

Od STEM do STEAM

Hasto STEM, czyli *Science, Technology, Engineering, Mathematics* (Nauka, Technologia, Inżynieria, Matematyka) znane jest powszechnie na świecie, gdyż wiadomo, że kształcenie w tych dziedzinach jest motorem postępu, rozwoju gospodarczego i dobrobytu. Od kilku lat prowadzone są intensywne działania w celu poprawy nauczania przedmiotów ścisłych i technicznych. Dobrym przykładem są działania społeczności Scientix (scientix.eu), rozpowszechniającej dobre praktyki w zakresie STEM w Europie, promującej innowacyjne metody nauczania z wykorzystaniem nowych technologii i nowoczesnej pedagogiki. Ogólnodostępny bezpłatny kurs dla nauczycieli Scientix MOOC „STEM is everywhere”, który rozpoczął się 20 października 2018, pokazuje najnowsze trendy i innowacje w edukacji STEM.

Ośrodek Edukacji Informatycznej i Zastosowań Komputerów w Warszawie aktywnie uczestniczy w działaniach społeczności Scientix na forum europejskim i krajowym. Współpraca z Instytutem Geofizyki PAN (Krajowym Punktem Kontaktowym Scientix) zaowocowała wspólną organizacją dwóch krajowych konferencji Scientix (2015, 2018) i warsztatów dla nauczycieli (2016, 2017, 2018). Te ważne wydarzenia edukacyjne były znakomitą okazją do praktycznej prezentacji innowacyjnych rozwiązań w nauczaniu przedmiotów matematyczno-przyrodniczych przez nauczycieli i edukatorów STEM z całej Polski.

W 2015 roku miesięcznik „Perspektywy” wprowadził nowy Ranking Liceów STEM, a w 2016 dołączono do rankingu technika i ogłoszono Ranking Szkół STEM. „Celem Rankingu Liceów i Techników STEM jest budzenie w młodych ludziach pasji do takich przedmiotów, jak matematyka, fizyka, chemia i informatyka – a następnie inspirowanie uczniów do podejmowania studiów na kierunkach inżynierskich i w naukach ścisłych¹.

Ostatnio wiele się mówi o edukacji STEAM, łączącej przedmioty matematyczno-przyrodnicze i techniczne ze sztuką (Arts). Marzy nam się takie nauczanie, w którym nie będzie podziału na przedmioty, a uczniowie będą pracować w grupach przy realizacji interdyscyplinarnych projektów na pograniczu nauki, technologii i sztuki. Przykłady europejskich projektów łączących naukę i sztukę można znaleźć na *School Education Gateway* – europejskiej platformie internetowej dla szkół².

Autorzy artykułów tego numeru „Meritum” opisują innowacyjne działania w zakresie STEM i STEAM, prowadzone na różnych etapach edukacyjnych. STEAM-owe lekcje są możliwe już w edukacji wczesnoszkolnej!

Zapraszam do lektury

Elżbieta Kawecka

¹ http://www.perspektywy.pl/portal/index.php?option=com_content&view=article&id=2977&Itemid=397, dostęp: 06.11.2018.

² <https://www.schooleducationgateway.eu/pl/pub/latest/practices/steam-learning-science-art.htm>, dostęp: 06.11.2018.

Teorie i badania

Marlena PLEBAŃSKA <i>STEAM – edukacja przyszłości</i>	2
Katarzyna TROJAŃSKA <i>STEAM-owe lekcje</i>	8
Jan A. WIERZBICKI <i>Czy roboty dają STEAM – PARĘ?</i>	15

Nauczanie i uczenie się

Hanna BASAJ <i>Nowe technologie na lekcjach matematyki</i>	18
Elżbieta KAWECKA <i>Smartfony i tablety na lekcjach fizyki</i>	30
Małgorzata ZAJĄCZKOWSKA <i>Nowe technologie, nowe treści i przestrzenie do nauki..</i>	38
Elżbieta KAWECKA <i>Future Classroom Lab</i>	44

Dobra praktyka

Agata GOŹDZIK <i>Jak oswoić trudne, czyli o geofizyce w szkole</i>	48
Marta KAWECKA-SMOLIŃSKA <i>Dynamika przemian. Metamorfozy. O możliwościach analizy, syntezy i kreacji, jakie stwarza animacja poklatkowa</i>	55
Katarzyna OLEŹDZKA <i>Zielone światło dla micro:bita</i>	61
Małgorzata RYGIER-JAWORSKA Barbara PIERZCHAŁA <i>Dotknąć kosmosu</i>	65

Samokształcenie

Elżbieta PRYŁOWSKA-NOWAK <i>Meandry kultury i technologii</i>	74
Witold KRANAS <i>Zooniverse – internauci pomagają w badaniach naukowych</i>	84

Renata SIDORUK-SOŁODUCHA <i>W jaki sposób współczesne technologie mogą wspierać nauczycieli biologii nauczanej dwujęzycznie?</i>	89
--	----

STEAM – edukacja przyszłości

dr hab. Marlena PLEBAŃSKA

Dlaczego STEAM?

STEAM-em, a w zasadzie STEM-em zainteresowałam się pięć lat temu na konferencji w Jerozolimie poświęconej rozwojowi kluczowych kompetencji oczekiwanych przez rynek pracy oraz trendom w rozwoju rynku pracy. Już od kilku lat bowiem wiemy, że rynek pracy zmienia się radykalnie. Po pierwsze sama koncepcja LLL (Life Long Learning) przestaje być aktualna, ponieważ stały rozwój to już za mało, aby aktywnie konkurować na rynku pracy. Wszelkie badania trendów rozwoju rynku pracy wskazują, że w ciągu życia będziemy musieli kilkakrotnie zmieniać zawód. Wynika to z dynamiki rozwoju poszczególnych branż oraz fluktuacji nie tyle pracowników, co miejsc i specjalności pracy.

Drugim istotnym czynnikiem jest postępująca cyfryzacja oraz automatyzacja pracy, z powodu których do 2030 roku od 40 do 60% miejsc pracy zostanie zastąpionych przez roboty. Oznacza to, że spada zapotrzebowanie na pracowników wykonujących prace manualne, powielalne, a rośnie zapotrzebowanie na innowatorów, osoby twórcze, które pracą robotów będą mogły nie tylko pokierować, ale też aktywnie ją kreować, tworzyć innowacje z ich wykorzystaniem etc.

Właśnie dlatego społeczne oraz ekonomiczne zapotrzebowanie na absolwentów zmienia kierunek, potrzebujemy ludzi twórczych, innowacyjnych,

myślących w niekonwencjonalny sposób. Zmiana ta dotyczy nie tylko odkrywców, naukowców i badaczy, ale każdej profesji, nawet takiej, w przypadku której trudno sobie wyobrazić w pierwszym momencie taką potrzebę, np. fryzjer, mechanik, kierowca czy manicurzystka. Już dzisiaj dysponujemy robotami zastępującymi całkowicie lub w znacznym zakresie pracę w tych zawodach. Tylko osoby działające niekonwencjonalnie są nie do zastąpienia przez automat. Kompetencje do tej pory wymieniane jako kluczowe tracą na wartości, a wkrótce się zdezaktualizują w związku z postępującą cyfryzacją – głównie rozwojem sztucznej inteligencji. Na przykład w najbliższych latach porozumiewanie się w językach obcych zostanie zautomatyzowane poprzez słowniki, tłumacze działające w czasie rzeczywistym, a z czasem wszczepki. Dlatego właśnie świat potrzebuje nowych kompetencji, których nie da się wykształcić u uczniów w sposób sztywny, bazujący na klasowo-lekcyjnym modelu edukacji uwzględniającym sztywny podział na grupy przedmiotów oraz wyposażonym w systemy testowe.

Raport *Future Skills 2020*¹ określa sześć czynników zmieniających oblicze rynku pracy i wpływających na konieczność rozwijania innych niż dotychczas kompetencji. Według twórców raportu są to:

¹ *Future Work Skills 2020 Report*, http://www.iftf.org/uploads/media/SR-1382A_UPRI_future_work_skills_sm.pdf

- starzenie się społeczeństw i wydłużający się czas życia przeciętnego człowieka,
- wkroczenie na rynek inteligentnych systemów i maszyn (sztuczna inteligencja),
- rozwój narzędzi komunikacji globalnej (media społecznościowe),
- przyrost informacji na niespotykaną dotąd skalę (informatyzacja świata),
- ekspansja globalnych korporacji (tj. Google, Twitter etc.),
- zagęszczenie sieci powiązań na różnych poziomach życia ekonomicznego, politycznego i społecznego.

Według autorów raportu kompetencje przyszłości, które zapewnią dzisiejszym uczniom aktywne uczestnictwo w nowym rynku pracy, to:

1. **Sense-making:** zdolność do odkrywania, ale i nadawania głębszego sensu temu, co chcemy wyrazić.
2. **Social intelligence:** inteligencja społeczna, czyli zdolność do komunikowania się w prosty i bezpośredni sposób, a także wchodzenia w relacje międzyludzkie.
3. **Novel & Adaptive thinking:** myślenie adaptacyjne, biegłość w rozwiązywaniu problemów, wymyślaniu rozwiązań i odpowiedzi wykraczających poza schemat.
4. **Cross-cultural competency:** kompetencje kros-kulturowe, czyli zdolność do funkcjonowania w zróżnicowanym środowisku kulturowym.
5. **Computational thinking:** zdolność przetwarzania dużej ilości informacji, rozumowania opartego na danych (zwłaszcza wyciągania wniosków z tzw. Big Data).
6. **New-media literacy:** umiejętność korzystania z nowych mediów, czyli nie tylko publikowanie postów na Facebooku w najbardziej odpowiednim czasie. Także zdolność do krytycznej oceny i opracowania treści publikowanych w nowych mediach oraz wykorzystania ich w skutecznej komunikacji.
7. **Transdisciplinarity:** interdyscyplinarność rozumiana jako umiejętność czytania i rozumienia pojęć w wielu dyscyplinach.
8. **Design mindset:** myślenie projektowe, zdolność do prezentowania i rozwijania sposobów pracy dla osiągnięcia pożądanych wyników.
9. **Cognitive load management:** zdolność do zmaksymalizowania funkcjonowania poznawczego i przyswajania wielu bodźców przy użyciu różnych narzędzi i technik.
10. **Virtual collaboration:** zdolność do współpracy wirtualnej w sposób wydajny, zaangażowany i wykazujący obecność w pracy wirtualnego zespołu.

Powyżej przedstawione czynniki zmiany oraz kompetencje przyszłości pokazują, że przez dziesięciolecia programy nauczania, podstawy programowe, a w zasadzie całe systemowe kształcenie odpowiadało na potrzeby rynku pracy. Obecnie przygotowujemy uczniów do pracy, która jeszcze nie istnieje i trudno nam określić, w jakich zawodach będą oni pracować. Dlatego powinni zostać wyposażeni w pakiet kompetencji przyszłości, wśród których dwie najważniejsze grupy to kompetencje społeczne oraz kompetencje cyfrowe. Zważywszy na trendy rozwoju świata, grupy te wzajemnie przenikają się i uzupełniają.

Świat stanowi spójną całość, tak samo jak spójną całość stanowi edukacja. Nikt z nas, patrząc na drzewo, nie mówi: „to drzewo, więc to nauka” lub „niebo jest niebieskie, więc to sztuka”. Postrzegamy i interpretujemy świat holistycznie, również w taki sposób radzimy sobie z rozwiązywaniem wszelkich zadań i wyzwań, jakie niesie nam życie, zarówno w kontekście osobistym, jak i zawodowym.

Zatem przyjęty podział na przedmioty nie odzwierciedla naturalnego sposobu rozumienia świata przez człowieka. Izolowanie koncepcji, wiedzy, informacji, standardów, ocen i praktycznych działań jest potężnym sposobem zakłócenia typowego przebiegu poznawania przez ucznia rozumienia świata oraz możliwości ulepszania go poprzez szeroko rozumiane innowacje.

W edukacji kształcącej kompetencje przyszłości potrzebujemy odzwierciedlenia tych naturalnych procesów. Potrzebujemy „otwarcia drzwi” do prawdziwego świata i umieszczenia tych samych praktyk w naszych cyklach nauczania i uczenia się. Jednym ze sposobów przygotowujących uczniów do tych nowych realiów jest STEAM.

Co to jest STEAM?

STEAM to sposób kształcenia znany na świecie od kilku lat, skoncentrowany na tym, aby zaspokoić prawdziwe potrzeby gospodarki XXI wieku poprzez rozwój kompetencji przyszłości. STEAM to podejście do uczenia się, które stawia na naukę projektową konsolidującą pięć kluczowych bloków tematycznych: naukę, technologię, inżynierię, sztukę i matematykę. STEAM ukierunkowany jest na kształcenie uczniów, którzy w efekcie realizacji STEAM-owych projektów potrafią myśleć w sposób innowacyjny, niestandardowy, podejmują rozważne ryzyko, angażują się w eksperymentalne uczenie się, twórczo rozwiązywanie problemów, podejmują współpracę i aktywnie uczestniczą w procesach twórczych.

