

Jak oswoić trudne, czyli o geofizyce w szkole

dr Agata GOŹDŹIK

Wielu z Państwa może zdziwić propozycja wprowadzenia geofizyki do szkół. Oczywiście nie jest to żaden wniosek formalny do naszych władz oświatowych, a raczej propozycja wykorzystania wyników badań naukowców zajmujących się geofizyką do urozmaicenia tradycyjnych zajęć szkolnych realizowanych w ramach różnych przedmiotów.

Geofizyka to dyscyplina nauki, która zajmuje się badaniem Ziemi metodami naukowymi używanymi w fizyce. Celem badań geofizycznych jest wyjaśnienie zjawisk fizycznych zachodzących obecnie oraz w przeszłości w litosferze, hydrosferze i atmosferze. Zatem geofizyka jest potrzebna do zrozumienia funkcjonowania świata. Może być jednocześnie niesamowicie fascynująca.

Instytut Geofizyki Polskiej Akademii Nauk od lat pokazuje, że nauki przyrodnicze i kariera naukowa mogą być ciekawą propozycją przyszłej ścieżki zawodowej dla uczniów polskich szkół. Zaczęliśmy już w 2007 roku, gdy wystartowała inicjatywa „Geofizyka w szkole”. To autorski projekt edukacyjny prowadzony przez młodych pracowników naukowych i doktorantów z naszego Instytutu. Jego celem jest popularyzacja zagadnień geofizyki wśród młodzieży. Naukowcy dzielą się swoją wiedzą w języku przyjaznym dla młodego odbiorcy. Zajęcia odbywają się w dwóch wariantach: geofizyka w szkole – zajęcia w formie wykładów, pokazów lub warsztatów realizowanych na terenie zainteresowanych szkół – oraz geofizyka w obserwatorium – w formie

wizyty w Centralnym Obserwatorium Geofizycznym w Belsku koło Grójca. Przykładowe tematy realizowane w ostatnich latach to: „Burze magnetyczne, zorze polarne i ruch biegunów magnetycznych”, „Co powiedzieć mądrego zamiast *kamień?*”, „Woda – niezwykle mądra sprawa”, „Czy Polska się trzęsie?”, „Wulkanizm”, „Wyszukiwanie skarbów – geofizyczne badania wnętrza Ziemi”, „Życie w Polskiej Stacji Polarnej” oraz „Czy warto zostać polarnikiem?”. Zajęcia mogą być prowadzone dla każdej grupy wiekowej od szkół podstawowych po licea i technika.

Kolejną propozycją Instytutu Geofizyki PAN dla szkół są pakiety edukacyjne opracowane w projekcie ERIS, finansowanym z programu ERASMUS+. Celem projektu było zwiększenie zainteresowania uczniów w wieku 13-19 lat naukami matematyczno-przyrodniczymi dzięki opracowaniu materiałów umożliwiających wykorzystywanie wyników badań naukowych w praktyce szkolnej. W ramach projektu opracowano 30 pakietów edukacyjnych (po 10 w każdej instytucji partnerskiej: Instytut Geofizyki PAN, Uniwersytet Bukareszteński, Uniwersytet w Wersalu) – 10 pakietów jest dostępnych w językach partnerów: polskim, francuski i rumuńskim, a 30 w języku angielskim. Dlatego z pakietów ERIS mogą korzystać nauczyciele przedmiotów przyrodniczych (geografii, fizyki, przyrody), ale również angliści lub przedmiotowcy w szkołach z wykładowym językiem angielskim lub francuskim.



Rysunek 1. Rezultaty projektu ERIS.

