycznych stają się poważnym problemem globalnym, wymagającym zmian nie tylko w zachowaniach konsumentów, ale także generującym potencjalne możliwości rozwoju. Jedną z istotnych branż związanych ze zmianami klimatycznymi jest sektor produkcji energii, ponieważ jednocześnie wpływa on na zmiany klimatu jak i jest przez nie napędzany. Zmiany jakie dotyczą sektora energetycznego, czy wręcz jakie zostaną wymuszone, mogą być korzystne zarówno dla samej branży i gospodarki w ogóle jak i dla klimatu. Obejmują one m.in. zwiększony transfer wydajnych technologii z krajów uprzemysłowionych do krajów rozwijających

²⁾ Schaeffer R., Szkło A.S., de Lucena A.S.P., Borba B.S.M.C., Nogueira L.P.P., Fleming F.P., Troccoli A., Harrison M., Boulahya M.S., *Podatność sektora energetycznego na zmiany klimatu: przegląd*, „Energia”, 2012, tom 38, wydanie 1, s. 1–12.

się oraz zachęty do inwestowania poprzez regulowany handel emisjami jak i inne elementy wsparcia wynikające z polityki klimatycznej zarówno globalnej, jak i unijnej oraz z polityk krajowych. Dostęp do skutecznych technologii i do systemów wspierających wytwarzanie energii mają zasadnicze znaczenie dla skutecznego rozwoju przyjaznego dla klimatu wytwarzania energii i determinują korzyści finansowe dla inwestora, a także korzyści ekonomiczne dla społeczeństwa.

Według Piątego Raportu Oceniającego Międzyrządowego Zespołu ds. Zmian Klimatu, trzy zjawiska zmiany klimatu będą miały szczególny wpływ na sektor energetyczny. Będą to: globalne ocieplenie, zmieniające się regionalne wzorce pogodowe (w tym wzorce hydrologiczne) i wzrost ekstremalnych zjawisk pogodowych. Zjawiska te nie tylko będą oddziaływać na zapotrzebowanie na energię, ale w niektórych regionach wpłyną również na całe spektrum produkcji i przesyłu energii. Dlatego, aby zmniejszyć wpływ zmian klimatu i zwiększyć odporność w sektorze energetycznym, jednym z najważniejszych działań jest zwiększenie udziału odnawialnych źródeł energii (OZE).

W związku ze stojącymi przed społecznością międzynarodową wyzwania-
mi klimatycznymi Unia Europejska określiła ramy klimatyczno-energetyczne do roku 2030, które mają służyć spełnieniu określonych celów, także politycznych na lata 2021-2030. Do zasadniczych zadań na 2030 r. należą: obniżenie emisji gazów cieplarnianych o co najmniej 40% (zestawiając to z 1990 rokiem), wzrost udziału energii odnawialnej w ogólnym bilansie energetycznym o co najmniej 32% oraz zwiększenie wydajności energetycznej o co najmniej 32,5%³. Jednak najnowsze dane wskazują nawet na ograniczenie emisji gazów cieplarnianych o co najmniej 55% do 2030 r. (analogicznie w stosunku do 1990 r.) jak wynika z pakietu „Fit for 55”. Pakiet ten stanowi zestaw ustaleń, które mają doprowadzić Europę do neutralności klimatycznej w terminie do 2050 r.⁴. Dodatkowo jednym z założeń jest aktualizacja co do udziału OZE w ogólnej produkcji energii. Przyjęto, że aż 40% energii ma pochodzić ze źródeł odnawialnych do 2030 r. W zależności od udziału odnawialnych źródeł w określonych sektorach gospodarki zostaną przedstawione konkretne plany dla państw członkowskich UE, regulujące rozkład produkcji energii⁵.

³) *Działanie dotyczące klimatu*, https://ec.europa.eu/clima/eu-action/climate-strategies-targets/2030-climate-energy-framework_en, [dostęp: 11.11.2021].

⁴) *Pakiet dla neutralności klimatycznej, czyli Fit for 55*, <https://www.teraz-srodowisko.pl/aktualnosci/fit-for-55-zmiany-klimatu-forum-energii-koalicja-klimatyczna-10594.html>, [dostęp: 14.11.2021].

⁵) *RAPORT: Nowy Fit For 55 zmieni sposób życia Europejczyków*, <https://biznesalert.pl/raport->

Poza pozytywnymi skutkami dla środowiska, takimi jak zmniejszenie zużycia paliw kopalnych czy zmniejszenie zanieczyszczenia, inwestycje w OZE powinny przynieść także korzyści finansowe. Jednak pomimo nowych innowacyjnych technologii, które prowadzą do niższych kosztów produkcji i inwestycji, przy obecnych cenach energii inwestycje w energię odnawialną nie zawsze są opłacalne finansowo. Dlatego też dodatkowe zachęty wynikające z systemów wsparcia finansowego, w tym dotacje z Unii Europejskiej lub źródeł krajowych, często mają kluczowe znaczenie dla decyzji o rozpoczęciu inwestycji w OZE, a takie dofinansowanie ze źródeł publicznych wymaga przeprowadzenia analiz ekonomicznych w celu oceny innych niż tylko finansowe aspekty opłacalności przedsięwzięcia. Najważniejsze z nich to kwestie społeczne i środowiskowe związane z realizacją inwestycji. Zarówno koszty, jak i korzyści ekonomiczne generowane przez inwestycję muszą być „monetyzowane”, tak aby można było porównywać różne projekty. Ważne jest przyjęcie identycznych założeń, takich jak czas eksploatacji, stopa dyskontowa itp., tak aby warunki oceny projektów związanych z odnawialnymi źródłami energii były porównywalne.

Celem artykułu jest przedstawienie case study porównania inwestycji wybranych odnawialnych źródeł energii, czyli farm fotowoltaicznych i wiatrowych, w ujęciu finansowym i środowiskowym, z uwzględnieniem warunków, w jakich działają one w Polsce. W kolejnych sekcjach przedstawiono finansową i ekonomiczną wykonalność studium przypadku dotyczącego stanowiska testowego farm fotowoltaicznych i wiatrowych w południowej Polsce.

Opis studium przypadku

Analizowany obszar planowanej inwestycji znajduje się w południowej Polsce w województwie małopolskim pod Krakowem. Głównym celem inwestycji w OZE w postaci farmy wiatrowej i/lub farmy fotowoltaicznej byłoby dostarczenie energii elektrycznej do specjalnej strefy ekonomicznej utworzonej dla firm z sektora energetyki odnawialnej. Powierzchnia planowanej strefy ekonomicznej wynosi około 50 ha, a na jej terenie znajdować się będzie 7- 12 firm. Roczne zapotrzebowanie na energię elektryczną w strefie szacowane jest na około 3 520 MWh.

Specjalna strefa ekonomiczna będzie skoncentrowana na firmach z sektora energetycznego, zajmujących się głównie branżą energetyki odnawialnej.

Szacuje się, że około 1 000 MWh energii elektrycznej, z której będą korzystać, powinno być dostarczane z odnawialnych źródeł energii. Do zaopatrzenia obszaru w energię elektryczną brane są pod uwagę dwa źródła energii odnawialnej: energia słoneczna wytwarzana przy użyciu ogniw fotowoltaicznych i energia wiatrowa z turbiny wiatrowej.

Podstawowe parametry techniczne instalacji, które pozwolą na produkcję oczekiwanego wolumenu energii elektrycznej, przedstawiono w tabeli 1.

Tabela 1: Parametry analizowanych farm słonecznych i wiatrowych

Energia słoneczna	
Typ paneli fotowoltaicznych	Panele monokrystaliczne
Moc paneli fotowoltaicznych (kWp)	0,24
Wymiary panelu fotowoltaicznego [m ²]	1,624
Powierzchnia ogniw fotowoltaicznych [m ²]	0,02
Panel Wydajność PV [%]	14,7
Liczba paneli fotowoltaicznych [szt.]	4 767
Straty systemowe, przewodów, ogniw [%]	8
Roczna degradacja ogniw podana w gwarancji producenta [%/rok]	0,3
Całkowita moc farmy fotowoltaicznej [kWp]	1 144,00
Średnie nasłonecznienie [kWh/m ² /rok]	950
Energia wiatrowa	
Producent /model turbiny	Fuhrlander FL 250
Moc znamionowa [kW]	250
Wysokość wieży [m]	50
Liczba turbin	6
Średnia roczna prędkość wiatru [m/s]	4,5
Pomiar prędkości wiatru [m.a.g.l.]	100
Klasa chropowatości terenu	2
Położenie nad poziomem morza [m.a.s.l.]	247
Całkowita moc farmy wiatrowej [kWp]	1500

Źródło: opracowanie własne.

Dla farmy fotowoltaicznej przyjęto założenia, że będzie działać w oparciu o 4767 paneli monokrystalicznych. Na podstawie analizowanych charakterystyk produktu przyjęło się, że moc znamionowa wynosi 240 Wp na panel, przy

wydajności 14,7%. Straty energii w systemie oszacowano na 8% całkowitej wyprodukowanej energii, a spadek sprawności instalacji założono na poziomie 3% rocznie całkowitej wyprodukowanej energii. Na podstawie mapy nasłonecznienia oszacowane jest średnie roczne nasłonecznienie dla analizowanego miejsca na poziomie 950 kWh/m²/rok.

Analizowana farma wiatrowa składa się z sześciu turbin wiatrowych o mocy znamionowej 250 kW każda. Średnia roczna prędkość wiatru 4,5 m/s i prędkość wiatru 100 m nad poziomem gruntu są szacowane na podstawie Globalnego Atlasu Wiatrów.⁶ Farma będzie zlokalizowana na obszarach wiejskich, więc przyjmuje się wartość 2 w odniesieniu do parametru chropowatości gruntu.

Analizy finansowe i ekonomiczne

Analiza ekonomiczna może być przeprowadzona z punktu widzenia inwestora i może dostarczać informacji o finansowej wykonalności inwestycji lub może dotyczyć szerszej perspektywy, w tym zewnętrznych (ekonomicznych) skutków inwestycji. Pozytywne skutki zewnętrzne (korzyści) lub negatywne skutki zewnętrzne (koszty) związane ze wszystkimi zainteresowanymi podmiotami (interesariuszami) są związane z kwestiami środowiskowymi i społecznymi.

Udział odnawialnych źródeł energii w miksie energetycznym ze względów politycznych i praktycznych stale rośnie. Dlatego analiza finansowa inwestycji może posłużyć inwestorowi w racjonalnym procesie decyzyjnym jako argument i motywacja do podjęcia decyzji o zaangażowaniu w inwestycje OZE. Stąd też bardzo ważne jest przeprowadzenie analizy kosztów i korzyści (AKK) szczególnie dotyczących nowych technologii i rozwiązań. Zwłaszcza gdy innowacyjne technologie mają mieć zastosowania komercyjne. Z jednej strony analiza może posłużyć inwestorowi do oceny potencjalnych korzyści osobistych, a z drugiej strony służy do podjęcia decyzji o wydatkach publicznych poprzez dostarczenie informacji o społecznych korzyściach netto z planowanej inwestycji.

W pracy wykorzystano wskaźniki AKK do oceny wybranych inwestycji w OZE, w szczególności: obliczono zaktualizowaną wartość netto (NPV) oraz wewnętrzną stopę zwrotu (IRR) w analizach finansowo-ekonomicznych.

⁶ IRENA Międzynarodowa Agencja Odnawialna DTU Global Wind Atlas, www.irena.com, <https://irena.masdar.ac.ae/GIS/?&tool=dtu:gwa&map=103>.

Analizy zostały przeprowadzone dla przedstawionych powyżej dwóch odnawialnych źródeł energii jako badanie *ex ante* w celu sprawdzenia, czy planowane inwestycje będą efektywne finansowo i/lub ekonomicznie. Wykonano je na podstawie prognozowanych danych dotyczących planowanej lokalizacji, takich jak warunki wiatru (prędkość, chropowatość terenu) i nasłonecznienie. Analizy warunków funkcjonowania siłowni z założonymi parametrami pozwoliły na uzyskanie oczekiwanej rocznej produkcji energii elektrycznej. Założenia i wyniki przedstawiono w kolejnej sekcji.

Założenia i wyniki

Wyprodukowana energia elektryczna jest zmienną wejściową do obliczania dochodu z inwestycji i korzyści ekonomicznych – środowiskowych wynikających z redukcji emisji, w tym dwutlenku węgla.

W oparciu o analizy wykonywane dla podobnych projektów została przyjęta stopa dyskontowa w wysokości 4% dla analizy ekonomicznej i 4,5% dla analizy finansowej. Po stronie kosztów w analizie wzięto pod uwagę koszty inwestycji w turbiny, w tym wieże, ich koszty instalacji i konserwacji. W szczególności uwzględniono koszty związane z instalacją takie jak koszty: dzierżawy gruntów, instalacji turbin, modernizacji sieci elektrycznej, utrzymania-eksploatacji, naprawy oraz koszty operacyjne. Według Raportu Energetyka Wiatrowa w Polsce⁷ średni koszt inwestycji turbin wiatrowych wynosi 6,5 mln zł/MW, a dla systemów PV około 4,4 mln zł/MW. Koszty operacyjne kształtują się na poziomie 245 000 zł/MW dla farmy wiatrowej i około 2% kosztów inwestycji dla farmy fotowoltaicznej. Po stronie korzyści uwzględnione są przychody ze sprzedaży energii, które będą przychodami operatora strefy przemysłowej oraz korzyści z redukcji emisji CO₂, NO_x, SO₂, CO i pyłów ze spalania paliw.

Kwestie związane z wpływem inwestycji na lokalny rynek pracy zostały pominięte, w związku z tym założono neutralny wpływ na rynek pracy zakładanej inwestycji.

Analiza prowadzona jest w cenach stałych. Cena sprzedaży energii przyjęta została na poziomie 282,97 PLN/MWh (III kw.2021 wg URE) oraz cena zielonego certyfikatu na poziomie 191,87 PLN/MWh (średnia cena w 2021 wg TGE) dla obu instalacji.

⁷ *Energetyka wiatrowa w Polsce*, „TPA Howart Polska”, listopad 2014.

Tabela 2 przedstawia porównanie operacyjne i finansowe wyników dla farmy wiatrowej i farmy fotowoltaicznej oraz wyniki przeprowadzonych obliczeń. Redukcja zanieczyszczeń i wynikające z niej korzyści są obliczane na podstawie współczynnika emisji na 1 MWh energii oraz kosztu emisji zanieczyszczeń (kar), zgodnie z obowiązującymi stawkami w roku 2021⁸.

Tabela 2. Porównanie wyników operacyjnych i finansowych farmy wiatrowej i farmy fotowoltaicznej

		Farma wiatrowa	Farma fotowoltaiczna
koszt inwestycji	zł	9 945 000,00	5 033 600,00
roczny koszt operacyjny	zł	374 850,00	100 672,00
roczna produkcja energii	MWh	1 000,00	1 000,00
redukcja:			
emisja CO ₂	kg		810 000,00
emisja SO ₂	kg		1 539,00
emisja NO _x	kg		968,00
emisja CO ₂	kg		238,00
emisja TSP	kg		63,00

Źródło: opracowanie własne.

Wartość bieżąca netto, jak i wewnętrzna stopa zwrotu są niższe w odniesieniu do farmy wiatrowej w porównaniu z inwestycją w farmę fotowoltaiczną w analizowanym okresie 15 lat. Co więcej, w obu przypadkach inwestycje są finansowo nieefektywne. Szczegółowe wyniki przedstawiono w tabeli 3.

⁸⁾ <http://wszystkooemisjach.pl/43/zmiany-stawek-oplat-styczen-2022>.

Tabela 3: Wyniki finansowe i ekonomiczne farmy wiatrowej i farmy fotowoltaicznej

		Farma wiatrowa	Farma fotowoltaiczna
Przychody z energii	zł	474 840,00	474 840,00
FNPV	zł	-8 833 272,44	-971 583,93
STOPA FIRR	%	-17,71%	1,06%
Korzyści z redukcji emisji:			
emisja CO ₂	zł	251,10	
emisja SO ₂	zł	861,84	
emisja NO _x	zł	542,08	
emisja CO ₂	zł	26,18	
emisja pyły ze spalania paliw	zł	23,94	
ENPV	zł	-8 867 064,70	-952 977,90
EIRR	%	-17,69%	1,12%

Źródło: opracowanie własne.

Ponieważ inwestycja zastąpi „tradycyjną” produkcję energii elektrycznej opartej w Polsce w głównej mierze na węglu, deklarowane korzyści w zakresie redukcji emisji mają ogromne znaczenie dla lokalnej społeczności ze względu na już wysokie stężenia tych substancji lokalnie w atmosferze. Prowadzi to do wniosku, że ilościowo ten sam efekt redukcji emisji może mieć różną wielkość wpływu na mieszkańców i środowisko.

Omówienie wyników

Analiza finansowa wskazuje na nieopłacalną realizację inwestycji opartych na energetyce wiatrowej lub słonecznej. Na podstawie tego przykładu i analizy innych studiów przypadku OZE widać, że w przypadku elektrowni OZE np. wskaźniki FNPV i FIRR nie mogą być podstawą do racjonalnego podejmowania decyzji o instalacjach elektrowni. W analizowanym przykładzie również analiza ekonomiczna przeprowadzona w odniesieniu

do aspektów środowiskowych (takich jak redukcja emisji zanieczyszczeń), nie uzasadnia rozwoju instalacji opartych na odnawialnych źródłach energii w konkurencyjnych warunkach rynkowych. Należy jednak zauważyć, że przeprowadzona analiza nie uwzględnia wsparcia państwa udzielanego zgodnie z bieżącą polityką energetyczną. Jest to kluczowy czynnik w analizie finansowo-ekonomicznej OZE, który odpowiada za ich lepsze wyniki. Dlatego kluczowe jest zbadanie, jak skonstruowane są systemy wsparcia OZE i jakie cele wspierają zachęty, które są przekazywane inwestorowi. Możliwe są na przykład dodatkowe systemy wsparcia napędzane polityką państwa w zakresie rozwoju klastrów energetycznych. Takie powiązania między lokalnymi producentami i konsumentami mogą mieć istotne implikacje dla rentowności inwestycji.

Jednym z rozwiązań może być wsparcie państwa, które powinno obejmować różnice w cenie rynkowej energii oraz w poziomie cen wymaganym do realizacji inwestycji ($FNPV=0$).

Ceny energii do jakich powinno być udzielone wsparcie w przypadku analizowanych instalacji (farma wiatrowa i farma fotowoltaiczna) przedstawiono w tabeli 4.

Tabela 4: Poziom cen energii przy wsparciu państwa

		Farma wiatrowa	Farma fotowoltaiczna
Cena energii z mechanizmem wsparcia ($FNPV=0$)		1 269,31	563,88

Źródło: opracowanie własne.

Gupta⁹⁾ twierdzi, że czynniki ekonomiczne i społeczne są ważnymi determinantami wyników finansowych. W szczególności przedsiębiorstwa zajmujące się odnawialnymi źródłami energii osiągają lepsze wyniki gdy technologia i innowacje są dobrze rozwinięte.

Ograniczenie strat i kosztów przesyłu, magazynowanie energii do strefy, zastosowanie hybrydowego systemu elektroenergetycznego mogą mieć wpływ zarówno na efektywność finansową jak i ekonomiczną instalacji wcho-

⁹⁾ Gupta K., *Czy czynniki ekonomiczne i społeczne wpływają na wyniki finansowe alternatywnych firm energetycznych?* [w:] „Energy Economics”, 2017, Tom 65, s. 172-182.

dzącej w skład całego systemu elektroenergetycznego. Niewątpliwie budowa obiektu OZE dedykowanego strefie ekonomicznej będzie prawdziwym laboratorium odnawialnych źródeł energii i pozwoli na badanie sprawności systemu w warunkach rzeczywistych.

Wnioski

Przede wszystkim cel inwestycji, jej warunki fizyczne oraz skala inwestycji determinują korzyści płynące z instalacji. Kluczowym czynnikiem odpowiedzialnym za wyniki inwestycyjne OZE jest jednak wsparcie państwa. Dlatego najważniejsze jest to, jak skonstruowane są systemy wsparcia OZE i jakie cele są wspierane przez zachęty dla inwestorów. Międzynarodowe lub państwowe systemy wsparcia determinujące funkcjonowanie źródeł odnawialnych w krajowym systemie energetycznym oraz wspierające inicjatywy klastrów energii i zachęcające do efektywniejszego rozwoju technologii w dużym stopniu wpływają na efektywność finansową i ekonomiczną inwestycji. Szczególnie jest to istotne wobec zmieniających się cen energii elektrycznej. Odpowiednia polityka państwa może wpłynąć na stabilność inwestycji w OZE, co z jednej strony zachęci i pomoże inwestorom w podjęciu decyzji inwestycyjnych, (czego skutkiem będzie zwiększający się udział w OZE w miksie energetycznym kraju), a co za tym idzie zbliżanie się do osiągnięcia założonych celów klimatycznych w tym zakresie.

Literatura

1. Komisja Europejska, *Przewodnik po analizie kosztów i korzyści projektów inwestycyjnych. Narzędzie oceny ekonomicznej dla polityki spójności na lata 2014–2020*, grudzień 2014 r.
2. Gupta K., *Czy czynniki ekonomiczne i społeczne wpływają na wyniki finansowe alternatywnych firm energetycznych?* „Energy Economics”, 2017, tom 65, strony 172-182.
3. IPCC, *Climate Change: Implications for the Energy Sector, The 5th Assessment Raport Cambridge University Press, Cambridge, Wielka Brytania i Nowy Jork, NY, USA*.
4. Schaeffer R., Szkło A.S., de Lucena A.S.P., Borba B.S.M.C., Nogueira L.P.P., Fleming F.P., Troccoli A., Harrison M., Boulahya M.S., *Podatność sektora energetycznego na zmiany klimatu: przegląd*, „Energia”, 2012, tom 38, wyd. 1, s. 1–12.

5. Szymański B., *Instalacje fotowoltaiczne*, „Globenergia”, Kraków 2020.
Raport Rynek fotowoltaiki w Polsce 2017; EC BREC Instytut Energetyki Odnawialnej Sp. z o.o., maj 2017.
6. *Energetyka wiatrowa w Polsce*, „TPA Howart Poland”, listopad 2014.

Krzysztof Molenda¹,
Magdalena Partyka²,
Jan Werewka³

Dobór narzędzi rozwoju oprogramowania w cyklu DevOps z punktu widzenia studentów inżynierskich studiów informatycznych

Selecting software development tools in the DevOps cycle from the perspective of computer engineering students

Streszczenie: W firmach informatycznych niezwykle istotny jest warsztat pracy. Składają się na niego różne narzędzia programistyczne potrzebne do rozwoju oprogramowania oraz różne metody i techniki. W pracy rozpatrywany jest problem doboru narzędzi w pełnym cyklu rozwoju oprogramowania DevOps. Wtórny zagadnieniem jest dobór narzędzi rozwoju oprogramowania na studiach na informatycznych kierunkach informatycznych. Z jednej strony chodzi o dobór narzędzi mających duży walor dydaktyczny oraz dobór takich narzędzi, które z dużym prawdopodobieństwem będą wykorzystywane w przyszłej pracy studentów. W celu rozpoznania problemu dokonano inwentaryzacji stosowanych narzędzi oraz przeprowadzono ankietę wśród studentów kierunku informatyki studiów inżynierskich, którzy w dużej części pracują już w firmach informatycznych, dotyczącą wykorzystywanych narzędzi. W wyniku tej ankiety ukształtował się pogląd co do doboru narzędzi w firmach informatycznych oraz wyciągnięto wnioski co do ich doboru w trakcie trwania studiów.

¹⁾ Dr, Uniwersytet Rolniczy w Krakowie, Katedra Inżynierii Produkcji, Logistyki i Informatyki Stosowanej; CONTi – Center of Computation New Technologies&Informatics, WIPIE UR w Krakowie.

²⁾ Mgr, Akademia Górniczo – Hutnicza w Krakowie, Wydział Humanistyczny, Informatyka Społeczna.

³⁾ Dr hab. inż. Prof. Wyższej Szkoły Ekonomii i Informatyki w Krakowie.

Słowa kluczowe: DevOps, narzędzia programistyczne, kształcenie inżynierów informatyki, sylabusy.

