

## **Metodologiczne wyzwania w ewaluacji międzynarodowych działań edukacyjnych na przykładzie projektu „EDU-ARCTIC – Engaging students in STEM education through Arctic research”**

TOMASZ JUŃCZYK<sup>1</sup>

Uniwersytet im. Adama Mickiewicza

Celem artykułu jest prezentacja doświadczeń ewaluacyjnych Instytutu Geofizyki Polskiej Akademii Nauk (IGF PAN) związanych z realizacją nieformalnego projektu dla uczniów w zakresie wsparcia kompetencji STEM o nazwie „EDU-ARCTIC – Innovative educational program attracting young people to natural sciences and polar research”. W pracy zaprezentowano krótką charakterystykę IGF PAN, istotę projektu pilotażowego, merytoryczne elementy właściwego projektu oraz proces i wyniki ewaluacji. W części „Dyskusja” przedstawiono kilka rekomendacji dla realizacji podobnych inicjatyw. Wskazano m.in. znaczenie zdefiniowania w projekcie tematu wiodącego, wpływ przekonania edukatorów i realizatorów o specyfice kompetencji STEM, istotność doboru właściwych instytucji partnerskich oraz konieczność uwzględnienia rodziców jako ważnego źródła wsparcia w rozwijaniu kompetencji.

SŁOWA KLUCZOWE: ewaluacja, STEM, edukacja, kompetencje.

### **Methodological challenges in evaluating international educational activities on the example of a project „EDU-ARCTIC – Engaging students in STEM education through Arctic research”**

The aim of this article is to present the Institute of Geophysics, Polish Academy of Sciences in the implementation of a project for various STEM competences

<sup>1</sup> E-mail: tomasz.junczyk@amu.edu.pl ORCID: 0000-0003-1664-0419

called „EDU-ARCTIC – an innovative educational program attracting young people to natural sciences and polar research”. A brief description of the IGF PAS, the essence of the pilot study, substantive elements of the proper project as well as the process and results of the evaluation were presented. A few recommendations for processing similar initiatives that emerged as a result of the post-project analysis were shown. Following factors were indicated as important: the significance of defining the leading topic of the project i.e. the Arctic, the impact of the beliefs that educators and implementers have about STEM competences on students' achievements, the importance of choosing the appropriate partner institutions and the need to consult parents as an important source of support in development of competencies.

KEYWORDS: evaluation, STEM, education, competence.

## Wprowadzenie

Odkąd w 2001 roku pojawiło się pojęcie STEM (Breiner, Harkness, Johnson i Koehler, 2012), powstało wiele opracowań wskazujących na konieczność podnoszenia efektywności nauczania w tym obszarze. Autorzy wskazują szereg argumentów, m.in.: podaż wykwalifikowanych specjalistów na rynku pracy; nieustanny rozwój technologii i wiedzy naukowej; wpływ uczenia się w obszarze STEM na rozwój zdolności krytycznego myślenia, umiejętności pracy w grupie, stawiania i weryfikowania hipotez, kreatywności; wpływ liczby wykształconych specjalistów na konkurencyjność narodowych gospodarek (Atkinson i Mayo, 2010; Duran i Şendağ, 2012; Mayasari, Kadarohman, Rusdiana i Kaniawati, 2016; West, 2012). Coraz częściej badacze wskazują również na nowy argument – brak znajomości podstawowej wiedzy technicznej może zwiększyć podatność na manipulację dokonywaną przez tych, którzy taką wiedzę posiadają (Harari, 2015). Rzecz jasną, nie wszyscy mogą i chcą być ekspertami w zakresie STEM, jednak dysponowanie choćby podstawową wiedzą i praktyką może pozwolić na uniknięcie szeregu coraz bardziej realnych zagrożeń związanych z użytkowaniem szeroko rozumianej technologii.

Skoro zatem konieczność nauczania w obszarze STEM pozostaje w zasadzie bezdyskusyjna, pojawia się pytanie: Jak to robić efektywnie? Od technologii przechodzimy zatem do edukacji. Uogólniając, istnieją dwa główne nurty nauczania STEM: formalny, oparty na narodowych programach nauczania i kreowany przez politykę edukacyjną danego kraju, oraz nieformalny, dużo

bardziej różnorodny. Edukacja nieformalna pozwala na podejmowanie inicjatyw, które niejednokrotnie nie są możliwe w ramach standardowej działalności szkół (Etling, 1993). Łączy w sobie zabawę, poczucie sprawczości uczestników, interdyscyplinarność (często stanowiącą wyzwanie dla nauczycieli), możliwość długoterminowego zaangażowania wielu specjalistów z różnych obszarów (np. naukowców, przedstawicieli biznesu, hobbystów, praktyków) oraz swobodę organizacyjną i finansową. W krajach nieanglojęzycznych zdecydowaną korzyścią z edukacji nieformalnej jest udzielanie różnych form wsparcia w grupach międzynarodowych, gdzie językiem komunikacji jest angielski. Edukacja w języku angielskim sprzyja budowaniu u uczniów poczucia kompetencji w posługiwaniu się nim. Spośród wielu zalet nieformalnych projektów nauczania STEM należy wymienić jeszcze jedną – uzyskanie określonej oceny końcowej z reguły nie jest najważniejszym kryterium sukcesu, jak często zdarza się to w edukacji formalnej. Tu jednak pojawiają się pewne wyzwania ewaluacyjne, chociażby w zakresie zdefiniowania i mierzenia kryteriów sukcesu projektu.