Naukowcy z Instytutu Geofizyki PAN opracowali 5 pakietów edukacyjnych dla uczniów w wieku 13-15 lat oraz 5 pakietów dla uczniów starszych (16-19 lat), które są rozszerzeniem pakietów podstawowych. Pakiety obejmują gotowe materiały dla nauczyciela do pracy z uczniami na lekcjach lub podczas zajęć dodatkowych (np. kółek zainteresowań). Zawierają karty pracy dla uczniów oraz wskazówki dla nauczyciela i materiały multimedialne (filmy, animacje). Uzupełnieniem pakietu jest nagranie wideo z prezentacji prowadzonej przez naukowca opracowującego dany pakiet. Z pakietów lub ich części można korzystać na lekcjach z kilku przedmiotów (fizyka, geografia, matematyka, blok przyroda i inne). Każdy pakiet obejmuje taką ilość materiałów i ćwiczeń, że nauczyciel może skorzystać z części w ramach jednej jednostki lekcyjnej lub wykorzystywać je przez kilka lekcji, w tym w ramach zajęć dla uczniów zainteresowanych (np. kółka, przygotowania do olimpiad). Do każdego pakietu dołączono przewodnik metodyczny dla nauczycieli, który zawiera szczegółowy opis pakietu, założone cele edukacyjne, spis wszystkich dostępnych materiałów wraz z materiałami uzupełniającymi oraz gotowe scenariusze lekcji.

1. Pakiet „Lodowce”, rozszerzający wiedzę o lodowcach zawartą w podręcznikach szkolnych, składa się z części ogólnej – wprowadzenia merytorycznego – oraz części praktycznej – zadań do wykonania przez uczniów. Prezentacja w części ogólnej zawiera opis lodowców, warunki powstawania lodowców, geograficzne uwarunkowania ich występowania, omówienie mechanizmu ruchu lodowca, wyjaśnienie terminów: ablacja i akumulacja. Część praktyczna zawiera zadania polegające na wykonaniu przekroju morfologicznego przez lodowiec Hansa (lodowiec znajdujący się w pobliżu Polskiej Stacji Polarnej Hornsund na Spitsbergenie). Do ich rozwiązania potrzebne są zbiory danych pomiarowych, dołączone do zadania lub możliwe do uzyskania w ogólnodostępnych darmowych bazach danych, na przykład eklima.met.no. Materiały, które powstały w ramach projektu ERIS, to: prezentacja multimedialna, nagranie wideo z prezentacji, animacja pokazująca przekrój lodowca, karta pracy wraz z instrukcją i mapą poziomicową lodowca oraz test sprawdzający wraz z odpowiedziami (również w wersji online). Przewodnik zawiera także scenariusz

lekcji „Rysujemy przekrój morfologiczny lodowca”. Pakiet rozszerzony zawiera dodatkowo scenariusz lekcji „ELA – linia równowagi bilansowej”. Z uwagi na ograniczenia czasowe związane z realizacją podstawy programowej zalecamy wykorzystanie pakietu rozszerzonego na zajęciach pozalekcyjnych, a także podczas wyjazdów, wycieczek szkolnych i tzw. zielonych szkół.

2. Pakiet „Promieniowanie UV” obejmuje zagadnienia związane z pozytywnym i negatywnym wpływem promieniowania ultrafioletowego na człowieka wraz z praktycznymi wskazówkami wykorzystania wyników pomiaru indeksu UV do bezpiecznego opalania się. Zagadnienia przedstawione zostały w sposób interdyscyplinarny, łączący elementy wiedzy z zakresu biologii, fizyki i geografii. Uczniowie dowiedzą się między innymi czym jest promieniowanie ultrafioletowe Słońca oraz czym różni się od światła widzialnego oraz promieniowania podczerwonego. W pakiecie przedstawiono wskazówki dotyczące bezpiecznego korzystania z kąpeli słonecznych. W tym celu wyjaśniono takie terminy, jak: indeks promieniowania UV, fototyp skóry, SPF (Sun Protective Factor). Uczniowie mają możliwość zdobycia praktycznych

umiejętności określania wartości indeksu UV (na podstawie danych publikowanych na ogólnodostępnych stronach internetowych, prognoz pogody oraz własnych pomiarów), a także określenia własnego fototypu skóry i obliczenia czasu bezpiecznego przebywania na słońcu. Zaletą pakietu jest możliwość przekazania uczniom umiejętności praktycznych, niezbędnych podczas letniego wypoczynku, umożliwiających bezpieczne wykorzystanie promieni słonecznych. Dzięki zaprezentowaniu filmu zrealizowanego przy zastosowaniu kamery UV, pokazującego, jak wygląda twarz chroniona kremem z filtrem UV, uczniowie uświadomią sobie, że kremy z filtrem mają rzeczywisty wpływ na ochronę skóry przed nadmiernym promieniowaniem słonecznym.