Summary: In IT companies a software development workbench is of great importance. The workbench consists of various software tools needed for software development, and various methods and techniques. Selection of right tools is very important in software development processes. This paper considers the problem of tool selection in the full DevOps software development cycle. DevOps cycle is the most complete software development cycle. The second issue is the selection of software development tools in undergraduate computer science courses. On the one hand, the issue of the selection of tools that have high didactic value and the selection of such tools that are likely to be used in students' future work. In order to recognize the problem, an inventory of the used tools was made and a survey was conducted among students of engineering computer science, who largely work in IT companies, about the used tools. As a result of these surveys, a view was formed as to the selection of tools in IT companies and students.

Keywords: DevOps, software developing tools, IT engineer education, syllabuses.

JEL classification codes: A2, C8, I2, Q5

Wstęp

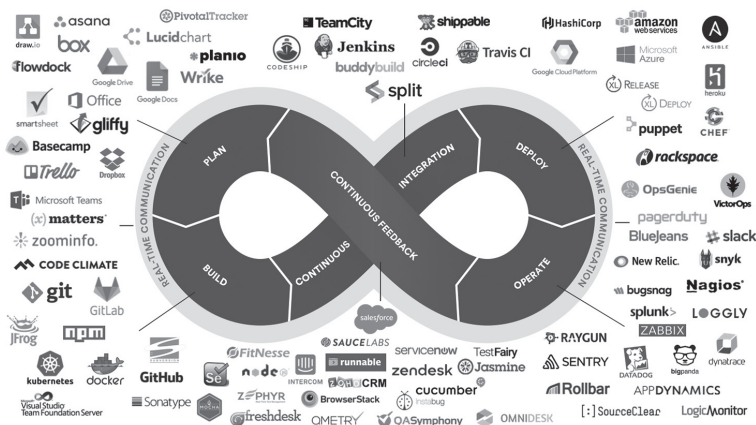
W firmach informatycznych bardzo ważną rolę ogrywają procesy rozwoju oprogramowania (*Development*) oraz wdrażania i utrzymania oprogramowania produkcyjnego (*Operation*). Wcześniej procesy te były rozłączne, a rozdzielenie ich wynikało z rozdzielności zespołów je realizujących. Programiści rozwijali oprogramowanie i po przetestowaniu przekazywali do klienta. Ten zaś zwykle posiadał swój własny zespół, który je serwisował (utrzymywał). Z biegiem czasu oraz wraz z rozwojem technologii ICT firmy informatyczne przejmowały od klienta zadania serwisowania oprogramowania, przy czym utrzymanie oprogramowania było nadal w gestii innych zespołów niż rozwojowe. Dodatkowo widoczny był konflikt pomiędzy zespołami rozwijającymi oprogramowanie, których celem jest wykonanie coraz to nowych produktów, a zespołami utrzymaniowymi, których celem jest stabilna praca oprogramowania realizującego potrzeby klienta.

Klienci korzystający z oprogramowania wymuszali na firmach informatycznych coraz to krótsze cykle rozwoju oprogramowania, dodatkowo rozwój technologii ICT ułatwił przekazywanie oprogramowania do użytkownika oraz bieżącą

kontrolę oprogramowania operacyjnego (produkcyjnego). Zaistniała więc potrzeba integracji procesów rozwoju (*Development*) i utrzymania (*Operation*) oprogramowania. Taką integrację nazywamy w skrócie DevOps, a jednym z jej podstawowych założeń jest automatyzacja działań zawartych w tych procesach⁴.

Na warsztat pracy DevOps składają się różne narzędzia informatyczne potrzebne do rozwoju oprogramowania oraz różne metody i techniki pracy. W procesach rozwoju oprogramowania bardzo duże znaczenie ma dobór właściwych narzędzi, a w tym zakresie istnieje mnogość rozwiązań (rys. 1). Przykładowo firma Atlassian dostarcza – popularny w Polsce – system Jira, który umożliwia skonfigurowanie i integrację wielu narzędzi w ramach Open DevOps [1]. Firma Microsoft dostarcza własną linię produktów w ramach platformy Azure DevOps [2], umożliwiającą również integrację narzędzi DevOps dostarczanych przez producentów niezależnych. Swoje ekosystemy dostarczają Amazon (AWS) oraz Alphabet (Google Cloud Platform). Jeszcze innym rozwiązaniem jest całkowite oparcie się na darmowym oprogramowaniu [3].

Rysunek 1. Eksplozja narzędzi DevOps



Źródło: <https://www.logicworks.com/blog/2019/11/stop-arguing-about-devops-tools/>, dostęp: 6.01.2022.

⁴) DevOps rozumiane może być również jako zestaw nowoczesnych praktyk IT, które mają na celu zbliżenie programistów i personelu operacyjnego w ramach pracy nad tym samym projektem, w bardziej zespołowy sposób. DevOps powstało z połączenia dwóch skrótów: **Development** i **Operations** (2009).

Głównym zagadnieniem poruszonym w artykule jest próba doboru właściwych narzędzi rozwoju oprogramowania w celu ich nauczania na kierunkach informatycznych studiów inżynierskich. Z jednej strony chodzi o dobór tych narzędzi, które mają duży walor dydaktyczny oraz takich, które z dużym prawdopodobieństwem będą wykorzystywane w przyszłej pracy zawodowej absolwentów i jednocześnie są reprezentatywne dla określonej kategorii. W celu rozpoznania problemu dokonano inwentaryzacji stosowanych narzędzi oraz przeprowadzono ankietę wśród studentów kierunku informatyki inżynierskiej (którzy w dużej części pracują w firmach informatycznych) w zakresie wykorzystania takich narzędzi w ich miejscach pracy [4]. Z opracowania ankiet ukształtował się pogląd co do doboru narzędzi w firmach informatycznych i podczas studiów. Wyniki tych prac pozwolą na zmodyfikowanie programu studiów oraz lepsze kształcenie studentów zgodnie z potrzebami branży informatycznej.

DevOps w programach studiów inżynierskich

Zapotrzebowanie na informatyków ustawicznie się powiększa. By sprostać tym wymaganiom powinno się kształcić studentów zgodnie z potrzebami branży informatycznej tak, aby nabyte na studiach umiejętności były dostosowane do uwarunkowań przyszłej pracy. Uzupełniającym zagadnieniem jest zapoznanie studentów z narzędziami umożliwiającymi poprawę efektywności pracy programistów i automatyzacją procesów wytwarzania oprogramowania.

DevOps zakłada silną spójność i integrację procesów rozwoju oprogramowania i jego późniejszego utrzymania. Organizacja IEEE opracowała standard DevOps (2675-2021), który dotyczy tworzenia niezawodnych i bezpiecznych systemów, w tym tworzenia aplikacji, pakietowania i wdrażania [5]. W standardzie tym zdefiniowano DevOps jako zestaw zasad i praktyk, które umożliwiają lepszą komunikację i współpracę pomiędzy odpowiednimi interesariuszami w celu specyfikowania, rozwoju i utrzymania oprogramowania operacyjnego, systemów i usług oraz ciągłe doskonalenie we wszystkich aspektach ich cyklu życia.

W firmach informatycznych obecnie występuje silny trend na stosowanie podejścia DevOps do rozwoju i utrzymania oprogramowania. W wielu ankietach podaje się pozytywny jego wpływ na organizację pracy. Dla przykładu [6] ankieta Atlassian-a dokonująca przeglądu trendów wykazała następujące korzyści: produkty o wyższej jakości, szybszy czas wprowadzania na rynek / czas realizacji, poprawiona częstotliwość wdrażania, lepsza kultura zespołowa, zwiększona współpraca pomiędzy różnymi zespołami i działami, szybsze

czasu odzyskiwania, budowanie lepszych produktów i usług, niższa awaryjność nowych wydań, zwiększona współpraca z działami nietechnicznymi, mniej incydentów.

Korzyści płynące z zastosowania DevOps w branży informatycznej spowodowały pojawienie się tych zagadnień w programach nauczania na informatycznych studiach inżynierskich. Stosowane są różne podejścia – omawiane są na dedykowanym kursie / przedmiocie lub wplecione są w cały cykl nauki [7]. W artykule [8] proponuje się kursy na jednej z duńskich uczelni na studiach z inżynierii oprogramowania dotyczące DevOps, ale przy założeniu współpracy uczelni z przemysłem informatycznym. Zdefiniowano wiedzę i umiejętności, które powinien nabyć student oraz kluczowe elementy sylabusu.

Wdrażanie nauczania DevOps na studiach jest zagadnieniem trudnym i złożonym, chociażby z powodu wielości i różnorodności narzędzi. W celu szybkiego (w kontekście cyklu nauczania) użycia DevOps proponuje się zastosowanie narzędzia DevOpsEnvy [9] które ma wspomagać zarządzanie i nadzorowanie zespołów studenckich stosujących to podejście.

Z kolei w [10] proponuje się kompendium wiedzy dla podejścia DevOps w inżynierii oprogramowania DevOpsSE-BoK, które jest wzorowane na SWEBOK (*Software Engineering Body of Knowledge*) [11]. Definiowanie DevOpsSE-BoK pozwoli na określenie kompetencji i umiejętności inżynierów oprogramowania w tym obszarze oraz ułatwi tworzenie spójnych programów nauczania, ich strukturyzację i profilowanie.

W pracy [12] zastosowano teorię ugruntowaną (GT – *Grounded Theory*), aby przeanalizować edukację DevOps z perspektywy środowisk akademickich i przemysłowych. W rezultacie analizy proponuje się, by instytucje akademickie zapewniły uzyskanie podstawowych kompetencji DevOps w celu przygotowania studentów dla ich przyszłego rozwoju DevOps w przemyśle informatycznym.

Jednym z problemów metodyki DevOps jest olbrzymia liczba narzędzi, które zostały opracowane dla tego podejścia [13]. Podstawowym zagadnieniem jest zatem optymalny ich dobór przy nauczaniu DevOps. Dlatego celowym jest opracowanie rekomendacji co do ich wyboru na studiach i w potencjalnej przyszłej pracy studentów. Dla przykładu w [14] podano podstawowy lecz pełny ich zestaw: GIT do kontroli oprogramowania źródłowego, Ansible do zarządzania konfiguracją, Jenkins do integracji, Vagrant do automatycznej alokacji zasobów (ang. *provisioning*) i Docker do konteneryzacji. Z tymi wszystkimi narzędziami można zbudować cały potok ciągłej integracji i ciągłego dostarczania.

Narzędzia DevOps

Właściwy warsztat – metody, techniki oraz dobór narzędzi budujących ekosystem DevOps w firmie – decyduje o jej efektywności. Narzędzia odgrywają istotną rolę szczególnie w przypadku automatyzacji działań w procesie dostarczania oprogramowania. Usprawnienia, które niesie ze sobą DevOps, w dużym stopniu polegają właśnie na kompleksowej automatyzacji. Dzięki odpowiednim narzędziom wiele kroków opisanych w inżynierii oprogramowania (takich jak przeprowadzanie testów, wdrażanie i rozmieszczanie artefaktów), może być zautomatyzowanych.

Kod i wszystkie skrypty są przechowywane w systemach kontroli wersji. System kontroli wersji to oprogramowanie, które jest wykorzystywane do monitorowania wszelkich zmian zachodzących w kodzie źródłowym. Pomaga on programistom odnaleźć się w poprawkach i łączyć zmiany realizowane w plikach przez różne osoby w różnym czasie. W efekcie rozwiązanie to wspiera cały zespół w dostarczaniu produktu na czas, ale również dostarcza historii zmian w projekcie i umożliwia rozliczanie wykonanej pracy. Rozróżniamy kilka typów systemów kontroli wersji:

lokalne – umożliwiające zapisywanie danych wyłącznie na lokalnym komputerze, np.:

1. SCCS – <https://www.ibm.com/docs/en/aix/7.2?topic=konceptysta-source-code-control-system>
2. RCS – <https://www.gnu.org/software/rcs/>
3. GNU – <https://www.gnu.org/software/cssc/>

scentralizowane – opierające się na architekturze klient-serwer, gdzie istnieje jedno centralne repozytorium, z którym każdy użytkownik systemu musi zsynchronizować swoją zmianę, np.:

1. TFVC – <https://support.smartbear.com/testcomplete/docs/working-with/integration/scc/tfvc/index.html>
2. CVS – <https://www.nongnu.org/cvs/>
3. Subversion – <https://subversion.apache.org/>
4. GNU CSSC – <https://www.gnu.org/software/cssc/>
5. JEDI VCS – <http://jedivcs.sourceforge.net/>
6. RationalClearCase – <https://www.ibm.com/products/rational-clearcase>
7. StarTeam – <https://www.microfocus.com/en-us/products/starteam/overview>
8. Visual SourceSafe – <https://docs.microsoft.com/en-us/>

windows-hardware/drivers/debugger/using-visual-sourcesafe

9. Visual Studio Team Foundation Server – <https://docs.microsoft.com/en-us/azure/devops/server/tfs-is-now-azure-devops-server?view=azure-devops-2020>

rozproszone – umożliwiające prowadzenie równych, niezależnych gałęzi, które można w dowolny sposób ze sobą nawzajem synchronizować; w odróżnieniu od rozwiązywania scentralizowanego, mamy tutaj rozproszony system kontroli wersji, który w praktyce daje wszystkim te same uprawnienia, np.:

1. Bazaar – <https://bazaar.canonical.com/en/>
2. Codeville – <http://freshmeat.sourceforge.net/projects/codeville>
3. Darcs – <https://hackage.haskell.org/package/darcs>
4. Git/GitHub – <https://git-scm.com/>
5. GNU Arch – <https://www.gnu.org/software/gnu-arch/>
6. Mercurial – <https://www.mercurial-scm.org/>
7. Monotone – <https://www.monotone.ca/>
8. Svk – <https://directory.fsf.org/wiki/Svk>
9. BitKeeper – <http://www.bitkeeper.org/>
10. Code Co-op – <https://reliablesoftware.wordpress.com/>
11. Perforce – <https://www.perforce.com/products/helix-core>

Udostępnianie skryptów w systemie kontroli wersji daje możliwość wszystkim stronom (w szczególności programistom i operacjom) ich używanie do konfigurowania odpowiednich środowisk: testowych – używanych przez programistów i produkcyjnych – stosowanych przez ekspertów operacyjnych. Kod i skrypty DevOps obejmują:

1. Kod i skrypty do budowania aplikacji.
2. Kod i skrypty do testowania jednostkowego aplikacji.
3. Kod i skrypty do testów akceptacyjnych aplikacji.
4. Kod i skrypty do wdrażania aplikacji.
5. Opcje konfiguracji kodu i skryptu służące do konfigurowania aplikacji w różnych środowiskach docelowych.
6. Kod i skrypty do programowania atrybutów i „zachowania” środowiska docelowego.

Warto wspomnieć, iż wprowadzając podejście DevOps, główną korzyścią w ramach projektu jest szybkie dostarczanie kodu o wysokiej jakości. Najczęściej odbywa się to z wykorzystaniem narzędzi (serwerów) ciągłej integracji:

1. Microsoft Team Foundation Server (TFS) – <https://www.nuget.org/packages/Microsoft.TeamFoundationServer.Client/>
2. Jenkins – <https://www.jenkins.io/>

3. Team City – <https://www.jetbrains.com/teamcity/>
4. AWS CodePipeline – <https://aws.amazon.com/codepipeline/>
5. BitbucketPipelines – <https://bitbucket.org/product/features/pipelines>
6. Snyk – <https://snyk.io/>
7. SonarSource – <https://www.sonarsource.com/why-us/about/>
8. TravisCI – <https://travis-ci.org/>
9. Codeship – <https://github.com/codeship>
10. Semaphore – <https://semaphoreci.com/>
11. Bamboo – <https://www.atlassian.com/software/bamboo>
12. GitLab – <https://about.gitlab.com/>
13. CircleCI – <https://circleci.com/product/>

Szybkie dostarczanie wymaga automatyzacji testowania, które jest wspierane przez narzędzia do automatycznego testowania umożliwiającego kontrolerom jakości weryfikowanie różnych baz kodu jednocześnie. Są to na przykład:

1. Selenium – <https://www.selenium.dev/>
2. TestNK – <https://www.cricclubs.com/TestNK>
3. JUnit – <https://junit.org/junit5/>
4. JMeter – <https://jmeter.apache.org/>
5. AntUnit – <https://ant.apache.org/antlibs/antunit/>
6. Cucumber – <https://cucumber.io/>
7. SoapUI – <https://www.soapui.org/>
8. EasyMock – <https://easymock.org/>
9. Mocha – <https://mochajs.org/>
10. Tricentis Tosca – <https://www.tricentis.com/products/automate-continuous-testing-tosca/>
11. Mabl – <https://www.mabl.com/>
12. Sauce Labs – <https://saucelabs.com/>
13. Xray – <https://www.getxray.app/>
14. Zephyr – <https://www.zephyrproject.org/>

Kręgosłupem DevOps jest automatyzacja, rozumiana jako stosowanie rozwiązań, które ograniczają potrzebę pracy ludzkiej. Może ona zapewnić, że oprogramowanie jest budowane w ten sam sposób za każdym razem, że zespół widzi każdą zmianę wprowadzoną w oprogramowaniu oraz że oprogramowanie jest testowane i weryfikowane w ten sam sposób każdego dnia. Może to zagwarantować, że żadne defekty nie prześlizgną się ani nie zostaną wprowadzone w wyniku ludzkiego błędu.

Zespół deweloperski potrzebuje w swojej pracy środowiska programistycznego, umożliwiającego szybkie edytowanie skryptów służących do automatyzacji. Istotnym elementem jest tutaj jego poprawne skonfigurowanie, umożliwiające uruchomienie dostarczonego kodu. Wprowadzanie mechanizmów automatyzacji odbywa się za pomocą odpowiednich narzędzi do zarządzania konfiguracją. Przykładami takich narzędzi są:

1. Desired State Configuration (DSC) – <https://docs.microsoft.com/en-us/powershell/scripting/dsc/getting-started/wingettingstarted>
2. Chef – <https://www.chef.io/>
3. Puppet – <https://puppet.com/>
4. Ansible – <https://www.ansible.com/>
5. Cloud-init – <https://cloud-init.io/>
6. Packer – <https://www.packer.io/>
7. Terraform – <https://www.terraform.io/>
8. SaltStack – <https://saltproject.io/>

Konteneryzacja jest podstawą współpracy w metodyce DevOps upraszczającą potoki kompilacji/testowania/wdrażania. Przykładami dedykowanych narzędzi są:

1. Docker – <https://www.docker.com/>
2. Vagrant – <https://www.vagrantup.com/>
3. Kubernetes – <https://kubernetes.io/>

Aby dokładnie monitorować wydajność wdrażanych aplikacji i serwerów, a także zbierać zidentyfikowane problemy, wykorzystuje się do tego odpowiednie narzędzia, są to między innymi:

1. Splunk – <https://www.splunk.com/>
2. ELK Stack – <https://www.elastic.co/what-is/elk-stack>
3. Nagios – <https://www.nagios.org/>
4. NewRelic – <https://newrelic.com/>
5. Sensu – <https://sensu.io/>
6. Kibana – <https://www.elastic.co/kibana>
7. Grafana – <https://grafana.com/>
8. Appdynamics – <https://www.appdynamics.com/>
9. DataDog – <https://www.datadoghq.com/>
10. DynaTrace – <https://www.dynatrace.com/>
11. Slack – <https://slack.com/>
12. HostedGraphite – <https://www.hostedgraphite.com/>
13. Opsgenie – <https://www.atlassian.com/software/opsgenie>
14. Pingdom – <https://www.pingdom.com/>

15. SumoLogic – <https://www.sumologic.com/>
16. Jira Service Management – <https://www.atlassian.com/software/jira/service-management>
17. Jira Software – <https://www.atlassian.com/software/jira>
18. StatusPage – <https://www.atlassian.com/software/statuspage>

Zintegrowane środowisko programistyczne (ang. *Integrated Development Environment* – IDE) to oprogramowanie lub też zbiór programów, które służą do tworzenia, modyfikacji, testowania oraz konserwacji oprogramowania. Środowiska IDE udostępniają wielowymiarową funkcjonalność, która obejmuje edycję kodu źródłowego, kompilowanie go, tworzenie zasobów programu, baz danych czy też komponentów. W jego skład może wchodzić zaawansowany edytor kodu, system operacyjny, system kontroli wersji, narzędzia służące do testowania, a nawet środowiska niezbędne do uruchomienia programu. Przykładami IDE są:

1. Visual Studio – <https://visualstudio.microsoft.com/pl/>
2. Visual Studio Code – <https://visualstudio.microsoft.com/pl/>
3. Sapien PowerShell Studio – https://www.sapien.com/software/powershell_studio
4. CodeWarrior – <https://www.securecodewarrior.com/>
5. Eclipse – <https://www.eclipse.org/>
6. Netbeans – <https://netbeans.apache.org/>
7. Cevelop – <https://cevelop.com/>
8. Zend Studio – <https://www.zend.com/products/zend-studio>
9. TheIDE – [https://www.ultimatepp.org/app\\$ide\\$GettingStarted\\$en-us.html](https://www.ultimatepp.org/appideGettingStarted$en-us.html)
10. IntelliJ IDEA – <https://www.jetbrains.com/idea/>
11. WebStorm – <https://www.jetbrains.com/webstorm/>
12. Pycharm – <https://www.jetbrains.com/pycharm/>

Kolejną grupą narzędzi DevOps są narzędzia służące do planowania, śledzenia i rejestrowania postępów projektu. Należą do nich m.in.:

1. Jira Software – <https://www.atlassian.com/software/jira>
2. Confluence – <https://www.atlassian.com/software/confluence>
3. Slack – <https://slack.com/>
4. Trello – <https://trello.com/en>
5. AzureDevOpsBoards – <https://azure.microsoft.com/en-us/services/devops/boards/>
6. Asana – <https://asana.com/>
7. GitKrakenTimelines – <https://www.gitkraken.com/timelines>
8. GitKrakenBoards – <https://www.gitkraken.com/boards>

9. MS Project – <https://www.microsoft.com/pl-pl/microsoft-365/project/project-management-software>
10. Clarity – <https://www.broadcom.com/products/software/business-management/clarity-project-portfolio-management-software>

W procesach DevOps dużą rolę odgrywają narzędzia ułatwiające komunikację. W praktyce dobrym sposobem na poradzenie sobie z efektywną komunikacją jest wdrożenie jednego konkretnego systemu przeznaczonego do tego celu. Dzięki temu cała historia dyskusji i dokumentacji może znaleźć się w jednym miejscu, zaś przepływ informacji będzie na bieżąco aktualizowany dla każdego użytkownika w ramach systemu powiadomień. Przykładami narzędzi komunikacyjnych są:

1. Slack – <https://slack.com/intl/en-pl/>
2. Trello – <https://trello.com/en>
3. Rocket.chat – <https://rocket.chat/>
4. Microsoft Teams – <https://www.microsoft.com/en-ww/microsoft-teams/free>
5. Zoom – <https://zoom.us/>
6. WebEx – <https://www.webex.com/>
7. Jabber – <https://www.cisco.com/c/en/us/products/unified-communications/jabber/index.html>
8. IBM Sametime – https://www.ibm.com/support/home/product/J590380N41817E92/IBM_Sametime

W wyniku analizy różnych źródeł internetowych opracowany został zestaw potencjalnych narzędzi DevOps. Liczba tych narzędzi jest przytłaczająca i istotnym zagadnieniem jest odpowiedni ich dobór zarówno w firmie rozwijającej oprogramowanie w cyklu DevOps jak i na informatycznych studiach inżynierskich, na których w programie studiów występują elementy metodyki DevOps.

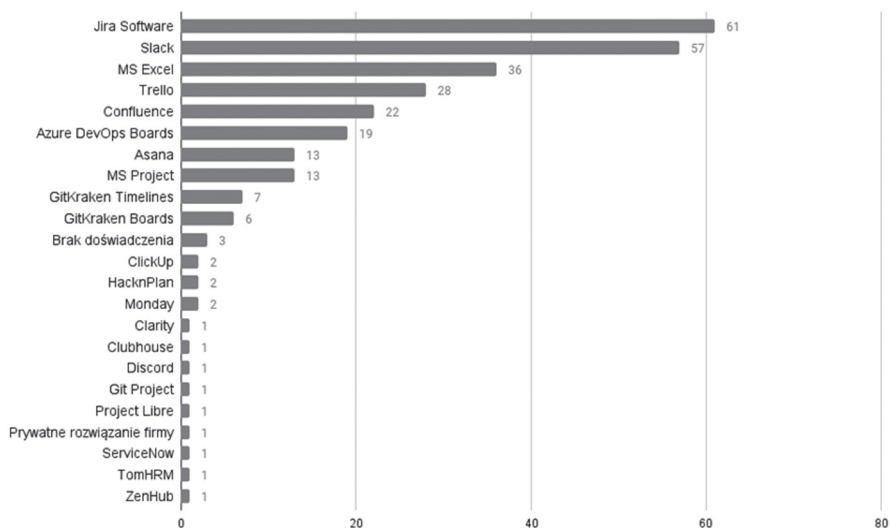
Ankieta

Ankieta została stworzona z wykorzystaniem systemu Google Forms. Respondenci uzyskali dostęp do formularza poprzez dedykowany link przekierowujący do strony z pytaniami. Formularz został skonstruowany tak, aby była wymagana odpowiedź na wszystkie pytania. Po udzieleniu wszystkich odpowiedzi, ankietowany zatwierdzał formularz i jednocześnie zebrane dane były zapisywane w dedykowanym arkuszu Google Sheets. Zapewniono anonimowość rejestrowanych odpowiedzi.