## Charakterystyka projektu EDU-ARCTIC

Ogólnym celem projektu EDU-ARCTIC było wdrożenia innowacyjnych praktyk w nauczaniu przedmiotów ścisłych w Europie. Realizowany był on przez sześć organizacji: koordynatora – Instytut Geofizyki PAN (Polska), American Systems Sp. z o.o. (Polska), Norwegian Institute of Bioeconomy Research – NIBIO (Norwegia), Jardeingi (The Geological Survey, Wyspy Owcze), Universite de Versailles Saint-Quentin (Francja), The Arctic Portal (Norðurslóðagáttin ehf, Islandia) w okresie od maja 2016 roku do lipca 2019 roku. Do programu zarejestrowało się ponad 1180 nauczycieli z 58 krajów.

Program skierowany był do uczniów w wieku od 13 do 20 lat oraz ich nauczycieli i opierał się na sześciu głównych komponentach:

1. lekcjach online (tzw. webinarach) ze stacji polarnych. Dotyczyły one nauk przyrodniczych i matematycznych oraz kwestii społecznych związanych ze zmianami klimatu. Treść webinarów została dostosowana do programów szkolnych na różnych poziomach (regionalnym, krajowym i europejskim). Transmisje prowadzono za pomocą narzędzia CISCO Webex. Rozpoczęły się 12 stycznia 2017 roku (pierwsza transmisja) i trwały do 17 czerwca 2019 roku (ostatnia transmisja), z przerwami wakacyjnymi. W sumie przeprowadzono 532 lekcje, w których uczestniczyło 5026 grup. Lekcje odbywały się głównie w języku angielskim. Dostępne są na dedykowanym

- projektowi kanale YouTube: <https://www.youtube.com/channel/UCAXMal-FigsqOYQjffbAc0BA>.
2. *Polarpedii* będącej autorską, naukową encyklopedią internetową (dostępną tutaj: <https://polarpedia.eu/pl/>). Obecnie obejmuje ona 486 haseł w języku angielskim. Wiele wpisów zostało przetłumaczonych na 16 narodowych języków europejskich. Hasła zawierają zdjęcia, grafiki i animacje lub filmy. Są podzielone na dziewięć kategorii: „Lód i śnieg”, „Klimat i pogoda”, „Rośliny i zwierzęta”, „Ziemia i geologia”, „Atmosfera”, „Zasoby wodne”, „Przestrzeń”, „Ludzie i społeczeństwo”, „Miejsca i historie”. Ponadto w dodatkowej części *Polarpedii* znajdują się materiały edukacyjne do wykorzystania przez nauczycieli i uczniów w postaci gier online, quizów, kart pracy, eksperymentów, propozycji pracy zespołowej itp.
  3. konkursach arktycznych dla uczniów. Uczestnicy pracowali w parach (uczeń + nauczyciel), przy czym w ostatniej edycji dopuszczono również udział zespołów składających się z dwóch uczniów i jednego nauczyciela. Każdy zespół opracował projekt innowacyjny lub badawczy w obszarze STEM w formie eseju, wideo lub plakatu. Międzynarodowe jury w każdej edycji wybrało od czterech do sześciu zwycięskich drużyn, które zostały zaproszone na ekspedycję arktyczną na jedną ze stacji uczestniczących w projekcie. Odbyły się trzy edycje konkursów, łącznie oceniono 277 projektów i wyłoniono 16 zwycięskich zespołów.
  4. systemie monitorowania EDU-ARCTIC. Wszystkie szkoły w Europie zostały zaproszone do udziału w programie obserwacji zjawisk meteorologicznych i fenologicznych w otoczeniu szkół. Opracowana aplikacja posiadała interfejs sieciowy umożliwiający rejestrowanie pomiarów (takich jak temperatura powietrza, zachmurzenie, siła wiatru, oblodzenie i in.) w otwartej i dostępnej bazie danych. Wyniki prezentowane były na interaktywnej mapie Europy. Podczas całego projektu wykonano 2355 pomiarów (średnio 80 miesięcznie).
  5. aplikacji mobilnej *Arctic Explorer Game*. Autorką idei jest 13-letnia Yngva z Wysp Owczych, która w konkursie arktycznym zgłosiła pomysł stworzenia wirtualnej podróży po Arktyce z elementami grywalizacji. Aplikacja jest dostępna bezpłatnie w sklepie Google Play.
  6. forów edukatorów. Zorganizowano trzy wydarzenia w Polsce, Francji i Norwegii. Ich celem było rozpowszechnienie wiedzy na temat projektu. W sumie wzięło w nim udział 70 nauczycieli z 25 krajów.

# Metodologia ewaluacji

Na etapie przygotowawczym zidentyfikowano tzw. kluczowe wskaźniki efektywności (Key Performance Indicators, KPI) wraz z ich oczekiwaną wartością po zakończeniu projektu. Zaprezentowane zostały w tab. 1.