Filozofia STEAM odzwierciedla koncepcję:

STEAM = Science & Technology
interpretowane przez
Engineering & Arts
bazujące na Mathematics

STEAM to inicjatywa edukacyjna stworzona przez Rhode Island School of Design, która dodaje sztuki do oryginalnej struktury STEM. Według szkoły projektowania w Rhode Island, *celem jest wspieranie prawdziwej innowacji, która łączy umysł naukowca lub technologa z koncepcją artysty lub projektanta*. Dodanie sztuki do pierwotnej koncepcji

STEM jest ważne, ponieważ kierunkuje procesy poznawania oraz tworzenia w stronę natury oraz angażuje w proces uczenia się wszelkie możliwości ucznia oraz cały jego mózg.

Pierwotny model STEM wykorzystywał tylko lewą półkulę mózgu odpowiadającą za myślenie i rozumienie, logiczne myślenie, procesy analityczne, obliczenia matematyczne, rozpoznawanie przedmiotów za pomocą dotyku, pisanie – czyli cztery obszary z naszego modelu (STEM). Dopiero uzupełnienie modelu o literę A oznaczającą obszar sztuki, wprowadziło do modelu wykorzystanie prawej półkuli mózgu odpowiadającej za myślenie abstrakcyjne, kierowanie się intuicją, bycie twórczym i kreatywnym, wymyślanie nietypowych rzeczy, wyobraźnię przestrzenną czy bycie artystą. Tak więc dopiero pełny model STEAM daje możliwość wykorzystania pełnego potencjału uczniów oraz kształtowania kompetencji przyszłości.

STEAM sprawdza się w kształceniu wszystkich uczniów na każdym poziomie edukacyjnym, stanowi doskonały sposób kształcenia, niezależnie od tego, jaki zawód w przyszłości wybiorą. Uczy bowiem krytycznego myślenia, rozwiązywania problemów i wielu innych umiejętności, które mogą być wykorzystywane przez całe życie. Rosnące zainteresowanie STEAM wynika z tego, że integrując jednocześnie pięć bloków przedmiotowych, uczy, jak się uczyć, zadawać pytania, eksperymentować i tworzyć. Zatem jeśli dzisiejsi uczniowie są naszą przyszłością, to STEAM jest rodzajem edukacji, której potrzebujemy. Bazujący na teście system standardowego uczenia się na pamięć jest dokładnie tym rodzajem edukacji, której nasze dzieci nie potrzebują w świecie, w którym żyjemy, a który stoi przed trudnymi globalnymi wyzwaniami. Dzisiejszy system edukacji nie koncentruje się w wystarczającym stopniu na uczeniu dzieci rozwiązywania rzeczywistych problemów i nie jest interdyscyplinarny, zamyka się w sztucznej ramie standardów i zasad, na które odpowiedzią jest właśnie STEAM. Przejście od obecnego standardowego podejścia do nauczania w kierunku holistycznej interdyscyplinarnej metody ma sens szczególnie we współczesnym świecie, który dostarcza nam równie wiele możliwości, co wyzwań.

STEAM zachęca uczniów do bycia kimś innym niż konsumentami edukacji. Dzięki STEAM mogą oni stać się twórcami własnego procesu edukacyjnego, przechodząc od bycia skierowanym na wykonanie zadań do samodzielnej, niezależnej kreacji własnych, indywidualnych zadań edukacyjnych. Coraz częściej mogą korzystać z nowych narzędzi do twórczej ekspresji i odkrywania prawdziwego świata wokół nich. Mogą być aktywnymi uczestnikami w tworzeniu nowego rodzaju edukacji na miarę XXI wieku, która będzie promować kreatywność i krytyczne myślenie cenione u takich osób, jak na przykład Steve Jobs czy Bill Gates. W kontekście społecznym STEAM ma na celu przede wszystkim kreowanie wiedzy operacyjnej. Promuje wypełnianie luki między celami biznesowymi i edukacyjnymi, aby stworzyć bardziej wydajną i zrównoważoną, opartą na pracy zespołowej, kulturę globalną.

Wyobraźmy sobie szkołę, w której dzieci mogą: klonować DNA, budować gadżety do mierzenia impulsów elektrycznych, tworzyć automatycznych sprzedawców blackjacka, projektować maszyny odróżniające pojemniki szklane, plastikowe i aluminiowe i segregujące je w oddzielne pojemniki czy projektować samochody na energię elektryczną. Wyobraźmy sobie szkołę, do której dzieci przychodzą nie po to, aby realizować na przykład pięć godzin zajęć z różnych przedmiotów, ale szkołę, do której przychodzą, aby zmierzyć się z realnym wyzwaniem społecznym, którego rozwiązanie zmieni jakąś część świata, a jednocześnie pozwoli dzieciom na zdobycie wiedzy z zakresu różnych dyscyplin oraz szeregu kompetencji społecznych. Ten sposób myślenia o edukacji jest kwintesencją edukacji przyszłości, ten sposób myślenia o edukacji jest kwintesencją STEAM.

Historia STEAM

Prezydent Barack Obama w 2011 roku wygłosił przemówienie nakreślające kierunki edukacji XXI wieku, w tym inicjujące ruch STEM jako kierunek edukacji przyszłości. W USA miliony dolarów zostały przeznaczone na szkolenia nauczycieli, dotacje, badania i programy szkolne promujące STEM. W ostatnim dziesięcioleciu zaobserwowaliśmy wzrost oferty kursów matematycznych i z przedmiotów ścisłych, wyższe oczekiwania w zakresie

testowania oraz ewolucję uczenia się opartego na projektach przy użyciu STEM. Intensywny rozwój STEM spotkał się z jednej strony z entuzjastycznym odbiorem, z drugiej zaś z zarzutami o dehumanizację edukacji. Trudno jednoznacznie określić, kto po raz pierwszy użył akronimu STEAM. Dwie najważniejsze osoby to Georgetta Yakman – jedna z inicjatorek STEAM, która rozszerzyła STEM do STEAM oraz sprecyzowała następująco założenia modelu: „Nauka i technologia interpretowane przez inżynierię i sztukę, wszystkie oparte na elementach matematyki”. Ponadto utworzyła pierwsze programy i szkolenia dla nauczycieli. Druga osoba to Amerykanka Lisa La Bonte, dyrektor generalny Arabskiej Fundacji Młodzieżowych Inwestorów z siedzibą w Zjednoczonych Emiratach Arabskich, która stworzyła w latach 2006-2007 publiczne programy STEAM, dodając A dla STEM.

STEM vs. STEAM

STEM to sposób nauczania znany i stosowany od kilku lat, również bardzo mocno wspierany przez firmy sektora IT. Programy STEM cieszą się popularnością w wielu szkołach. Logika STEM jest prosta: fala przyszłego dobrobytu gospodarczego to siła robocza, która powinna być dobrze zorientowana w rozwijających się rynkach pracy takich jak nauka, technologia, inżynieria i matematyka. W związku z tym na całym świecie wzrosły inwestycje w inicjatywy STEM na poziomie K12. Obejmuje to (ale nie ogranicza się do): lekcje programowania, udostępnianie urządzeń mobilnych dla uczniów (czasami w formie pracowni komputerowych, a innym razem w formie 1:1 – pojedyncze urządzenie dla każdego ucznia), proste eksperymentowanie. Chociaż te inicjatywy są wspaniałym początkiem edukacji przyszłości, brakuje im kreatywności, innowacyjności, twórczego eksperymentowania, postrzegania świata przez pryzmat estetyki. Uczniowie w programach STEM mogą mieć więcej możliwości uczenia się przez doświadczenie niż w czasie typowych zajęć lekcyjnych, ale są ograniczeni jedynie do nauki, technologii, inżynierii i matematyki. Współczesna gospodarka wymaga znacznie więcej niż zrozumienia tych obszarów. Wymaga zastosowania, tworzenia i pomysłowości. Sam STEM nie rozwija kompetencji przyszłości oraz nie zapewnia holistycznego rozwoju uczniów.

STEAM jest sposobem na skorzystanie ze STEM i uzupełnieniem go poprzez zintegrowanie bloków STEM ze sztuką. STEAM przenosi STEM na wyższy poziom – pozwala uczniom połączyć naukę z praktykami artystycznymi, z projektowaniem. STEAM – jak wspomniano powyżej – angażuje cały potencjał ucznia oraz wszystkie obszary jego mózgu.

Wykorzystanie STEAM

Ścieżka wdrożenia STEAM jest ekscytująca, ale może być zawodna bez zrozumienia, co naprawdę oznacza STEAM, zarówno na poziomie intencji, jak realizacji. Podobnie jak jego poprzednik STEM, STEAM sprawdzi się, jeśli w czasie wdrażania go w szkołach będziemy pamiętać o kilku podstawowych zasadach, a mianowicie:

- STEAM to zintegrowane podejście do uczenia się, które wymaga intencjonalnego połączenia między standardami, ocenami, projektowaniem, wdrażaniem oraz realizacją lekcji.
- Prawdziwe doświadczenia STEAM obejmują pięć dziedzin: naukę, technologię, inżynierię, matematykę i sztukę.
- STEAM to współpraca i nacisk na projektowe uczenie się, w którym uczniowie kreują swój indywidualny proces uczenia się.
- Zajęcia STEAM bazują na planowaniu i współpracy nie tylko uczniów, ale również nauczycieli.
- W ujęciu systemowym konieczne jest osadzenie zajęć STEAM w harmonogramie zajęć w celu dostosowania do nowego sposobu nauczania i uczenia się.
- Konieczny jest rozwój zawodowy wszystkich pracowników w zakresie zasad i praktyk STEAM.
- Niezbędne jest mapowanie schematu STEAM dla procesu projektowania programu nauczania i oceny.
- Należy stosować multiprzedmiotowe ujednoczenie standardów i ocen.

STEAM-owe pokolenie, czyli kto?

Mentalnie pokutuje w nas stereotyp innowatorów jako naukowców zamkniętych w laboratoriach, osób wyizolowanych społecznie, które tworzą wynalazki oderwane od rzeczywistości oraz realnych potrzeb społecznych. Pokolenie STEAM to pokolenie innowatorów, tak więc każda osoba, która kreuje, wytwarza i wdraża szeroko rozumiane innowacje, na przykład przemysłowe, społeczne etc., potrzebuje edukacji STEAM niezależnie od tego, jaki zawód wybierze – czy będzie inżynierem, designerem, socjologiem czy też specjalistą w innej dziedzinie. Zważywszy na genezę STEAM, w pierwszej kolejności po ten model edukacji sięgną inżynierowie, których w naszym kraju mamy niepokojący niedobór. Każdy inżynier, który wprowadza innowację, potrzebuje znacznie więcej niż znajomość matematyki, inżynierii i sprawności technologicznej. Potrzebuje także myślenia projektowego, kreatywności, komunikacji i umiejętności artystycznych, aby zrealizować te innowacje.

Dzisiejsi innowatorzy to twórcze osoby, współpracujące w otwartych przestrzeniach, dzielące się pomysłami na całym świecie z innymi myślicielami. To osoby o mocnej naturalnej ciekawości, którą również buduje STEAM. Dlatego właśnie warto uczyć STEAM już od najmłodszych lat. Na poziomie edukacji wczesnoszkolnej, gdzie przedmioty są znacznie mniej segregowane, widzimy najbardziej kreatywne projekty STEAM, angażujące i inspirujące młodych uczniów. STEAM sprawdza się również bardzo dobrze w kształceniu przedszkolnym. Jednakże w przypadku kształcenia na wyższym poziomie STEAM staje się trudniejszy do realizacji poprzez podział na różnorodne kategorie przedmiotów uzależnione od podstawy programowej w danym kraju. Kolejnym utrudnieniem wdrażania STEAM jest testowy model oceniania, który nie tworzy potrzeby zdobywania kompetencji społecznych w pracy w modelu STEAM. Głównym jednak blokerem rozwoju edukacji STEAM jest brak powiązania treści programowych z rzeczywistym światem i potrzebami społecznymi, z jakimi będzie musiało się zmierzyć w realnych warunkach pokolenie współczesnych uczniów. Globalny świat, w którym jedynym pewnym czynnikiem jest zmiana, potrzebuje

bowiem kreatorów, osób twórczych, a nie wykonawców poleceń – ci zostaną zastąpieni przez maszyny.

Jak uczyć STEAM-owo?

Wiemy już, co oznacza STEAM, ale musimy też rozumieć, że uczenie STEAM nie polega tylko na równoległej edukacji pięciu bloków tematycznych. To coś więcej. Poniżej przedstawionych zostało kilka propozycji realizacji zajęć STEAM:

1. **Praktyczne Projekty.** STEAM obejmuje praktyczne nauczanie, ale nie tylko ze względu na wykonanie projektu. Projekty STEAM umożliwiają otwartą eksplorację i rozwiązywanie problemów, jak również tworzenie własnych autorskich rozwiązań. Im więcej zmysłów uczniowie zaangażują w edukację, tym więcej zapamiętają, tym więcej się nauczą. Doświadczenia czerpane z praktycznych projektów przynoszą naukę do prawdziwego życia, dzieci budują, tworzą i odkrywają, że nauka jest dla nich ważna.
2. **Prawdziwe światowe problemy.** W projektach STEAM dzieci mają wyszukiwać w świecie rzeczywistym realne problemy i znajdować rozwiązania. Włączenie takich działań skupia dzieci na ważnych elementach edukacji oraz ukazuje celowość nauki i jej zastosowanie w prawdziwym życiu. W projektach uczestniczyć mogą zewnętrznymi eksperci, przedstawiciele rozmaitych organizacji związanych z tematyką projektu etc.
3. **Uczenie się zamiast nauczania.** Dzieci samodzielnie projektują sposób rozwiązania problemu, samodzielnie wybierają do jego rozwiązania spośród znanych im i dostępnych w placówce narzędzi.