W skład pakietu wchodzi: prezentacja multimedialna, nagranie wideo z prezentacji, film nagrany kamerą UV, pokazujący działanie kremu z filtrem, karty pracy wraz z załącznikami oraz test sprawdzający z odpowiedziami (wersja papierowa i online). Przewodnik dla nauczycieli w wersji podstawowej zawiera scenariusze lekcji: „Promieniowanie UV – czy zawsze jest wrogiem?”, „Indeks UV w praktyce” oraz „Mapy indeksu UV”. Pakiet rozszerzony



Rysunek 2. Zestawienie dwóch zdjęć twarzy w świetle widzialnym i w kamerze UV. W ultrafiolecie widać zmiany spowodowane przez Słońce (fotostarzenie), które w normalnym świetle nie są jeszcze widoczne.
Fot. Agnieszka Czerwińska

zawiera scenariusze lekcji: „Promieniowanie UV – od reakcji termojądrowych do mutacji chromosomów” oraz „Bazy danych – jak z nich korzystać?”.

3. Pakiet „Fizyka trzęsień ziemi” prezentuje podstawy seismologii jako nauki. Jest też wprowadzeniem do świata obserwacji seismologicznych dzięki wykorzystaniu narzędzi seismologii dostępnych na nowoczesnej platformie seismologicznej: Platform for Anthropogenic Seismicity Research (<https://tcs.ah-epos.eu>). Umożliwia ona obserwację i analizę zapisów prawdziwych trzęsień ziemi zarejestrowanych w rzeczywistych sieciach seismologicznych. Każdego dnia Ziemia doświadcza co najmniej kilku zjawisk sejsmicznych. Najczęściej ich źródłem są przesunięcia mas skalnych na uskokach. Jednak nie wszystkie takie zjawiska są związane z powstaniem lub aktywacją uskoku. Innym rodzajem źródeł powodujących wstrząsy są procesy wulkaniczne, a nawet działalność człowieka, który poprzez różne technologie ingeruje w skorupę ziemską. Zjawiska sejsmiczne obserwowane są na całym świecie za pomocą bardzo czułego sprzętu elektronicznego, tak zwanych sejsmometrów. W zależności od ich rodzaju obserwujemy zarówno zjawiska lokalne i bardzo słabe, które nie są odczuwalne przez człowieka, jak i zjawiska silniejsze, których ogniska znajdują się po drugiej stronie kuli ziemskiej. Tym, co rejestrujemy, są fale sejsmiczne. Fale sejsmiczne, które docierają do sejsmometrów sieci pomiarowych, są następnie analizowane przez sejsmologów. Dzięki temu poznajemy czas, miejsce, wielkość i przyczynę powstania wstrząsów. Dalsze badania opisują zaś zagrożenie sejsmiczne dla wybranych obszarów. Wszystkie te informacje są kolejnym krokiem do zrozumienia fizyki powstania tych niebezpiecznych zjawisk.

Pakiet zawiera prezentację multimedialną, nagranie wideo z prezentacji, kartę pracy z zadaniami dla uczniów, trzy animacje oraz test sprawdzający wraz z odpowiedziami. Przewodnik metodyczny dla zakresu podstawowego zawiera scenariusz lekcji „Gdy trzęsie się ziemia”, a dla zakresu rozszerzonego dodatkowo

„Greckie trzęsienie ziemi okiem sejsmologa” oraz „Pikowanie sejsmogramów”.