Tab. 1. Kluczowe wskaźniki efektywności

| Obszar pomiaru  | Numer, nazwa i zakładana wartość KPI  |
|---|---|
| <b>Jakość opracowanych narzędzi edukacyjnych</b>                      | <ul style="list-style-type: none"><li>• Użyteczność edukacyjna informatycznych narzędzi edukacyjnych (70% nauczycieli oceni użyteczność przynajmniej jednego narzędzia na 5 lub 6).</li><li>• Atrakcyjność wizualna informatycznych narzędzi edukacyjnych (70% nauczycieli oceni atrakcyjność wizualną przynajmniej jednego narzędzia na 5 lub 6).</li><li>• Częstotliwość korzystania z informatycznych narzędzi edukacyjnych (70% nauczycieli oceni częstotliwość korzystania z przynajmniej jednego narzędzia na 1, 2 lub 3).</li></ul>  |
| <b>Bezpośrednie rezultaty projektu</b>                                | <ul style="list-style-type: none"><li>• Poszerzenie wiedzy o nauce i badaniach naukowych oraz ich miejscu we współczesnym świecie (+15% w stosunku do poziomu początkowego).</li><li>• Poszerzenie wiedzy o przyrodzie, geografii, zasobach naturalnych, historii, specyfice społecznej i politycznej regionów polarnych oraz wzrost poziomu wrażliwości na kwestie środowiskowe i zmiany klimatu (+15% w porównaniu do poziomu początkowego).</li><li>• Ustanowienie powiązań między światem badaczy a uczniami w celu zwiększenia zdolności rozumienia przekazów naukowych i języka naukowego przez młodych ludzi (+20% w porównaniu z poziomem początkowym).</li><li>• Wdrożenie innowacyjnych informatycznych narzędzi edukacyjnych do nauczania przedmiotów ścisłych w co najmniej 10 krajach europejskich (minimum 500 szkół z 10 krajów europejskich).</li></ul> |
| <b>Wpływ projektu na poziom zaangażowania uczniów w tematykę STEM</b> | <ul style="list-style-type: none"><li>• Wzrost liczby młodych ludzi zainteresowanych tematyką STEM i karierą naukową (+25% w stosunku do poziomu początkowego).</li><li>• Wzrost liczby dziewcząt zainteresowanych karierą naukową (+20% w stosunku do poziomu początkowego).</li></ul>   |

Źródło: Juńczyk i Man, 2016.

Poziom realizacji KPI zweryfikowano na podstawie trzech kwestionariuszy ankiet: „EDU-ARCTIC entry skills assessment”, „EDU-ARCTIC after skills assessment” oraz „After EDU-ARCTIC survey – Main survey”. Należy zaznaczyć, iż respondentami byli wyłącznie nauczyciele z zarejestrowanych w projekcie szkół. Regulacje prawne związane z realizacją projektów UE stanowiły, iż każdy uczestnik ewaluacji zobligowany był do wyrażenia zgody na przetwarzanie danych osób. W projekcie, w szczytowym momencie jego realizacji, udział brało ponad 20 000 uczniów z całej Europy, także niepełnoletnich. Zaproszenie ich do wypełnienia narzędzi ewaluacyjnych oznaczałoby konieczność

zgromadzenia kilkudziesięciu tysięcy zgód od nich samych lub ich opiekunów prawnych. Było to organizacyjnie i finansowo niemożliwe. Podjęto zatem decyzję, aby na pytania dotyczące poziomu realizacji KPI odpowiadali wyłącznie nauczyciele.

Ankieta oceny umiejętności wstępnych („EDU-ARCTIC entry skills assessment”) była dostępna dla wszystkich nauczycieli, którzy zarejestrowali się w programie przed 28 marca 2018 roku, w okresie 60 dni od momentu przystąpienia do projektu. Z kolei ankieta oceny umiejętności końcowych („EDU-ARCTIC after skills assessment”) dostępna była dla nauczycieli, którzy aktywnie uczestniczyli w programie od co najmniej roku i zdobyli minimum 200 punktów EDU-GAME. Punkty EDU-GAME przyznawane były nauczycielom za udział w różnych aktywnościach oferowanych przez program, np. lekcjach online (szczegółowe dane o punktacji dostępne są tutaj: [https://program.edu-arctic.eu/edu\\_games](https://program.edu-arctic.eu/edu_games)). Ankiety oceny umiejętności wstępnych wypełniło 379 osób, ankietę oceny umiejętności końcowych – 89 osób, a „After EDU-ARCTIC survey – Main survey” – 80 osób. Badanie prowadzone było metodą CAWI.

Poza technikami ewaluacyjnymi wykorzystanymi w celu sprawdzenia stopnia realizacji KPI (wymienionymi powyżej) stworzono również kilka dodatkowych narzędzi ewaluacyjnych dedykowanych poszczególnym elementom projektu. Ich zestawienie znajduje się w tabeli poniżej.

**Tab. 2.** Zestawienie dodatkowych narzędzi ewaluacyjnych

| Nazwa narzędzia   | Cel narzędzia   |
|---|---|
| <b>Before EDU-ARCTIC survey – Part 1</b>                      | Zbieranie danych na temat aktualnych metoda zachęcania młodych ludzi do kontynuowania kariery w STEM w różnych regionach Europy.  |
| <b>Before EDU-ARCTIC survey – Part II</b>                     | Zbieranie danych o oczekiwaniach nauczycieli (np. Jakich zajęć potrzebują w ramach projektu EDU-ARCTIC?) oraz technicznych i organizacyjnych możliwościach szkół (np. Ile godzin w roku szkolnym można przeznaczyć na badania arktyczne i polarne na grupę?). |
| <b>During EDU-ARCTIC survey – Arctic transmissions survey</b> | Zbieranie danych o opiniach uczestników na temat transmisji z arktycznej stacji badawczej (po każdej transmisji).   |
| <b>During EDU-ARCTIC survey – Arctic competitions survey</b>  | Zbieranie danych o opiniach nauczycieli na temat organizacyjnych aspektów konkursów arktycznych, a także ich wpływu na wzrost zainteresowania STEM.   |
| <b>Focus Group Interviews (FGI) – 3 editions</b>              | Zbieranie danych od uczniów – zwycięzców konkursów arktycznych – o ich opinii na temat wpływu konkursów na poziom zainteresowania matematyką i naukami przyrodniczymi.  |
| <b>During EDU-ARCTIC survey – Educators’ Fora survey</b>      | Zbieranie danych od nauczycieli na temat ich opinii o forach edukacyjnych.  |

Źródło: Juńczyk i Man, 2016.

Metody ewaluacji miały zatem charakter zarówno jakościowy, jak i ilościowy. Obejmowały swoim zakresem wszystkie najważniejsze elementy projektu. Na potrzeby niniejszego artykułu omówione zostaną wyłącznie wyniki uzyskane z trzech narzędzi: „EDU-ARCTIC entry skills assessment”, „EDU-ARCTIC after skills assessment” oraz „After EDU-ARCTIC survey – Main survey”.