Zadawanie pytań i niekonwencjonalne zastanawianie się nad nimi. Dzieci są z natury ciekawe, ale często metody edukacyjne niszczą tę ciekawość. Trzeba pozwolić im zadawać pytania, zastanawiać się, eksperymentować i odkrywać. To dzięki tym metodom powstają nowe odkrycia i wynalazki.

Dzieci przejmują kontrolę nad uczeniem się, nauczyciel przyjmuje rolę wspierającą. To jedna z najważniejszych części edukacji STEAM. Kiedy dzieci mają kontrolę nad sposobami rozwiązywania problemu, traktują go poważniej. Przejmując kontrolę, chętniej realizują projekt.

Przedstawione powyżej praktyki to tylko kilka sprawdzonych wskazówek. STEAM ma to do siebie, że każdy nauczyciel realizujący zajęcia STEAM musi wypracować swój własny zestaw umiejętności.

Podsumowanie

STEAM to nowość na polskim gruncie edukacyjnym. Z pewnością jest to model, który warto wprowadzić, aby zapewnić uczniom szanse na konkurowanie na przyszłym rynku pracy. Wdrożenie STEAM nie jest łatwe, a praktyki polskich szkół jeszcze niewielkie, jednak z pewnością najbliższe lata zaowocują szeregiem działań w tym zakresie. Więcej informacji oraz przykładów STEAM-owych zajęć znajdą Czytelnicy w publikacji „STEAM-owe lekcje”².

dr hab. Marlena PLEBAŃSKA jest jednym z prekursorów polskiej e-edukacji, zarządzania wiedzą, e-learningu, Design Thinking. Ekspert w zakresie kształcenia na odległość oraz wykorzystania nowych mediów w edukacji. Od 19 lat inspirator, projektant i strateg rozwiązań e-learningowych oraz zarządzania wiedzą w wielu polskich przedsiębiorstwach, szkołach i organizacjach pozarządowych. Kierownik i konsultant projektów edukacyjnych oraz e-learningowych. Aktywny trener i wykładowca (Akademia Finansów i Biznesu Vistula, Uniwersytet Warszawski).

Więcej informacji: www.marlenaplebanska.com

² Plebańska M., Trojańska K. *STEAMOWE lekcje*, Wydawnictwo e-Litera, Warszawa 2018.

STEAM-owe lekcje

Katarzyna TROJAŃSKA

Jakiej szkoły potrzebujemy dziś, aby sprostać wyzwaniom jutra? To zasadnicze pytanie nie tylko o cel szkolnej edukacji, ale również o metody i formy pracy z uczniami, które doprowadzą do osiągnięcia tego celu.

W Rozporządzeniu Ministra Edukacji Narodowej z dnia 14 lutego 2017 roku widnieje zapis: *Zadaniem szkoły jest przygotowanie do wyboru kierunku kształcenia i zawodu. Szkoła prowadzi zajęcia z zakresu doradztwa zawodowego. Niezwykle ważne jest to, aby wesprzeć młodych ludzi w wyborze właściwej drogi zawodowej. Jednak dziś, w obliczu zawrotnego tempa zmian w każdej niemalże dziedzinie życia, w obliczu rodzących się nowych potrzeb i szybkiej dezaktualizacji wiedzy, metodologii, technologii na rzecz nowych odkryć, bardzo trudno jest ukierunkowywać uczniów na wybór konkretnych zawodów. Dziś bowiem nie jesteśmy w stanie odpowiedzieć na pytanie, czy zawody te będą jeszcze istniały za 5, 10 czy 15 lat, gdy nasi uczniowie wejdą na rynek pracy. Nie wiemy też, jakie nowe zawody powstaną w związku z dynamicznym rozwojem różnych dziedzin życia. Doradztwo zawodowe i edukacja szkolna powinny więc skupić się na rozwijaniu u uczniów kompetencji, które, niezależnie od tego, gdzie dzisiejsi uczniowie będą w przyszłości wykonywać swój zawód i jaką pracę wybiorą, będą im przydatne w samorealizacji i dążeniu do sukcesu zawodowego. Zadaniem szkoły jest zatem rozwijanie u dziecka takich kompetencji, które poprowadzą je do bycia szczęśliwym i spełnionym dorosłym. Droga do tego celu jest*

edukacja w nurcie STEAM, łącząca nauki przyrodnicze, technologię, inżynierię, sztukę i matematykę.

Edukacja STEAM integruje wiedzę z różnych dziedzin nauki, a realizowane projekty zakładają samodzielne lub zespołowe poszukiwanie przez uczniów konkretnych informacji w wybranym obszarze z wykorzystaniem różnych źródeł wiedzy oraz poszukiwanie praktycznych sposobów zastosowania wiedzy pozyskanej na drodze badawczej, a nie jedynie przyswojenie podanej przez nauczyciela wiedzy z różnych obszarów. STEAM stawia na maksimum kreatywności, aktywności i samodzielnego lub zespołowego działania, sprowadzając rolę nauczyciela do roli przewodnika edukacyjnego, którego zadaniem jest obserwacja i wspieranie działań uczniów w dochodzeniu do wiedzy i zdobywaniu nowych umiejętności, a nie prezentacja wiedzy. Tak realizowana edukacja jest odpowiedzią na neurobiologiczne uwarunkowania procesu edukacyjnego młodego człowieka i staje się skuteczną drogą do rozwijania kompetencji przyszłości, kompetencji przydatnych do satysfakcjonującego życia.

Umiejętność i zdolność do rozumienia koncepcji, które wykraczają poza zasięg jednej dyscypliny, to jedna z umiejętności przyszłości wskazanych w raporcie *Future Work Skills 2020*¹, którego podstawą było badanie przeprowadzone przez Institute for the Future i University of Phoenix. W świecie, który nas otacza, nie istnieje oddzielnie przyroda,

¹ *Future Work Skills 2020 Report*, <http://www.iftf.org/futureworkskills>

matematyka, sztuka, chemia czy fizyka. Wszystkie dziedziny życia wzajemnie się przeplatają, uzupełniają i współgrają ze sobą, tworząc środowisko życia człowieka. Absolutnie niezbędne jest więc wprowadzenie młodego człowieka w realny świat, pokazanie mu, jak różne dziedziny wiedzy łączą się ze sobą, a wręcz jak są sobie wzajemnie niezbędne. Bo czy muzyka mogłaby istnieć bez matematyki, a przyroda bez chemii czy fizyki?

Polski system edukacji skoncentrowany na edukacji przedmiotowej znacznie utrudnia realizację modelu STEAM w szkole. Coraz częściej mówi się o projektach łączących różne dyscypliny naukowe, jednak ich realizacja w ramach zajęć lekcyjnych jest trudna z uwagi na konieczność dokumentowania przebiegu realizacji treści podstawy programowej z określonych przedmiotów i w określonym tygodniowym wymiarze godzin. Mówiąc wprost, nauczyciel przyrody często chętnie zrealizowałby z uczniami kilkugodzinny projekt w środowisku naturalnym, poza szkołą, jednak nie zawsze nauczyciele pozostałych, zaplanowanych na ten dzień przedmiotów odnajdą w projekcie treści zgodne z omawianym przez nich akurat materiałem nauczania. I o ile taka jednorazowa sytuacja nie tworzy problemu dla systemu nauczania, o tyle powtarzająca się kilkukrotnie mogłaby spowodować trudności z realizacją godzin poszczególnych przedmiotów wynikających z ramowego planu nauczania. Dlatego też właśnie z tego powodu nauczyciele niechętnie oddają swoje lekcje kolegom uczącym innych przedmiotów.

Pracując przez wiele lat jako nauczyciel w szkole publicznej, a później jako dyrektor programowy w szkole prywatnej (działającej na uprawnieniach szkoły publicznej), miałam okazję wielokrotnie mierzyć się z trudnościami stawianymi przez system edukacji na drodze do edukacji holistycznej. Prowadząc szkolenia czy uczestnicząc w konferencjach, często spotykałam niezwykle kreatywnych, twórczych i świadomych nauczycieli, którzy – podobnie jak ja – mierzyli się z istniejącymi barierami i poszukiwali własnych, często skutecznych rozwiązań. Moją odpowiedzią na potrzeby edukacyjne dzieci w konfrontacji z kompetencjami przyszłości stało się utworzenie w Warszawie Extra Klasy – pierwszej w Polsce dągi szkoły w edukacji domowej, w której

dzieci, poznając świat dziś, uczą się sprostać wyzwaniom jutra, między innymi poprzez realizację STEAM-owej edukacji. Edukacja alternatywna stwarza szeroką przestrzeń i możliwości dla takich działań. Ze współpracy z profesorem Marleną Plebańską z Uniwersytetu Warszawskiego w zakresie cyfryzacji i z naszej wspólnej potrzeby krzewienia wiedzy o roli kompetencji cyfrowych w edukacji uczniów oraz możliwościach włączania nowych technologii w różne obszary nauki szkolnej, a także z potrzeby dzielenia się wiedzą i doświadczeniem z tworzenia własnych projektów, zrodził się pomysł wspólnego napisania książki pt. „STEAM-owe lekcje”. Być może stanie się ona inspiracją dla nauczycieli i edukatorów pracujących z dziećmi oraz pomocą w realizacji STEAM-owej edukacji nie tylko w ramach zajęć pozalekcyjnych, ale również w ramach realizacji treści podstawy programowej.

STEAM-owe lekcje. Jak to zrobić?

STEAM-owe lekcje to zajęcia, podczas których uczniowie nie tylko zdobywają nowe kompetencje i poszerzają wiedzę z przyrody, technologii, inżynierii, sztuki i matematyki, ale przede wszystkim uczą się łączyć wiedzę teoretyczną z działaniem w realnym środowisku, w którym różne dziedziny wiedzy wzajemnie się przeplatają i uzupełniają. Ukazują powiązania różnych dziedzin życia, a wręcz konieczność holistycznego spojrzenia w celu poszukiwania rozwiązań postawionych problemów czy badania wybranych zagadnień. Kiedy rozmawiamy o zdrowym odżywianiu, trudno nie dotknąć tematów wartości produktów spożywczych, ich pochodzenia, obliczania kaloryczności posiłku i zapotrzebowania energetycznego zależnego od aktywności fizycznej. Ale też warto poznać budowę i funkcje układu pokarmowego człowieka, porozmawiać o problemie głodu na świecie, poznać urządzenia i aplikacje wspierające dbanie o zdrowie, skonstruować urządzenie badające pH posiłku lub robota krojącego ogórka w plastry. A wreszcie coś zdrowego ugotować, odmierzając i odważając potrzebne ilości produktów, wcześniej robiąc zakupy, ustalając budżet. Lista powiązanych zagadnień mogłaby być nieskończenie długa, bo żadna dziedzina wiedzy, żaden jej aspekt nie są wyizolowane od rzeczywistego świata. STEAM-owe lekcje pozwalają uczniom podążać ścieżką tych powiązań.

Proces samodzielnego tworzenia i badania rzeczywistości zajmuje większą część zajęć. Rzadko sięga się tu po metody podawcze na rzecz metod aktywizujących w odkrywaniu, poszukiwaniu i samodzielnym działaniu uczniów, które w konsekwencji mają doprowadzić do postawionego celu. STEAM-owe lekcje dają dzieciom przestrzeń na pracę twórczą, ekspresję artystyczną, projektowanie i realizację własnych pomysłów, dochodzenie do celu własną drogą – tym samym uczą poszukiwania nowych, niestandardowych rozwiązań.

Kiedy planuję lekcję czy dłuższy projekt z moimi uczniami, zawsze na początku pojawia się jakiś motywator. Jest to zazwyczaj chęć wykorzystania konkretnej pomocy dydaktycznej, zainspirowania uczniów do poszukiwania własnych rozwiązań czy też chęć realizacji określonego przedsięwzięcia, na przykład przedstawienie teatralne o tematyce ekologicznej. I to właśnie ta pierwsza inspiracja staje się podstawą do wyprowadzenia celów i rozszerzenia ich tak daleko, jak tylko pozwala moja wiedza i wyobraźnia, na dziedziny mające jakiegolwiek wspólne obszary z wybranym przeze mnie do realizacji zagadnieniem. Kiedy chciałam, aby moi

uczniowie skonstruowali instrumenty klawiszowe z różnych materiałów, wykorzystując system MaKey MaKey, od razu postawiłam sobie pytanie: czego mogliby się nauczyć przy okazji, z jakimi obszarami wiedzy powiązać proces tworzenia? Od razu przyszła mi na myśl wiedza o muzyce i tworzenie muzyki. To zainspirowało mnie do umieszczenia w scenariuszu zajęć modułu, w którym uczniowie obcuja z żywą muzyką. Słuchanie muzyki stało się inspiracją do poznawania zmysłu słuchu i sposobu przetwarzania dźwięku przez organizm ludzki. Sam proces pracy z systemem MaKey MaKey zaprowadził mnie w kierunku fizyki dotyczącej przewodnictwa elektrycznego różnych materiałów, które warunkuje działanie wykorzystywanego systemu. Zaproponowałam moim uczniom proces badawczy dotyczący wykrywania tej fizycznej właściwości w różnorodnych materiałach. Dla ułatwienia pracy i pewności, że nie pominę żadnych istotnych aspektów edukacji STEAM, zadania do realizacji w ramach poszczególnych obszarów oznaczyłam w tabeli. W ten sposób powstał projekt zajęć, a następnie zamieszczony w książce scenariusz „Muzyka uzdrowia świat”.