4. Pakiet „Pole magnetyczne Ziemi” prezentuje zagadnienia związane ze źródłami ziemskiego pola magnetycznego oraz jego skutkami dla życia na Ziemi. Uczniowie dowiedzą się, co to jest ziemskie pole magnetyczne i jakie są jego źródła, gdzie znajdują się bieguny magnetyczne oraz odkryją, co tak naprawdę wskazuje kompas turystyczny i w jakich warunkach wskazania kierunków świata za pomocą kompasu są obarczone błędem. Uczniowie poznają termin „deklinacja magnetyczna” oraz nauczą się obliczać deklinację w danym roku na podstawie dostępnych danych pochodzących z obserwacji geomagnetycznych.

Wykonywanie obliczeń będzie oparte między innymi o dane ze strony INTERMAGNET (<http://www.intermagnet.org>) – organizacji skupiającej obserwatoria geomagnetyczne na całym świecie. Uczniowie nauczą się między innymi, jak znaleźć maksymalną i minimalną wartość deklinacji magnetycznej w ciągu dnia; wyznaczyć deklinację dla danej daty i dla danego miejsca; wyznaczyć różnicę pomiędzy wyznaczoną deklinacją z pomiarów rzeczywistych a deklinacją pochodzącą z modelu, otrzymaną z kalkulatora deklinacji. W skład pakietu wchodzi: prezentacja multimedialna, nagranie wideo z prezentacji, karty pracy wraz z instrukcją i kluczem odpowiedzi, test z odpowiedziami. Przewodnik dla zakresu podstawowego zawiera scenariusze lekcji: „Co naprawdę wskazują kompasy” oraz „W pogoni za biegunami magnetycznymi”, a dla zakresu rozszerzonego dodatkowo „Jak korzystać z danych geomagnetycznych z sieci INTERMAGNET?”.

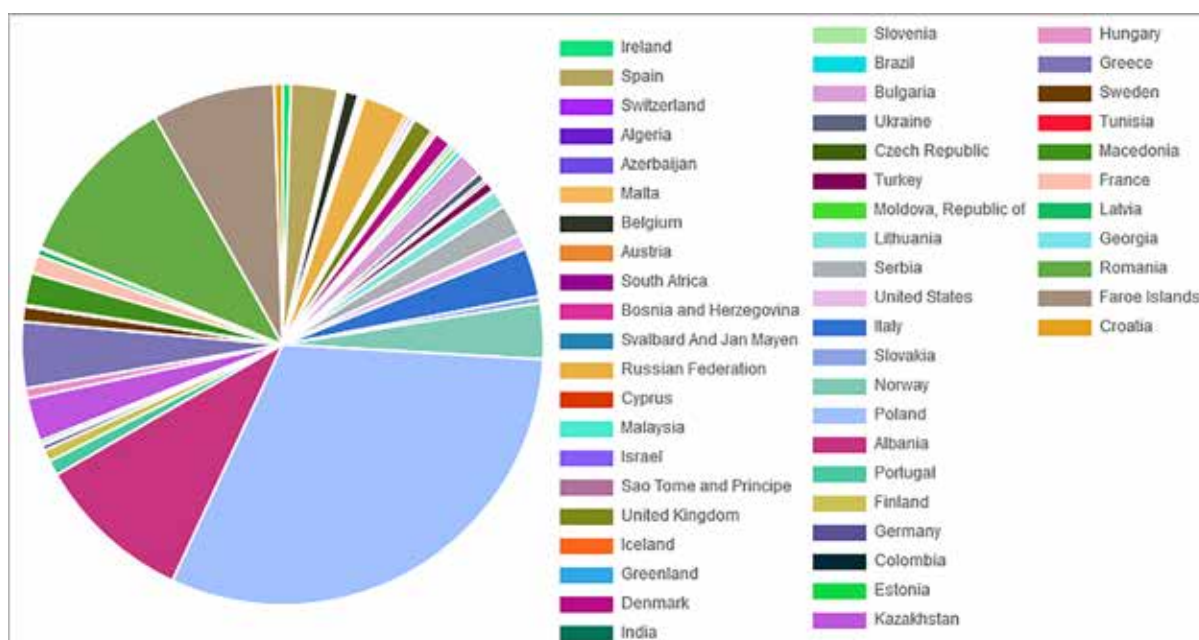
5. Pakiet „Pomiary meteorologiczne w Arktyce” ma na celu zapoznanie uczniów z pomiarami prowadzonymi w Polskiej Stacji Polarnej Hornsund na Spitsbergenie. Meteorologia to nauka zajmująca się badaniem zjawisk zachodzących w atmosferze. Znajomość pogody i umiejętność jej przewidywania jest istotnym elementem życia człowieka i nie ogranicza się wyłącznie do pomocy w doborze codziennej