## Charakterystyka „EDU-ARCTIC entry skills assessment” oraz „EDU-ARCTIC after skills assessment”

„EDU-ARCTIC entry skills assessment” oraz „EDU-ARCTIC after skills assessment” stanowiły źródło weryfikacji dla KPI nr 4 i 5 (numeracja zgodnie z tabelą nr 1). Odpowiednie pytania w kwestionariuszu ankiety przypisane zostały danemu wskaźnikowi.

**Tab. 3.** Treść pytań dla wskaźników nr 4 i 5

|  |
|--|
| <b>KPI 4</b>   |
| Czy Twoi uczniowie posiadają wiedzę na temat obowiązków służbowych naukowca?   |
| Czy Twoi uczniowie posiadają wiedzę o warunkach pracy zawodowej naukowców (np. możliwości zatrudnienia, wynagrodzeniach, wymaganiach dot. uzyskania stopnia naukowego)?  |
| Wiedza na temat formułowania pytań badawczych i hipotez (Czy Twoi uczniowie potrafią formułować pytania badawcze i cele badań? Czy potrafią uzasadnić sformułowane cele badań?)  |
| Wiedza na temat stosowania odpowiednich narzędzi i metod do weryfikowania hipotez badawczych (Czy Twoi uczniowie znają naukowe metody weryfikacji hipotez w obszarze STEM? Czy znają przykłady badań z obszaru STEM? Czy posiadają wiedzę na temat poszukiwania wiarygodnych źródeł informacji o metodzie i narzędziach naukowych? Czy potrafią skutecznie wykorzystać te metody i narzędzia naukowe?) |
| Czy Twoi uczniowie potrafią zweryfikować jakość wyników badań? (Czy cel badania został osiągnięty? Czy istnieje potrzeba kolejnej próby? Czy uzyskane dane są niejednoznaczne lub budzące wątpliwości?)  |
| <b>KPI 5</b>   |
| Wiedza o przyrodzie regionów polarnych   |
| Wiedza o geografii regionów polarnych  |
| Wiedza o zasobach naturalnych regionów polarnych   |
| Wiedza o historii regionów polarnych   |
| Wiedza o specyfice społecznej i politycznej regionów polarnych   |
| Wiedza o kwestiach środowiskowych dotyczących regionów polarnych   |
| Wiedza o zmianach klimatu regionów polarnych   |

Źródło: Juńczyk i Man, 2016.

W przypadku każdego pytania/zagadnienia nauczyciel odpowiadał, deklarując ilu uczniów z prowadzonej przez niego grupy projektowej posiada wiedzę w danym obszarze w skali 1–4, gdzie 1 oznaczało najniższy poziom wiedzy, a 4 – najwyższy. W celu stwierdzenia stopnia osiągnięcia KPI porównywano wyniki uzyskane w „The entry skills assessment survey” z wynikami uzyskanymi w „The after skills assessment survey”. Koncentrowano się na sprawdzeniu, w jakim stopniu zmieniła się liczba deklarowanych przez nauczycieli uczniów przypisanych do poziomu „4” w poszczególnych pytaniach. Z uwagi na fakt, iż „The entry-skills assessment survey” wypełniła inna liczba nauczycieli niż „The after-skills assessment survey” i tym samym inna była globalna liczba deklarowanych uczniów, porównywano wartości procentowe, tj. odsetek uczniów przypisanych do wartości „4” w ankiecie początkowej do odsetka uczniów przypisanych do wartości „4” w ankiecie końcowej. Różnica między wartościami procentowymi stanowiła informację o stopniu realizacji danego KPI.

**Tab. 4.** Przykład obliczania poziomu realizacji KPI

| Ankieta początkowa | Łączna liczba uczniów zadeklarowana w odpowiedniej kategorii | %       | Ankieta końcowa | Łączna liczba uczniów zadeklarowana w odpowiedniej kategorii | %       | Zmiana  |
|--------------------|--|---------|-----------------|--|---------|---------|
| 4                  | 1010   | 22,12%  | 4               | 783  | 46,89%  | 24,76%  |
| 3                  | 1123   | 24,60%  | 3               | 456  | 27,31%  | 2,71%   |
| 2                  | 1454   | 31,85%  | 2               | 244  | 14,61%  | -17,24% |
| 1                  | 191  | 4,18%   | 1               | 122  | 7,31%   | 3,12%   |
| 0                  | 787  | 17,24%  | 0               | 65   | 3,89%   | -13,35% |
| <b>SUMA</b>        | 4565   | 100,00% | <b>SUMA</b>     | 1670   | 100,00% |         |

Źródło: Juńczyk, 2019

## Charakterystyka „After EDU-ARCTIC survey – Main survey”

Narzędzie stanowiło źródło weryfikacji dla KPI nr 1, 2, 3, 5, 6, 8 i 9 (numeracja zgodnie z tab. 1). Odpowiednie pytania w kwestionariuszu ankiety przypisane zostały danemu wskaźnikowi.