W badaniu uczestniczyło 113 osób. Wśród respondentów znaleźli się głównie studenci studiów stacjonarnych i niestacjonarnych kierunków informatycznych WSEI Kraków (przedmiot: Programowanie aplikacji z modułami Front-end + Back-end/DevOps). W szczególności wielu studentów studiów niestacjonarnych posiadało doświadczenie zawodowe w obszarze IT (60%).

Pierwszą kwestią badaną w ramach ankiety, była weryfikacja, które z narzędzi uznawane są za przydatne w planowaniu i rejestrowaniu postępów projektu.

Rysunek 2. Narzędzia przydatne w planowaniu i rejestrowaniu postępów projektu.

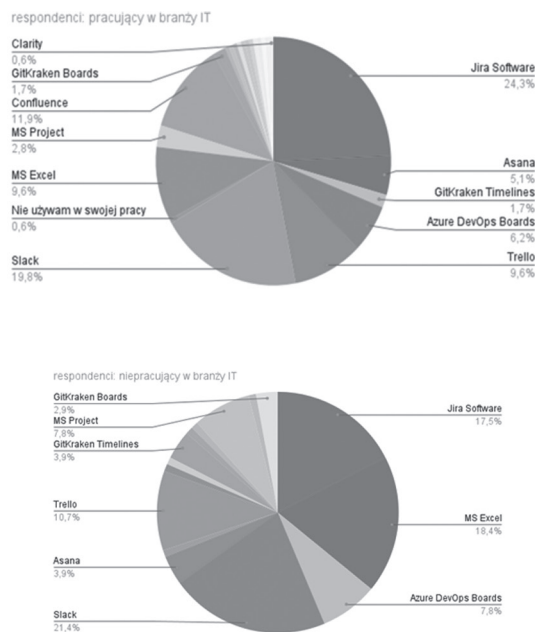


Źródło: opracowanie własne.

Z rysunku 2 wynika, że – zdaniem respondentów – najbardziej przydatnym narzędziem w planowaniu i rejestrowaniu postępów projektów jest Jira Software. Narzędzie to zostało wybrane aż przez 53% ankietowanych. Zaraz potem na drugim miejscu plasuje się Slack, a następnie Microsoft Excel. Zaskakującym jest, iż te dwa ostatnie programy formalnie nie są narzędziami dedykowanymi do planowania projektów, jednak ze względu na wielofunkcyjność, powszechność i prostotę obsługi postrzegane są jako możliwe do takiego wykorzystywania.

Odpowiedzi respondentów w rozbiciu na tych, którzy pracują w branży IT oraz tych niepracujących w tej branży przedstawia rysunek 3.

Rysunek 3. Narzędzia przydatne w planowaniu i rejestrowaniu postępów projektu z podziałem na pracujących i nie pracujących w branży IT.

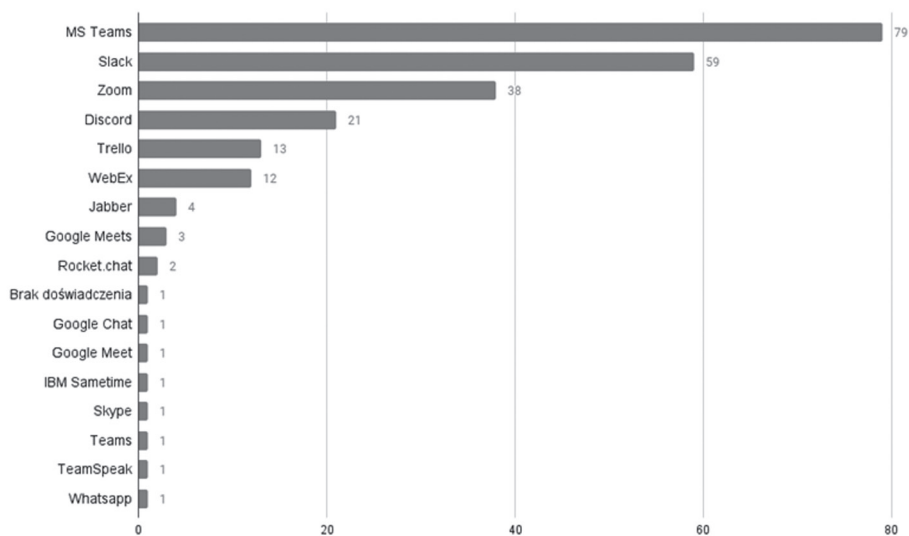


Źródło: opracowanie własne.

Rozróżniając przesłane odpowiedzi można zauważyć pewne różnice w preferowanych narzędziach. Według osób pracujących w branży IT Jira Software jest najczęściej wybieranym narzędziem do planowania i rejestrowania postępów projektu. Jest to spójne z całościowym wynikiem odpowiedzi na to pytanie, co może wynikać z faktu, iż zdecydowana większość ankietowanych to osoby pracujące w branży IT. Na drugim i trzecim miejscu plasuje się Slack i Confluence. Z kolei według osób niepracujących w branży IT najprzydatniejszym narzędziem do planowania i rejestrowania postępów projektu okazuje się być Slack, zaraz potem MS Excel i Jira Software.

Kolejne pytanie ankiety dotyczyło narzędzi wykorzystywanych do komunikacji w ramach zespołu projektowego (rys. 4).

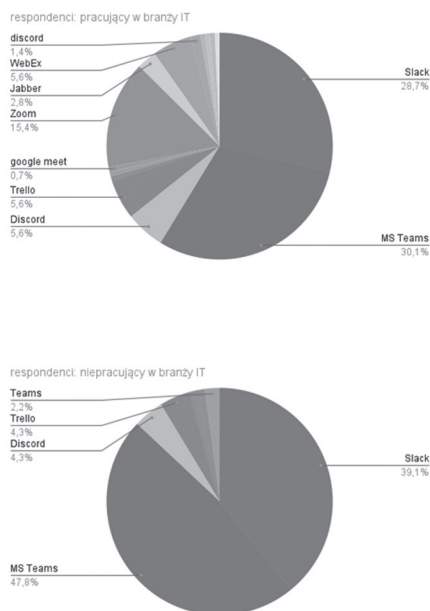
Rysunek 4. Narzędzia przydatne do komunikowania w zespołach.



Źródło: opracowanie własne.

W tej kategorii zdecydowana większość respondentów wytypowała MS Teams. Narzędzie to otrzymało niemal 70% głosów. Wynik ten można uznać za sukces firmy Microsoft we wdrożeniu nowego produktu, gdyż MS Teams pojawił się na rynku zaledwie kilka lat temu. Na drugim miejscu pojawia się Slack z 59 głosami, a kolejno w rankingu Zoom z liczbą głosów wynoszącą 38.

Rysunek 5. Narzędzia przydatne do komunikacji w zespołach z podziałem na pracujących i nie pracujących w branży IT.

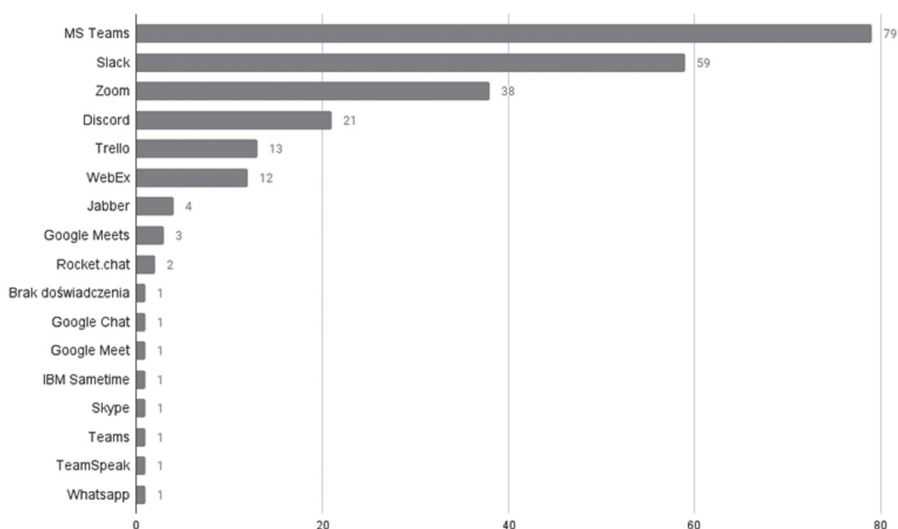


Źródło: opracowanie własne.

Analizując wykresy z rysunku 5 widzimy, iż według respondentów MS Teams pozostaje niezaprzeczalnym faworytem wśród narzędzi do komunikowania się bez względu na to, czy grupa osób pracuje w branży IT, czy nie. Można zatem uznać, że jest to narzędzie uniwersalne bez względu na branżę, podobnie jak Slack.

Następnie w ankiecie pojawiła się grupa pytań obejmujących aspekt techniczny. Pierwszym z nich, wartym przeanalizowania, było pytanie badające przydatność narzędzi wykorzystywanych do monitorowania wdrażanych aplikacji i serwerów. Rozkład odpowiedzi prezentuje rysunek 6.

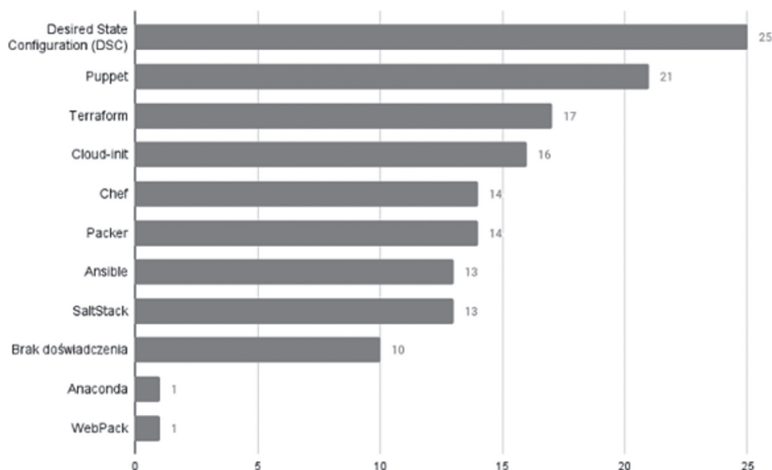
Rysunek 6. Narzędzia przydatne wykorzystywane do monitorowania wdrażanych aplikacji i serwerów.



Źródło: opracowanie własne.

W tej kategorii, wśród najczęstszych odpowiedzi (rys. 6) pojawiały się dwa rozwiązania firmy Atlassian, Jira Software z największą liczbą 46 głosów oraz Jira Service Management z wynikiem 35 (zajmując trzecie miejsce w rankingu). Narzędzie Slack z wynikiem 39 głosów znalazło się na drugim miejscu.

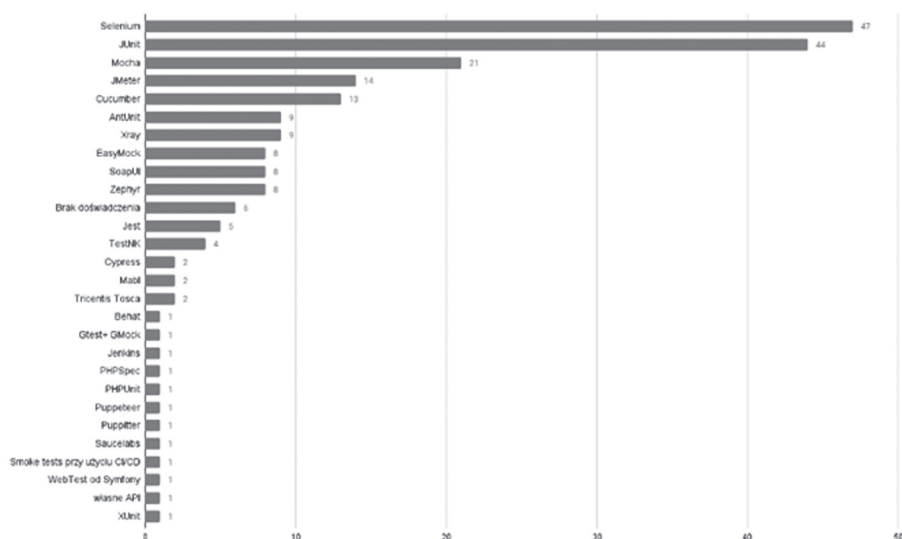
Podczas wytwarzania oprogramowania istotne jest, aby kontrolować spójność wymagań funkcjonalnych. Dlatego też narzędzia zarządzania konfiguracją były tematem, o który zostali zapytani respondenci (rys. 7).

Rysunek 7. Narzędzia przydatne w zarządzaniu konfiguracją.

Źródło: opracowanie własne.

W przypadku zarządzania konfiguracją (rys. 7) najczęściej wybieraną przez respondentów odpowiedzią jest Desired State Configuration (DSC) z wynikiem 25 głosów. Zaraz po nim, z nieco mniejszą liczbą wybranych odpowiedzi (21), pojawia się narzędzie Puppet. Co ciekawe, widzimy, że głosy oddane na resztę narzędzi rozkładają się dosyć równomiernie – na trzecim miejscu plasuje się Terraform z liczbą głosów 17, jednak tuż za nim możemy zobaczyć kolejno Cloud-init z 16 głosami oraz Packer i Chef z tą samą liczbą 14 oddanych głosów.

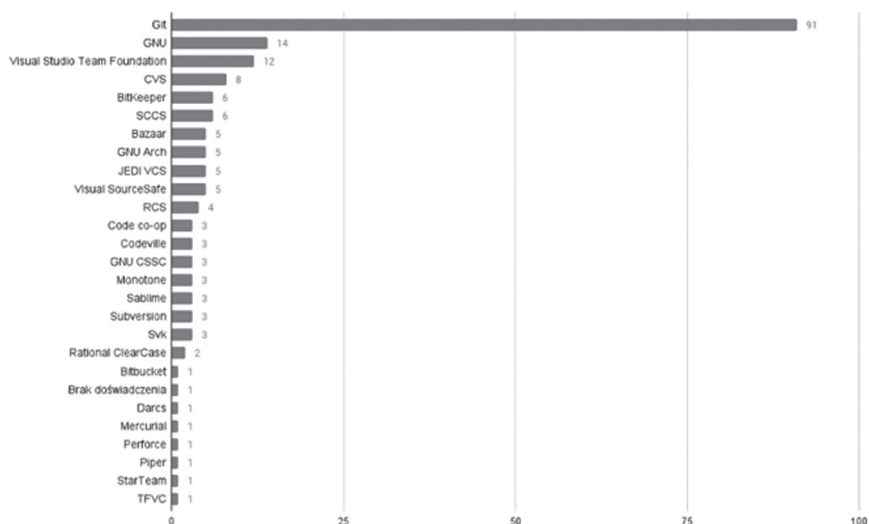
Następną grupą narzędzi o których przydatność zostali zapytani ankietowani byli te, które wykorzystywane są do automatycznego testowania. Rozkład odpowiedzi został przedstawiony na rysunku 8.

Rysunek 8. Narzędzia przydatne w automatycznym testowaniu

Źródło: opracowanie własne.

Wśród odpowiedzi najczęściej wybieranych były narzędzia takie jak Selenium i JUnit z liczbami głosów kolejno 47 i 44. Z wykresu wynika, że te dwa narzędzia są zdecydowanymi przodownikami w kategorii automatycznego testowania. Następne w kolejności jest Mocha, które zostało wybrane jedynie 21 razy we wszystkich przesłanych odpowiedziach.

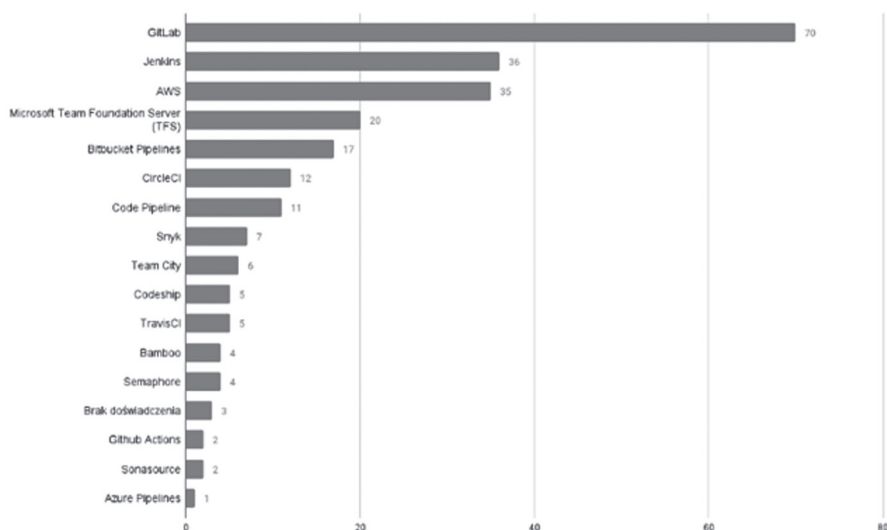
Ważną grupą narzędzi wykorzystywanych w IT są systemy kontroli wersji. Zapytano ankietowanych, które z narzędzi wchodzących w skład tej grupy są według nich najbardziej przydatne (rys. 9).

Rysunek 9. Narzędzia przydatne w systemach kontroli wersji

Źródło: opracowanie własne.

Analizując rysunek 9, bez wątpienia możemy stwierdzić, iż zdecydowanym liderem w kategorii systemów kontroli wersji jest Git. Został on wybrany przez 91 osób, co można interpretować, że aż 80% ankietowanych zna i poleca to narzędzie. Drugie i trzecie miejsce to GNU i Visual Studio Team Foundation z liczbami głosów kolejno 14 i 12.

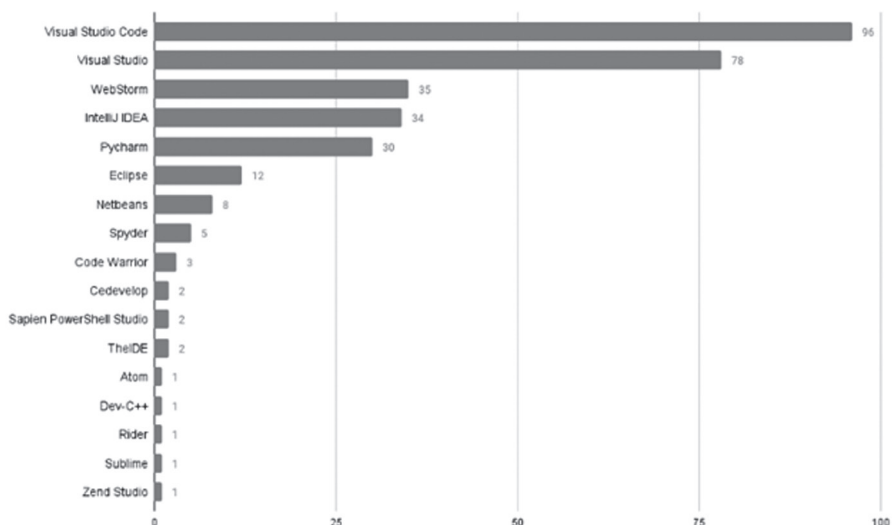
Kolejną kategorią badanych narzędzi były serwery ciągłej integracji. Rysunek 10 przedstawia rozkład odpowiedzi w ramach tego pytania.

Rysunek 10. Narzędzia (serwery) przydatne w ciągłej integracji

Źródło: opracowanie własne.

Na podstawie rysunku 10 można zauważyć, iż większość respondentów uważa GitLab jako najbardziej przydatny serwer ciągłej integracji. Narzędzie to uzyskało aż 70 głosów, co oznacza, iż odpowiedź ta padała w 62% wszystkich przesłanych ankiet. Na drugim miejscu pojawia się Jenkins z 36 głosami, a zaraz za nim na trzecim miejscu plasuje się rozwiązanie AWS z niewielką różnicą względem miejsca drugiego – 35 głosami.

W rozważaniach na temat procesu wytwarzania oprogramowania w cyklu DevOps nie sposób pominąć narzędzi z grupy IDE. Są to zintegrowane środowiska programistyczne, które udostępniają wiele funkcjonalności związanych między innymi z edycją kodu źródłowego i kompilowaniem go. Rozkład odpowiedzi na temat IDE przedstawiono na rysunku 11.

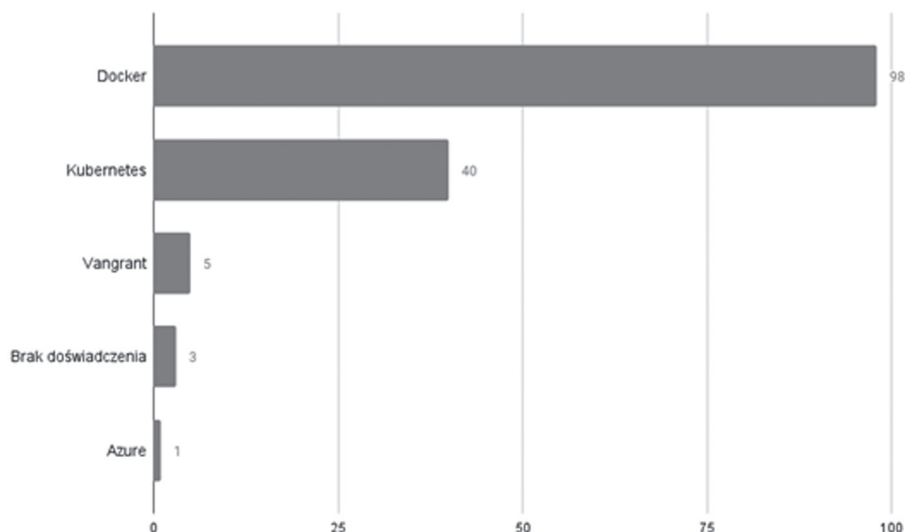
Rysunek 11. Przydatne zintegrowane środowiska programistyczne (IDE)

Źródło: opracowanie własne.

Zdecydowanym faworytem (rys. 11) wśród kategorii IDE jest Visual Studio Code, na drugim miejscu VisualStudio – oba są produktami Microsoft. O popularności tych narzędzi świadczy wysoka liczba oddanych głosów. Aż 96 ankietowanych wybrało VS Code w ramach swoich odpowiedzi, co stanowi 84% wszystkich przesłanych odpowiedzi.

Ostatnim technicznym aspektem badanym w ramach ankiety były rozwiązania kontenerowe. Rysunek 12 pokazuje rozkład odpowiedzi w tej kategorii.

Rysunek 12. Przydatne rozwiązania kontenerowe



Źródło: opracowanie własne.

Liderem w niniejszym rankingu okazał się być Docker. Rozwiązanie to zostało wybrane przez 98 z 113 ankietowanych, co stanowi aż 87% wszystkich osób biorących udział w badaniu. Na drugim miejscu widzimy Kubernetes z 40 głosami, co również świadczy o popularności tego narzędzia. Trzecie miejsce to Vagrant z niewielkim wynikiem, wynoszącym jedynie 5 głosów.

Podsumowanie

Na podstawie najczęściej wybieranych przez respondentów odpowiedzi wyróżniono zdecydowanych faworytów w każdej z analizowanych kategorii narzędzi metodyki DevOps. Rekomendacje dotyczące ich doboru przedstawiono w tabeli 1.

Tabela 1. Narzędzia DevOps najczęściej wybierane przez respondentów.

		Najczęściej wybierane narzędzie
Obszar projektu	Planowanie i rejestrowanie postępów projektu	Jira software
	Komunikowanie się	MS Teams
	Monitorowanie wydajności	Jira software
	Zarządzanie konfiguracją	DesiredStateConfiguration (DSC)
	Automatyczne testowanie	Selenium
	System kontroli wersji	Git
	Serwer ciągłej integracji	GitLab
	IDE	Visual Studio Code
	Konteneryzacja	Docker

Źródło: opracowanie własne.