8.	Realizacja modelu STEAM	
	S	Uczestnicy projektu poznają zasadę działania zmysłu słuchu, budowę i funkcje ucha oraz sposób odbierania i przetwarzania dźwięku przez mózg. Dowiedzą się też, od czego zależy przewodnictwo elektryczne i jakie właściwości sprawiają, że materiały są przewodnikami. W oparciu o własne badania z wykorzystaniem zestawu MaKey MaKey ustalą grupę produktów przewodzących impuls elektryczny, a należące do tej grupy materiały wykorzystają do tworzenia muzyki.
	T	Dzięki zestawom MaKey MaKey uczniowie dowiedzą się, jak przebiega impuls elektryczny i skonstruują z nietypowych materiałów własne instrumenty do tworzenia muzyki.
	E	Uczestnicy staną się projektantami i konstruktorami unikatowych prototypów instrumentów pozwalających tworzyć muzykę z wykorzystaniem nietypowych materiałów (owoce, warzywa, ludzka skóra).
	A	Uczniowie rozwiną wrażliwość muzyczną poprzez obcowanie z muzyką tworzoną na żywo przez profesjonalistów, a także poprzez samodzielne tworzenie kompozycji muzycznych.
	M	Poprzez udział w projekcie uczniowie rozwijać będą logiczne myślenie oraz myślenie przestrzenne. Nauczą się planowania, krytycznej oceny, wnioskowania i wykorzystywania matematycznego rozumowania do poszukiwania rozwiązań omawianych problemów.

Planując pracę z systemem MaKey MaKey, mogłam również podążać w zupełnie innym kierunku i zaproponować uczniom stworzenie owocowych instrumentów. Wykorzystanie owoców mogło stać się podstawą do poznania ich wartości odżywczych i poszerzenia wiedzy i kompetencji w zakresie zdrowego żywienia. Temat odżywiania mógł pociągnąć za sobą poznawanie budowy i działania przewodu pokarmowego człowieka lub poprowadzić grupę projektową w kierunku wiedzy

o zaburzeniach odżywiania, stanowiących coraz częściej problem współczesnej młodzieży, a nawet dzieci. Finałowym przedsięwzięciem mógł być happening poświęcony zdrowemu stylowi życia, podczas którego uczestnicy projekty zagrałby samodzielnie przygotowany koncert na owocowych instrumentach.

Możliwości jest tak dużo, jak dalece sięga nasza – nauczycieli, edukatorów oraz naszych uczniów

wyobraźnia, potrzeby, zainteresowania, chęć działania. W książce umieszczamy pusty arkusz scenariusza zajęć STEAM, który może stać się pomocą dla nauczycieli przy tworzeniu własnych projektów.

Początkiem każdego STEAM-owego przedsięwzięcia staje się wspomniana powyżej inspiracja. Swoją pracę nad scenariuszem rozpoczynamy więc od umieszczenia zagadnienia wyjściowego w tabeli nr 8 – realizacja modelu STEAM. To daje nam wiedzę, który z obszarów STEAM już wypełniliśmy oraz ukierunkowuje na poszukiwanie powiązań z innymi dziedzinami nauki. Zarówno zagadnienie wyjściowe, jak i wybrane przez nauczyciela, powiązane z nim obszary, mogą być ukierunkowane na zainteresowania uczniów, ale również na realizację wybranych zagadnień z podstawy programowej różnych przedmiotów. Jeżeli projekt ma być prowadzony w ramach zajęć lekcyjnych, warto, żeby jego twórcami był zespół nauczycieli pracujący w danym oddziale klasowym, z których każdy umieścić może w wybranym obszarze STEAM treści związane z realizowanym przez siebie programem nauczania. Uzupelnienie tabeli 8 stanie się podstawą do określenia szczegółowych celów

projektu z uwzględnieniem zapisów z podstawy programowej różnych przedmiotów w tabeli nr 3. Cele umieszczone w proponowanych w książce scenariuszach celowo przedstawione zostały w sposób ogólny. Książka przeznaczona jest dla nauczycieli i edukatorów pracujących z dziećmi i młodzieżą w systemach edukacyjnych różnych krajów. Niezbędne więc było pozostawienie przestrzeni na uzupełnienie przez nauczyciela każdego scenariusza o cele szczegółowe, wynikające z przyjętego w danym kraju dla danej grupy wiekowej programu nauczania. Po wypełnieniu punktów 3 i 8 jesteśmy gotowi, aby opisać ramową koncepcję STEAM w punkcie 4 proponowanego arkusza. Ramowa koncepcja jest informacją o tym, jakiej grupie dedykowany jest projekt wraz z krótkim opisem jego przebiegu i planowanych do realizacji celów. Dalsze uzupełnienie tabeli nie powinno już stanowić trudności, gdyż jest ono opisem kolejnych etapów realizacji przygotowanego projektu i wykorzystanych w jego toku narzędzi cyfrowych, analogowych oraz cyfrowych zasobów edukacyjnych. W ten oto sposób otrzymujemy gotowy scenariusz, jak ten umieszczony w książce „STEAM-owe lekcje”

1.	Tytuł zajęć
	Zwierzęta – nasi najlepsi przyjaciele
2.	Poziom edukacyjny/przedmiot/grupa przedmiotów
	6-15 lat
3.	Cel/cele realizacji zajęć
	<ul style="list-style-type: none"> Rozwijanie kompetencji w zakresie nauk przyrodniczych, technologii, inżynierii, sztuki i matematyki poprzez multidyscyplinarny projekt. Kształtowanie umiejętności łączenia wiedzy i umiejętności z różnych dziedzin dla osiągnięcia celu, znalezienie rozwiązania problemu. Rozwijanie kompetencji niezbędnych do planowania własnej pracy oraz do pracy w grupie. Wdrażanie do pracy projektowej oraz rozwijanie kompetencji niezbędnych do zarządzania projektem. Wdrażanie uczniów do wykorzystywania swoich mocnych stron podczas pracy w grupie. Rozbudzenie ciekawości poznawczej, kreatywności i wyobraźni uczniów. Rozwijanie logicznego myślenia i zachęcanie do poszukiwania nowych rozwiązań. Rozwijanie wrażliwości na potrzeby zwierząt. Uświadomienie roli przyjaźni w życiu człowieka.
4.	Ramowa koncepcja STEAM
	Zajęcia dedykowane uczniom, którym bliski jest świat zwierząt i troska skierowana w ich kierunku lub tym, którzy chcieliby bliżej poznać potrzeby zwierząt. Projekt łączy w sobie rozwój kompetencji miękkich, takich jak empatia, wrażliwość, zrozumienie, chęć niesienia pomocy, opiekuńczość z kompetencjami technologicznymi. Wykorzystanie robotów Robo do tworzenia własnych zwierzątek i opieki nad nimi rozbudza nie tylko dziecięcą kreatywność i chęć tworzenia, ale pozwala również kształtować osobowość swojego zwierzęcego przyjaciela ze zwróceniem szczególnej uwagi na cechy jego charakteru oraz relację między człowiekiem a zwierzęciem. Wirtualne zwierzątko pozwala poznać i zaspokoić potrzeby w tej wzajemnej relacji, a wspólne zabawy rozwijają kompetencje uczestników w zakresie programowania i poznawania możliwości technicznych Robo.
5.	Wymagania technologiczne, jakie musi spełnić szkoła/sala/przestrzeń dydaktyczna, w której odbywają się zajęcia
	Pomieszczenie zapewniające grupie dzieci komfort pracy w dowolnej przestrzeni o kubaturze pozwalającej uczniom na swobodne poruszanie się. Stoliki, podłoga, dywan. Dostęp do Internetu.

6.	Wybrane cyfrowe zasoby edukacyjne wykorzystywane w toku realizowanych zajęć			
	Aplikacja Robo Code i Robo Live			
7.	Wybrane narzędzia wykorzystywane w toku realizowanych zajęć (technologiczne oraz analogowe)			
	Roboty Robo Wunderkind, iPady, klocki Lego, materiały papiernicze			
8.	Realizacja modelu STEAM			
S	W toku realizacji projektu uczniowie poznają potrzeby zwierząt, ich charakter, emocje. Tworzą własne zwierzęta, wykorzystując roboty Robo. Kształtują je nie tylko wizualnie, ale również charakterologicznie i emocjonalnie.			
T	Podczas tworzenia własnych zwierzątek uczniowie poznają możliwości technologiczne Robo, a podczas zabawy i opieki nad nimi uczą się programowania.			
E	Wykonane w toku realizacji projektu zwierzęta są wytworami własnymi uczniów, samodzielnie przez nich zaprojektowanymi i skonstruowanymi. Projekty te uwzględniają możliwości technologiczne Robo i wykorzystanie dostępnych czujników/elementów.			
A	Podczas swojej pracy uczniowie wykorzystują różnorodne materiały konstrukcyjne (elementy zestawów Robo, klocki, materiały papiernicze) do stworzenia kompozycji przestrzennej, która dzięki możliwości programowania stanie się aktywnym zwierzęciem.			
M	Projekt pozwala uczestnikom rozwijać kompetencje matematyczne podczas rozwiązywania niestandardowych zadań i problemów.			
9.	Zakres zajęć			
Lp.	Działanie	Szacowany czas	STEAM	Wskazówki
1.	Zapoznanie uczniów z tematyką projektu i planowanym przebiegiem, ustalenie celów projektu. Planowanie pracy, podział obowiązków w grupie, przydział zadań indywidualnych	2 godziny	S, T, A, M	Projekt do realizacji indywidualnej lub w parach
2.	Wprowadzenie do tematyki związanej z potrzebami zwierząt oraz przyjaźnią ludzi i zwierząt	3-5 godzin	S, A	Moduł 2 powinien mieć formę realnego kontaktu ze zwierzętami (wizyta w schronisku dla zwierząt, spotkanie z psem – terapeutą itp.). Dodatek może stanowić projekcja filmu prezentującego rolę przyjaźni między człowiekiem a zwierzęciem.
3.	Zapoznanie z działaniem i możliwościami wykorzystanych w projekcie narzędzi technologicznych	3 godziny	T, M, E	
4.	Tworzenie własnych zwierząt-robotów.	2-4 godzin	S, T, E, A, M	
5.	Tydzień opieki nad zwierzętami		S, T, E, A, M	Jeśli projekt jest realizowany w grupach, uczniowie na zmianę zabierają do domu swoje zwierzątka lub wspólnie opiekują się nimi w szkole.
6.	Happening Dzień Zwierząt	4-5 godzin	S, T, E, A, M	
7.	Ewaluacja	1 godzina		