**Tab. 5.** Treść pytań dla wskaźników nr 1, 2, 3, 5, 6, 8 i 9

|   |
|---|
| <b>KPI 1</b>  |
| Proszę dokonać w skali od 1 do 6, gdzie 1 to najniższy, a 6 najwyższy, oceny poszczególnych modułów portalu EDU-ARCTIC pod kątem ich użyteczności w prowadzeniu działań edukacyjnych.   |
| <b>KPI 2</b>  |
| Proszę dokonać w skali od 1 do 6, gdzie 1 to najniższy, a 6 najwyższy, oceny poszczególnych modułów portalu EDU-ARCTIC pod kątem ich atrakcyjności wizualnej.   |
| <b>KPI 3</b>  |
| Jak często korzystasz z poszczególnych modułów portalu EDU-ARCTIC? (3 – kilka razy w miesiącu; 2 – mniej niż dwa razy w miesiącu; 1 – średnio raz w miesiącu; 0 – mniej niż raz w miesiącu)   |
| <b>KPI 5</b>  |
| W jakim stopniu projekt przyczynia się do zwiększenia poziomu wiedzy uczniów na tematy związane z Arktyką (przyroda, geografia, zasoby naturalne, historia, specyfika społeczna i polityczna) oraz wzrost wrażliwości uczniów na kwestie środowiskowe i zmiany klimatyczne? |
| <b>KPI 6</b>  |
| W jakim stopniu projekt przyczynia się do poprawy poziomu zrozumienia przez uczniów świata nauki i języka naukowego?  |
| <b>KPI 8</b>  |
| W jakim stopniu projekt przyczynia się do wzrostu zainteresowania naukami ścisłymi i karierą naukową wśród uczniów i uczennic?  |
| <b>KPI 9</b>  |
| W jakim stopniu projekt przyczynia się do wzrostu zainteresowania naukami ścisłymi i karierą naukową wśród uczennic?  |

Źródło: Juńczyk i Man, 2016.

W przypadku pytań dedykowanych KPI 5, 6, 8 i 9 nauczyciel wypełniający ankietę deklarował liczbę chłopców i dziewcząt uczestniczących w prowadzonej przez niego grupie projektowej i przypisywał każdego z nich do jednej z kategorii:

- nie ma wpływu,
- poziom wiedzy/zainteresowania/zrozumienia wzrósł w porównaniu do stanu sprzed projektu EDU-ARCTIC o wartość pomiędzy 1% a 9%,
- poziom wiedzy/zainteresowania/zrozumienia wzrósł w porównaniu do stanu sprzed projektu EDU-ARCTIC o wartość pomiędzy 10% a 19%,
- poziom wiedzy/zainteresowania/zrozumienia wzrósł w porównaniu do stanu sprzed projektu EDU-ARCTIC o wartość pomiędzy 20% do 29%,
- poziom wiedzy/zainteresowania/zrozumienia wzrósł w porównaniu do stanu sprzed projektu EDU-ARCTIC o 30% i więcej.

## Wyniki ewaluacji

Wyniki ewaluacji jednoznacznie wskazują, że każdy ze wskaźników efektywności, zdefiniowany w ramach projektu został osiągnięty na poziomie przekraczającym podstawowe założenia. Inicjatywa EDU-ARCTIC miała zatem, w opinii nauczycieli, znaczenie edukacyjne i realny wpływ na rzeczywistość szkolną.

Tab. 6. Poziom realizacji poszczególnych KPI

| Numer KPI (zgodnie z Tabelą nr 1) | Wynik  |
|-----------------------------------|--|
| 1                                 | Użyteczność każdego narzędzia ponad 90% nauczycieli oceniło na 5 lub 6 (lekcje online – 94%; <i>Polarpedia</i> – 93%; system monitoringu – 91%).             |
| 2                                 | Atrakcyjność wizualną każdego narzędzia ponad 90% nauczycieli oceniło na 5 lub 6 (lekcje online – 98%; <i>Polarpedia</i> – 95%; system monitoringu: 94%).    |
| 3                                 | Z dwóch narzędzi ponad 70% nauczycieli korzystało średnio raz w miesiącu i częściej (lekcje online – 76%; <i>Polarpedia</i> : 80%; system monitoringu: 47%). |
| 4                                 | Średni wzrost wynosi 24% dla uczennic, 23% dla uczniów (24% dla wszystkich uczniów).   |
| 5                                 | Średni wzrost wynosi 30% dla uczennic, 28% dla uczniów (29% dla wszystkich uczniów).   |
| 6                                 | Średni wzrost wynosi 27% dla uczennic i 26% dla uczniów (średnia dla wszystkich uczniów to 26%).   |
| 7                                 | Całkowita liczba szkół zarejestrowanych w programie EDU-ARCTIC wynosi 766. Znajdują się one w 59 krajach. Co najmniej 700 szkół jest w krajach europejskich. |
| 8                                 | Średni wzrost zainteresowania naukami ścisłymi i karierą naukową wynosi 26% dla uczennic i 25% dla uczniów (średnia dla wszystkich uczniów to 26%).          |
| 9                                 | Średni wzrost zainteresowania STEM i karierą naukową wśród uczennic wynosi 26%.  |

Zródło: Juńczyk, 2019.

## Dyskusja

Analiza poprojektowa dokonana przez zespół zarządzający EDU-ARCTIC dotyczyła m.in. zdefiniowania czynników wpływających na sukces projektu oraz tych wymagających udoskonalenia w kolejnych, podobnych przedsięwzięciach.

Istotnym elementem determinującym atrakcyjność przedsięwzięcia było zdefiniowanie tematu wiodącego, tj. Arktyki. Temat globalnego ocieplenia budzi obecnie zainteresowanie wielu mediów, organizacji badawczych i pozarządowych, co przekłada się na społeczną popularyzację tematu, także wśród młodzieży. Zgodnie z wynikami monitoringu prowadzonego przez Media and Climate Change Observatory coraz więcej czasu w mediach poświęca się na