Konfiguracja ekosystemu wykorzystywanego do nauczania metodyki DevOps w oparciu o rekomendację (tab. 1) będzie możliwa dla uczelni po poniesieniu pewnych kosztów związanych z licencjonowaniem niektórych z jego składników. Na szczęście, obecnie większość rozwiązań dostępnych jest z dużymi upustami dla instytucji edukacyjnych w ramach programów „academic” (np. Jira – 75% upust).

Ze względu na złożoność problemu wdrożenie elementów metodyki DevOps w programie 3,5-letnich informatycznych studiów inżynierskich nie będzie proste. Wydaje się stosowne, by na pierwszym semestrze wprowadzić studentów w cykl życia oprogramowania opisując rolę wszystkich narzędzi w metodyce DevOps, następnie na kolejnych, w ramach odrębnych przedmiotów zawodowych (np. programowanie, algorytmy, bazy danych, systemy operacyjne, sieci komputerowe, testowanie i kontrola jakości oprogramowania,...) przygotować i wymusić na studentach wykorzystanie poszczególnych składników ekosystemu, zwieńczając proces nauczania – na końcowych semestrach studiów – dedykowanym przedmiotem obejmującym całość cyklu DevOps. Takie działanie wymagało będzie modyfikacji całego programu studiów oraz silnej synchronizacji sylabusów poszczególnych kursów/przedmiotów.

Obszerność zagadnień, wielość narzędzi oraz precyzyjnie określone kompetencje spowodowały wyodrębnienie się nowego stanowiska pracy w branży IT – *DevOps engineer*. Do zadań osoby pełniącej tę rolę należy m.in. tworzenie ekosystemu, przygotowanie środowisk pracy dla programistów i testerów oprogramowania, tworzenie skryptów automatyzujących (CI/CD pipeline), organizacja repozytorium kodu, monitoring projektu i infrastruktury czy reagowanie na incydenty. Zatem od kandydata na to stanowisko wymagana będzie nie tylko ogólna znajomość procesów wytwarzania oprogramowania, ale również co najmniej kompetencje podstawowe *back-* i *front-end* developera plus umiejętności tworzenia skryptów (Python, Bash, PowerShell) i posługiwania się narzędziami do automatyzacji. Wymagane jest również doświadczenie w pracy w chmurze obliczeniowej (AWS, Azure) jak i pewne kompetencje miękkie, tj. komunikatywność, otwartość na nowości, samoorganizacja czy chęć ciągłego rozwoju.

W tej sytuacji zasadnym wydaje się utworzenie dedykowanej specjalności poświęconej DevOps w ramach kierunku informatyki inżynierskiej. Dynamiczny rozwój sektora IT oraz ciągle zapotrzebowanie na wyspecjalizowaną kadrę pozwalają przypuszczać, że zawód *DevOps engineer* jest przyszłościowy.

Literatura

1. Atlassian, *Narzędzia DevOps dla każdej fazy cyklu życia DevOps*. In: Atlassian. <https://www.atlassian.com/pl/devops/devops-tools>. Accessed 6 Jan 2022.
2. Azure DevOps Services | Microsoft Azure. <https://azure.microsoft.com/pl-pl/services/devops/>. Accessed 6 Jan 2022.
3. *Top 10 Popular Open Source DEVOPS Tools*. <https://datascience.foundation/sciencewhitepaper/top-10-popular-open-source-devops-tools>. Accessed 6 Jan 2022.
4. Partyka M., Praca magisterska *Organizacja grupy start-upowej informatyków rozwijających oprogramowanie w cyklu DevOps*, Informatyka Społeczna, Wydział Humanistyczny AGH, Kraków 2021.
5. *IEEE Standard for DevOps: Building Reliable and Secure Systems Including Application Build, Package, and Deployment*. IEEE Std 2675-2021 1–91. <https://doi.org/10.1109/IEEESTD.2021.9415476>
6. *DevOps, Trends Survey by Atlassian & CITE Research*, 2020.
7. Bobrov E, Bucchiarone A, Capozucca A, et al., *Teaching DevOps in Academia and Industry: Reflections and Vision*. In: Bruel J-M, Mazzara

- M, Meyer B (eds) *Software Engineering Aspects of Continuous Development and New Paradigms of Software Production and Deployment*. Springer International Publishing, 2020, Cham, pp 1–14.
8. Kuusinen K, Albertsen S., *Industry-Academy Collaboration in Teaching DevOps and Continuous Delivery to Software Engineering Students: Towards Improved Industrial Relevance in Higher Education*. In: 2019 IEEE/ACM 41st International Conference on Software Engineering: Software Engineering Education and Training (ICSE-SEET). pp 23–27.
 9. Rong G, Gu S, Zhang H, Shao D, *DevOpsEnvy: An Education Support System for DevOps*. In: 2017 IEEE 30th Conference on Software Engineering Education and Training (CSEE T). 2017, pp 37–46.
 10. Demchenko Y, Zhao Z, Surbiryala J, et al., *Teaching DevOps and Cloud Based Software Engineering in University Curricula*, 2019, pp 548–552.
 11. *Society IC Guide to the Software Engineering Body of Knowledge (SWE-BOK(R))*: Version 3.0, 3 edition. IEEE Computer Society Press 2014.
 12. Pang C, Hindle A, Barbosa D, *Understanding DevOps Education with Grounded Theory*. In: IEEE/ACM 42nd International Conference on Software Engineering: Companion Proceedings (ICSE-Companion), 2020, pp 260–261.
 13. Kersten M, A Cambrian, *Explosion of DevOps Tools*. 2018, IEEE Softw 35:14–17. <https://doi.org/10.1109/MS.2018.1661330>.
 14. Shah J, Dubaria D, Widhalm J., *A Survey of DevOps tools for Networking*. In: 2018 9th IEEE Annual Ubiquitous Computing, Electronics Mobile Communication Conference (UEMCON). 2018, pp 185–188.

Tomasz Piwowarski¹,
Anna Starzec²

Planowanie finansowe w grupach kapitałowych – dylematy i praktyczne rozwiązania

Financial planning in capital groups – dilemmas and practical solutions

Streszczenie: Publikacje z zakresu rachunkowości zarządczej bardzo rzadko podejmują tematykę zarządzania finansami w grupach kapitałowych, a szczególnie brakuje badań w obszarze planowania finansowego. Niniejszy artykuł próbuje wypełnić tę lukę. Przedstawiono w nim specyficzne uwarunkowania budżetowania w grupach kapitałowych. Zwrócono tu uwagę na czynnik synergii, który jest naturalnym celem każdej organizacji, a szczególnie wielkich organizacji, jak grupy kapitałowe. Ponadto zwrócono uwagę na aspekt konsolidacji planów realizowanych według tych samych wytycznych, co sprawozdawczość finansowa. Omówiony także został problem koordynacji planowania w grupach kapitałowych ze względu na planowanie procesów i zasobów.

Słowa kluczowe: grupa kapitałowa, konsolidacja, koordynacja, planowanie.

Summary: Publications in the field of managerial accounting very rarely deal with the subject of financial management in capital groups, and there is a particularly lack of research in the area of financial planning. This article tries to fill this gap. It presents the specific conditions of budgeting in capital groups. The attention was paid to the synergy factor, which is a natural goal of every organization, especially large organizations, such as capital groups. Moreover, attention was paid to the aspect of consolidation of plans implemented according to the same guidelines

¹⁾ Dr, Wyższa Szkoła Ekonomii i Informatyki w Krakowie.

²⁾ Lic., Wyższa Szkoła Ekonomii i Informatyki w Krakowie.

as financial reporting. The problem of planning coordination in capital groups in terms of planning processes and resources is also discussed here.

Keywords: capital group, consolidation, coordination, planning.

JEL classification codes: G 30

Wstęp

Jak powszechnie wiadomo mierzymy się dzisiaj ze zjawiskiem ogromnej koncentracji kapitału. Zasada Vilfreda Pareto „20/80”, zaczyna ustępować zasadzie „1/99”, według której jeden procent najbogatszych zdaje się być właścicielem 99% majątku na naszej planecie. Za tak dużą koncentracją majątku stoją ogromne korporacje. Dochody tych największych na świecie przekraczają PKB mniej zamożnych państw. Również i w Polsce mamy do czynienia ze zjawiskiem koncentracji kapitału. Na przykład jedna z największych polskich grup kapitałowych PKN Orlen posiada dziś aktywa netto (kapitał własny) na poziomie 44 mld zł. Wartość majątku netto tego giganta podwoiła się zaledwie w ciągu ostatnich 5 lat. Widzimy też wyraźny trend polityczny w zakresie tworzenia dużych przedsiębiorstw narodowych. Zarządzanie tak ogromnymi strukturami rodzi wyzwania w zakresie zarządzania, a jedną z kluczowych funkcji zarządzania jest planowanie, w tym planowanie finansowe. Celem niniejszego artykułu było zbadanie z jakimi wyzwaniami mierzą się duże grupy kapitałowe i jak w praktyce wygląda planowanie finansowe w tego typu organizacjach.

Wewnętrzne i zewnętrzne uwarunkowania funkcjonowania grup kapitałowych

Grupy kapitałowe powstają w wyniku koncentracji kapitału oraz dywersyfikacji działalności biznesowej. Wzrost przedsiębiorstwa możliwy jest na dwa sposoby: poprzez rozwój organiczny oraz przez inwestycje zewnętrzne, czyli fuzje i przejęcia. Ten drugi sposób stał się szczególnie popularny na świecie w latach sześćdziesiątych, zwanych „erą konglomeratów” – tak bowiem nazywano falę fuzji w latach 1965-69. Był to historycznie najwyższy okres aktywności w zakresie fuzji i przejęć mierzony przed rokiem 1997. Podstawą powstawania konglomeratów była strategia zdywersyfikowania działalności przedsiębiorstw w tym okresie. Największy udział w fuzjach i przejęciach miały w tamtym okresie korporacje

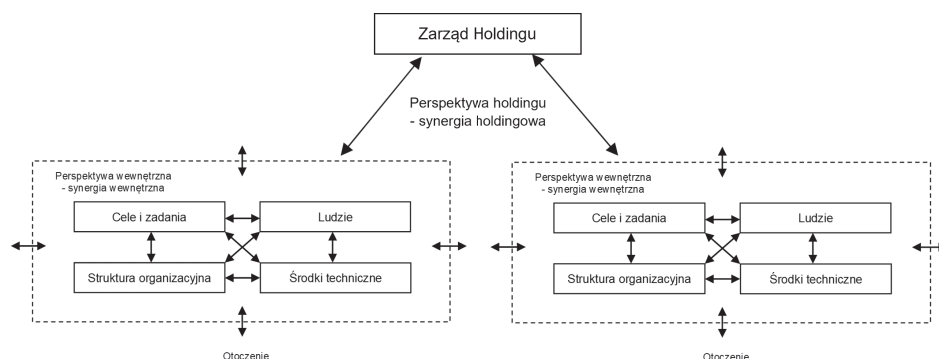
amerykańskie, którym sprzyjało liberalne prawo w USA pozwalające na konwersję długu na akcje. Kolejna fala koncentracji kapitału w drodze fuzji i przejęć objęła swoim zasięgiem wszystkie kraje rozwinięte i rozwijające się (w tym również i Polskę), rozpoczęła się ona w latach 90-tych i można powiedzieć, że trwa do dzisiaj. Wśród głównych czynników sprzyjających transakcjom fuzji wymieniana się: globalizację oraz wykorzystanie Internetu. Powstałe w wyniku fuzji i przejęć (jak i w wyniku wzrostu organicznego) koncerny mają głównie postać struktury holdingowej, co z jednej strony daje redukcję ryzyka kapitałowego oraz wyspecjalizowane zarządzanie w poszczególnych gałęziach gospodarki, a z drugiej strony stwarza ogromne wyzwanie w zakresie koordynacji poszczególnych jednostek biznesu, ich współdziałania w ramach grupy oraz właściwej alokacji środków finansowych.

Szczepankowski słusznie zauważa, że w ramach różnych form łączenia działalności przedsiębiorstw mamy różne rodzaje współdziałania: strukturalne, funkcjonalne oraz koncentracyjne. To ostatnie jest ściśle związane z łączeniem w ujęciu kapitałowym. Firmy mogą współpracować ze sobą strukturalnie i funkcjonalnie, choć niekoniecznie muszą być powiązane kapitałowo, na przykład na podstawie rozmaitych umów kooperacyjnych, aliansów itp. Dopiero połączenie kapitałowe tworzy wyższy poziom integracji. Udziały kontrolne w spółkach kapitałowych dają uprawnienia do obsady zarządów, a ponadto już same zaangażowanie kapitałowe rodzi konieczność sprawowania kontroli nad realizowaną inwestycją w sensie ekonomicznym, czyli do sprawdzania czy realizowana jest określona stopa zwrotu z zainwestowanego kapitału.

Trzeba zwrócić uwagę, że grupy kapitałowe cechuje połączenie wielu organizacji posiadających jednak pewną autonomię nie tylko w ujęciu kodeksu spółek handlowych (odrębny zarząd i osobowość prawna), ale też w ujęciu organizacyjnym. Zgodnie z modelem Leavitta każda odrębna jednostka gospodarcza ma swoje cele i zadania, swoją strukturę organizacyjną, ludzi zaangażowanych w realizację biznesu oraz niezbędne środki techniczne. W tym właśnie ujęciu rodzi się wyzwanie dla zarządów struktur holdingowych jak zarządzać wieloma systemami organizacyjnymi, w jaki sposób koordynować ich działalność. Można powiedzieć, że z punktu widzenia zarządu holdingu celem struktury holdingowej jest uzyskanie efektu synergii, tak samo jak celem poszczególnych jednostek biznesu (spółek zależnych w holdingu) jest uzyskanie synergii wewnętrznej. Zatem zgodnie z poniższym rysunkiem proces zarządzania holdingiem polega na takiej ko-

ordynacji działalności spółek zależnych, by z jednej strony nie zakłócać ich wewnętrznej synergii, a z drugiej strony wyzwać dodatkową synergię na poziomie holdingu.

Rysunek 1. Synergia systemów organizacyjnych w grupie kapitałowej



Źródło: opracowanie własne na podstawie modelu Leavitta (Leavitt H.J., Applied organizational change in industry, [w:] G.March (red.), Handbook of Organization, Chicago 1965).

Bardzo często grupy kapitałowe pozyskują kapitał na giełdzie i to stwarza określone wymagania w zakresie sprawozdawczym. Po pierwsze firmy notowane na giełdzie muszą sporządzać sprawozdania zgodnie z Międzynarodowymi Standardami Sprawozdawczości Finansowej (MSSF). Po drugie grupy kapitałowe muszą sporządzać sprawozdania jednostkowe i skonsolidowane. Do podstawowych regulacji podczas konsolidacji sprawozdań finansowych na poziomie standardów międzynarodowych należą: MSSF 3, MSSF 10, MSR 27, MSR 28, MSSF 11, MSSF 12 oraz Dyrektywa Parlamentu Europejskiego i Rady w sprawie rocznych sprawozdań finansowych. Według MSSF wyróżnić można dwie metody konsolidacji sprawozdań finansowych: metodę pełną i proporcjonalną. Pierwszą metodę stosują grupy kapitałowe, które sprawują kontrolę, (czyli podobnie jak w zasadach UoR), natomiast drugą metodę stosuje się gdy jednostki powiązane są wspólnymi działaniami (są one dokładnie ujęte w MSSF 11). Stosowana jest również metoda praw własności do wyceny udziałów, bądź akcji na potrzeby skonsolidowanego sprawozdania finansowego.

Tabela 1. Zastosowane metody konsolidacji sprawozdań finansowych oraz wyceny inwestycji w udziały/akcje

Wpływ na jednostkę	Metoda wyceny lub metoda konsolidacji/wycena
Nieznaczący wpływ	Wartość godziwa/cena nabycia
Znaczący wpływ	Metoda praw własności
Wspólne ustalenia umowne	Konsolidacja metodą proporcjonalną w przypadku wspólnych działań lub wycena metodą praw własności w przypadku wspólnych przedsięwzięć
Kontrola	Konsolidacja metodą pełną

Źródło: Więclaw W., *Konsolidacja sprawozdań finansowych: rozliczanie połączeń i podziałów w świetle MSSF/MSR*, Wolters Kluwer, Warszawa 2014, s. 45.

Sam proces konsolidacji opisany przez MSSF 10 jest dość pracochłonny, gdyż wymaga wyłączenia wszelkich transakcji powiązanych między jednostkami dominującymi i zależnymi. Wyłączenie transakcji musi być przeprowadzone przez odpowiednie korekty: aktywów, pasywów, przychodów, kosztów i przepływów pieniężnych. W ogólnym uproszczeniu procedura konsolidacji sprawia, że skonsolidowane sprawozdanie finansowe pokazuje obraz grupy kapitałowej jakby była jednym wielkim przedsiębiorstwem, a nie grupą firm. Dzięki temu inwestorzy mogą poprawnie diagnozować sytuację finansową całego holdingu.

Problemy planistyczne w grupach kapitałowych

Jak widać grupy kapitałowe mają określone wymagania wynikające z uwarunkowań wewnętrznych, które są efektem dążenia zgrupowanych organizacji do maksymalizacji efektu synergii, a także uwarunkowań zewnętrznych wynikających głównie z relacji z inwestorami. Trzeba tu także dodać, że sposób komunikacji z inwestorami, w tym raportowanie wyników jest od strony formalnej definiowane przez krajowe i międzynarodowe standardy rachunkowości. Zatem w ramach uwarunkowań zewnętrznych szczególne miejsce zajmują właśnie standardy rachunkowości. Celem planowania jest pogodzenie uwarunkowań wewnętrznych i zewnętrznych. Z jednej strony grupa kapitałowa dążąc do maksymalizacji efektu synergii musi właściwie alokować kapitały między poszczególne spółki, a z drugiej strony Inwestorzy jako dawcy kapitału, oczekują rzetelnej informacji, które pozwalają oszacować stopę zwrotu ze zrealizowanej inwestycji. W tym przypadku oczekują informacji zarówno *ex*

post, czyli jaką stopę zwrotu grupa kapitałowa osiągnęła w zamkniętych okresach sprawozdawczych, jak również *ex ante*, czyli jaki będzie zwrot z kapitału w okresach przyszłych. Stąd też grupy kapitałowe notowane na giełdzie obok skonsolidowanych sprawozdań finansowych zobligowane są również publikować plany i prognozy dotyczące przyszłości. Te drugie mogą być jeszcze ważniejsze, gdyż jak się obiegowo mówi inwestorzy kupują przyszłość, a nie przeszłość.

Planowanie skoncentrowane na finansach jest nazywane w terminologii rachunkowości zarządczej budżetowaniem. Pojęcie budżetowania objaśnia Edward Nowak, który określa je jako instrument zarządzania przedsiębiorstwem, ukierunkowany na poprawę efektywności wykorzystania posiadanych zasobów oraz wzrost skuteczności osiągania założonych celów³. Ta definicja budżetowania koresponduje z przedstawionymi wyżej wyzwaniem, przed którymi stoją grupy kapitałowe, czyli koordynacją współdziałania spółek i rozdysponowania zasobów kapitałowych celem maksymalizacji efektu synergii, a jednocześnie zapewnienia odpowiedniej stopy zwrotu dla inwestorów.

W rezultacie planowania finansowego powstaje budżet, który jest predyktywnym modelem działalności przedsiębiorstwa wyrażonym kwantytatywnie dla ustalonego okresu⁴. Grupy kapitałowe przygotowując plany finansowe muszą w praktyce przygotować tyle jednostkowych budżetów ile jest podmiotów (przedsiębiorstw) w grupie, a następnie muszą dokonać konsolidacji budżetów w jeden plan finansowy całej grupy kapitałowej. To oznacza podstawową trudność, a zarazem specyfikę planowania w grupach kapitałowych. Trudność ta polega nie tylko na właściwym alokowaniu zasobów kapitałowych między spółki grupy i maksymalizacji efektu współdziałania spółek, ale także na technicznym aspekcie konsolidowania budżetu zgodnie z tymi samymi wytycznymi, o których mówi MSSF 10 w zakresie sporządzania skonsolidowanych sprawozdań finansowych. Jak taka konsolidacja planów wygląda w praktyce zostanie przedstawione w dalszej części artykułu. Teraz skupmy się na problemie koordynacji planowania finansowego w grupach kapitałowych.

Jak wiadomo są różne metody budżetowania. Na przykład spółki mogą przygotowywać budżet odgórnie lub oddolnie, mogą też na przykład co kwartał aktualizować budżet lub sztywno trzymać się ustalonego z góry na rok budżetu. W przypadku grup kapitałowych oznacza to konieczność skoordynowania całego procesu planistycznego, a także wyznaczenie pewnych

³ Nowak E, *Zaawansowana rachunkowość zarządcza*, PWE, Warszawa 2017, s.277.

⁴ Proctor R, *Managerial Accounting for Business Decisions*, Prentice Hall, Harlow 2006, s.333.

standardów, które ten proces uporządkują. Centrale w grupach kapitałowych często wyznaczają swoim spółkom określone terminy przygotowania budżetów jednostkowych, a także ustalają jednolity format przekazywanych danych, który umożliwi późniejszą konsolidację budżetów. Niejednokrotnie cały proces budżetowania zaczynają wspomagać systemy informatyczne. Coraz częściej odchodzi się od Excela na rzecz dedykowanych narzędzi informatycznych, albo też przeprowadza się działania mieszane - spółki z grupy przygotowują plany w Excelu, przetransponowują je na standardowe szablony konsolidacyjne, wyznaczone przez centralę, zaś centrala dokonuje konsolidacji planów w dedykowanej aplikacji informatycznej. Budżetowanie dzieli się zwykle na dwa etapy: budżetowanie operacyjne – skoncentrowane na planowaniu poszczególnych procesów biznesowych, a w ślad za tym planowanie zapotrzebowania na zasoby oraz budżetowanie kapitałowo-finance, które łączy się z planowaniem zapotrzebowania na kapitał obrotowy, jak i kapitał długoterminowy związany z planowaniem działalności inwestycyjnej. Sporządzane są tutaj także projekcje rachunków zysków i strat, bilansu oraz przepływów pieniężnych. Szczególnie ten drugi etap jest związany z planowaniem na poziomie centrali grup kapitałowych, gdzie następuje konsolidacja planów i decyzja o alokacji kapitałów. Jeżeli zaś chodzi o kierunek budżetowania, to możliwe jest planowanie odgórne, (gdzie centrala przekazuje pewne wymogi kapitałowe, np. co do pożyczek w grupie, możliwości podwyższenia kapitału, czy też wypłaty dywidendy i w oparciu o te założenia spółki opracowują swoje budżety), albo planowanie oddolne, (w którym na podstawie budżetów operacyjnych to spółki określają swoje zapotrzebowanie na kapitał, co jest bilansowane na poziomie centrali). W przypadku grup kapitałowych, które obejmują spółki powiązane nie tylko kapitałowo, ale również wzajemnymi transakcjami operacyjnymi, cały proces budżetowania jest znacznie bardziej skomplikowany. Wówczas występuje więcej transakcji powiązanych wymagających specjalnego potraktowania w procesie konsolidacji. Podstawowym wyzwaniem jest tu koordynacja poszczególnych planów produkcyjnych, zapotrzebowania na zasoby oraz ustalenia relacji dostawca-odbiorca między spółkami z grupy. W niektórych grupach kapitałowych, posiadających wyodrębnione centra zakupowe niektóre towary lub usługi są łączone w ramach budżetowania w jedne większe zamówienia, gdzie korzysta się z siły przetargowej, jaką uzyskuje grupa jako całość. Ważnym punktem planowania jest również wspólne uzgodnienie założeń makroekonomicznych w zakresie stóp procentowych, kursów walut czy poziomu inflacji. Oczywiście w ramach procesu budżetowania możliwe jest

przeprowadzenie kilku pętli planistycznych, w trakcie których następuje wzajemne uzgodnienie i negocjacja budżetów.

Budżetowanie, podobnie jak rachunkowość finansowa, ma swoje fundamentalne zasady, do których można zaliczyć⁵:

- Zasadę jedności budżetu,
- Zasadę zupełności budżetu,
- Zasadę równowagi budżetowej,
- Zasadę okresowości budżetowania,
- Zasadę ciągłości budżetowania,
- Zasadę uprzedniości budżetowania,
- Zasadę podmiotowości budżetowania,
- Zasadę jawności budżetowania.