10.	Przebieg zajęć – z uwzględnieniem celu oraz sposobu wykorzystania nowych technologii edukacyjnych na każdym etapie
	<p>Ad 1. Uczniowie zostają zapoznani przez koordynatora z tematyką projektu i jego planowanym przebiegiem oraz dostępnymi w toku realizacji narzędziami technologicznymi i analogowymi. Następnie grupa projektowa wspólnie z koordynatorem określa cele, jakie stawia sobie do osiągnięcia w ramach uczestnictwa w projekcie: czego chcieliby się nauczyć i jakie kompetencje zdobyć. Podczas pierwszego etapu zostają przydzielone zadania do realizacji oraz opracowany zostaje plan kolejno podejmowanych działań.</p> <p>Ad 2. Celem modułu 2 jest zobrazowanie interakcji ludzkich i zwierzęcych uczuć i emocji. Ważny w tym module jest bezpośredni kontakt uczestników ze zwierzętami poprzez na przykład wyjście do schroniska, spotkanie z psem dogoterapeutą lub inną, wybraną formę bezpośredniego kontaktu ze zwierzętami. Dopetnieniem realizacji treści może być projekcja filmu obrazującego emocjonalny związek zwierzęcia z człowiekiem. Podsumowanie stanowi rozmowa o emocjach i potrzebach ludzi i zwierząt i ich wzajemnej relacji w oparciu o doświadczenia uczniów, projekcję filmu i zorganizowane spotkanie.</p> <p>Ad 3. Robo Wunderkind to system modułowych klocków z wyspecjalizowanymi czujnikami (zbliżeniowym, świetlnym, dźwiękowym, emocji, temperatury, linii, ruchu), który przy wsparciu aplikacji pozwala skonfigurować interfejs zdalnego sterowania do sterowania robotem w czasie rzeczywistym oraz programowania określonych zadań. Dzięki elementom Lego adapter uczestnicy mogą łączyć elementy Robo z klockami Lego, tworząc niepowtarzalne budowle. W module 3 uczniowie poznają możliwości i funkcje Robo Wunderkind.</p> <p>Ad 4. Wykorzystując umiejętności i wiedzę zdobyte w module 3, uczniowie projektują i konstruują własne robo-zwierzątka. W swojej pracy wykorzystują zestawy Robo oraz klocki Lego i materiały papiernicze. Nadają zwierzętom charakter i programują do wypełniania określonych funkcji. Każde zwierzątko otrzymuje imię, staje się też przedstawicielem określonej rasy – w odniesieniu do rzeczywistości istniejących gatunków zwierząt lub rasy wymyślonej przez uczniów. Uczestnicy przygotowują opis – charakterystykę swojego zwierzątka z uwzględnieniem jego możliwości technologicznych oraz potrzeb i upodobań. Na zakończenie modułu 4 każdy uczestnik lub grupa prezentuje swoje zwierzątko.</p> <p>Ad 5. Podczas tygodnia opieki nad zwierzętami uczniowie, w zależności od ustaleń i założeń projektowych, albo zabierają do domu swoje zwierzątka, albo opiekują się nimi podczas pobytu w szkole. Każde dziecko/grupa prowadzi dziennik opieki, w którym odnotowuje codzienne zabawy, potrzeby i emocje swojego zwierzątka oraz własne odczucia. Dziennik może być prowadzony w formie elektronicznej jako spersonalizowana odręczna notatka. Może zawierać rysunki.</p> <p>Ad 6. Dzień Zwierząt to happening poświęcony tematyce zwierząt, ochronie ich praw, formom pomocy itp. Podczas dnia zwierząt odbywa się również prezentacja robo-zwierzątek oraz doświadczeń uczniów. Happening zorganizowany jest dla społeczności szkolnej lub lokalnej jako inicjatywa na rzecz zwierząt i odbywa się zgodnie z projektem przygotowanym przez grupę. Warto, aby podczas dnia zwierząt uczestnicy imprezy mieli możliwość obcowania z żywymi zwierzętami. W zależności od możliwości w programie Dnia Zwierząt można zaplanować wystawę pupili, pokaz psów ze schroniska przeznaczonych do adopcji, spotkanie z weterynarzem itp. Podczas imprezy może zostać przeprowadzona aukcja czy zbiórka pieniędzy lub potrzebnych produktów na rzecz wybranego schroniska.</p> <p>Ad 7. Ewaluacja zrealizowanego projektu pod kątem jego atrakcyjności, efektywności (zdobytych kompetencji) w oparciu o załączone narzędzia ewaluacyjne.</p>
11.	Ewaluacja efektów zajęć z wykorzystaniem roli TIK – całościowo oraz na każdym etapie STEAM
	<p>Ewaluacja przeprowadzona zostanie w oparciu o załączone narzędzia ewaluacyjne. Przed rozpoczęciem projektu ustalony zostanie dla każdego ucznia poziom wyjściowy poszczególnych kompetencji, które stanowią cel projektu oraz poziom oczekiwania. Po zakończeniu projektu zbadany zostanie przyrost wiadomości i umiejętności uczniów w zakresie poszczególnych składowych STEAM oraz atrakcyjność projektu.</p>

W książce, której mam przyjemność być współautorką, znajdują się nie tylko scenariusze STEAM-owych projektów o tematyce:

- Dzika dżungla
- Kosmos
- Lektura z robotem
- Ludzie świata
- Mapy
- Muzyka uzdrowia świat
- Mózg – myślę, więc jestem
- Planeta Ziemia
- Roboty i sztuka
- Robotyczne bajki
- Teatr robotyczny
- Zdrowy posiłek
- Zwierzęta, nasi najlepsi przyjaciele
- Świat roślin
- Wyprawa w głąb człowieka

i innych, przeznaczonych do realizacji w różnym wymiarze godzin, ale również teoretyczne podstawy edukacji w nurcie STEAM, definicja, pochodzenie oraz narzędzia do ewaluacji – badania przyrostu wiedzy i kompetencji uczniów w obszarach STEAM.

Nie mamy dziś pewności i nie potrafimy jednoznacznie przewidzieć, w jakim kierunku zmierza świat, ale tempo następujących zmian jest tak szybkie, że trudno zatrzymać się na dłużej w jednym miejscu. Jedynie uważna, przemyślana i rozwijająca kompetencje przyszłości edukacja pozwoli naszym uczniom sprostać w przyszłości potrzebom pędzącego świata. Dlaczego warto prowadzić STEAM-owe lekcje?

- Pozwalają postrzegać holistycznie zagadnienia edukacyjne i dostrzegać problem jako osadzony w realnym świecie, na pograniczu wielu dyscyplin naukowych, a nie jako przynależny do danego przedmiotu, wyizolowany.
- Łączą wiedzę teoretyczną z praktyką.
- Ograniczają metody podawcze na rzecz aktywnego działania uczniów.
- Zastępują aktywność odtwórczą i schematyzm rozwiązań aktywnością twórczą.
- Rozwijają kreatywność i twórcze myślenie, inspirują i zachęcają do poszukiwania nowych rozwiązań.
- Dzięki przeniesieniu kontroli nad przebiegiem procesu edukacyjnego z nauczyciela na ucznia uczą odpowiedzialności i rozwijają edukacyjną świadomość. To uczniowie samodzielnie realizują drogę do celu, a nauczyciel pełni tu rolę wspierającą.
- Uwzględniają neurobiologiczne uwarunkowania procesu uczenia się i dzięki polisensorycznemu oddziaływaniu stwarzają warunki korzystne dla zapamiętywania.
- Tworzą atmosferę bezpieczeństwa i akceptacji, w której popełnienie błędu traktowane jest jako kolejny i wręcz nieodzowny krok w poszukiwaniu skutecznego rozwiązania problemu, a nie jako przejaw niewiedzy.
- Motywują do działania, inspirują i uczą wytrwałości w realizacji zamierzonych celów.
- Pozwalają na indywidualizację procesu nauczania i podążanie za uczniem, jego pomysłami, torem myślenia, działaniem.
- Niwelują rywalizację na rzecz współpracy i empatycznej komunikacji.

Katarzyna TROJAŃSKA jest założycielką Extra Klasy – pierwszej w Polsce digi szkoły w edukacji domowej. Autorka licznych innowacji pedagogicznych i nowatorskiej koncepcji edukacji. Terapeuta pedagogiczny, neuropedagog, glottodydaktyk, nauczyciel edukacji wczesnoszkolnej. Aktywnie pracuje z dziećmi od 11 lat.

Czy roboty dają STEAM – PARĘ?

dr Jan A. WIERZBICKI

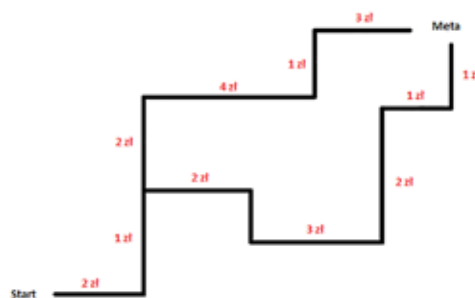
W ostatnim czasie można zauważyć dość duże zainteresowanie wdrażaniem małych robotów do obszaru edukacji, jako elementów wspomagających ten proces. Wybór robotów na rynku, które można by wykorzystać na lekcji, jest olbrzymi. Warto się jednak zastanowić, czy rzeczywiście roboty mogą stanowić przetom w edukacji. Zastosowanie robotów na lekcji ma wynikać z trendu dydaktycznego STEM (Nauka, Technologia, Inżynieria, Matematyka) lub STE(A)M (Nauka, Technologia, Inżynieria, Sztuka, Matematyka), co oznacza to, że uczyliśmy dzieci i młodzież w sposób umożliwiający łączenie wiedzy i umiejętności z różnych dziedzin.

Postawmy więc prozaiczne pytanie, czy roboty dają STE(A)M? – czyli, mówiąc bardzo żargonowo – „parę do nauki”? Czy stymulują kreatywność ucznia, motywują go do analizy i rozwiązywania problemów, pobudzają do samokształcenia?

W celu odpowiedzi na te pytania przeanalizujemy, jakie czynności roboty potrafią wykonywać? Przebiegający robot potrafi poruszać się zgodnie z komendami wydawanymi przez ucznia, na przykład do przodu, skręć w lewo, uruchamiać dodatkowe efekty świetlne czy dźwiękowe. Bardziej zaawansowane roboty posiadają dodatkowe czujniki, na przykład odległości.

Samo sterowanie robotem jest oparte na idei geometrii żółtowa sformułowanej przez Seymoura Paperta już kilkadziesiąt lat temu. Idea ta dała

początek ważnemu z punktu widzenia edukacji językowi programowania Logo. Uczeń, wydając bezpośrednie komendy robotowi, steruje nim i umożliwia mu przejście określonej drogi, na przykład slalomu czy labiryntu. Te czynności są na pewno wartościowe na pierwszych etapach edukacyjnych. Stanowią formę nauki poprzez zabawę. Należy jednak pamiętać o przygotowaniu wielu różnorodnych ćwiczeń dla ucznia. Jeśli ćwiczenia będą zbyt podobne do siebie, szybko się znudzą. Powinno się wymyślać różnego rodzaju historyjki, zbieżne z różnymi edukacjami, wcielać robota w różne postaci z tych historyjek. Takie podejście umożliwi uczniowi poznanie zagadnień z danej edukacji, przykładowo polonistycznej czy matematycznej oraz podstaw tworzenia algorytmów poprzez budowanie sekwencji ruchów robota. Można opracowywać i trudniejsze zadania, w których robot będzie miał kilka możliwości dotarcia do celu. Zadaniem robota będzie wybranie drogi, np. najkrótszej lub najtańszej.

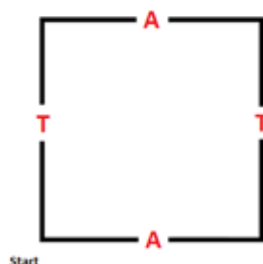


Rysunek 1. Wybór najkrótszej lub najtańszej drogi.

Jak widać na powyższym przykładzie, realizujemy zadania związane z edukacją matematyczną. Droga bardziej skomplikowana może okazać się tańsza.

Programowania wizualnego można uczyć już na wczesnym etapie edukacyjnym. Przedstawione działania na pewno intuicyjnie kształtują u ucznia umiejętności analizowania sytuacji, podejmowania decyzji i rozwiązywania problemów. Kłopotliwe jest jednak zapisywanie sekwencji poleceń wydawanych robotowi, co należałoby robić osobno na kartce. Te niedogodności można zniwelować poprzez zastosowanie języków programowania wizualnego. Praktycznie prawie każdy robot ma dedykowaną aplikację, w której w sposób wizualny można go zaprogramować. Programowanie odbywa się prawie tak samo jak w najbardziej popularnym języku programowania wizualnego, jakim jest Scratch. Programowanie wizualne można realizować już na wczesnym etapie edukacyjnym. Zaletą tej metody jest możliwość analizy napisanego programu i jego ewentualna poprawa.

Na kolejnym etapie można realizować wszystkie zadania związane ze sterowaniem robotem. Zasadne jest tu wprowadzanie konstrukcji bardziej złożonych, na przykład pętli. Te bardziej złożone zadania można realizować, odnosząc się do różnych edukacji czy w starszych klasach do różnych przedmiotów. Przykładowo można utworzyć procedurę umożliwiającą napisanie przez robota słowa Mama lub Tata. Przejeżdżając po zadanej literze, robot po kolei zbiera literki.



Rysunek 2. Zbieranie literek w pętli.

Roboty, które posiadają funkcje wyświetlania sygnałów świetlnych lub dźwiękowych, mogą posłużyć jako maszyny kodujące wiadomość.

Starszym uczniom możemy przybliżyć podstawy kodu Morse'a, z młodszymi wymyślamy własne kody. Przykładowo, można ustalić z uczniami, że litera A to kolor zielony, L to kolor niebieski, K to kolor czerwony, O to kolor biały. Stosując się do tych założeń, robot będzie wyświetlać np. sygnały świetlne, które stanowią kod określonego słowa.

	LALKA
	ALA
	LOK
	KALKA

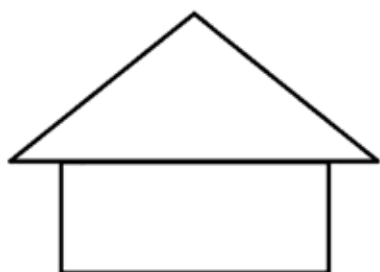
Rysunek 3. Zakodowane poprzez sygnały świetlne słowa.

Zadaniem jednej grupy uczniów będzie zakodowanie i wyświetlenie sygnałów drugiej grupie, która będzie musiała odgadnąć wyświetlane słowo. W tym niby prostym zadaniu mamy ukryte ważne informacje, jakie w tle przekazujemy uczniom. Po pierwsze odnosimy się do ortografii – uczeń musi umieć poprawnie zapisać słowo, po drugie – do podstaw szyfrowania treści, co ma olbrzymie znaczenie w informatyce. Podobne zadania można wykonywać, wykorzystując sygnały dźwiękowe.

Roboty, które posiadają dodatkowe czujniki, na przykład rozpoznawania koloru lub pomiaru odległości, mogą posłużyć do nauki instrukcji warunkowych. Jeśli jest czerwone światło lub na drodze stoi przeszkoda, należy się zatrzymać. Po zmianie światła lub po usunięciu przeszkody robot może jechać. W takim projekcie możemy uczyć np. zasad ruchu drogowego w Polsce, ale też i w innych krajach. Poruszona tematyka innych krajów może być pretekstem do przedstawienia zagadnień dotyczących edukacji przyrodniczej lub tematów np. z geografii w starszych klasach.