globalnemu ociepleniu, w tym Arktyce. W 2015 roku Greenpeace zorganizował kampanię „Save the Arctic” do której zaprosił największych ówczesnych celebrytów. Na popularnym wśród młodzieży serwisie Flickr znajduje się ponad 800 tys. zdjęć z Arktyki (Boykoff, Andrews, Daly, Katzung, Luedecke, Maldonado i Nacu-Schmidt, 2018). Instagram wskazuje ok. 1,1 mln postów z hashtagem #Arctic i 1,4 mln z hashtagem #globalwarming, z kolei na platformie Twitter 5 mln 774 tys. 747 zawierało hasztag #climatechange, a 887 tys. 731 hasztag #globalwarming, przy czym od roku 2008 do 2018 odnotowywany jest znaczący roczny przyrost (Shi, Fu, Wang, Changfeng i Xiong, 2020). Jednocześnie z badań przeprowadzonych na zlecenie Amnesty International wśród 10 tys. osób w wieku 18–25 lat z 22 krajów wynika, iż 41% z badanych wskazało zmiany klimatu jako największe obecne wyzwanie dla świata (Amnesty International, 2019). Od roku 2006 zauważa się ogromny wzrost ruchu turystycznego na Arktyce (Runge, Daigle i Hausner, 2020). Pośrednio dane te stanowią potwierdzenie hipotezy, że Arktyka jest regionem budzącym coraz większe, powszechne zainteresowanie, także wśród młodzieży. Stawiamy zatem hipotezę, że projekty dotyczące popularyzacji STEM powinny być realizowane w odniesieniu do innego ważnego dla młodzieży kontekstu.

Kolejnym czynnikiem wyróżniającym projekt i czyniącym go na tle innych wyjątkowym były bezpośrednie transmisje nadawane w czasie rzeczywistym z Polskiej Stacji Polarnej im. Stanisława Siedleckiego w Hornsundzie. Zarówno dla młodzieży, jak i nauczycieli było to cenne edukacyjnie doświadczenie, pozwalające na kontakt z realnie odbywającym się procesem badawczym i tzw. żywą nauką. Dodatkowo uczestnicy konkursów arktycznych rywalizowali o kilkudniową wycieczkę do Stacji (edycja 1), na Wyspy Owcze (edycja 2) i na Islandię (edycja 3). W drugiej edycji konkursu liczba złożonych aplikacji wzrosła z 44 do 160 (+364%), co wskazywać może na atrakcyjność tej formy popularyzacji STEM. Wiele nieformalnych projektów dedykowanych STEM oferuje uczestnikom nagrody za udział. EDU-ARCTIC był jednak w tym kontekście niepowtarzalny w skali Europy. Uczniowie w miejscu pobytu uczestniczyli w rzeczywistych pomiarach, badaniach i prezentacjach naukowych. Nie byłoby to jednak możliwe bez wcześniejszego zbudowania konsorcjum, które stanowiło o trzecim czynniku sukcesu.

Na konieczność integracji różnych instytucji w procesie nauczania STEM wskazują zarówno American Committee on STEM Education of the National Science & Technology Council (2018), jak i raporty europejskie (Jimenez-Iglesias, Faury, Iuliani, Billon i Gras-Velazquez, 2018). W EDU-ARCTIC zadbane jednak również o to, by organizacje miały doświadczenie w popularyzacji nauki. Dobra jednostka naukowa nie oznacza zawsze sprawnej instytucji

edukacyjnej, gotowej z entuzjazmem współpracować z młodzieżą. W jeszcze większym stopniu założenie to dotyczy przedsiębiorstw. W projekcie jednym z elementów determinujących zaproszenie organizacji do konsorcjum było jej doświadczenie edukacyjne we współpracy z młodzieżą.

Badania wskazują, że na skuteczność nauczania STEM wpływają przekonania nauczycieli nt. charakteru zdolności w obszarze nauk ścisłych, tj. czy mają one charakter wrodzony, genetyczny, czy też zmienny, możliwy do wyuczenia w wyniku procesów edukacyjnych (Canning, Muenks, Green i Murphy, 2019; Heyder, Steinmayr, Kessels, 2019; de Kraker-Pauw, Van Wesel, Krabbendam i Van Atteveldt, 2017; Rattan, Good i Dweck, 2012). Teoretyczną ramą większości z ww. badań jest koncepcji Carol Dweck zakładająca, że nauczyciele mogą mieć dwojakie przekonania nt. zdolności swoich uczniów. Pierwsze Dweck (2007) nazywa modelem nastawionym na trwałość (*fixed mindset*), w którym zakłada się, że każdy człowiek ma wrodzony talent i wynikające z niego predyspozycje, które decydują o sukcesie edukacyjnym w danej dziedzinie. Nauczyciele przekonani o słuszności zasady genetycznych uwarunkowań i niezmienności talentów komunikują to swym uczniom (świadomie i nieświadomie), pogłębiając w nich samych przekonanie o trwałości ich „cech intelektualnych”, a w konsekwencji minimalizując poziom ich wewnętrznej motywacji do podejmowania wysiłku. Przeciwnieństwem modelu nastawionego na trwałość jest model rozwojowy, w ramach którego uczeń przyjmuje postawę permanentnego doskonalenia i właśnie za tę postawę jest nagradzany. Sukces edukacyjny pojmowany przez pryzmat ocen przedmiotowych jest „wyłącznie” wynikiem procesu uczenia się i nie stanowi podstawy wnioskowania o talentach i predyspozycjach ucznia. W modelu tym najważniejszymi umiejętnościami są m.in.: dyskutowanie porażek i wyciąganie z nich wniosków, skoncentrowanie na procesie, nie zaś na wyniku, gotowość ucznia i nauczyciela do wyrażania wątpliwości i dyskusji, praca w modelu mentoringu, a nie arbitrażu, aktywne słuchanie, stawianie hipotez i proces ich weryfikacji. Osoby kierujące projektem EDU-ARCTIC i odpowiedzialne za udzielanie merytorycznego wsparcia prezentowały przekonania spełniające definicję modelu rozwojowego (*growth mindset*), co – zdaniem autorów – również przyczyniło się do sukcesu projektu.