Centralny dział controllingu, który jest odpowiedzialny za budżetowanie w całej grupie kapitałowej, powinien czuwać, aby te zasady były należycie objaśniane i respektowane we wszystkich jednostkach biznesowych.

Przedstawione wyżej problemy planowania finansowego w grupach kapitałowych łączą teorię z praktycznymi obserwacjami autorów. Aby jednak niniejszy artykuł miał pełny wymiar badawczo-empiryczny warto przedstawić konkretne studium przypadku. Wobec tego w dalszej części artykułu zaprezentowano jak funkcjonuje system planowania w jednej z większych polskich grup kapitałowych, jaką jest Grupa Kapitałowa Grupa Azoty.

Przykład implementacji skonsolidowanego systemu planowania na przykładzie Grupy Kapitałowej Grupy Azoty

Grupa Azoty to zdecydowany lider w Polsce i jedna z kluczowych grup kapitałowych branży nawozowo-chemicznej w Europie. Zajmuje się głównie produkcją i sprzedażą nawozów mineralnych, tworzyw konstrukcyjnych, a także innych wysoko przetworzonych chemikaliów. Charakteryzuje się również tym, że zaopatruje zainteresowanych odbiorców w amoniak i kwas fosforowy. Grupa Azoty ciągle rozwija swoją główną działalność produkcyjną, ale również wykonuje usługi (serwis/projektowanie/badania) oraz rozwija działalność handlową. Azoty Tarnów notowane są na Giełdzie Papierów Wartościowych od 2008 roku. Natomiast od 2010 roku rozpoczęły proces konsolidacji największych przedsiębiorstw chemicznych

⁵ Nowak E., Nita B. (red.), *Budżetowanie w przedsiębiorstwie*, Wolters Kluwer Polska, Kraków 2010, s. 37-42.

w Polsce. Początkowo w skład tej grupy kapitałowej wchodziły tylko cztery duże podmioty: Zakłady Azotowe w Tarnowie, Zakłady Azotowe Kędzierzyn, Zakłady Chemiczne Police oraz Zakłady Azotowe w Puławach. Obecnie współpraca sięga szerokiego obszaru. Jest to około 60 polskich firm oraz spółki niemieckie np. Compo Expert - spółka uznana za lidera w branży nawozów specjalistycznych. Grupa Kapitałowa Grupa Azoty składa się z jednostki dominującej najwyższego szczebla Grupa Azoty Spółka Akcyjna z siedzibą w Tarnowie oraz spółek zależnych bezpośrednio i pośrednio.

Nabywanie akcji i udziałów spółek na rynku kapitałowym doprowadziło do powstawania grupy kapitałowej, która prawnie jest zobowiązana do sporządzania skonsolidowanych sprawozdań finansowych, nieformalnie również do skonsolidowanych planów. Grupa Kapitałowa Grupa Azoty jest zobowiązana do tworzenia skonsolidowanych sprawozdań finansowych według Międzynarodowych Standardów Sprawozdawczości Finansowej. Skonsolidowane plany oraz skonsolidowane raporty z wykonania wyników finansowych są realizowane według tej samej polityki rachunkowości i odnoszą się do identycznych przepisów. W Grupie Azoty są wykorzystywane dwie metody konsolidacji - konsolidacja bezpośrednia i konsolidacja pośrednia. Spółka dominująca razem ze spółkami bezpośrednio zależnymi przygotowują sprawozdanie skonsolidowane według metody pełnej. Natomiast dla spółek pośrednio zależnych używana jest zazwyczaj metoda stosowana w oparciu o akcjonariat. W większości przypadków (powyżej 50% udziałów) konsolidacja odbywa się za pośrednictwem metody pełnej (czasami zdarzają się wyjątki). Inne spółki do wyceny akcji wykorzystują metodę praw własności, a niektóre spółki są wyłączone z zakresu konsolidacji ze względu na ich nieistotność (niski % udziałów).

Konsolidacja pośrednia polega na tym, że spółka córka (spółka dominująca II stopnia) konsoliduje dane swoich spółek córek (na poziomie całej grupy są to spółki wnuczki). Powstają wtedy dane skonsolidowane sprawozdawcze grup kapitałowych bezpośrednio zależnych od spółki dominującej. Minusem tej konsolidacji jest fakt, że spółka dominująca I stopnia nie wie co się dzieje w konkretnej spółce i nie może odpowiednio szybko reagować. Dlatego właśnie od 2015 roku w Grupie Azoty postanowiono, że wszystkie spółki, które są objęte procesem konsolidacji pełnej będą imiennie wskazane i konsolidowane bezpośrednio u spółki dominującej, dzięki czemu spółka dominująca ma podgląd na większą ilość danych podmiotów wchodzących w skład grupy. Wyjątkiem jest niemiecka grupa spółek COMPO EXPERT International GmbH, która z powodu dużej ilości spółek zależnych

i rozmieszczenia ich po całym świecie, traktowana jest jako jeden podmiot. Powodem tej decyzji może być również fakt, że tylko dwie spółki ze wszystkich wchodzących w skład tej grupy zajmują się działalnością produkcyjną, a pozostałe są tylko dystrybutorami.

Grupa Azoty opracowuje plany roczne, które są realizowane narastająco na każdy miesiąc roku, a także sporządzane są plany długookresowe - najczęściej obejmujące 10 lat. Przygotowywane są one na takich samych zasadach, co plany roczne. Grupa Azoty zawsze opracowuje harmonogram planowania, zgodnie z którym wszystkie spółki podlegające bezpośredniemu połączeniu muszą wykonać kolejne kroki. Spółki są z wyprzedzeniem informowane jakie wejdą w życie zmiany organizacyjne, jakie nastąpią zmiany produkcyjne, a także kiedy i jakie inwestycje powinny zostać oddane do użytku. Istotną kwestią jest plan inwestycyjny na nową działalność, ponieważ w takim planie przedstawia się datę zakończenia inwestycji, datę nakładów inwestycyjnych, wartość całego planu inwestycyjnego, a także okres użytkowania tego środka trwałego, w który lokowano kapitał. Na podstawie takiego planu można obliczyć planowaną amortyzację, która rośnie wraz z inwestycjami. Data zakończenia przez firmę konkretnego etapu procesu zawsze jest podana z wyprzedzeniem. Każdego roku jednak układany jest nowy harmonogram, a więc nie ma stałych dat. Zakłada się, że proces planowania rozpoczyna się w sierpniu. Wtedy następuje planowanie kursów walutowych, stóp procentowych, sprzedaży oraz produkcji. Plan sprzedaży oparty jest na ilości i cenie. Zajmują się tym osoby, które wykonują sprzedaż konkretnego produktu (służby handlowe). Plan cenowy jest formułowany na podstawie rynkowej prognozy zakupu, (czyli cena sprzedaży jest ustalana w oparciu o pogląd rynkowy na ceny podstawowych surowców potrzebnych do wytworzenia produktów gotowych). Następnie za pomocą szczegółowych formatek planuje się ilość produktu dla konkretnego odbiorcy. Gdy plan sprzedaży jest gotowy dochodzi do bilansowania produkcji w każdej spółce. W ten sposób powstaje zapotrzebowanie na czynniki produkcji i związane z nimi plany kosztów. Dopiero w okolicy października planuje się obroty i rozrachunki wewnętrzne grupowe.

Grupa Azoty przedstawia kilka podstawowych punktów procesu konsolidacyjnego. W pierwszej kolejności należy wyłączyć wartości księgowe inwestycji jednostki dominującej w każdą jednostkę zależną na dzień przejścia, a także część kapitałową jednostek zależnych odpowiadającym udziałom posiadanym przez spółkę nadrzędną. Kolejno następuje ustalenie udziałów niekontrolujących w kapitałach jednostek zależnych oraz wyników finansowych

konsolidowanych jednostek w określonym okresie sprawozdawczym. Następnie wykonuje się wykluczenie rozliczeń wewnątrzgrupowych oraz niezrealizowanych zysków z transakcji pomiędzy jednostkami grupy kapitałowej. Wyłącza się także niezrealizowane straty wynikające z transakcji wewnątrzgrupowych, pod warunkiem że nie ma założeń utraty wartości. Wyklucza się przychody oraz koszty między spółkami należącymi do grupy kapitałowej. Ostatnim krokiem jest wyeliminowanie wpływu innych transakcji, które mają miejsce w ramach grupy i nie oddziałują na podmioty zewnętrzne.

Grupa Kapitałowa Grupa Azoty do integracji danych finansowych potrzebnych podczas procesu planowania wykorzystuje takie narzędzie jak SAP Business Planning and Consolidation (SAP BPC). Dzięki wykupionej licencji na system SAP ERP, Grupa Azoty posiada gotowe nakładki na arkusz kalkulacyjny MS Excel, które znacznie ułatwiają cykl wykonywanego zabiegu konsolidacyjnego, ponieważ funkcja ta ujednolica konstrukcje danych raportowych. Przed wprowadzeniem systemu SAP ERP konsolidacja planów, jak i sprawozdań w Grupie Azoty była wykonywana w programie Microsoft Excel, jednak wtedy było mniej spółek wchodzących w skład grupy. W obecnej sytuacji budowanie modeli prognostycznych i planistycznych szybciej przebiega w systemie SAP ERP, a aktualizacja danych według potrzeb jest od strony technicznej prostym zabiegiem. System ten pozwala na zdefiniowanie, a także nadzorowanie przebiegu procesów, daje również możliwość wskazania odpowiedzialnej osoby oraz przypisanie terminów dokonania poszczególnych czynności. System ten pozwala na szybką analizę trafności podejmowanych decyzji biznesowych.

W systemie SAP BPC określony jest proces planowania finansowego. W Grupie Kapitałowej Grupa Azoty są zdefiniowane dwa różne procesy planistyczne – proces dla spółek i proces dla centrali. Poniżej przedstawione zostały szczegółowo kroki podjęte przy konsolidacji.

Proces dla centrali złożony jest z kolejnych etapów:

Etap 1 – Wpisanie kursów walutowych – Konieczne jest wpisanie zakładanego kursu walutowego w modelu planistycznym, ponieważ obecnie w skład Grupy Kapitałowej Grupa Azoty wchodzi dwie spółki, które prowadzą ewidencję księgową operacji w walucie obcej. Są to spółki COMPO EXPERT Holding GmbH oraz Grupa Azoty ATT Polymers GmbH. Mają one siedziby na terenie Niemiec i wszystkie dane finansowe przedstawiają w walucie obowiązującej na terenie tego kraju czyli w euro. Planowany kurs euro jest uzgadniany przez skarbnika spółki, który zbiera dane od instytucji finansowych i na bazie kilku danych z różnych banków liczy medianę kursową na każdy miesiąc.

Etap 2 – Wpisanie bilansu otwarcia do zestawienia zmian w kapitale własnym – Zestawienie zmian w kapitale własnym, na potrzeby konsolidacji pochodzi z zestawienia tworzonego tylko na potrzeby własne, osobna tabela w planowaniu jest pominięta. Decydenci nie widzą tego zestawienia, widzą te same dane ujęte w skonstruowanym sprawozdaniu z sytuacji finansowej, czyli odpowiedniku bilansu, który wykonany jest w sposób szczegółowy, gdzie zostają ujęte wszystkie kapitały w ten sam sposób jakby były pokazane w zestawieniu. Planowany bilans tworzy się za pomocą bilansu otwarcia środków trwałych z grudnia roku poprzedniego. Odejmuje się amortyzację, dodaje się nakłady inwestycyjne i wyliczany jest stan środków na styczeń roku kolejnego.

Etap 3 – Określenie struktury grupy kapitałowej – Na tym etapie muszą zostać zestawione wszystkie spółki, które są ujęte w konsolidacji wraz z procentem posiadanych udziałów lub akcji Grupy Azoty S.A. wraz z informacją o wykupionych udziałach między spółkami zależnymi. Ciekawym zjawiskiem dotyczącym obliczenia udziałów jest wyliczenie na poziomie jednostki dominującej udziałów w spółkach niższego rzędu (tzw. spółkach wnuczkach). Dla przykładu, jeśli spółka nadrzędna (spółka matka) posiada udziały w Grupie Azoty Zakłady Azotowe „Puławy” S.A. (spółce córce) na poziomie 95,98%, a spółka ta ma w spółce zależnej (spółce wnuczce) np. 94,61% udziałów (np. Remzap Sp. z o.o.), to z punktu widzenia konsolidacji bezpośredniej po prostu mnoży się te wartości udziałowe i wychodzi udział jednostki dominującej w spółce pośrednio zależnej. W przedstawionym przypadku jest to 90,81%.

Etap 4 – Przedstawienie danych dodatkowych – Wpisywana jest wartość udziałów w bilansach wszystkich spółek, wiedząc, że Grupa Azoty S.A. z siedzibą w Tarnowie jako jednostka dominująca nie posiada formalnie stuprocentowego tytułu własności do aktywów netto wszystkich spółek zależnych, które zostały podjęte konsolidacji pełnej. Dlatego właśnie wartości udziałów w jednostki podporządkowane muszą być skorygowane o udziały mniejszości.

Etap 5 – Raporty uzgodnień – Wyznaczona osoba na poziomie centrali sprawdza, czy spółki doszły do kompromisu, podając taką samą kwotę w zakresie rozrachunków, obrotów i pożyczek międzygrupowych. Na obszarze Grupy Kapitałowej Grypa Azoty jest przyjęta zasada, że spółki same uzgadniają między sobą wartości pieniężne tak aby transakcje były spójne. Zasadą jest fakt, że przychody ze strony jednej spółki muszą równać się kosztom ze strony drugiej spółki w ramach obrotu wewnętrznego. W sytuacji gdy spółki nie mogą dojść do wspólnego ustalenia, osoba zajmująca się konsolidacją musi usilnie postarać się, aby spółki uzgodniły jedną kwotę.

Etap 6 – Walidacja danych wprowadzonych – Krok ten polega na sprawdzeniu na poziomie centrali czy wszystkie spółki, których dane są konsolidowane wprowadziły wspólne dane, (dzięki czemu można sprawdzić zgodność sumy bilansowej) oraz czy koszty ujęte w rachunku zysku i strat równe są z kosztami, które zostały ujęte w segmentach operacyjnych. Jest to operacja sprawdzająca dane zgodności. Moduł konsolidacyjny ma wprowadzonych około 50 reguł sprawozdawczych, które pozwalają sprawdzić wewnętrzną spójność danych w szybki i zmechanizowany sposób. W razie jakiegś nieścisłości osoba z centrali poinformowana jest komunikatem z systemu, ze wskazaniem jakie warunki nie są spełnione i co jest konieczne celem poprawienia niezgodności.

Etap 7 – Przeliczenie walut obcych – W systemie SAP BPC spółki zagraniczne wpisują dane w walutach lokalnych. W przypadku Grupy Azoty na tę chwilę są to wyżej wspomniane dwie spółki, które używają waluty EUR. Konieczna jest tu transakcja przeliczenia danych tych spółek na polskie złote, aby doprowadzić do wspólnej waluty wszystkie spółki i aby było możliwe zsumowanie danych finansowych potrzebnych do planowanych sprawozdań finansowych.

Etap 8 – Konsolidacja – Operacja polegająca na konsolidacji danych przeprowadzona jest zgodnie z zasadami ujętymi w MSSF. Zapuszczany jest pakiet konsolidacyjny. Korektami są algorytmy wcześniej zdefiniowane. Automatycznie ujęte są korekty „kapitałowe” oraz konsolidacyjne. Eliminuje się tu wzajemne należności i zobowiązania wynikające z przychodów i kosztów wraz z marżami powstałymi za pomocą wzajemnych transakcji a także koryguje się o dywidendy wypłacone pomiędzy spółkami zintegrowanymi. Przelicza się również różnice pomiędzy kursami transakcyjnymi oraz konsolidacyjnymi oraz aktualizacje wartości udziałów niekontrolujących, niezrealizowane zyski i straty.

Etap 9 – Korekty ręczne – Kolejnym krokiem jest możliwość wpisania korekty ręcznej. Korekta taka może mieć miejsce w sytuacji, gdy działalność gospodarcza jest bardzo zmienna, więc nie da się wszystkiego ująć automatycznie. Korekta niestandardowa posiada dedykowane raporty, które uzupełniane są przez osobę odpowiedzialną za konsolidację. W skonsolidowanym sprawozdaniu przykładem może być koszt nabycia spółki w momencie jej przejścia. W planie natomiast może być taka sytuacja, że w grupie są 2 spółki, z których jedna zajmuje się produkcją, a druga handlem i gdy spółka handlowa sprzedaje towary na potrzeby innej, dla której będzie to produkt to z punktu widzenia grupy kapitałowej będzie to również produkt. W takiej sytuacji konieczna będzie transakcja przemieszczenia tego substytutu z Towarów na Produkty.

Etap 10 – Dane planistyczne skonsolidowane – Jest to ostatni etap procedury konsolidacyjnej, gdzie powstają gotowe dane w Excelu, które można przedstawić na potrzeby odbiorców, w tym inwestorów.

Aby spółki mogły rozpocząć swój proces, który zostanie przedstawiony poniżej, centrala musi zrealizować swój plan do punktu trzeciego czyli do momentu struktury grupy. Gdy trzeci punkt zostanie zakończony rozpoczyna się drugi równoległy proces, czyli proces dla spółek. Każda ze spółek, wchodząca w skład Grupy Kapitałowej Grupa Azoty przeprowadza go na własną odpowiedzialność i musi uruchomić system i wykonać kilka czynności:

Krok 1 – Dane do uzgodnienia – Każda ze spółek uzupełnia dane dotyczące sprzedaży wewnątrzgrupowej, produktów zakupionych od grupy, należności, zobowiązań, udzielonych i otrzymanych pożyczek oraz koszty analityczne. Planują one do jakiej pozycji kosztów analitycznych ma być zakwalifikowany zakup z innej spółki.

Krok 2 – Raporty uzgodnień – Spółki między sobą wszystko uzgadniają, aby wpisać do systemu takie same wartości liczbowe. Wykonują one własne przeliczenia i sprawdzają, czy dane które im wyszły zgadzają się z przeliczeniami partnera. Zanim spółki uzupełnią gotowe dane do programu SAP BPC, to w Grupie Azoty osoba do tego upoważniona wysłała e-mailem dokument Excela z propozycją planów swoich sprzedaży i kupna dla danego partnera. Partner ma dwie opcje aby zaakceptować plan, albo przesyła swoją wersję planistyczną. Jest to tak inaczej mówiąc proces negocjacyjny.

Krok 3 – Wpisanie danych miesięcznych – Umieszczane są dane sprawozdawcze tj. dane na potrzeby bilansu, rachunku zysków i start, rachunku przepływów pieniężnych, koszty analityczne, wartości w podziale na segmenty operacyjne oraz zestawienia. Każda spółka wpisująca dane dla swojej lokalizacji w planie jest odpowiedzialna za ich poprawność.

Krok 4 – Walidacja i raporty – Jest to ostatni krok dla spółek. Każda ze spółek ma obowiązek uruchomić proces walidacyjny po wykonaniu wszystkich poprzednich kroków. W ten sposób spółka sama jest w stanie sprawdzić, czy ma wewnętrzną zgodność danych na poziomie całego systemu grupy kapitałowej.

Zarówno w skonsolidowanych planach, jak i w sprawozdaniach finansowych w Grupie Kapitałowej Grupa Azoty przedstawia się odpowiednik bilansu, rachunku zysków i start, sprawozdanie z przepływów pieniężnych oraz koszty, przychody i wynik finansowy. W segmentach operacyjnych umieszczone są również noty objaśniające. Skonsolidowany rachunek zysków i strat jest prezentowany dwójako, w układzie kalkulacyjnym oraz porównawczym.

Dane układu porównawczego są liczone po kosztach analitycznych. Są to uszczegółowione koszty w układzie rodzajowym, np. planuje się zużycie każdego wiodącego surowca. Występuje również podział kosztów na koszty stałe oraz zmienne. W Grupie Azoty zgodnie z MSSF 8 „Segmenty operacyjne” identyfikuje się segmenty operacyjne takie jak: Segment Nawozy-Agro, Tworzywa, Chemia, Energetyka, Pozostałe (segment ten jest związany z inną działalnością, np. wynajmem nieruchomości lub badaniami laboratoryjnymi). Grupa Azoty jasno określa, co obejmuje dany segment w zakresie wytworzenia oraz sprzedaży określonych produktów. W raportach publikowane są przeliczenia dotyczące segmentów operacyjnych w układzie kalkulacyjnym, a na użytek wewnętrzny grupy kapitałowej podczas planowania dzieli się je na koszty rodzajowe. Warto również zauważyć, że w Grupie Kapitałowej Grupa Azoty panuje tzw. cash pooling. W uproszczeniu można stwierdzić, że jest to forma wzajemnych pożyczek pomiędzy spółkami w ramach grupy kapitałowej, gdzie podmioty nie mają do końca świadomości pochodzenia przesłanych środków pieniężnych. W cash flow pozycję tę umieszcza się na środkach pieniężnych, natomiast w bilansie w aktywach finansowych. Głównym dystrybutorem cash poolingu w grupie kapitałowej jest Grupa Azoty S.A. (spółka dominująca).

Format tabelaryczny planowanych i rzeczywistych raportów rocznych w Grupie Azoty jest taki sam, ponieważ wszystko odbywa się za pomocą wspomnianego wyżej systemu SAP BPC i tego samego narzędzia konsolidacyjnego. Zarówno plany, jak i wykonanie skonsolidowanych danych wychodzą z działu controllingu. Skonsolidowane plany przedstawia się w tych samych formatach planistycznych, w jakich wykonuje się konsolidację sprawozdań finansowych, a więc formaty, czyli wzorcowe arkusze kalkulacyjne są identyczne. Skonsolidowane sprawozdanie finansowe jest wykonywane pod nadzorem biegłego rewidenta, kolejno bardzo rzetelnie sprawdzane. Zakres rzeczowy wymagany przez audytora podczas sporządzania sprawozdań jest również monitorowany w procesie planowania. Skonsolidowany plan finansowy roczny służy głównie zaspokojeniu potrzeb dwóch odbiorców tj. Rady Nadzorczej, a także Członków Zarządu. Oprócz tego przydatny jest w sytuacji gdy Grupa Kapitałowa chce zaciągnąć kredyt na inwestycje. Instytucje bankowe wymagają od podmiotów podstawy, na której będą mogły ocenić ich zdolność do obsługi kredytu. W przypadku dużych inwestycji grupa kapitałowa jest zobligowana do przedstawienia skonsolidowanych planów długoterminowych.

Zakończenie

Niniejszy artykuł wypełnia pewną lukę w literaturze przedmiotu. Jest sporo publikacji poświęconych planowaniu, ale brakuje takich, które skupiają się na zagadnieniu planowania finansowego w grupach kapitałowych. Problem ten jest o tyle ważny, że planowanie w grupach kapitałowych jest zabiegiem niezwykle złożonym. Posiada ono swoją specyfikę i musi też respektować te same wymagania, które wynikają z tworzenia skonsolidowanych sprawozdań finansowych w oparciu o ustawę o rachunkowości i/lub MSSF. Dodatkowo należy zwrócić uwagę na aspekt synergii, która jest jednym z głównych motywów powstawania wielkich koncernów. Właściwe zarządzanie zasobami i procesami w grupie kapitałowej, w tym właściwe planowanie finansowe, przesądza o tym jaki będzie stopień tej synergii i jak to się przełoży na efektywność ulokowanych kapitałów – czyli jaka będzie stopa zwrotu z kapitału.

Koncentracja kapitału powoduje, że grupy kapitałowe ciągle rosną i mają coraz bardziej znaczący udział w rynku finansowym. Grupy te posiadają swoje centrale, które coraz częściej mają wydzielone wspólne centra księgowe w ramach tak zwanego *shared center*. Stają się one coraz większym pracodawcą dla księgowych i specjalistów w zakresie controllingu. Dlatego planowanie finansowe w grupach kapitałowych nie powinno być jakąś tajną dyscypliną, ale w szerokim zakresie musi być objaśniane w podręcznikach z zakresu rachunkowości i controllingu, a także w trakcie zajęć prowadzonych ze studentami. Niniejszy artykuł stanowi próbę podjęcia tego tematu, a jednocześnie zainicjowania nowych, bardziej obszernych publikacji, które pozwoliłyby na wypełnienie wspomnianej luki w literaturze i edukacji ekonomicznej.