Warte zainteresowania są też roboty, które potrafią rysować ślad podczas poruszania się. Daje to uczniom przestrzeń do tworzenia dużych obrazów według własnego pomysłu lub określonego zadania. Mamy tutaj możliwość przeniesienia zadań realizowanych w języku Logo, przy czym w formie być może bardziej atrakcyjnej dla ucznia ze względu na powstały duży rysunek. Zadania związane z geometrią zótwia uczą algorytmiki

– często zaawansowanej – oraz zagadnień dotyczących np. geometrii. W zależności od poziomu edukacyjnego uczniów, można tworzyć rysunki stosunkowo proste, np. dom ze spadzistym dachem, albo bardziej zaawansowane, do których utworzenia trzeba stosować różne procedury.



Rysunek 4. Przykład prostego rysunku, jaki może namalować robot.

Więcej działań edukacyjnych z zastosowaniem robotów można zrealizować z uczniami starszymi. Na rynku są dostępne zestawy robotów do samodzielnego złożenia, niektóre z nich umożliwiają zbudowanie różnych robotów lub różnych konfiguracji robotów. Daje to możliwość zbudowania np. najlepszego robota do wykonania określonego zadania. Budowa robota zwiększa kreatywność ucznia i pozwala na realizację wielu zagadnień z dziedziny techniki. Zbudowany robot musi zostać oprogramowany, co z kolei pociąga za sobą doskonalenie szeregu kolejnych umiejętności i poznanie wiedzy nie tylko z dziedziny informatyki, ale i innych przedmiotów.

W znacznie bardziej zaawansowanych działaniach istnieje możliwość pracy z kilkoma robotami, które dodatkowo mogą się jeszcze ze sobą komunikować. Zachodzi wtedy możliwość wskazania zadań do wykonania przez każdego robota i organizacji przyczynowo-skutkowych tych działań, na przykład kolejny robot zacznie pracę, jeśli poprzedni wykona swoje zadanie.

Opisane podstawowe zastosowania robotów na lekcji mogą dać określony efekt edukacyjny. Warto jednak zadać pytanie, czy jest to rzeczywiście coś nowego. Raczej nie, opisane przykłady działań dydaktycznych da się zrealizować metodami bardziej tradycyjnymi. Sterowania obiektem można uczyć w językach programowania, na przykład Logo czy Scratch, podobnie jak rysowania różnych kształtów – jest tu nawet znacznie więcej możliwości. Szyfr odczytać można, korzystając ze zwykłych kartek papieru, bez komputera.

W takim razie, czy roboty w opisanych zastosowaniach są potrzebne w edukacji? Odpowiedź na to pytanie należy rozważyć w kategoriach atrakcyjności lekcji i możliwości wzbudzenia większego zainteresowania nauką i kreatywności u dzieci. Lekcja z robotem jako nowym w pewnym sensie „gadżetem” może być bardziej atrakcyjna dla dzieci. Realizuje postulat nauki poprzez zabawę, odchodzi od tradycyjnej konwencji lekcji. To przynosi lepszy efekt edukacyjny. Konieczne jest jednak przygotowanie dokładnych i różnorodnych scenariuszy lekcji, dopasowanych do danej grupy uczniów. Uczniowie bardzo szybko opanowują sposoby pracy z robotem. Jeśli na lekcji nie będzie konkretnych zadań do wykonania przez uczniów, które powinny odnosić się do różnych edukacji lub przedmiotów i oferować ćwiczenia wymagające analizy problemu i zdobycia określonej wiedzy do jego rozwiązania, wtedy uczniowie szybko się znudzą i praca z robotem nie będzie sukcesem edukacyjnym. Jeśli zadania będą ciekawe i różnorodne, wtedy zainteresujemy uczniów i roboty dadzą STEAM, czyli „parę do nauki”.

dr Jan A. WIERZBICKI jest dyrektorem Ośrodka Edukacji Informatycznej i Zastosowań Komputerów w Warszawie.

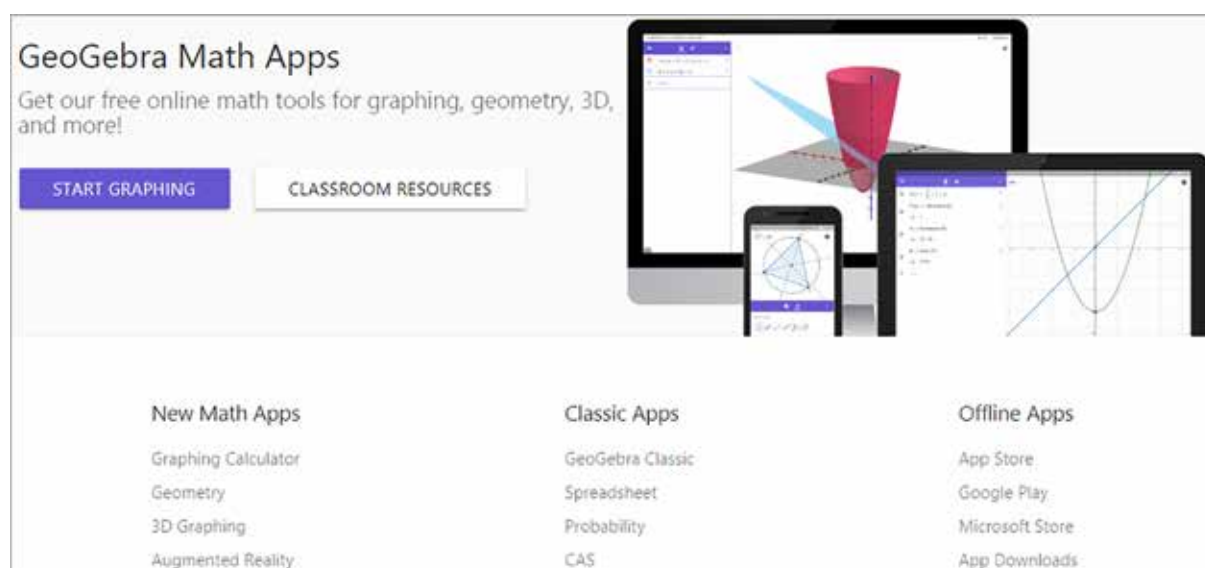
Nowe technologie na lekcjach matematyki

Hanna BASAJ

Jesteśmy społeczeństwem informacyjnym, korzystamy ze wspólnej przestrzeni informacyjnej, przetwarzamy informacje, korzystając z technologii informacyjnych i komunikacyjnych. Nasi uczniowie urodzili się w świecie nowych technologii, z których korzystają na co dzień, często sprawniej niż ich nauczyciele. Dlaczego nie zastosować TIK w nauczaniu i uczeniu się matematyki?

Zastosowanie nowych technologii w nauczaniu i uczeniu się matematyki powoduje bardziej atrakcyjne przekazywanie treści, ułatwia ich rozumienie. Nauczyciele chętnie korzystają z prezentacji i gotowych zasobów Internetu. Można powiedzieć, że nauczyciel lubi korzystać z „gotowca”, chociaż

nie zawsze wybrany zasób pasuje do problemów edukacyjnych, z jakimi boryka się klasa. Nauczyciele rzadziej sami przygotowują pomoce dydaktyczne, mam tu na myśli interaktywne ćwiczenia, wizualizacje pojęć matematycznych, wirtualne lekcje matematyki. Zastosowanie nowych technologii pomaga w nauczaniu i uczeniu się matematyki, ułatwia przyswojenie pojęć, sprawia, że proces budowania wiedzy staje się atrakcyjny dla ucznia. W artykule zostanie zaprezentowany przegląd technologii, które warto znać i stosować w pracy z uczniami, zwłaszcza kiedy chcemy przygotowywać własne materiały dostosowane do potrzeb edukacyjnych naszych uczniów i wykorzystywać je w szkole oraz w nauczaniu online.



Rysunek 1. Widok strony startowej platformy GeoGebra.

GeoGebra przede wszystkim

GeoGebra to bezpłatne dynamiczne oprogramowanie łączące w jednym pakiecie geometrię, algebrę, analizę matematyczną, arkusz kalkulacyjny i statystykę. Oprogramowanie to można wykorzystać podczas omawiania każdego działu matematyki na wszystkich poziomach edukacji. Stworzona do nauczania i uczenia się matematyki GeoGebra to również platforma i społeczność milionów użytkowników, którzy publikują swoje aplikacje. Nauczyciele matematyki powinni umieć posługiwać się tym oprogramowaniem przynajmniej na poziomie średnio zaawansowanym, co umożliwia przygotowywanie interaktywnych aplikacji do wykorzystania na lekcjach oraz do pracy online. Można przygotować dla uczniów wizualizacje pojęć i problemów matematycznych, animacje, pokazy, jak krok po kroku przeprowadzić dowód, rozwiązać zadanie dowodowe. GeoGebra to doskonałe narzędzie, które możemy wykorzystać do eksperymentowania, tworzenia modeli matematycznych figur i przekształceń, zadań generatorowych, przygotowywania ilustracji do zadań.

Oprogramowanie i platforma ciągle się rozwijają. Nad rozwojem GeoGebry pracują specjaliści z różnych ośrodków akademickich, a koordynatorem wszystkich prowadzonych działań jest Markus Hohenwarter z Uniwersytetu w Linz. Obecnie jest już dostępna wersja 6, z której można korzystać offline i online. W maju 2018 roku ponownie wprowadzono zmiany na platformie GeoGebra. Na razie nie ma polskiej wersji językowej platformy – przed wprowadzeniem zmian była. Jednak nie należy się tym zrażać – z platformy można korzystać w wersji angielskiej lub innej, wybranej spośród 24 oferowanych języków. Mam nadzieję, że wkrótce polska wersja językowa GeoGebry ponownie się pojawi.

Z platformy GeoGebra można korzystać po wejściu na stronę <https://www.geogebra.org>. Można pracować bez zakładania konta i logowania się na nie. W tej sytuacji:

- można korzystać online z oprogramowania GeoGebra 6.0 po wybraniu linku **GeoGebra Classic**,

- można korzystać online z kalkulatora graficznego po wybraniu linku **Graphing Calculator**,
- po wykonaniu aplikacji w wersji online GeoGebry można ją zapisać na wybranym nośniku magnetycznym,
- mamy dostęp do ponad miliona materiałów (dynamicznych kart pracy i GeoGebraBooków) przygotowanych i opublikowanych przez innych nauczycieli; można pobrać link do wybranego materiału lub zapisać go do pliku w formacie ggb,
- można pobrać plik instalacyjny wybranej wersji oprogramowania GeoGebra.

Na platformie GeoGebra można zarejestrować się za pośrednictwem kont: Google, Office 365, Microsoft, Facebook, Twitter. Osoba nieposiadająca żadnego z tych kont może założyć całkowicie oddzielne konto.

Po założeniu własnego konta i zalogowaniu się na nie mamy znacznie większe możliwości wykorzystania platformy GeoGebra:

- można pracować w wersji online GeoGebry i wykonane aplikacje zapisywać na swoim koncie,
- na posiadane konto można zaimportować aplikacje wykonane w wersji offline GeoGebry, czyli utworzyć zbiór dynamicznych kart pracy; co ważne – nie ma limitu aplikacji, które można przechowywać na swoim koncie,
- z wielu pojedynczych dynamicznych kart pracy można utworzyć GeoGebraBook – rodzaj książki z linkami do różnych zasobów,
- pojedyncze dynamiczne karty pracy, GeoGebraBooki i inne materiały przygotowane na platformie GeoGebra można udostępniać uczniom – każdy materiał mający ustaloną Widoczność: Wspólny poprzez link lub Publiczny ma wygenerowany link oraz kod HTML,

- na platformie GeoGebra można zakładać grupy (wirtualne klasy), zapraszać do nich uczniów i udostępniać grupom przygotowane materiały,
- każdy użytkownik platformy ma dostęp do narzędzia +NEW ACTIVITY, dzięki któremu może bezpośrednio na platformie przygotowywać materiały dla uczniów zawierające aplety GeoGebry, teksty zwykłe, teksty matematyczne, rysunki z opisami, linki do ciekawych zasobów

w sieci Internet, filmy, pliki PDF. Do każdego materiału można dodać pytanie otwarte (krótkiej odpowiedzi) lub wielokrotnego wyboru. Wykorzystując narzędzie do tworzenia pytań, można przygotować quiz dla uczniów. Jeśli udostępnimy quiz założonej grupie, odpowiedzi uczniów zostaną zapisane na koncie nauczyciela – można je przeglądać i sprawdzać ich poprawność.



Rysunek 2. Widok dynamicznych kart pracy na koncie użytkownika.

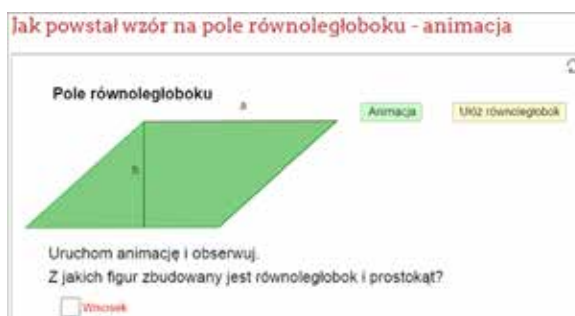
GeoGebra można wykorzystać, wspierając edukację matematyczną już od szkoły podstawowej. Oprogramowanie umożliwia przygotowanie interaktywnych ćwiczeń, wizualizacji, animacji do prawie wszystkich działów matematyki. Poniżej znajdują się przykłady kilku interaktywnych aplikacji, które można przygotować dla uczniów szkoły podstawowej.