Wskazane czynniki mają według autorów projektu znaczenie kluczowe dla jego sukcesu. W znacznej części ich charakter jest specyficzny, wyróżniający projekt na tle innych. Wśród niespecyficznych, dodatkowych elementów wpływających na powodzenie EDU-ARCTIC wymienić można: sprawne i różnorakie wykorzystanie narzędzi ICT (portalu, webinarów, aplikacji mobilnych), dbałość o przekazywanie prostych i krótkich instrukcji obsługi narzędzi edukacyjnych,

stały kontakt ze szkołami i nauczycielami w celu gromadzenia oraz praktycznego wdrażania informacji o ich oczekiwaniach, elastyczność w sposobie zarządzania przejawiająca się m.in. w oferowaniu lekcji online jako odpowiedzi na bieżące zapotrzebowanie nauczycieli.

Pełna analiza projektu wymaga również wskazania dwóch elementów, które mogłyby zostać udoskonalone, a ich wdrożenie w przyszłych, podobnych inicjatywach byłoby wskazane i wartościowe. Chodzi po pierwsze o kwestię ewaluacji. W EDU-ARCTIC głównym badaniem ewaluacyjnym nie objęto uczniów. Brali oni udział wyłącznie w badaniach fokusowych dla zwycięzców konkursów arktycznych. Nie pozwoliło to jednak na zebranie materiału choćby porównywalnego z materiałem otrzymanym od nauczycieli. Utracono zatem możliwość analizy perspektywy najważniejszej grupy odbiorców projektu. Druga istotna kwestia to włączenie do działań projektowych rodziców/opiekunów. Analiza 74 źródeł naukowych wskazuje na związek osiągnięć szkolnych z: rozmawianiem o szkole opiekunów z dziećmi (pozytywna korelacja), rodzicielskimi oczekiwaniami i aspiracjami edukacyjnymi (pozytywna korelacja), stylem wychowawczym (pozytywna lub negatywna korelacja). W przypadku tego ostatniego pozytywna korelacja dotyczyła stylu autorytarnego (oparte na autorytecie), negatywna zaś stylu autorytarnego i uległego (Porumbu i Necşoi, 2013). Inne źródła wskazują z kolei, że przekonania matek nt. zdolności matematycznych dzieci korelują z osiągnięciami edukacyjnymi tychże (Bleeker i Jacobs, 2004). W przypadku nauczycieli zaproponowano w projekcie fora edukatorów. W przypadku opiekunów wartościowa byłaby organizacja forów dla opiekunów, na których przekazywano by nie tylko wskazówki metodologiczne dotyczące samego projektu, ale również współczesną wiedzę nt. wpływu psychologicznych przekonań rodziców/opiekunów na osiągnięcia ich dzieci.

Reasumując, realizacja każdego nieformalnego projektu edukacyjnego stanowi cenne źródło informacji o tym, co sprzyja efektywności podobnych działań. W niniejszym artykule opisaliśmy podjęcie paneuropejskiej inicjatywy, która w opinii uczestników (nauczycieli) okazała się sukcesem. Naszym zdaniem w celu zapewnienia efektywności kolejnych, podobnych inicjatyw należy zwrócić uwagę na obecnie niedoceniane aspekty ich realizacji:

1. Wybrać społecznie nośny i popularny wśród grupy docelowej temat przewodni, wokół którego zbudowane zostaną działania projektowe. Sprawdzić, czym właśnie interesuje się dana grupa docelowa poprzez analizę chociażby mediów społecznościowych.
2. Zwrócić uwagę na przekonania o kompetencjach STEM członków zespołu merytorycznego. Jak wskazuje wiele badań, im bardziej edukator wierzy

- w to, że kompetencje STEM mogą być wyuczone i rozwijane, a mniej w to, że mają charakter wrodzony, tym lepsze rezultaty osiągają członkowie jego grupy/klasy.
3. Zaangażować rodziców do projektu, przekazać im wiedzę wskazującą, że kompetencje STEM mogą być całościowo rozwijane, a nie zależą wyłącznie od czynników biologicznych.. Przekonania rodziców, podobnie jak przekonania edukatorów, wpływają na efektywność procesu uczenia się.
  4. Włączać partnerów z doświadczeniem w pracy z grupą docelową. Nawet najlepsza jednostka naukowa czy przedsiębiorstwo nie musi mieć kompetencji pozwalających na efektywną pracę z młodzieżą. W przypadku włączania do projektu instytucji bez doświadczenia warto zaoferować jej wsparcie szkoleniowe w zakresie pracy z daną grupą.
  5. Zadbać o możliwość udziału uczestników w praktycznym procesie badawczym, by zaprezentować rzeczywiste znaczenie kompetencji STEM.
  6. Wprowadzić formy różnorodne, co pozwoli na zainteresowanie większej liczby uczestników.

Nie wszystkie projekty, chociażby ze względu na źródła finansowania, dają możliwość wdrożenia wymienionych rekomendacji. Mam jednak nadzieję, że prezentacja projektu EDU-ARCTIC stanowić będzie inspirację dla twórców kolejnych projektów nieformalnych.