Literatura

1. Fubini D., Price C., Zollo M., *Mergers: Leadership, Performance and Corporate Health*, Polgrave Macmillan, London 2007.
2. Gaughan P.A., *Mergers, Acquisitions, and Corporate Restructurings*, John Wiley & Sons, Inc., New York 2002.
3. Gole W., Morris J., *Merger and Acquisitions*, John Wiley & Sons, Inc. 2007.
4. Gierszewska G., Wawrzyniak B., *Globalizacja. Wyzwania dla zarządzania strategicznego*, Poltext, Warszawa 2001.
5. Nowak E., *Zaawansowana rachunkowość zarządcza*, PWE, Warszawa 2017.

6. Nowak E., Nita B. (red.), *Budżetowanie w przedsiębiorstwie*, Wolters Kluwer Polska, Kraków 2010.
7. Leavitt H.J., *Applied organizational change in industry*, [w:] G. March (red.), *Handbook of Organization*, Chicago 1965.
8. Proctor R., *Managerial Accounting for Business Decisions*, Prentice Hall, Harlow 2006.
9. Szczepankowski P.J., *Fuzje i przejęcia*, PWN, Warszawa 2000.
10. *Skonsolidowane sprawozdanie finansowe Grupy Kapitałowej Grupa Azoty za okres 12 miesięcy zakończony 31 grudnia 2020 roku przygotowane zgodnie z Międzynarodowymi Standardami Sprawozdawczości Finansowej, które zostały zatwierdzone przez Unię Europejską.*
11. *Sprawozdanie Zarządu z działalności spółki Grupa Azoty Spółka Akcyjna oraz Grupy Kapitałowej Grupa Azoty za okres 12 miesięcy zakończony 31 grudnia 2020 roku.*
12. Więclaw W., *Konsolidacja sprawozdań finansowych: rozliczanie połączeń i podziałów w świetle MSSF/MSR*, Wolters Kluwer, Warszawa 2014.

Jan Werewka¹,
Marcin Szydłowski²

Zagadnienie zdalnego oceniania studentów pokolenia Z w okresie post-pandemicznym

The issue of online assessment of Generation Z students in post-pandemic period

Streszczenie: W pracy przyjęto założenie, że po zakończeniu pandemii nie nastąpi powrót do stylu uczenia przed pandemią. Jednak pandemia była sytuacją wyjątkową i stąd stosowane różne rozwiązania doraźne, które sprawdziły się w mniejszym lub większym stopniu. Jednakże po pandemii rozwiązania zdalnego nauczania powinny być dojrzałe, pozwalające na uzyskanie dobrych efektów nauczania i uzyskujących szeroką aprobatę studentów. W opracowaniu zajęto się zagadnieniem sposobu oceny wiedzy studentów w trakcie zajęć i pod koniec zajęć przedmiotu w ramach pracy zdalnej. Wypracowane rozwiązania będą stanowić rekomendację dla prowadzących zajęcia na WSEI Kraków w ramach pracy zdalnej.

Słowa kluczowe: zdalne nauczanie, ocenianie, edukacja w informatyce.

Summary: The paper assumes that there will be no return to pre-pandemic learning style after the pandemic. However, the pandemic was an emergency situation and hence the various ad hoc solutions used worked to a greater or lesser extent. However, after the pandemic, remote learning solutions should be mature, allowing for good learning outcomes and gaining wide student acceptance. The paper addresses the issue of how to assess students' knowledge during the course and at the end of the course in a remote work. The developed solutions will be a recommendation for those teaching at WSEI Kraków using remote work.

¹⁾ Dr hab. inż. Prof. Wyższej Szkoły Ekonomii i Informatyki w Krakowie.

²⁾ Mgr, Wyższa Szkoła Ekonomii i Informatyki w Krakowie, Zakład Informatyki.

Keywords: E-learning, knowledge assessment, IT education.

JEL classification codes: A2, C8, D2, I2, J8.

Wstęp

Informacja o konieczności przejścia nauczania w tryb zdalny była szokująca dla większości wykładowców. Ciężko było sobie wyobrazić prowadzenie zajęć on – line nie mówiąc już o organizacji spotkań za pośrednictwem Internetu. Nasuwało się wiele różnych pytań dotyczących jakości połączeń internetowych, wydajności sprzętu – hardware, czy też oprogramowania – software. Nauczanie zdalne w czasie pandemii było rozwiązaniem koniecznym i wydawało się, że jest to sytuacja przejściowa. Natomiast po okresie pandemii okazało się, że wiele sposobów nauczania zdalnego zostanie na stałe zaakceptowanych przez nauczycieli i studentów, a nawet stanie się rozwiązaniem pożądanym. W związku z tym nowy sposób kształcenia w okresie post-pandemicznym nie może być traktowany jako rozwiązanie tymczasowe. Należy znaleźć takie metody, które będą efektywne i dojrzałe.

Wiodącym celem badań opisanych w tym artykule jest wypracowanie dobrych zasad i sposobów oceny wiedzy i umiejętności studentów, ustalenie potrzeb studentów z pokolenia Z jak również opracowanie dobrych praktyk w ich nauczaniu.

Budowa modelu, który określałby dobre praktyki w przeprowadzaniu zajęć zdalnych jest kluczowa. Wprowadzanie nowych zasad może zrewolucjonizować system edukacji kierując go w stronę innowacyjności i nowoczesności, wychodząc naprzeciw zmieniającej się rzeczywistości. Oczywiście jest, że każdego rodzaju zmiany początkowo odbierane są negatywnie, ale wraz z nimi pojawiają się nowe perspektywy na szybszy, bardziej ekonomiczny i skuteczniejszy rozwój. Należy mieć na uwadze fakt, że w okresie pandemii zajęcia stacjonarne w ogóle nie mogły mieć miejsca, natomiast w okresie popandemicznym takie zajęcia można organizować z zastosowaniem mieszanych form pracy zarówno stacjonarnej jak i zdalnej. System hybrydowego trybu zajęć wydaje się być sensownym i zwiększa szansę wykorzystywania i rozwijania umiejętności praktycznych za pomocą komputera. Oczywiście mowa tutaj o przedmiotach, w których oprogramowanie komputerowe w pewien sposób ułatwia zrozumienie materiału, pozwala na testowanie lub obserwacje spektrum rozwiązań problemów pokrewnych, przyspiesza i polepsza wynik działania.

Zdobywanie wiedzy w ten sposób ma większe znaczenie dla studentów z pokolenia Z. Spotkania stacjonarne – pierwsze (wykorzystywane do zapoznania się ze studentami, omówienia spraw organizacyjnych) i ostatnie (służące do weryfikacji efektów kształcenia) mogłyby być uznawane za dobrą praktykę w przeprowadzaniu zajęć zdalnych. Wdrożenie tego typu rozwiązania nie tylko zrzeszałoby studentów, ale również zaspokajało ich potrzeby przynależności do grupy, zredukowałoby również poczucie ich anonimowości, a wykładowcy mieliby szanse na zapoznanie się z wizerunkiem studentów. Dobrym punktem wyjścia do uczestniczenia w zajęciach na odległość byłoby oswojenie się z głosem, systemem prowadzenia zajęć, charakterem oraz osobowością prowadzącego.

Ogromną rolę w prowadzeniu zajęć zdalnych odgrywa hardware, czyli sprzęt komputerowy. Przykładowo minimalne wymagania dla procesora i pamięci RAM podczas prowadzenia zajęć przy użyciu oprogramowania MS Teams to dwurdzeniowy procesor o taktowaniu 1,1 GHz i 4GB pamięci. W przypadku wykładu lub prezentacji są to wystarczające parametry, natomiast podczas np. edycji arkusza Excel przy użyciu pióra elektronicznego mogą wystąpić opóźnienia przekazu obrazu względem dźwięku, co jest bardzo uciążliwe dla słuchacza. Tego typu utrudnienia są rzadko zgłaszane prowadzącemu, warto więc upewniać się, że nie występują. Często najsłabszym ogniwem sprzętowym podczas prowadzenia zajęć jest mikrofon. Mimo że aktualnie oprogramowanie używane przy zdalnym nauczaniu np. MS Teams często posiada automatyczną korektę szumów, (kompresory i inne korektory służące do poprawy jakości dźwięku), to wskazane jest aby wyposażyć stanowisko pracy w profesjonalny mikrofon. Trudno obejść się bez pióra elektronicznego (tabletu), który jest niezbędny do prowadzenia większości ćwiczeń, a dodatkowy monitor znacznie ułatwi aktywizację studentów. Tak przygotowany sprzęt pozwala na przeprowadzenie profesjonalnych zajęć online i może być przykładem dobrej praktyki w ich prowadzeniu.

W sieci dostępnych jest wiele różnych programów umożliwiających i ułatwiających pracę zdalną. Są jednak narzędzia, które dzięki swojej funkcjonalności i niezawodności szczególnie zyskały na popularności w okresie pandemii. Z pewnością należą do nich centrum pracy zespołowej MS Teams oraz platforma e-learningowa Moodle i temu oprogramowaniu poświęcona zostanie dalsza część tego artykułu. Podczas ćwiczeń warto wyposażyć się również w narzędzie pozwalające pisać po pulpicie. Takim oprogramowaniem może być np. Epic pen lub mini program Zoomit, który oprócz pisa-

nia posiada również bardzo przydatną funkcję lupa. Oprogramowanie MS Teams w połączeniu z platformą Moodle daje bardzo szerokie możliwości aktywizacji, kontroli, weryfikacji wiedzy i umiejętności studenta. Moodle, czyli Obiektowo Zorientowane Środowisko Nauczania z angielskiego Modular Object Oriented Dynamic Learning Environment, to darmowe oprogramowanie (Open Source) z powszechną licencją publiczną GPL dostępne na przeglądarkach internetowych. W oprogramowaniu tym komunikacja między prowadzącym a studentami odbywa się poprzez tak zwane kursy. Dostęp do kursu, podczas którego wykładowca może m.in. przekazywać informacje, udostępniać pliki, prowadzić dziennik ocen odbywa się poprzez przeglądarkę.

Myślenie i oczekiwania pokolenia Z

Na proces kształcenia studentów w dużej mierze ma wpływ różnorodność warunków i otoczenia w którym wyrastali aktualni studenci. Mówimy o tak zwanych pokoleniach (generacjach). Dzisiejsi studenci należą do pokolenia Z i mają inny sposób myślenia i działania w porównaniu z wcześniejszymi rocznikami. Wyróżnia się 6 generacji, przy czym podane przedziały urodzeń są nieco inne w różnych publikacjach³:

1. Najwspanialsze pokolenie (Greatest Generation) urodzeni w roku 1924 lub wcześniej. To osoby, które przeżyły Wielki Kryzys i II wojnę światową.
2. Ciche pokolenie (Silent Generation) urodzeni w okresie 1925-1945.
3. Pokolenie wyżu demograficznego (Baby Boomers) urodzeni w okresie 1946-1964.
4. Pokolenie X, urodzeni w okresie 1965-1980.
5. Pokolenie Y (Millennials) to osoby urodzone w okresie 1981-2000. Pokolenie to jest przyzwyczajone do mediów i technologii cyfrowych.
6. Pokolenie Z (dzieci Internetu), są to osoby urodzone po roku 2001. Jego przedstawiciele od samego początku dorastają w świecie nowych technologii (Internetu) i spędzają dużo czasu w świecie wirtualnym. Nazywane jest ono także pokoleniem C (ang. connect, communicate,

³⁾ Dhinakaran V, Partheeban P, Ramesh R, et al, *Behavior and Characteristic Changes of Generation Z Engineering Students*, In: "6th International Conference on Advanced Computing and Communication Systems (ICACCS)", 2020, pp 1434–1437.

change), jako że cały czas korzystają z Internetu i na co dzień komunikują się poprzez media społecznościowe⁴.

Tworząc programy studiów dla pokolenia Z dobrze jest zdawać sobie sprawę z jego cech charakterystycznych:

- Dzieci Internetu. Traktują świat jako globalną wioskę. Wiedzę pozyskują z Internetu, dobrze czują się w nowych rozwiązaniach technologicznych. Chętnie dzielą się wiedzą w mediach społecznościowych. Nie obawiają się pracować w trybie zdalnym.
- Relacje międzyludzkie. Mają trudności w nawiązywaniu relacji międzyludzkich, ale mają duże potrzeby kontaktu z rówieśnikami. Ważne dla nich jest budowanie kontaktów społecznych.
- Otwartość i tolerancyjność. Pokolenie to cechuje otwartość i tolerancyjność, a także odwaga (np. asertywność). Są ciekawi świata, lubią podróżować i znają zwykle kilka języków. Ważnymi sprawami są dla nich uprawianie sportu, ekologia i zdrowy tryb życia.
- Pokolenie instant: Niecierpliwi, wymagający i nastawieni na natychmiastowe rezultaty.
- Przedsiębiorczy. Wykazują przedsiębiorczość i mają duże plany jeśli chodzi o przyszłość. Cechują się otwartością i twórczym podejściem, jednakże mają trudności z koncentracją uwagi. Są bardziej realistyczni i materialistyczni niż wcześniejsze pokolenia.
- Pokolenie Z w pracy. W ciągu życia dosyć często zmieniają pracę. Wizja długoterminowego budowania kariery im nie odpowiada. Szukają pracy głównie w branży IT lub branżach powiązanych.
- Pokolenie Z na studiach. Nie potrzebuje autorytetów, by mieć dostęp do potrzebnej informacji. Cenią sobie uczenie się „na czas” polegające na dostarczaniu wiedzy, umiejętności dokładnie wtedy, gdy zaistnieje taka potrzeba.
- Zagrożenia i kontrowersje. Posiadają wysokie wymagania, także materialne. Lojalność w miejscu pracy nie ma dla nich wysokiego znaczenia. Nie obawiają się podejmować ryzyka i dokonywać szybkich decyzji.

⁴) Dolot A, *The characteristics of Generation Z. E-Mentor*, 2018, 44–50. <https://doi.org/10.15219/em74.1351>.

W pracy Dhinakaran V, Partheeban P, Ramesh R, et al (2020) *Behavior and Characteristic Changes of Generation Z Engineering Students*⁵ badali zachowania i zmiany charakterystyk studentów przyszłych inżynierów pokolenia Z. Internet sprawia, że studenci czują się bardziej komfortowo, gdy mogą uczyć się w domu z wykorzystaniem stron internetowych. Wielu z nich przegląda filmy online, aby lepiej zrozumieć lekcje. Obecnie studenci nie wykazują dużego zainteresowania nauką w klasie, zamiast tego wolą kursy online. Z analizy wynika, że 68 procent studentów aspiruje do nauki poprzez technologie internetowe, a 66 procent studentów pretenduje do nauki poprzez wykłady wybitnych profesorów. Pokolenie Z to osoby o nastawieniu realistycznym, niezależnym, ukierunkowanym globalnie, nastawione na zmiany i świadome zdrowia.

W swojej pracy badaczka Stachowska⁶ przeprowadziła badania studentów w celu określenia podejścia przedstawicieli pokolenia Z do własnego rozwoju i przyszłej kariery zawodowej oraz związanych z nimi oczekiwań. Wyniki pokazały, że najważniejszymi powodami studiowania były: większe szanse na znalezienie zatrudnienia w pożądanej dziedzinie/branży (76,5%), rozwój osobisty (60,3%) oraz poprawa własnej sytuacji na rynku pracy (43,3%).

Przegląd rozwiązań

Na temat nauczania on-line w okresie pandemii istnieje szereg publikacji książkowych. Przykładem może być publikacja Ryszarda Tadeusiewicza⁷, w której przedstawiono różnorodne rozwiązania, które stosowano podczas nauczania w okresie pandemii. Przykładowo w publikacji tej rozdział 14 dotyczy wieloaspektowości e-learningu podczas nabywania przez studentów kompetencji związanych z kierowaniem projektami i rozwojem architektury systemów IT.

Druga grupa prac dotyczy pokolenia Z i rozwiązań służących temu, by osoby z tego pokolenia były zadowolone ze studiów. W pracy Szczęsnego⁸

⁵) Dhinakaran V, Partheeban P, Ramesh R, et al, tamże.

⁶) Stachowska S., *The approach of the representatives of the z generation to their own development and future professional career – student perspective*, 2019.

⁷) Tadeusiewicz R., *E-learning na uczelniach*. In: *Księgarnia Internetowa PWN*. <https://ksiegarnia.pwn.pl/E-learning-na-uczelniach,899153610,p.html>. Accessed 7 Jul 2021.

⁸) Szczęśny S., *Studia dla Generacji Z? To będzie kosmos!* In: „Szk. Wyższe – Stud. Kierun. Uczel.” <https://www.uczelnie.net/system-prawo-i-reformy/5357-studia-dla-generacji-z-to-bedzie-kosmos>. Accessed 17 Jul 2021.

podaje się propozycję, by na uczelniach dokonać 6 podstawowych zmian: (1) Wearable University – nierozłącznie powiązani z urządzeniami typu tablet i smartfon podczas studiów; (2) Relationship development – Rozwijanie relacji międzyludzkich;⁹ Social Networking – Rozwój relacji także poprzez media społecznościowe;¹⁰ Assesment Center (Ocena pracy w grupie)– ocena pracy najlepiej w pracy grupowej nad wspólnymi projektami;¹¹ Human touch (Czynnik ludzki) szukają kogoś z autorytetem, kogoś kto posiada umiejętność wzbudzania zainteresowania obszarem wiedzy;¹² Open Source Studies (Otwarte studia). Osoby pokolenia Z chcą tworzyć programy studiów według własnych potrzeb, przy braku przywiązania do kierunków a nawet uczelni.

W związku tym, że mamy do czynienia z pokoleniem Z i z postępem technicznym na nowo należy przemyśleć strategię nauczania i uczenia się¹³. W szczególności warto zwrócić uwagę na: krótkie quizy online, pracę w małych grupach, aktywne zajęcia edukacyjne, gry, dbałość o studentów i informację zwrotną.

W podobny sposób przedstawiono trendy w nauczaniu zdalnym¹⁴, do których zaliczono: czynnik ludzki (human touch); studenci chcą, aby to, czego się nauczyli miało dla nich znaczenie; studenci chcą łatwej i dostępnej nauki zdalnej. Należy zadbać o zwiększenie umiejętności cyfrowych studentów a zdalne uczenie się jako uzupełnienie i zamiennik uczenia się osobistego. Bardziej przejrzysta staje się komunikacja przy wykorzystaniu dostępnych kanałów komunikacyjnych.

Ankieta przeprowadzona w czerwcu 2021 na niestacjonarnych inżynierskich studiach informatycznych WSEI

Na niestacjonarnych inżynierskich studiach informatycznych WSEI w czerwcu 2021 przeprowadzono ankietę, w wyniku której chciano się zorientować jakie są potrzeby i oczekiwania studentów w zakresie

⁹⁾ Stachowska S., tamże.

¹⁰⁾ Tadeusiewicz R., tamże.

¹¹⁾ Szczęsny S., tamże.

¹²⁾ 6 Gen Z remote learning trends for 2021. In: "RingCentral." <https://www.ringcentral.com/us/en/blog/6-gen-z-remote-learning-trends-for-2021/>. Accessed 24 Jul 2021.

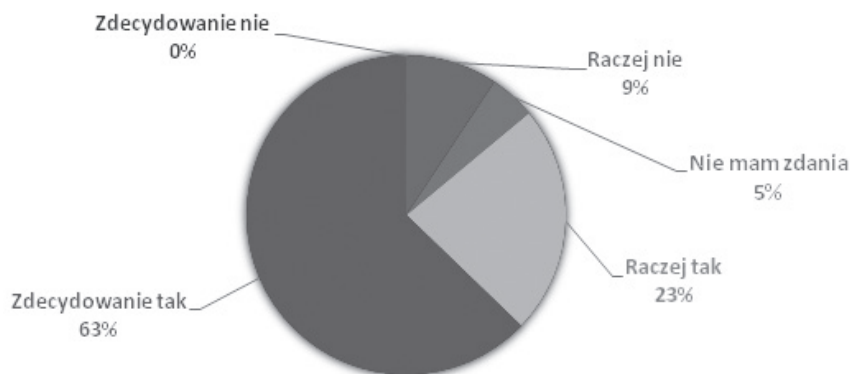
¹³⁾ Accessed 17 Jul 2021. Generation Z: *Re-thinking Teaching and Learning Strategies* | Faculty Focus. In: "Fac. Focus High. Ed Teach. Learn". <https://www.facultyfocus.com/articles/teaching-and-learning/generation-z-re-thinking-teaching-and-learning-strategies/>. Accessed 18 Jul 2021.

¹⁴⁾ 6 Gen Z remote learning trends for 2021, tamże.

nauczania zdalnego. Została ona przeprowadzona na platformie Moodle wśród osób kończących drugi rok studiów na ścieżce kształcenia związanej z programowaniem. Przeprowadzona ankieta była anonimowa, a zatem nieobowiązkowa. Wzięło w niej udział około 30% studentów spośród 140 zarejestrowanych w wirtualnym dziekanacie.

Pierwsza grupa pytań dotyczyła wykładów i konwersatoriów. Po pierwsze było interesujące jak studenci oceniają możliwość prowadzenia wykładów w okresie popandemicznym. Na pytanie „Czy w okresie po pandemii na studiach niestacjonarnych wykłady należy prowadzić w sposób zdalny?”, zdecydowana większość, (bo aż 83% studentów) opowiedziała się za prowadzeniem wykładów w trybie zdalnym. Można więc wnioskować, że typowi studenci wolą wykłady w formie zdalnej niż stacjonarnej.

Rysunek 1. Rozkład odpowiedzi na pytanie „Czy w okresie po pandemii na studiach niestacjonarnych wykłady należy prowadzić w sposób zdalny?”

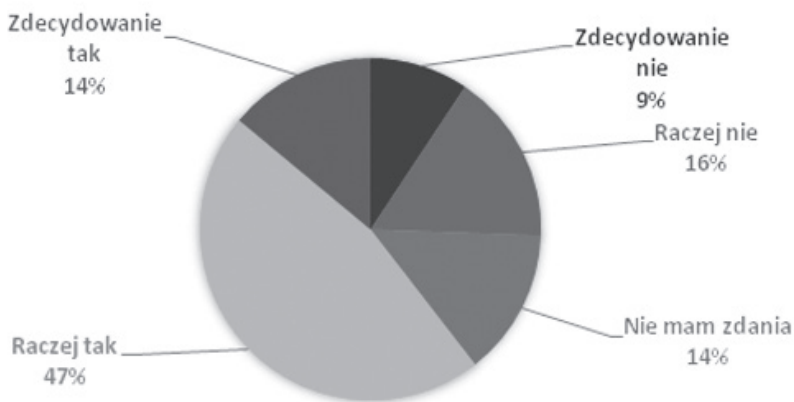


Źródło: opracowanie własne.

Następna grupa pytań dotyczyła sprawdzianów i egzaminów w formie testów jednokrotnego wyboru. Prowadzący był zdania, że dobrą formą aktywizacji studentów było przeznaczenie ostatnich 10 -15 minut zajęć trwających dwie godziny lekcyjne (90 minut) na krótkie testy zawierające od 10 do 15 pytań sprawdzających wiedzę z tematyki wykładu. Za każdy

test można było uzyskać maksymalnie 100 punktów. Należy dodać, że testy te były też pewnym sprawdzianem obecności, gdyż osoby nieuczesniczące w nim otrzymywały 0 punktów. Na pytanie „**Czy krótkie testy pod koniec wykładu on-line są dobrym rozwiązaniem do aktywizacji studentów w trakcie zajęć?**” Studenci odpowiedzieli tak, jak to przedstawiono na Rysunku 2.

Rysunek 2. Rozkład odpowiedzi na pytanie „Czy krótkie testy pod koniec wykładu on-line są dobrym rozwiązaniem do aktywizacji studentów w trakcie zajęć?”

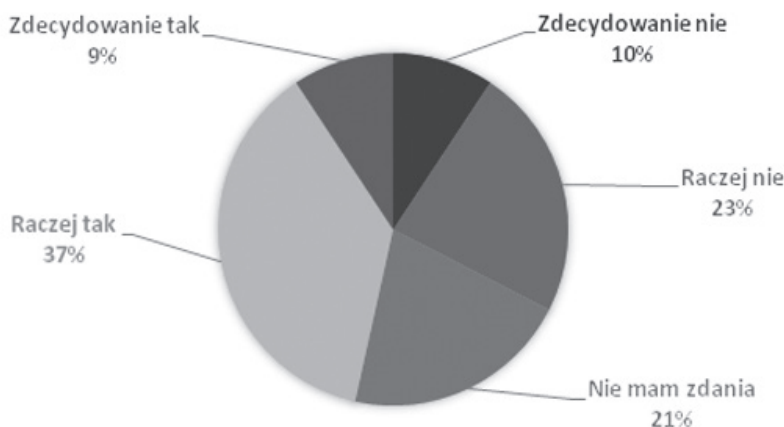


Źródło: opracowanie własne.