Rysunek 3. Widok zadania generatorowego „Interpretacja liczb naturalnych na osi liczbowej”.



Rysunek 4. Widok interaktywnej aplikacji, którą można wykorzystać podczas ćwiczeń w zaokrąglaniu liczb dziesiętnych z określoną dokładnością.



Rysunek 5. Widok animacji, którą można wykorzystać na lekcji „Pola wielokątów”.



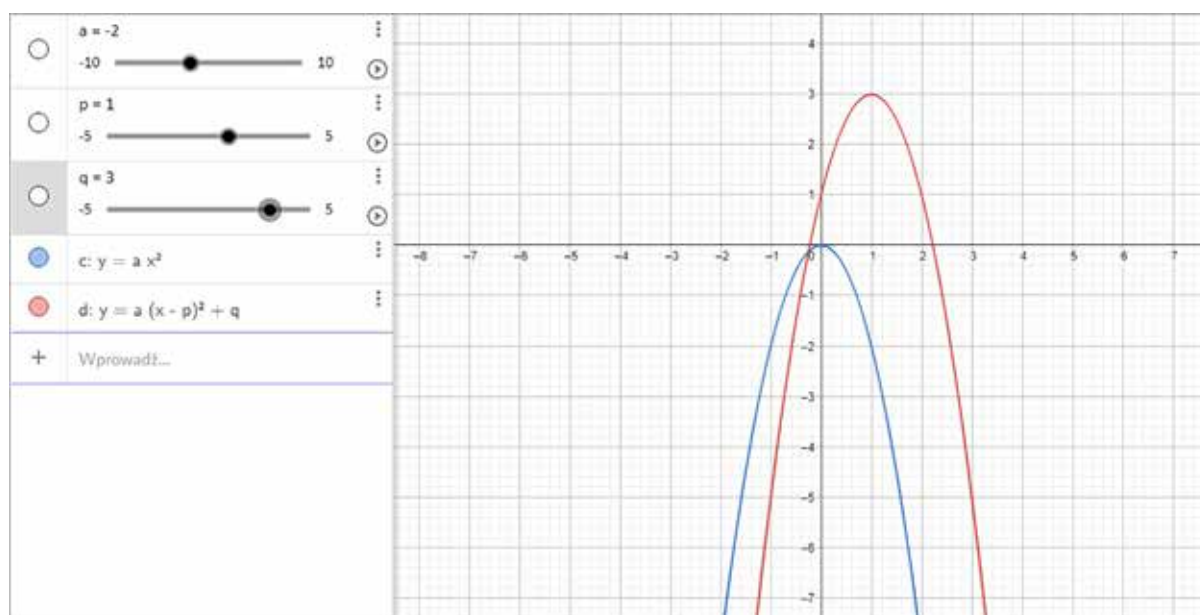
Rysunek 6. Widok animacji po utożsawieniu prostokąta.

Uczniowie mogą wykorzystać **Widok CAS** GeoGebry do sprawdzania poprawności obliczeń numerycznych, upraszczania wyrażeń, redukcji wyrazów podobnych, rozwijania iloczynów, rozkładania liczb na czynniki, obliczania pochodnej, rozwiązywania równań, układów równań, nierówności, obliczania granic funkcji.

15 3 · 5	
1	$W(x) := 4x^3 + 6x^2$ → $W(x) := 4x^3 + 6x^2$
2	W RozkładNaCzynniki: $2x^2(2x + 3)$
3	$V(x) := 9x^3 - 3x^2 + 18x$ → $V(x) := 9x^3 - 3x^2 + 18x$
4	V RozkładNaCzynniki: $3x(3x^2 - x + 6)$

Rysunek 7. Przykład wykorzystania CAS do rozkładu wielomianów na czynniki.

Uczniowie szkół ponadpodstawowych mogą wykorzystać **Kalkulator graficzny** GeoGebry (link **Graphing Calculator**) do szybkiego wykonywania statycznych i dynamicznych wykresów funkcji.



Rysunek 8. Przykład wykresu dynamicznego „Przesuwanie paraboli o wektor [p, q]”.

Na wszystkich poziomach nauczania matematyki można wykorzystać GeoGebra jako laboratorium do odkrywania własności figur i przekształceń, wprowadzania pojęć matematycznych, wspomaganie dowodzenia twierdzeń. Oprogramowanie to można wykorzystać do tworzenia projektów edukacyjnych.

Interaktywne ćwiczenia z platformy LearningApps

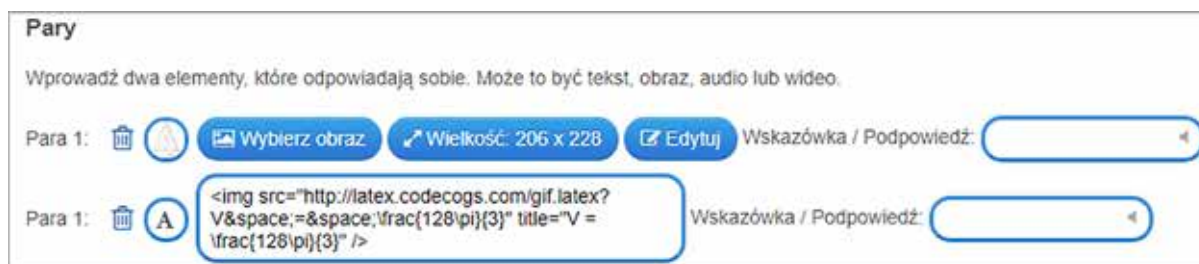
LearningApps to popularna platforma dostępna na stronie: <https://learningapps.org>, na której nauczyciele matematyki mogą przygotowywać interaktywne ćwiczenia dla uczniów. Powstała w Szwajcarii w ramach projektu badawczego realizowanego przez Wyższą Szkołę Pedagogiczną w Bernie (Pädagogische Hochschule Bern) we współpracy z Uniwersytetem Gutenberga w Moguncji. Na przestrzeni lat bardzo się zmieniła. Początkowo nie miała interfejsu w języku polskim, gotowych aplikacji było bardzo mało. Obecnie możemy wybrać interfejs w 21 językach. Nauczyciele, korzystając z dostępnych szablonów, utworzyli na LearningApps mnóstwo interaktywnych ćwiczeń do prawie wszystkich nauczanych w szkołach przedmiotów na wszystkich poziomach edukacyjnych. Nauczyciele i uczniowie polubili tę platformę. Jej utworzenie był strzałem w dziesiątkę!

Nauczyciel może:

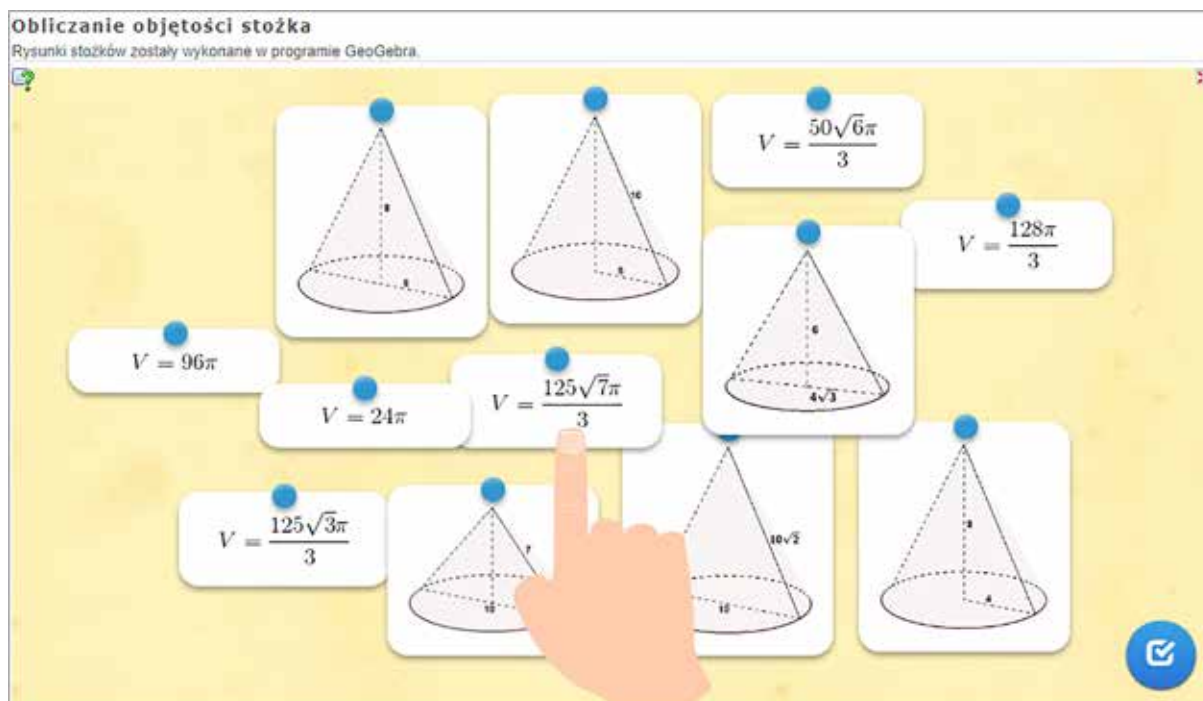
- korzystać z gotowych aplikacji opublikowanych na platformie przez innych użytkowników, nie musi wtedy zakładać konta,
- po założeniu bezpłatnego konta tworzyć własne aplikacje, korzystać z nich na lekcjach, udostępniać je tylko swoim uczniom,
- publikować wykonane aplikacje na platformie – są wtedy dostępne dla wszystkich użytkowników,
- dodawać klasy i zakładać konta dla uczniów, udostępniać własne aplikacje założonym klasom.

Nauczyciel matematyki znajdzie na LearningApps sporo gotowych ćwiczeń pogrupowanych w podkategorie – należy dokładnie przeszukać platformę. Szczególnie polecam tworzenie własnych interaktywnych ćwiczeń. Nauczyciele matematyki narzekają, że nie mogą w szablonach LearningApps edytować tekstu matematycznego. Można poradzić sobie z tym problemem, tworząc tekst matematyczny w **internetowym edytorze równań** dostępnym na stronie <http://latex.codecogs.com>.

Tekst matematyczny tworzy się za pomocą komend LaTeX, następnie w edytorze równań generowany jest kod HTML zawierający tekst zapisany w postaci obrazu. Kod HTML należy skopiować i wkleić w odpowiednim miejscu w szablonie LearningApps.



Rysunek 9. Widok kodu HTML wklejonego w szablonie LearningApps.



Rysunek 10. Widok interaktywnego ćwiczenia, w którym zastosowano tekst matematyczny wygenerowany w Internetowym edytorze równań.

Interaktywne ćwiczenia przygotowane na LearningApps można wykorzystywać w szkole podstawowej, jak również w szkole ponadpodstawowej – stopień trudności zadania i wybór odpowiedniego szablonu zależy od nauczyciela. Linki do ćwiczeń przygotowanych na LearningApps można wstawiać między innymi do materiałów tworzonych na platformie GeoGebra, do wirtualnych tablic tworzonych w serwisie Padlet oraz do lekcji tworzonych na platformie TesTeach w usłudze Blendspace.

Tablica interaktywna na lekcji matematyki

Niektórzy uważają, że tablice interaktywne to relikty przeszłości. Stanowczo się z tym stwierdzeniem nie zgadzam. Tablica interaktywna bardzo ułatwia prowadzenie lekcji. Oczywiście nauczyciel powinien taką lekcję sobie przygotować, dlatego musi mieć dostęp w domu do oprogramowania, które to umożliwia. Często dyrektorzy szkół o tym zapominają. Kupują interaktywne tablice i nie dbają o to, aby firma sprzedająca udostępniła im plik instalacyjny z oprogramowaniem wykorzystywanym na tablicy. Każdy nauczyciel korzystający z tablicy powinien zainstalować sobie to oprogramowanie na komputerze, na którym będzie przygotowywał lekcje. Często oprogramowanie do tablic interaktywnych, oprócz programu do przygotowania lekcji, oferuje aplikacje do tworzenia interaktywnych ćwiczeń, z których również nauczyciel mógłby skorzystać. W lekcji przygotowanej na tablicę interaktywną nauczyciel może umieścić treść zadań z rysunkami – można wtedy wyeliminować przynoszenie podręczników i zbiorów zadań na lekcje. Wszak ciągle wszyscy narzekają na ciężkie tornistry uczniów. W lekcji można umieścić linki do interaktywnych ćwiczeń, filmów, obrazów, symulacji, animacji i innych zasobów, które sprawiają, że lekcja jest bardziej atrakcyjna i interesująca dla uczniów. W oprogramowaniu GeoGebra można przygotowywać ćwiczenia związane z wykorzystaniem układu współrzędnych lub osi liczbowej. Nauczyciel nie musi już rysować ich na tablicy, zaoszczędzony czas może poświęcić na wykonanie większej liczby ćwiczeń z uczniami.

Lekcję przygotowaną na tablicę interaktywną można zapisać do pliku PDF i wysłać uczniom

nieobecny na lekcji. Raz przygotowany plik z lekcją może być wykorzystywany przez kilka lat, należy oczywiście go modyfikować, dostosowując zadania do edukacyjnych potrzeb klasy. Nauczyciele mogą wymieniać się przygotowanymi lekcjami. W Internecie znajdziemy dużo materiałów, w tym gotowych lekcji, które można wykorzystać, należy tylko zwrócić uwagę na to, aby były przygotowane do typu tablicy, którą mamy w szkole.