garderoby. Ma także ogromne znaczenie dla gospodarki kraju, w szczególności w transporcie czy rolnictwie. Na całym świecie istnieje sieć obserwatoriów meteorologicznych, w których prowadzone są obserwacje i pomiary stanu atmosfery. Zbierane w nich dane i statystyki oraz znajomość praw rządzących procesami atmosferycznymi służą do określenia najbardziej prawdopodobnego przyszłego stanu pogody – czyli prognozy pogody. Proponowany pakiet ma na celu zapoznanie uczniów z pomiarami prowadzonymi w ogródku meteorologicznym przy Polskiej Stacji Polarnej Hornsund na Spitsbergenie i porównaniu do bieżącej pogody w miejscu zamieszkania. Do zadań wykorzystano dostępne w Internecie meteorologiczne bazy danych. Dodatkowo dołączono kilka tamigłówek matematycznych.

Pakiet zawiera prezentację multimedialną, nagranie wideo z prezentacji, karty pracy, zadania z cyklu „Matematyczne dylematy” wraz z kluczem odpowiedzi, test z odpowiedziami oraz scenariusze lekcji: „Pomiary meteorologiczne w Arktyce”, „Jak czytać dane meteorologiczne”, „Łamigłówki matematyczne”, „O chmurach trochę więcej”, a w wersji rozszerzonej również scenariusz pod tytułem „Analizujemy roczne biuletyny meteorologiczne”.

Wszystkie materiały edukacyjne dostępne są na stronie <https://www.igf.edu.pl/eris.php>, a materiały filmowe opublikowano na kanale YouTube ERIS PROJECT.

Inicjatywą bijącą rekordy popularności jest międzynarodowy projekt EDU-ARCTIC, finansowany z programu Unii Europejskiej Horyzont 2020. Jest adresowany do uczniów w wieku 13-20 lat oraz ich nauczycieli. Program wykorzystuje bazy polarne w Arktyce i prowadzone w nich badania naukowe i obserwacje. Uczniowie mają okazję poznać pracę naukowców i specyfikę obszarów polarnych dzięki udziałom w transmisjach z Arktyki, a nawet wyjazdom na polarne wyprawy. Przekonanie o tym, że Arktyka jest miejscem niezwykłym, a badania polarne są niesamowicie interesujące było inspiracją do stworzenia tego programu. W naszej ocenie dużo łatwiej zainteresować uczniów badaniami prowadzonymi w Arktyce niż samą nauką jako taką. Zainteresowanie szkół nietypowymi lekcjami jest ogromne. Liczyliśmy na to, że w Europie nasz pomysł również się spodoba. Obecnie wiemy, że mieliśmy rację. Program podoba się, i to bardzo! Świadczy o tym liczba szkół biorących w nim udział. Z programu EDU-ARCTIC korzysta ponad 950 nauczycieli i edukatorów z ponad 50 krajów (z Europy, Azji, obu Ameryk i Afryki).



Rysunek 3. W grupie około 1000 użytkowników programu EDU-ARCTIC Polacy stanowią ponad 30%.