Powyżej 60% studentów jest za przeprowadzaniem krótkich testów pod koniec wykładów, mimo iż wymaga to dodatkowego wysiłku i czynnej obecności. To pytanie oprócz skuteczności testów obrazuje również zaangażowanie studentów, gdyż chęć rozwiązania testu można powiązać z deklaracją czynnej obecności na wykładzie zdalnym.

Kolejne pytanie brzmiało: „**Czy sumaryczne wyniki krótkich testów powinny być jedną z ważnych ocen całego przedmiotu?**” Studenci odpowiedzieli tak, jak to przedstawiono na rysunku 3.

Rysunek 3. Rozkład odpowiedzi na pytanie „Czy sumaryczne wyniki krótkich testów powinny być jedną z ważnych ocen całego przedmiotu?”



Źródło: opracowanie własne.

Rozkład odpowiedzi na to pytanie nie jest jednoznaczny. Trudno określić, czy studenci chcieliby, aby wyniki testów miały znaczną wagę w ocenie końcowej. Być może potrzebują więcej czasu na przygotowanie się do testu lub chcieliby mieć możliwość poprawy. Warto wziąć z tego naukę i zastanowić się, czy tego typu testy powinny być głównym wyznacznikiem oceny.

Podstawowym problemem przy tworzeniu testów jest opracowanie i pozyskanie ich treści przez prowadzących zajęcia. Tworzenie przez wykładowcę własnych testów jest żmudne i trudne ze względu na konieczność uzyskania ich odpowiedniej jakości. Prowadzący radził sobie z tym na dwa sposoby:

1. W Internecie jest wiele darmowych egzaminów, z tym że mogą korzystać z nich pojedyncze osoby. Tak przykładowo zostały przeprowadzone testy ze Scrum-a. Studenci byli proszeni w określonej chwili o podejście do testów ze Scrum-a indywidualnie. W wyniku egzaminu studenci

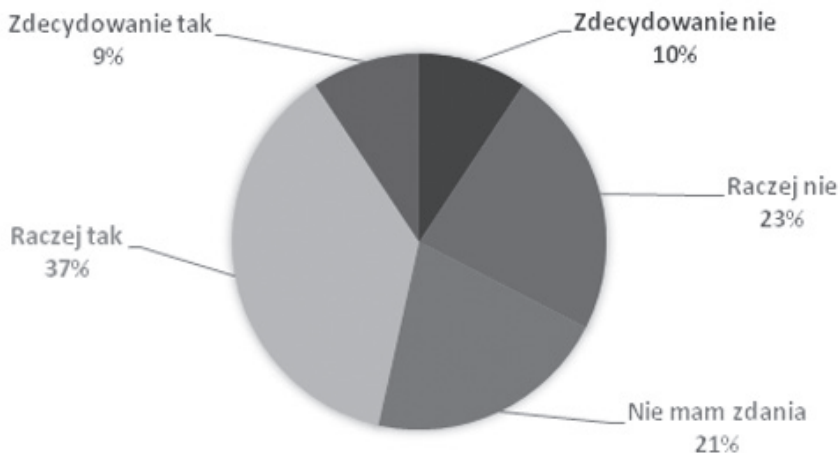
uzyskali świadectwo z uzyskaną liczbą punktów. Byli oni proszeni o załadowanie tych świadectw na Moodle. Otrzymane punkty w skali 100 punktowej wliczane były do oceny za aktywność.

2. Dla certyfikowanych egzaminów w Internecie można znaleźć różne zestawy testów. Te dopracowane posłużyły do tworzenia banku pytań testowych na Moodle. Trudnością było utworzenie takiego banku z dużą liczbą pytań.

Pewną dodatkową trudnością było to, że testy były w angielskiej wersji językowej. Prowadzący zajęcia tłumaczył te pytania na wersję polską, a rażące błędy translatora były poprawiane przez prowadzącego.

Pewnym problemem było to, że sylabusy przedmiotów nie mogły być w dużym zakresie zgodne z sylabusami egzaminów certyfikowanych. Wynikało to z różnych celów tych podejść. Na pytanie „**Czy wzorowanie się na certyfikowanych międzynarodowych egzaminach to dobry pomysł?**”, studenci odpowiedzieli tak jak to przedstawiono na rysunku 4.

Rysunek 4. Rozkład odpowiedzi na pytanie „Czy wzorowanie się na certyfikowanych międzynarodowych egzaminach to dobry pomysł?”



Wysoką aprobatę wśród studentów mają certyfikowane, międzynarodowe egzaminy. Jak widać ponad 70% studentów jest za ich przeprowadzaniem. Wykorzystanie tych pytań na egzaminach można uznać za dobrą praktykę.

Kolejnym zagadnieniem było przeprowadzenie egzaminów on-line z uwagi na dużą liczbę studentów. Wiadomo, że wyniki takich egzaminów nie są miarodajne ze względu chociażby na małą kontrolę środowiska, w którym studenci je zdają. Prowadzący próbował sobie poradzić z tym zagadnieniem w następujący sposób:

1. Egzamin on-line rozpoczynał się w tym samym czasie dla wszystkich.
2. Krótki czas odpowiedzi.
3. Losowanie kolejności pytań.
4. Losowanie kolejności odpowiedzi w pytaniu.
5. Jedno pytanie na stronie.
6. Odpowiadanie w trybie sekwencyjnym, w którym należy odpowiadać na kolejne pytania. Nie ma powrotu do wcześniejszych pytań.
7. Budowanie obszernej bazy pytań.
8. Uznanie oceny z egzaminu tylko jako część (33%) oceny końcowej.

Pomimo zastosowania tych działań prowadzący odnosił wrażenie, że nie do końca zadania były rozwiązywane samodzielnie. Wprowadzenie konieczności włączania kamer w Ms Teams-ach tylko w małym stopniu poprawiało tę sytuację.

Na pytanie „**Czy egzaminy on-line uważasz za sprawiedliwe? Co byś poprawił?**”, studenci odpowiedzieli następująco:

- Zdecydowana większość student uznała egzaminy on-line za sprawiedliwe. W związku z tym pytaniem pojawiły się rozszerzenia odpowiedzi „Uczę się dla siebie i chce wyciągnąć wiedzę ze studiów, egzamin jest sposobem sprawdzenia się”, „Raczej tak, są proste w wypełnianiu, szczególnie dla osób, które akurat w danej chwili są w pracy – osobiście często przebywałem w pracy podczas egzaminów, a ponieważ były on-line mogłem znaleźć moment na ich wypełnienie. W przeciwnym razie musiałbym prosić o indywidualny termin egzaminu”, „Komfort związany z przebywaniem w miejscu zamieszkania sprawia, że łatwiej pisze się testy”, „Są sprawiedliwe, gdyż takie egzaminy są oceniane równo. Korzystamy obecnie z rozwiązań, których nie trzeba bardzo poprawiać. Mamy do dyspozycji uczelnianą platformę Moodle czy MS Forms i to w zupełności wystarcza”.

- Opinie studentów wobec oszukiwania były następujące: „Każdy sprawdzian jest tak sprawiedliwy dla studenta jak jego podejście – nieważne czy online, czy nie, oszust będzie oszukiwać”, „Jeżeli ktoś oszukuje to jego sprawa, tak to widzę z mojej perspektywy”, „Niestety ciężko kontrolować studenta w trakcie pisania”, „Bazując na moich doświadczeniach z poprzednich studiów uważam, że nie ma czegoś takiego jak sprawiedliwy egzamin. Są studenci którzy będą ściągać zawsze – bez względu na to czy egzamin jest on-line czy nie i tacy, którzy ściągać nie będą. Jednak na pewno egzamin on-line ułatwia ściąganie, bo wystarczy wpisać w Google pytanie”, „Niektórzy prowadzący wprowadzili ciekawe rozwiązanie polegające na użyciu Safe Exam Browser, który uniemożliwia korzystanie z Internetu w czasie rozwiązywania egzaminu”.
- Studenci wyrazili opinie związane z tym, że prowadzący wprowadzają ograniczenia czasowe by zapewnić samodzielną pracę studentów. Stwierdzali „Egzaminy online były jak najbardziej sprawiedliwe. Czasami było za mało czasu na rozwiązanie zadań, więc jak ktoś dobrze się nie pouczył to nie mógł mieć wysokich ocen”, „Jeśli ktoś przygotował się do testu, to nie ma znaczenia w jaki sposób będzie go pisał”, „Uważam za sprawiedliwy choć trudny”, „Czasem dostajemy za mało czasu”, „Zbyt duża liczba pytań w stosunku do czasu danego na egzamin”.
- Inne. „Tak, ale zwiększyłbym nacisk na wykazanie się umiejętnościami zamiast wiedzą”.

Podsumowując można uznać, że studenci są za egzaminami on-line i uważają te egzaminy za sprawiedliwe. Potwierdzają także, że taka forma egzaminu ułatwia ściąganie. Natomiast wprowadzenie ograniczeń czasowych na egzaminach wprowadza trudności w odpowiadaniu na pytania. Można uznać, że niektórzy studenci gorzej znoszą fakt skrócenia czasu na wyznaczenie poprawnej odpowiedzi.

Na koniec prowadzący zapytał „**Wyniki testów mogą być niesprawiedliwe, ze względu na stosowane sposoby naruszania (oszukiwania) wyników testów. Jakie sposoby oszukiwania mogą być najczęściej stosowane?**”. Studenci odpowiedzieli następująco:

- Jako najprostszy sposób ściągania studenci podają wyszukiwanie odpowiedzi w Internecie: „Wyszukiwanie odpowiedzi na pytania w Internecie”, „Szukanie odpowiedzi w Google”, „Używanie przeglądarki/telefonu”.
- Jako propozycję rozwiązania tego problemu szukania odpowiedzi w Internecie, studenci proponują rozwiązania: „Dobrym sposobem

są specjalne przeglądarki np. Safe Exam Browser”. Interesujące było to, że studenci pozytywnie odnieśli się do przeglądarki Safe Exam Browser (SEB). Użycie tej przeglądarki podczas testów powoduje, że studenci mają zablokowaną nawigację i przełączanie się do innych aplikacji.

- Kolejnym sposobem oszukiwania jest korzystanie z wiedzy innych osób: „Pomoc osób trzecich”, „Konsultacja ze specjalistami w tej dziedzinie”, „Prośba o pomoc kogoś, kto może pomóc i jest kompetentny spoza studiów – osoba z pracy etc.”, „Konsultacje z innymi”.
- Następnym sposobem ściągania jest: „Korzystanie z notatek”, „Korzystanie z własnych notatek podczas egzaminów”, „Ściągi”, „Szukanie informacji w zeszycie”.
- Kolejną metodą jest „Otrzymywanie odpowiedzi do testów od poprzednio zdających grup”.
- Inne uwagi: „Uważam, że powinno się skupiać na tych, którzy faktycznie chcą się czegoś nauczyć. Zawsze będzie jakiś sposób na oszukiwanie na egzaminie, skupianie się na tych, którzy oszukują często utrudnia tylko życie tym uczciwym”, „Osobiście swoją ocenę z testu traktuję jako „średnią” moich umiejętności z danego zakresu. Jeśli ktoś ma więcej punktów ode mnie ponieważ oszukiwał to dla mnie obojętne – ja tu jestem dla siebie i uczę się dla siebie”.

Przeglądając odpowiedzi można uzyskać informację o sposobach oszukiwania oraz znaczenia oszukiwania dla poszczególnych studentów. Prowadzący musi uznać, że środowisko w którym zdają studenci umożliwia ściąganie. Dla prowadzącego oznacza to, że powinien korzystać z egzaminów on-line, lecz jednocześnie winien szukać dodatkowych niezależnych sposobów weryfikacji wiedzy i umiejętności studentów.

Zasady przeprowadzania wykładów (konwersatoriów)

Jednym z istotnych zagadnień jest wbudowanie w nauczaniu zdalnym czynnika ludzkiego (human touch). Czynniki ludzkie (human touch) dotyczą ludzi, którzy w sposób przyjazny rozumieją odczucia i problem innych. Dotyczy on komunikowania się z wykorzystaniem czynnika ludzkiego. Model Community of Inquiry¹⁵ jest popularnym podejściem do projektowania doświadczeń edukacyjnych w środowisku online.

¹⁵⁾ Garrison DR, Anderson T, Archer W., *Critical Inquiry in a Text-Based Environment: Com-*

Przedstawia on proces uczenia w oparciu o:

- Obecność społeczną – powiązania między uczniami,
- Obecność nauczyciela – powiązania z nauczycielem (obecność instruktora, prowadzenie i ułatwianie procesu uczenia się),
- Obecność poznawcza – powiązania z treściami i działaniami edukacyjnymi. Przykładowo w pracy¹⁶ zastosowano ten model dla studentów informatyki.

W wyniku analizy literatury i własnych doświadczeń wybrano następujące zagadnienia mające duże znaczenie dla pokolenia Z:

- Czynniki ludzkie (Human touch). Stosowanie platform edukacyjnych umożliwiających bezpośrednią komunikację głosową i wideo. Studenci szukają kogoś z autorytetem potrafiącego zainteresować obszarem wiedzy.
- Studenci chcą aby to, czego się nauczyli, miało dla nich znaczenie. W tym przypadku należy wybierać taki materiał, który dla studentów jest istotny. Należy zatem podać w jakich przypadkach może mieć on zastosowanie w życiu zawodowym lub osobistym.
- Studenci chcą łatwej i dostępnej nauki zdalnej. Łatwe połączenia, niezawodny Internet, synchroniczne i asynchroniczne uczenie się
- Nierozłączne powiązanie z urządzeniami przenośnymi takimi jak smartfon i tablet.
- Krótkie quizy online. Proponuje się przeprowadzenie krótkich testów pod koniec każdego wykładu, by mobilizować studentów do koncentracji.
- Praca w małych grupach. Wzmacnia ona kreatywność i zwiększa czynnik ludzki.
- Ocena pracy grupy. Ocenianie pracy grupy nad wspólnymi projektami.
- Aktywne zajęcia edukacyjne. Tu należy wybrać rozwiązania aktywizujące, np. przy braku aktywności studentów losowe wybieranie tych, którzy mają odpowiedzieć na pytanie lub zabrać głos w dyskusji.
- Zwiększenie umiejętności cyfrowych studentów. Pomimo tego, że pokolenie Z jest obyte ze smartfonami, Internetem to nie oznacza, że uzyskało ono dojrzałość wykorzystania środków cyfrowych. Np. wykorzystanie miro i zawartych w nich różnych szablonów.

puter Conferencing in Higher Education., [w:] "Internet High Educ", 1999, 2:87–105. [https://doi.org/10.1016/S10967516\(00\)00016-6](https://doi.org/10.1016/S10967516(00)00016-6).

¹⁶⁾ Community of Inquiry in an Online Undergraduate Information Technology Course. JITE 6:153–168. <https://doi.org/10.28945/207>.

- Gry, grywalizacja. Pokolenie, które jest związane z grami wirtualnymi. Uczestnicząc w grze są aktywnie skoncentrowani nad zagadnieniem.
- Dbałość o studentów i informacja zwrotna. Studenci bardziej się angażują, gdy dbamy o ich zainteresowania i potrzeby. Uzyskujemy i dajemy informację zwrotną z postępu prac.
- Zdalne uczenie się jako uzupełnienie i zamiennik uczenia się osobiście. W związku z tym, że zdalne nauczanie będzie coraz bardziej stosowane, należy zadbać o jego efektywne, dojrzałe stosowanie.
- Bardziej przejrzysta komunikacja przy wykorzystaniu dostępnych kanałów komunikacyjnych.
- Otwarte studia (open source studies) – chcą móc dobierać własny program studiów, indywidualny tok studiów.
- Rozwój relacji międzyludzkich, także relacji w mediach społecznościowych.

Przeprowadzanie wykładów w okresie po pandemicznym dla pokolenia Z nie może być tylko webinarium. Należy dbać o to, by w trakcie zajęć uwzględniać potrzeby tego pokolenia. Dużym problemem w trakcie prowadzenia wykładów, konwersatoriów jest aktywizacja studentów. Jednym ze sposobów takiej aktywizacji są quizy.

Dobre praktyki w prowadzeniu ćwiczeń w okresie post-pandemicznym

W rozdziale tym zostanie poruszonych wiele kwestii dotyczących prowadzenia ćwiczeń z wykorzystaniem wiedzy i umiejętności zdobytych w trakcie nauczania zdalnego. Poruszony zostanie problem oceny studentów z pokolenia Z, ich aktywizacji i kontroli pracy. Będą również ujawniane inne kwestie nauczania zdalnego z sugestiami ich rozwiązania.

Głównym celem tej części artykułu jest przekonanie czytelnika o tym, iż w przyszłości po wypracowaniu pewnych zasad oceniania i nie tylko, jest możliwe przeprowadzanie efektywnych i w pełni wartościowych zajęć zdalnych, nawet gdy nie będzie takiej konieczności. Warto wykorzystywać techniki informatyczne do przedstawiania, prezentowania i rozwiązywania niektórych zadań. Jest to niezbędne w celu podążania za rozwijającym się oprogramowaniem edukacyjnym.

Wszystkie zawarte w tej części artykułu spostrzeżenia i sugestie wynikają z obserwacji, udziału w konferencjach, kursach organizowanych przez WSEI

w Krakowie, dyskusjach dotyczących zajęć zdalnych, doświadczeniu autora w prowadzeniu zajęć stacjonarnych wspomaganych technikami informatycznymi oraz zdalnych z przedmiotów takich jak matematyka, statystyka opisowa, matematyka dyskretna, matematyka finansowa, przy użyciu różnorodnego oprogramowania m.in.: Platforma Moodle, Whiteboard, MS Teams, Geogebra, Wolfram Alpha, Epicpen, Excel.

Podczas początkowych zajęć zdalnych głównie wykorzystywane były metody podające takie jak: wykład informacyjny, opowiadanie, opis, odczyt, objaśnienie; rzadziej problemowe, czy aktywizujące. Tego typu metody wprowadzane podczas ćwiczeń zdalnych absorbowały i pochłaniały dużą ilość energii emocjonalnej oraz wymagały wysokiej i długotrwałej koncentracji, co powodowało ogólne zmęczenie prowadzącego i mogło powodować spadek jakości kolejnych zajęć w tym samym dniu. Dodatkowy dyskomfort dla prowadzącego to brak wizerunku studenta na miniaturkach, opóźnienie w odpowiedziach na zadawane pytania, brak realnej kontroli nad czynnym uczestnictwem. Dość częste wymówki studentów o braku lub problemach z mikrofonem, kamerą połączone ze świadomością utraty autorytetu po kilkukrotnych nieudanych prośbach o włączenie kamery, doprowadzały do unikania kontaktu ze studentem, co w konsekwencji uniemożliwiało aktywizację, pracę samodzielną studentów, a ćwiczenia sprowadzały się do formy wykładowej. Mimo iż studenci preferowali tę formę zajęć, to jak wiadomo nie sprawdza się ona podczas ćwiczeń „Powiedz mi, a zapomnę, pokaż mi, a zapamiętam, pozwól mi zrobić, a zrozumiem”¹⁷.

Główne wady i błędy w prowadzeniu początkowych zajęć online wskazywane przez studentów¹⁸, to: trzeszczące mikrofony, przerywanie (skreczowanie) dźwięku, opóźnienia obrazu względem dźwięku, słaby Internet, zbyt szybkie tempo realizacji przerabianego materiału. Mimo tych niedogodności studenci bardzo pozytywnie odbierają zajęcia zdalne, a oprócz profitów ekonomicznych doceniają wygodę oraz możliwości powracania do wykładów w dowolnym momencie poprzez odtwarzanie nagrań. Oczywiście bez zgody uczestników zajęcia nie powinny być nagrywane. Studenci często stosują jednak narzędzia do nagrywania pulpitu nagrywając je i wykorzystują nagranie dla potrzeb własnych. Przykładowo w systemie operacyjnym Windows 10, skrót klawiaturowy win+alt+r wywoła narzędzie do nagrywania, którego działania nie jesteśmy w stanie wykryć ze strony pro-

¹⁷⁾ Konfucjusz.

¹⁸⁾ Ankietowanie studentów w WSEI w Krakowie dot. zajęć zdalnych.

wadzącego. Z drugiej strony prowadzący mogą wykorzystywać sytuację oraz nagrywać część wykładu odtwarzając go, przez co może dochodzić do sytuacji absurdalnych, w których nieobecny student nagrywa zajęcia odtwarzane przez nieobecnego prowadzącego. Jest to oczywiście sprzeczne z poruszonym wcześniej zagadnieniem human touch. Do głównych argumentów przeciw prowadzeniu zajęć zdalnych dochodzi również utrudniona weryfikacja zdobytej wiedzy i umiejętności.

Wszystkie te przeszkody i problemy budzą pewne wątpliwości i pytania, czy jak już pandemia się skończy, to czy zasadnym jest kontynuowanie wykładów lub ćwiczeń w formie zdalnej. W przypadku kontynuacji rodzi się pytanie, czy możliwe jest uzyskanie efektów zbliżonych do tych osiągniętych przy standardowym nauczaniu, oraz jak aktywizować, egzaminować i sprawiedliwie oceniać, aby zminimalizować możliwości oszustwa a zmaksymalizować pracę studenta, a tym samym efekty nauczania. Zdecydowanie najważniejszą i najbardziej istotną funkcją jest możliwość tworzenia tak zwanych testów (quizów), które są idealnym narzędziem do weryfikacji wiedzy i umiejętności, co ma wpływ na sprawiedliwą ocenę studentów pokolenia Z. Jedną z głównych zalet tych testów jest to, że można do pytań wprowadzać parametry wybierane losowo z dowolnie ustalonego zakresu. W tym celu wystarczy umieścić je w nawiasie klamrowym. Zróżnicowane w ten sposób pytania blokują możliwość odpisywania i zmuszają studentów do pracy indywidualnej. Dodatkowo Moodle obsługuje język LaTeX więc opracowanie zadań nie ma ograniczeń graficznych. Poniżej przedstawiony zostanie przykład z parametrami $\{a\}=-4$ i $\{b\}=-2$ w którym jako odpowiedź należy wpisać liczbę $(\{a\}+2*\{b\})/2$, czyli $(-4+2*(-2))/2=-4$.

Na rys. 5 przedstawiono widok zadania w edytorze tekstowym, a następnie efekt końcowy po wylosowaniu parametrów.

Rysunek 5. Widok przykładowego zadania w edytorze tekstowym

Parametr k dla którego macierz $D = \begin{bmatrix} 2 & -1 & 0 \\ 2 & 1 & 2 \\ -4 & -2 & k \end{bmatrix}$ jest macierzą osobliwą wynosi:

Odpowiedź:

Źródło: opracowanie własne.

Parametr k dla którego macierz $D = \begin{bmatrix} 2 & -1 & 0 \\ 2 & 1 & 2 \\ a & b & k \end{bmatrix}$ jest macierzą osobliwą wynosi:

To zadanie miało dać studentowi możliwość sprawdzenia umiejętności liczenia wyznacznika macierzy 3×3 bez użycia narzędzi informatycznych np. funkcji z Excela WYZNACZNIK.MACIERZY(). Jest to znakomity przykład na to, iż odpowiednia konstrukcja zadania wymusza stosowanie pożądaných metod do rozwiązywania określonych problemów.

Tego typu zadania poprzedzone odpowiednim wprowadzeniem i realizowane podczas trwania ćwiczeń zdalnych kontrolują pracę indywidualną studenta, jego czynny udział w zajęciach, aktywizują oraz są dobrym wyznacznikiem sprawiedliwej oceny końcowej. Co więcej, testy te mogą urozmaicić zajęcia stacjonarne, co zostało przez autora sprawdzone i z dobrym efektem wielokrotnie wykorzystywane jeszcze przed pandemią. Oczywiście tego typu pytania to tylko namiastka tego co oferuje Moodle. Poniżej przedstawione zostaną główne zalety tego oprogramowania:

- Automatyczne przydzielanie studentów do odpowiednich grup ćwiczeniowych, rozdzielanie przy pomocy różnicowania hasła.
- Zadania z możliwością dodawania plików np. wykonanych projektów, rozwiązanych kolokwii, itp.
- Dziennik ocen zawierający wszystkie elementy składające się na ocenę końcową, np. punkty z kolokwium, wyniki testów (quizów), oceny z projektów, czy aktywności.
- System informujący studenta drogą mailową o aktualnościach, wpisywanych ocenach, wynikach, czy też informacjach przekazywanych na forum.
- Bardzo szeroki wachlarz ustawień oraz raportowania.