## Bibliografia

- Amnesty International. (2019). *Climate Change Ranks Highest as Vital Issue of Our Time - Generation Z Survey*. Pobrano z <https://www.amnesty.org/en/latest/news/2019/12/climate-change-ranks-highest-as-vital-issue-of-our-time/>
- Atkinson, R.D., Mayo, M.J. (2010). *Refueling the U.S. Innovation Economy: Fresh Approaches to Science, Technology, Engineering and Mathematics (STEM) Education*. Washington, DC: The Information Technology & Innovation Foundation. Pobrano z <https://ssrn.com/abstract=1722822>
- Bleeker, M., Jacobs, J.E. (2004). Achievement in Math and Science: Do Mothers' Beliefs Matter 12 Years Later? *Journal of Educational Psychology*, 96(1), 97–109.
- Breiner, J., Harkness, S., Johnson, C., Koehler, C. (2012). What is STEM? A Discussion About Conceptions of STEM in Education and Partnerships. *School Science and Mathematics*, 112(1), 3–11. [DOI: <https://doi.org/10.1111/j.1949-8594.2011.00109.x>]

*Bibliografia cd.*

- Boykoff, M., Andrews, K., Daly, M., Katzung, J., Luedecke, G., Maldonado, C., Nacu-Schmidt, A. (2018). *A Review of Media Coverage of Climate Change and Global Warming in 2017*. Boulder: University of Colorado. Pobrano z [http://sciencepolicy.colorado.edu/icecaps/research/media\\_coverage/summaries/special\\_issue\\_2017.html](http://sciencepolicy.colorado.edu/icecaps/research/media_coverage/summaries/special_issue_2017.html)
- Canning, E.A., Muenks, K., Green, D.J., Murphy, M.C. (2019). STEM Faculty Who Believe Ability Is Fixed Have Larger Racial Achievement Gaps and Inspire Less Student Motivation in Their Classes. *Science Advances*, 5(2) [DOI: 10.1126/sciadv.aau4734]
- Committee on STEM Education of the National Science & Technology Council. (2018). *Charting a Course for Success: America's Strategy for STEM Education*. Pobrano z <https://www.whitehouse.gov/wp-content/uploads/2018/12/STEM-Education-Strategic-Plan-2018.pdf>.
- Duran, M., Şendağ, S. (2012). A Preliminary Investigation into Critical Thinking Skills of Urban High School Students: Role of an IT/STEM Program. *Creative Education*, 3(2), 241–250. [DOI: 10.4236/ce.2012.32038]
- Dweck, C. (2007). *Mindset: The New Psychology of Success*. New York: Ballantine Books Trade Paperback Edition.
- Etling, A. (1993). What Is Nonformal Education? *Journal of Agricultural Education*, 34(4), 72–76. [DOI: 10.5032/jae.1993.04072]
- Harari, Y.N. (2015). *Homo Deus. A Brief History of Tomorrow*. London: Harvill Secker.
- Heyder, A., Steinmayr, R., Kessels, U. (2019). Do Teachers' Beliefs About Math Aptitude and Brilliance Explain Gender Differences in Children's Math Ability Self-Concept? *Frontiers in Education*, 4. [DOI: doi.org/10.3389/fe-duc.2019.00034]
- Jimenez-Iglesias, M., Faury, M., Iuliani, E., Billon, N. and Gras-Velazquez, A. (2018). *European STEM Schools Report: Key Elements and Criteria*. Brussels: European Schoolnet. Pobrano z [https://www.researchgate.net/publication/332189909\\_European\\_STEM\\_Schools\\_Report\\_Key\\_Elements\\_and\\_Criteria](https://www.researchgate.net/publication/332189909_European_STEM_Schools_Report_Key_Elements_and_Criteria)
- Juńczyk, T., Man, K. (2016). *Evaluation Plan including KPIs (Key Performance Indicators)*. Pobrano z [https://edu-arctic.eu/images/project\\_reports/EDU-ARCTIC\\_D5.1\\_v.6\\_31.08.2016\\_KM.pdf](https://edu-arctic.eu/images/project_reports/EDU-ARCTIC_D5.1_v.6_31.08.2016_KM.pdf)
- Juńczyk, T. (2019). *Report on Impact Assessment*. Pobrano z [https://edu-arctic.eu/images/project\\_reports/D54\\_Impact\\_assessment\\_21082019\\_reviewed\\_1.pdf](https://edu-arctic.eu/images/project_reports/D54_Impact_assessment_21082019_reviewed_1.pdf)

*Bibliografia cd.*

- de Kraker-Pauw, E., Van Wesel, F., Krabbendam, L., Van Atteveldt, N. (2017). Teacher Mindsets Concerning the Malleability of Intelligence and the Appraisal of Achievement in the Context of Feedback. *Frontiers in Psychology*, 8. [DOI: <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2017.01594>]
- Mayasari, T., Kadarohman, A., Rusdiana, D., Kaniawati, I. (2016). Exploration of Student's Creativity by Integrating STEM Knowledge into Creative Products. *AIP Conference Proceedings*, 1708, 080005. [DOI: <https://doi.org/10.1063/1.4941191>]
- Porumbu, D., Necsoi, D. (2013). Relationship between Parental Involvement/Attitude and Children's School Achievements. *Procedia-Social and Behavioral Sciences*, 76, 706–710. [DOI: 10.1016/j.sbspro.2013.04.191]
- Rattan, A., Good, C., Dweck, C.S. (2012). "It's Ok — Not Everyone Can Be Good at Math": Instructors with an Entity Theory Comfort (and Demotivate) Students. *Journal of Experimental Social Psychology*, 48(3), 731–737. [DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jesp.2011.12.012>]
- Runge, C.A., Daigle, R.M., Hausner, V.H. (2020). Quantifying Tourism Booms and the Increasing Footprint in the Arctic with Social Media Data. *PLoS ONE*, 15(1). [DOI: <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0227189>]
- Shi, W., Fu, H., Wang, P., Changfeng, Ch., Xiong, J. (2020). #Climatechange vs. #Globalwarming: Characterizing Two Competing Climate Discourses on Twitter with Semantic Network and Temporal Analyses. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 17(3), 1062. [DOI: 10.3390/ijerph17031062]
- West, M. (2012). STEM Education and the Workplace. *Occasional Paper Series*, 4. Pobrano z <https://www.chiefscientist.gov.au/sites/default/files/OPS4-STEMEducationAndTheWorkplace-web.pdf>.