Bezpośredni kontakt uczniów z naukowcami poprzez transmisje online, konkursy, w których nagrodą jest udział w wyprawie polarnej oraz monitoring przyrodniczy pomagają rozwinąć u młodych ludzi pasję i zachęcić do przyszłej pracy naukowej w dziedzinie nauk matematyczno-przyrodniczych. Najczęściej wykorzystywaną propozycją EDU-ARCTIC są lekcje online. Prowadzą je naukowcy z Instytutu Geofizyki PAN oraz instytucji partnerskich: Norwegian Institute of Bioeconomy (Norwegia), Faroe Islands Nature Investigation (Wyspy Owcze), Université de Versailles Saint-Quentin-en-Yvelines (Francja). Dodatkowo często zapraszamy gości z zewnętrznych instytucji, którzy również dzielą się wiedzą o regionach polarnych lub szerzej – z zakresu nauk matematyczno-przyrodniczych. Tematyka lekcji jest bardzo różnorodna: od specjalistycznych zagadnień naukowych (np. badania DNA niedźwiedzi, bilans masy lodowców, źródła zanieczyszczeń rtęcią i ołowiem, lidar w służbie człowieka) przez zagadnienia bardziej ogólne (np. najdziwniejsze zwierzęta Arktyki, prawdy i mity o zmianach klimatu, Arktyka – kraina ludzi, 100 pytań do polarnika) po zagadnienia społeczne i historyczne (np. psychologia polarna, bezpieczeństwo na Svalbardzie, historia wielkich wypraw polarnych

czy sami – pasterze reniferów). Lekcje odbywają się kilka razy w tygodniu o różnych godzinach w ciągu całego roku szkolnego.

Natomiast stale dostępną propozycją jest Polarpedia – internetowe źródło wiedzy o obszarach polarnych, zachodzących tam zjawiskach i prowadzonych badaniach. Polarpedia dostępna jest w kilkunastu językach, w tym po polsku. Hasła zgrupowane są w 9 kategoriach: Lód i śnieg, Klimat i pogoda, Atmosfera, Morza i oceany, Ląd i geologia, Zwierzęta i rośliny, Przestrzeń, Ludzie i społeczeństwo, Miejsca i historie. Nowością jest sekcja gier i quizów zawierająca ponad sto propozycji różnego typu zabaw dla uczniów do rozegrania w klasie lub w domu. Wiele z nich można rozegrać online. Są również propozycje eksperymentów, zadań zespołowych i karty pracy do wydrukowania dla uczniów. Jedną z interesujących gier są „Łowcy wiedzy”. Do jej rozegrania wystarczy papier, ołówki lub długopisy i smartfony z aplikacją do odczytywania kodów QR. Uczniowie pracują w drużynach „łowców wiedzy”. W każdej drużynie jeden uczeń musi mieć urządzenie mobilne z aplikacją do odczytywania kodów QR. Zadaniem drużyny jest odnalezienie kodów ukrytych wcześniej w szkole/klasie/na boisku.



Rysunek 4. Grupa laureatów 1. edycji konkursu EDU-ARCTIC wraz z organizatorkami wyprawy, Wyspy Owcze, 2017 rok.
Źródło: EDU-ARCTIC.

Po zeskanowaniu kodu pojawia się pytanie. Wygrywa drużyna, która w wyznaczonym czasie (np. 30 minut) udzieli najwięcej poprawnych odpowiedzi. Tabela dla nauczyciela – zestawienie kodów, pytań i odpowiedzi, karty z kodami do wydrukowania (jednostronnie, 10 pytań) oraz instrukcja dostępne są na stronie: <https://polarpedia.eu/pl/lowcy-wiedzy>. Kategoria „Gry i quizy” to obecnie najszybciej rozwijająca się część Polarpedii. Do jej rozbudowy zapraszamy także nauczycieli, którzy mogą przestać nam swoje propozycje zadań dla uczniów.