Ogromne znaczenie podczas pracy zdalnej ma kontrola czynnego uczestnictwa, gdyż obecność na ćwiczeniach to podstawa uzyskania zakładanych efektów. Oprogramowanie Teams wyposażone jest w system podnoszenia „łapek” w górę. Ta funkcjonalność pozwala uatrakcyjnić zajęcia i wyłonić aktywnych uczestników. Warto jednak pamiętać, iż znaczna część studentów niechętnie podejmuje dyskusje. Ten problem łatwo rozwiązać np. poprzez ograniczenie maksymalnej ilości zdobywanych punktów na jednym spotkaniu, a po wyczerpaniu zgłoszeń odpytywać kolejno z listy obecności. Studenci po udzieleniu poprawnej odpowiedzi zaznaczają swą aktywność na czacie, która po zajęciach lub np. w trakcie trwania quizów zostaje uzupełniana na platformie Moodle. Takie działania pozwalają na płynne prze-

prowadzanie zajęć i utrzymują studentów w gotowości a dzięki odpytywaniu kolejno z listy obecności studenci nie są zaskoczeni pytaniem i odpowiadają w krótkim czasie.

Efekty nauczania w głównej mierze zależą od czynnego uczestnictwa oraz odpowiedniego przygotowania studenta do udziału w zajęciach. Sprawiedliwa ocena i ograniczenie możliwości oszustwa zwiększają efektywność nauczania. Bądźmy świadomi, że dla studentów pokolenia Z odpisywanie, (a może bardziej ściąganie), nie stanowi żadnych problemów. Jednocześnie wiadomo, że tego typu działania mają degradujący wpływ na zdobywanie wiedzy i umiejętności przez studentów. Włączanie kamer podczas pisania prac nie blokuje w żaden sposób tego procederu, gdyż studenci mogą kontaktować się poprzez inne urządzenia, słuchawki, zestawy głośnomówiące lub po prostu przesyłać pliki z rozwiązaniami zadań.

Można zastanowić się nad metodą weryfikacji, którą nazwiemy im więcej, tym lepiej. Metoda ta polegałaby na umieszczaniu w kolokwium zbyt dużej ilości zadań w stosunku do czasu przeznaczanego na ich rozwiązanie, ale będzie ona nieskuteczna i niepoprawna dydaktycznie, gdyż wzbudzi frustracje i zmniejszy pewność co do wiedzy zdobytej podczas zajęć. Inną, sprawdzoną metodą weryfikacji, która zwiększy zróżnicowanie ocen jest stworzenie dwóch grup, łatwiejszej i trudniejszej z możliwością wyboru. Studenci mniej przygotowani i liczący na pomoc pozostałych wybiorą łatwiejszą grupę, natomiast ci którzy nabrali umiejętności i są pewni, że poradzą sobie sami wybiorą trudniejszą grupę. Podział w zależności od trudności zadań można wyznaczyć dowolną oceną np. dla grupy łatwiejszej ocena maksymalna to 4,0 lub maksymalna ilość punktów to 7/10.

Czynne uczestnictwo jako dobry wyznacznik zdobytej wiedzy i umiejętności, to następny punkt sprawiedliwej oceny. Aktywna obecność na zajęciach była i jest w silnej korelacji z oceną końcową, dlatego podczas zajęć zdalnych należy przyznać jej większy udział w tej ocenie. Aktywność na ćwiczeniach można kontrolować poprzez opisane wyżej quizy Moodle, testy, oceny zadań wysyłanych na zajęciach lub poprzez odpytywanie z listy obecności. Dobrym dodatkiem do tak konstruowanej oceny byłaby kontrola pracy własnej studenta poprzez realizację indywidualnych projektów, które studenci wykonywaliby samodzielnie. Dobrą praktyką byłoby, aby projekty były różne i aby nie można było je kopiować. Przykładowy efekt tych działań opracowany automatycznie przez oprogramowanie Moodle przedstawia tabela 1, a rozkład zdobytych punktów dla 170-ciu studentów należących do kursu Moodle ukazuje rysunek 6.

Tabela 1. Przykład kontroli własnej studentów

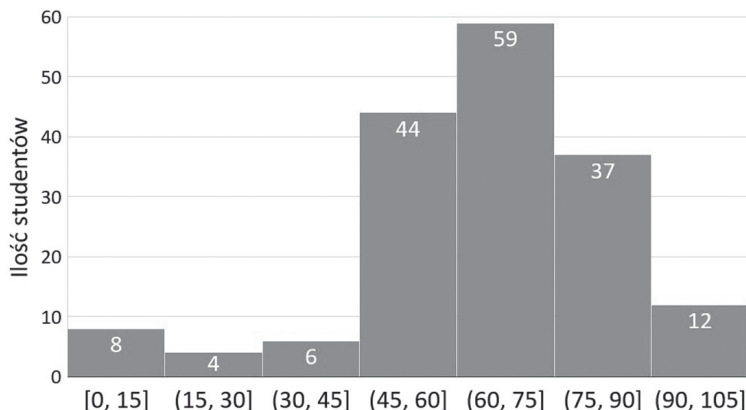
Imię	Nazwisko	Aktywność (12pkt)	Kolokwium (50pkt)	Kolokwium poprawa (50pkt)	Projekt (20pkt)	Test z ćw. 1	Test z ćw. 2	Test z ćw. 3	Test z ćw. 4	Test z ćw. 5	Test z ćw. 6	Test z ćw. 7	Test z ćw. 8	Ćwiczenia 9 - tutaj przesyłamy rozwiązania	W całym kursie (Punkty)	OCENA KOŃCOWA
Ma	Al	2	49	-	20	2	-	2	2	2	2	2	1	-	84	4,5
AN	AN	2	30	-	18	2	2,5	0	0	1	2	2	1	-	60,5	3,5
Ye	Az	-	18	25	15	-	-	-	0	-	2	-	1	-	61	3,5
To	Ba	7	40	-	19	1,5	3	2	2	1	2	2	1	-	80,5	4,5
Ko	Ba	12	40	-	20	2	3	1	2	2	2	2	1	2	89	5
Wi	Bi	1	31	-	16	2	1	1	2	0	2	2	1	2	53	3
Ka	Ch	7	29	-	19	2	2,5	2	2	1	2	2	1	-	69,5	4
Da	Ci	1	30	-	17	2	2	2	2	1	2	2	1	2	64	3,5
Mi	Ci	-	-	-	-	0,5	-	-	-	-	-	-	-	-	0,5	2
To	Ci	5	8	16	17	1	3	2	2	2	2	2	1	-	53	3
Pa	Cz	5	29	-	-	1	3	2	2	2	2	2	1	-	49	3
Hu	Cz	12	49	-	18	2	3	2	2	2	2	2	1	2	97	5
Ar	De	5	14	-	-	0	1	-	2	-	2	1	-	-	25	2
An	Di	3	23	-	18	0	1,5	2	2	1	2	2	1	-	55,5	3
Bo	Di	6	29	-	17	1	2	1	-	1	0	1	1	-	59	3,5
Kr	Do	6	48	-	20	1,5	3	1	2	2	2	0	1	2	88,5	5
...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...

Źródło: opracowanie własne.

Rozkład punktacji jest lewo-skośny i leptokurtyczny, co w konsekwencji po przeprowadzeniu testu Shapiro-Wilka daje przesłanki do odrzucenia hipotezy o jego normalności, ale przy takim podziale (Rys. 1) kształtem przypomina rozkład normalny. Dodatkowo po odrzuceniu 10-ciu studentów z najmniejszą ilością punktów, powyższy test zwraca dość duży ($>0,04$) parametr p-value. W tym kursie średnia ilość zdobytych punktów wynosiła około

64, co odpowiada ocenie 3,5 a obserwowane zróżnicowanie to 20 punktów, co odpowiadało dwóm stopniom.

Rysunek 6. Rozkład zdobytych punktów przez studentów



Źródło: opracowanie własne.

Analiza ocen końcowych to ważny element procesu oceniania. Wprowadzenie tego elementu jako dobrej praktyki, przynajmniej przez kilka początkowych semestrów pracy zdalnej, usprawni i przyspieszy kształtowanie systemu i sposobu zdalnego oceniania studentów z pokolenia internetowego.

Dobre praktyki w prowadzeniu laboratoriów/projektów w okresie post-pandemicznym

W odróżnieniu od ćwiczeń audytoryjnych, w których przeważają metody heurystyczne i w dużej mierze sprowadzają się one do rozwiązywania i analizowania różnego rodzaju zadań, ćwiczenia laboratoryjne są trudne, a w niektórych przypadkach niemożliwe do przeprowadzenia w sposób zdalny.

Główną barierą uniemożliwiającą stosowanie tej formy zajęć w przypadku laboratoriów są ograniczenia dostępu do pomocy naukowych, m.in. sprzętu, oprogramowania, czy materiału na którym lub przy pomocy którego prowadzone są studenckie eksperymenty. Inne przeszkody to brak możliwości utrzymania wysokiej jakości kontroli i nadzoru pracy studenta, wymiany doświadczeń wewnątrz grupy i obserwacji pracy innych, czy wyciągania wniosków z błędów

popęlnianych przez pozostałych członków grupy. Zajęcia laboratoryjne z reguły przeprowadzane są w małych grupach. Każdy uczestnik ma możliwość konfrontacji swojej pracy z prowadzącym, dostęp do sprzętu, oprogramowania, czy dyskusji w obrębie grupy. Te profity nie są w pełni obserwowane podczas wirtualnych spotkań, między innymi dlatego w okresie po pandemicznym zajęcia laboratoryjne nie powinny być przeprowadzane w sposób zdalny.

Dobłą praktyką wykorzystującą zdobyte umiejętności poprzez doświadczenia związane z zajęciami zdalnymi byłoby w przypadku laboratoriów przeprowadzanie zdalnych konsultacji, tak aby ułatwić kontakt studentów z prowadzącym w bardziej elastycznym terminie. Należy zauważyć, że przed pandemią studenci bardzo rzadko kontaktowali się drogą elektroniczną w celu wyjaśnienia nawet drobnych wątpliwości. Zajęcia na odległość zacierają te opory i słuchacze są bardziej otwarci na elektroniczną korespondencję, zarówno z prowadzącym jak i wewnątrz grup. Sensownym wydaje się więc wykorzystanie tych zacierających się granic komunikacji. Szanując czas prowadzących i biorąc pod uwagę dobro studentów, dobrą praktyką byłoby aby propagować możliwość konsultacji w dowolnym momencie z zastrzeżeniem odpowiedzi nie później niż ustalony najwcześniej termin konsultacji. Oczywiście tego typu konsultacje zalecane są dla każdego rodzaju ćwiczeń, a nawet wykładów, gdyż zdalna dyskusja na tematy naukowe nie odbiega zbyt jakością od spotkania w cztery oczy, a różnice są rekompensowane czasem oczekiwania na wyjaśnienie wątpliwości co do przekazywanych na zajęciach treści.

W dalszej części opisana zostanie w skrócie metoda projektu (ang. *project-based learning*) przez którą studenci uczą się krytycznego spojrzenia na własną pracę, godnego przyjmowania porażek, odszukiwania wartościowych materiałów, wykorzystania wiedzy i posiadanych umiejętności, samodzielności i organizacji, planowania, radzenia sobie z emocjami, rozwoju zainteresowań, postaw prospołecznych, samokształcenia czy aktywności. Ta metoda dobrze poddaje się pracy zdalnej, gdyż w głównej mierze to student lub grupa studentów realizuje projekt wg. instrukcji prowadzącego. Dobrą praktyką w tego typu zajęciach byłoby ułożenie harmonogramu pracy projektowej, tj. np. przygotowanie (wybór odpowiednich tematów, dobranie grup, zbieranie materiałów, rozdzielenie obowiązków), realizacja (pomoc poprzez zdalne konsultacje, wskazówki, wstępna krytyka), ewaluacja (ocena projektu pod względem poprawek), prezentacja i ocena. Ważne, aby każdy student (grupa studentów) mógł zaprezentować publicznie zrealizowany projekt.

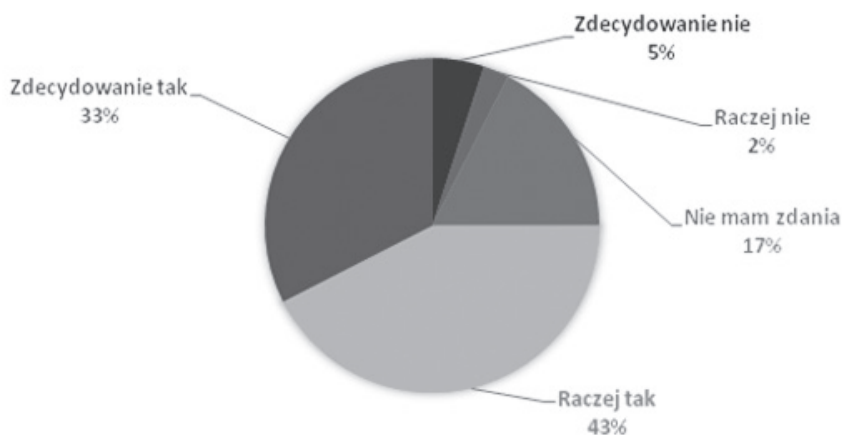
W tego typu zajęciach łatwo jest wykorzystać doświadczenia pracy zdalnej, gdyż oprócz konsultacji zdalnych sugerowaną dobrą praktyką byłoby prze-

prorowadzenie kilku zajęć w trybie online, szczególnie gdy projekt prezentowany byłby w formie elektronicznej. Studenci przedstawiający swoje, (po części skończone) prace nie tylko nabierają wprawy i kompetencji społecznych, ale również doświadczenia w zespołowej pracy zdalnej, która jest szeroko stosowana w środowisku informatycznym.

Niektóre zajęcia mają formę projektową. Studenci podzieleni na grupy rozwiązują problemy w grupach. Namiastką takiej pracy w nauczaniu zdalnym jest tworzenie małych, kilkuosobowych zespołów, które pracują w oddzielnych salach zwanych po angielsku breakout rooms. Proponowane są różne dobre praktyki związane z tymi salami, np. *Break out of the classroom: How to deliver engaging learning experiences remotely* dotyczącymi liczebności przydzielonych osób (od 2 do 6 osób), konieczności wyjaśnienia zadań, dostarczenia odpowiednich materiałów instruktażowych.

Na pytanie „**Czy praca w małych zespołach w wydzielonych salach jest dobrym rozwiązaniem?**” studenci w pełni zaakceptowali tą formę zajęć. Opowiedziało się za nią aż 76% respondentów.

Rysunek 7. Rozkład odpowiedzi na pytanie „Czy praca w małych zespołach w wydzielonych salach jest dobrym rozwiązaniem?”



Źródło: opracowanie własne.

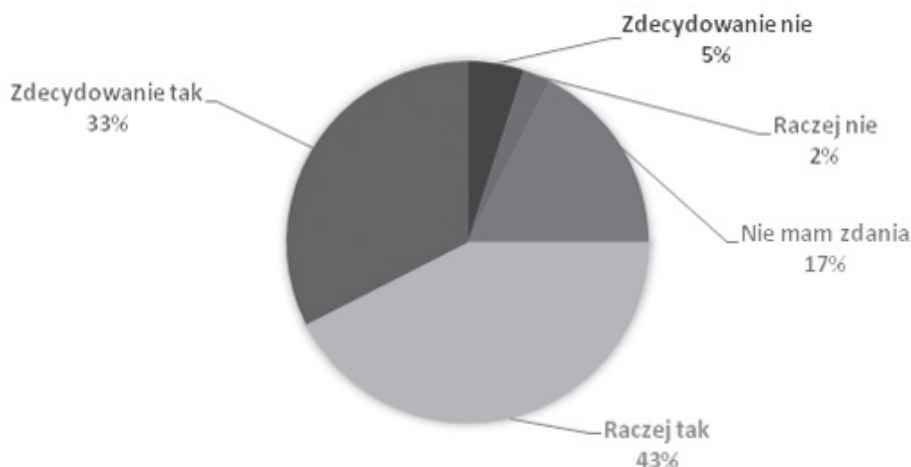
Na pytanie „**Jakie są główne problemy ze współpracą w zespołach umieszczonych w oddzielnych wirtualnych salach?**” studenci odpowiedzieli następująco:

- Duża część studentów wypowiada się na temat nierównomiernej pracy studentów, chociaż dla zdecydowanej większości taka forma zajęć była bardzo satysfakcjonująca. Prowadzący zauważył, że aktywność grupy w dużej mierze zależała od składu grupy i wybranego lidera grupy. Potwierdzają to wypowiedzi studentów. Niektóre zespoły pracowały bardzo efektywnie „Nie wszystkie zadania da się wykonać w czasie zajęć później ciężko zorganizować zespół żeby dokończyć go w inny dzień”. Zdaniem wielu studentów głównym problemem była mała aktywność niektórych członków zespołów: „Niektórzy członkowie zespołów bywają bardzo mało aktywni”, „Przed wszystkim ludzie nie współpracują”, „Jak zadania są za duże i trzeba się umawiać w innych terminach na spotkania to jednak połowa osób nic nie robi”, „W 5-osobowej grupie i tak pracują tylko dwie”, „Nie wszystkie zadania da się wykonać w czasie zajęć – później ciężko zorganizować zespół, żeby dokończyć go w inny dzień”.
- Innym zagadnieniem poruszonym przez studentów była dostępność wykładowcy, który zazwyczaj wędruje pomiędzy salami. Wskazują na to odpowiedzi „Trudność z zadaniem pytań profesorowi, wtedy kiedy się nasuną, a nie podczas typowego pytania „są jakieś pytania?”, „Oczekiwanie na wykładowcę, gdy pojawi się pilne pytanie”, „Na początku często brak zrozumienia zadania”, „To, że późno zaczynamy i brakuje czasu przed kolejnymi zajęciami”, „W przypadku zacięcia się w zadaniu jest możliwość szybkiego „przeskoczenia” do innej sali i dopytania innej grupy lub wykładowcy”.
- Część studentów wskazuje na problemy związane z kontaktem bezpośrednim przez studentów. Głównie jest to problem związany z brakiem kontaktów face-to-face. Daje on znać o sobie gdy trzeba coś narysować na papierze, zwiualizować coś innym osobom.

Studenci bardzo cenią sobie pracę w interaktywnych zespołach (Rys. 7). Tym niemniej wskazują na nierównomierną pracę w zespołach oraz czasami na trudności w konsultacjach z prowadzącym, który wędruje pomiędzy pokojami. Wskazują oni także, że środki techniczne do pracy interaktywnej nie zawsze są wystarczająco dobre w porównaniu z bezpośrednim kontaktem.

Z kolei zapytano studentów „**Czy zastosowanie interaktywnej tablicy Miro jest dobrym rozwiązaniem?**”. Tutaj akceptowało to rozwiązanie aż 93% studentów. Wynika to najprawdopodobniej z wielu możliwości tablicy Miro. Inne narzędzia do pracy interaktywnej miały znacznie mniejsze poparcie.

Rysunek 8. Rozkład odpowiedzi na pytanie „Czy zastosowanie interaktywnej tablicy Miro jest dobrym rozwiązaniem?”



Źródło: opracowanie własne.

Wyniki ankiet wskazują, że przy pewnych uwarunkowaniach da się prowadzić laboratoria projektowe w sposób efektywny przy użyciu pracy zdalnej.

Wnioski

W okresie po-pandemicznym nie będzie powrotu do nauki w takim standardzie, jaki obowiązywał przed pandemią. W okresie pandemii praktycznie cała kadra w szkolnictwie wyższym zdobyła doświadczenie w zakresie prowadzenia zajęć on-line. Jednakże w okresie post-pandemicznym nie mogą być stosowane takie metody jak podczas stanu wyjątkowego. Uczelnie utrzymując przynajmniej częściowo pracę zdalną muszą w znaczący sposób ją usprawnić, tak by wszyscy uczestnicy tego procesu byli zadowoleni, a to nie jest sprawą łatwą.

Nauczanie zdalne bardzo wiele wniosło i ułatwiło zrozumienie zapotrzebowania na innowacyjne i nowoczesne rozwiązania w szkolnictwie. Ta wiedza w połączeniu z wyrobieniem dobrych praktyk prowadzenia zajęć zdalnych może usprawnić system nauczania i ukierunkować go w bardziej ekonomiczną i praktyczną stronę. Zajęcia hybrydowe byłyby dobrym początkiem reformy idącej z trendem informatyzacji, a ustalenie zasad ich przeprowadzania kluczowym elementem utrzymującym wysoki poziom nauczania. Wspomagane odpowiednim oprogramowaniem zajęcia on line w nieznacznym stopniu odbiegają od tych tradycyjnych. Warto więc wykorzystać możliwość ich przeprowadzania, gdyż niosą ze sobą nowe rozwiązania. Zauważalne zacieranie barier w trakcie komunikacji elektronicznej wykorzystane w odpowiedni sposób (np. do konsultacji) może sprzyjać procesowi kształcenia i zwiększać komfort pracy zarówno studentów jak i wykładowców.

Wykorzystanie oprogramowania typu Moodle do sprawdzania wiedzy i umiejętności, wdrażane w zajęciach stacjonarnych jako ciekawy ich dodatek urozmaica i ułatwia ocenę studenta. Konferencje, wykłady, ćwiczenia, spotkania i dyskusje prowadzone zdalnie powinny stać się normą, a ustalenie odpowiednich zasad, dobrych praktyk koniecznością efektywnego ich przeprowadzania. Nowa forma kształcenia dotyka wielu problemów, których rozwiązania powinny nieustannie ewaluować, aby ukształtowały się solidne zasady prowadzenia efektywnych zajęć zdalnych. Po wprowadzaniu poszczególnych technik, dobrych zasad czy nowych rozwiązań, należałoby przeprowadzić dodatkowe badania ich skuteczności, co umożliwiłoby eliminację nietrafnych rozwiązań. Coroczne badania zadowolenia studentów prowadzone pod kątem wdrażania i zastosowania nowoczesnych form i technik kształcenia są istotne dla rozwoju szkolnictwa wyższego w tym kierunku.

Literatura

1. Dhinakaran V, Partheeban P, Ramesh R, et al., *Behavior and Characteristic Changes of Generation Z Engineering Students*. In: "6th International Conference on Advanced Computing and Communication Systems (ICACCS)", 2020, pp 1434–1437.
2. Dolot A, *The characteristics of Generation Z*. *E-Mentor*, 2018, pp.44–50. <https://doi.org/10.15219/em74.1351>.
3. Stachowska S., *The approach of the representatives of the z generation to their own development and future professional career – student perspective*, 2019.

4. Tadeusiewicz R., *E-learning na uczelniach*. In: *Księgarnia Internetowa PWN*. <https://ksiegarnia.pwn.pl/E-learning-na-uczelniach,899153610,p.html>. Accessed 7 Jul 2021.
5. Szczęsny S., *Studia dla Generacji Z? To będzie kosmos!*, In: „Szk. Wyższe – Stud. Kierun. Uczel”. <https://www.uczelnie.net/system-prawo-i-reformy/5357-studia-dla-generacji-z-to-bedzie-kosmos>. Accessed 17 Jul 2021.
6. Generation Z: *Re-thinking Teaching and Learning Strategies* | Faculty Focus., In: Fac. Focus High. Ed Teach. Learn. <https://www.facultyfocus.com/articles/teaching-and-learning/generation-z-re-thinking-teaching-and-learning-strategies/>. Accessed 18 Jul 2021.
7. *Gen Z remote learning trends for 2021.*, In: Ring Central. <https://www.ringcentral.com/us/en/blog/6-gen-z-remote-learning-trends-for-2021/>. Accessed 24 Jul 2021.
8. Garrison DR, Anderson T, Archer W., *Critical Inquiry in a Text-Based Environment: Computer Conferencing in Higher Education.*, [w:] “Internet High Educ.”, 1999, 2:87–105. [https://doi.org/10.1016/S1096-7516\(00\)00016-6](https://doi.org/10.1016/S1096-7516(00)00016-6).
9. *Community of Inquiry in an Online Undergraduate Information Technology Course*. JITE 6:153–168. <https://doi.org/10.28945/207>.
10. *Break out of the classroom: How to deliver engaging learning experiences remotely*. In: Barco. <https://www.barco.com/en/news/2021-05-18-deliver-engaging-remote-learning-experiences>. Accessed 23 Sep 2021.