Olbrzymią popularnością cieszą się konkursy arktyczne organizowane w ramach EDU-ARCTIC. W tegorocznej edycji wzięło udział 160 drużyn z 19 krajów. Drużyny składające się z ucznia i nauczyciela rywalizowały w dwóch kategoriach: projekt innowacyjny lub naukowy. Przygotowywały projekty w formie eseju, filmu lub plakatu. Główną nagrodą dla 6 zwycięskich drużyn jest udział w wyprawie polarnej do Polskiej Stacji Polarnej Hornsund na Spitsbergenie lub stacji Svanhøvd w północnej Norwegii. Zainteresowanie konkursami było tak duże, że Instytut zwrócił się do Komisji Europejskiej z prośbą o wyrażenie zgody na przedłużenie projektu i organizację kolejnej edycji konkursu oraz wyprawy polarnej w 2019 roku. Zachęcamy do śledzenia naszej strony, gdzie opublikujemy informację o kolejnej edycji konkursu, gdy zapadnie decyzja.

A jeżeli Państwa uczniowie lubią obserwować przyrodę, zachęcamy ich do udziału w monitoringu przyrodniczym EDU-ARCTIC. Udział w programie monitoringu środowiska to szansa wykształcenia u uczniów umiejętności obserwacji przyrody i zachodzących w niej zmian, w szczególności wpływu globalnego ocieplenia na otaczający nas świat. To także możliwość wsparcia naukowców poprzez dostarczenie bazy danych, które zostaną wykorzystane do licznych analiz i studiów środowiskowych. Zebrane dane mają ogromne znaczenie wobec pojawiających się zjawisk związanych z ocieplaniem się klimatu, takich jak: wzrost temperatury, wydłużenie się okresów susz i upałów, zwiększenie częstotliwości burz, powodzi oraz innych naturalnych kataklizmów. Tymczasem nawet niewielkie zmiany temperatury powietrza lub opadów mogą zakłócić równowagę w ekosystemie i wpłynąć na rośliny i zwierzęta, w szczególności zmieniając zasięg

ich występowania. Monitoring przyrodniczy EDU-ARCTIC pozwala na przygotowanie uczniów do pracy w zawodach meteorologa czy obserwatora środowiskowego. Dlatego w tym roku rozszerzyliśmy monitoring EDU-ARCTIC o opcję dla uczniów. Powstała aplikacja na urządzenia mobilne. Mogą z niej korzystać zarówno nauczyciele zarejestrowani w projekcie, jak i inni użytkownicy. Aplikacja pozwala na dodawanie zdjęć do pomiarów przesyłanych bezpośrednio z telefonu czy tabletu. Pomiarów można dodawać raz w tygodniu z dowolnej lokalizacji – z domu, wycieczek, zimowych czy wakacyjnych wyjazdów. Uczniowie otrzymują punkty (EDU-COINS), które mogą wymienić na nagrody – plecaki, albumy, puzzle, magnesy czy tapety polarne.

Z uwagi na to, że najliczniejszą grupę użytkowników stanowią polscy nauczyciele, proponujemy bogatą ofertę aktywności w języku polskim: lekcje online z polskimi naukowcami, newsletter, Polarpedię i polskie Forum. Zapraszamy do udziału w programie. Więcej informacji na <https://program.edu-arctic.eu>.

dr Agata GOŹDZIK Instytut Geofizyki PAN

Absolwentka Wydziału Geografii i Studiów Regionalnych Uniwersytetu Warszawskiego. Pracę doktorską z zakresu hydrodynamiki napisała w Instytucie Geofizyki PAN. Od 10 lat jest związana z edukacją. Pracowała jako zastępca dyrektora Departamentu Edukacji Ekologicznej w Ministerstwie Środowiska, prowadziła również wykłady edukacyjno-ekologiczne na Uniwersytecie Warszawskim. Była kierownikiem jednego z największych innowacyjnych projektów z zakresu nauk matematyczno-przyrodniczych EDUSCIENCE, a obecnie koordynuje międzynarodowy projekt EDU-ARCTIC.