Skrócony link do strony z materiałami do tablicy interaktywnej: <http://tiny.pl/gsgcb>

Urządzenia mobilne na lekcji matematyki

„Przynies ze sobą swoje urządzenie” – ten model pracy na lekcji po angielsku nazywa się Bring Your Own Device (w skrócie BYOD). Termin ten wszedł do powszechnego użytku w roku 2009. Do urządzeń mobilnych zaliczamy tablety, smartfony, laptopy, palmtopy, czyli wszystkie urządzenia elektroniczne pozwalające na przetwarzanie, odbieranie i wysyłanie informacji bez konieczności utrzymywania przewodowego połączenia z siecią. Do takiego modelu pracy należy przygotować się formalnie. Warto przygotować regulamin korzystania z takiego sprzętu na lekcji. Powinien on zawierać na przykład takie punkty, jak poniżej:

1. Powstrzymaj się od używania własnych urządzeń w czasie lekcji do celów prywatnych.
2. Wykorzystuj sieć szkolną tylko do celów edukacyjnych.
3. Dbaj o bezpieczeństwo sieci szkolnej.
4. Obowiązuje bezwzględny zakaz stosowania cyberprzemocy, nękania, obrażania uczniów, nauczycieli i innych pracowników szkoły.
5. Nie używaj niebezpiecznego oprogramowania.
6. Nie wykonuj, nie przechowuj, nie publikuj zdjęć i filmów innych osób wykonanych wbrew ich woli.

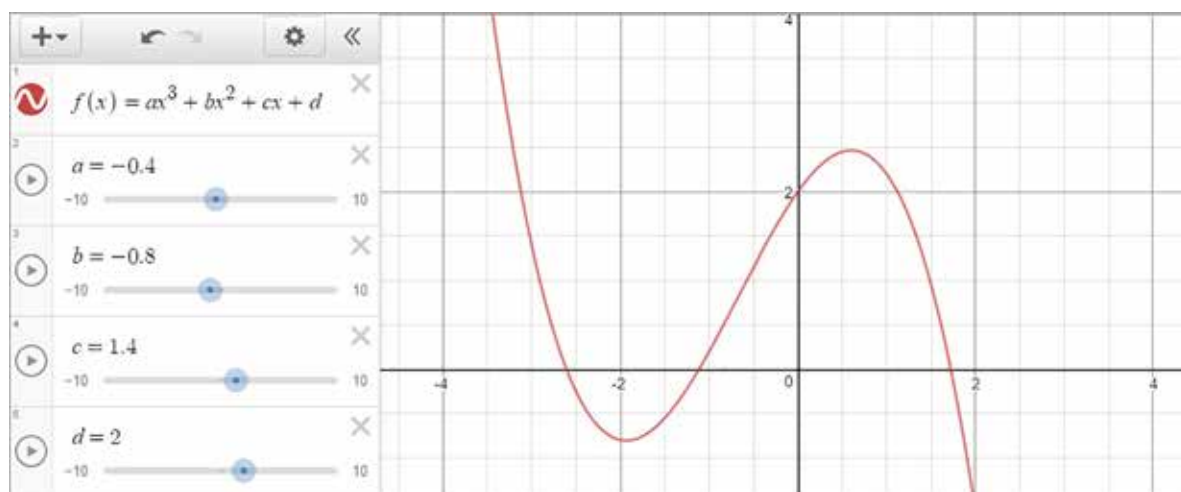
Model pracy BYOD jest kontrowersyjny. Wiele szkół zakazuje korzystania ze smartfonów w trakcie zajęć szkolnych, ponieważ nie ma pomysłu na ich edukacyjne wykorzystanie. Nauczyciele obawiają się, że uczniowie będą wykorzystywali sprzęt mobilny w niewłaściwy sposób i w trakcie zajęć szkolnych nie będzie można nad tym zapanować. Obawy o niewłaściwe wykorzystanie sprzętu są tak duże, że francuski minister edukacji poszedł jeszcze dalej – od września 2018 uczniowie francuskich szkół podstawowych i gimnazjów nie będą mogli korzystać ze smartfonów nie tylko na lekcjach, ale również na przerwach.

Urządzenia mobilne można wykorzystać edukacyjnie, często pracownia matematyczna nie jest bowiem wyposażona w sprzęt komputerowy, a chętnie byśmy z niego skorzystali na przykład do sporządzania wykresów funkcji, sprawdzania poprawności skomplikowanych obliczeń czy wykonania interaktywnych ćwiczeń. Do wykonania tych wszystkich czynności można wykorzystać właśnie sprzęt mobilny oraz odpowiednie strony WWW czy aplikacje. Do sporządzania wykresów można wykorzystać GeoGebra lub kalkulator graficzny Desmos. Z tego oprogramowania można korzystać z poziomu strony internetowej, nauczyciel

ma gwarancję, że wszyscy uczniowie korzystają z takiego samego oprogramowania w tej samej wersji.

Kalkulator graficzny Desmos

Desmos to bezpłatna aplikacja. Prosta i intuicyjna w działaniu, dostępna online na stronie: <https://www.desmos.com>. Za pomocą aplikacji Desmos można w sposób łatwy i szybki tworzyć wykresy funkcji: statyczne i dynamiczne. Można ją wykorzystywać zamiast kalkulatora graficznego GeoGebry. Wykonane wykresy można zapisywać, udostępniać i drukować. Z aplikacji korzystamy z poziomu strony internetowej, nie trzeba jej instalować. Można korzystać z niej na komputerach stacjonarnych oraz na urządzeniach mobilnych. Doskonale nadaje się do zastosowania na lekcjach matematyki w szkołach ponadpodstawowych. Desmos ma interfejs w języku polskim. Każdy użytkownik może założyć własne konto lub zarejestrować się za pośrednictwem konta Google. Po zalogowaniu się na własne konto możemy zapisywać na nim wykonane wykresy i udostępniać je innym użytkownikom aplikacji. Możemy również korzystać z wykresów wykonanych przez inne osoby. Z aplikacji można również korzystać bez potrzeby



Rysunek 11. Przykład dynamicznego wykresu wykonanego w kalkulatorze graficznym Desmos, współczynniki a , b , c , d można zmieniać za pomocą suwaków.

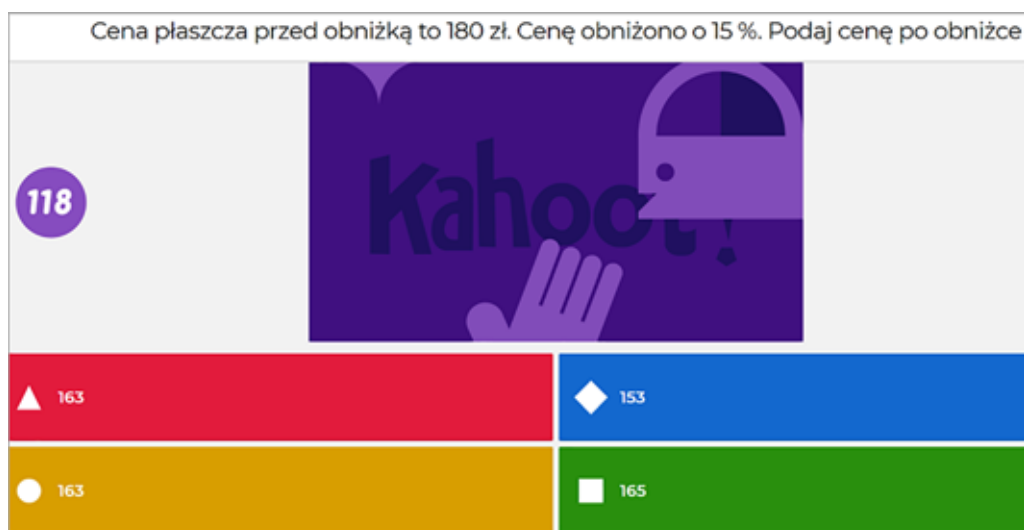
logowania się i zapisywania wykonanych wykresów. Aplikacja świetnie nadaje się do sprawdzania poprawności samodzielnie wykonanych wykresów.

Sprawdzanie wiedzy ucznia i utrwalanie wiadomości za pomocą quizów

Do przygotowania quizów na zajęcia lekcyjne polecam platformę **Kahoot** oraz **Quizizz**. W obu aplikacjach należy założyć własne konto lub zarejestrować się za pośrednictwem konta Google, aby mieć możliwość tworzenia swoich własnych quizów. Bez zalogowania się w Quizizz mamy tylko dostęp do wyszukiwarki quizów przygotowanych przez innych użytkowników serwisu. Obie aplikacje nadają się do przeprowadzania quizów na urządzeniach mobilnych z dostępem do Internetu. Quizizz ma tę wyższość nad Kahoot, że uczeń na swoim urządzeniu widzi treść pytania i odpowiedzi.

Nie trzeba mieć w klasie rzutnika multimedialnego oraz ekranu lub tablicy interaktywnej. Aplikacja jest dostępna w języku polskim. W Kahoot wyszukiwanie gotowych quizów jest możliwe po zalogowaniu się na swoje konto. Podczas korzystania z quizu przygotowanego na platformie Kahoot uczeń na swoim urządzeniu widzi tylko warianty odpowiedzi. Treść pytania jest wyświetlana tylko na urządzeniu nauczyciela, z tego powodu korzystanie z platformy Kahoot jest mniej wygodne niż z Quizizz. Trzeba uczniom czytać treść pytań lub wyświetlać je na ekranie/tablicy multimedialnej. W obu aplikacjach raz przygotowany quiz można wielokrotnie modyfikować, kopiować i udostępniać innym użytkownikom. Przygotowane quizy można wykorzystać podczas utrwalania i powtarzania materiału.

W obu aplikacjach można zapisać wyniki quizu do pliku w formacie **xlsx** i później przeanalizować.



Rysunek 12. Przykład pytania z quizu przygotowanego na platformie Kahoot.

Konkurs/teleturniej na lekcji matematyki

Do przeprowadzania minikonkursów na lekcjach matematyki można wykorzystać FlipQuiz. Jest to bezpłatny serwis dostępny na stronie: <https://flipquiz.me>. Służy do tworzenia tablic z quizami, które można przeprowadzać w klasie w konwencji konkursu/teleturnieju. Pytania w quizie są wyświetlane na planszy, którą pokazujemy uczniom na tablicy interaktywnej lub ekranie.

Wszystkie pytania dodane do quizu można podzielić na maksimum 6 kategorii, należy je układać od najłatwiejszego do najtrudniejszego – każde pytanie jest punktowane. W każdej kategorii możemy mieć pytania punktowane od 100 do 500. Pytania i odpowiedzi można ilustrować obrazami po podaniu ich adresu URL.

Podczas przeprowadzania quizu w klasie konieczne jest wyposażenie sali w rzutnik multimedialny i ekran lub tablicę interaktywną, ponieważ treść zadań będzie wyświetlana na dużym ekranie. Klasę można podzielić na grupy, które rywalizują między

Statystyka opisowa i wprowadzenie do rachunku prawdopodobieństwa	Wielokąty i okręgi	Wyrażenia algebraiczne	Zadania tekstowe z zastosowaniem układów równań
100	100	100	100
200	200	200	200
300	300	300	300
400	400	400	400
500	500	500	500

Rysunek 13. Widok tablicy z quizem.

sobą o zdobycie, jak największej liczby punktów za udzielenie prawidłowych odpowiedzi. Nauczyciel ustala czas przeznaczony na udzielenie odpowiedzi i zapisuje, która grupa zdobyła określoną liczbę punktów. Grupa decyduje, które pytanie wybiera i z jakiej kategorii. Można wprowadzić punkty karne za udzielenie złej odpowiedzi.

Z tablic typu FlipQuiz można korzystać podczas powtarzania i utrwalania materiału. Zastosowanie konwencji konkursu i rywalizacji czyni taki sposób powtarzania bardzo atrakcyjnym.

Uczeń sam zdobywa wiedzę z Akademią Khana

Akademia Khana jest edukacyjną organizacją non-profit. Uczeń może z niej korzystać podczas indywidualnej nauki matematyki, nauk przyrodniczych, nauk humanistycznych i sztuki, informatyki, ekonomii i finansów, może uczyć się w swoim tempie i tych zagadnień, które go interesują. Może założyć konto samodzielnie lub mogą to zrobić jego rodzice. Polecam Akademię Khana do samodzielnego uczenia się matematyki. Uczeń sam może wybrać z jakim działem matematyki chce się zapoznać.

Przedmioty Szukaj KHANACADEMY

Matematyka	Nauki ścisłe	Nauki humanistyczne i sztuka
Klasy 3-8 (USA)	Biologia	Muzyka
Początek matematyki 4%	Fizyka	Historia świata
3 klasa (USA) 1%	Chemia	Podstawy historii sztuki
4 klasa (USA) 1%	Kosmologia i astronomia	Sztuka prehistoryczna w Europie i zachodniej Azji
5 klasa (USA) 1%	Zdrowie i medycyna	Starożytna sztuka basenu Morza Śródziemnego
6 klasa (USA) 3%	Chemia organiczna	Sztuka średniowiecznej Europy
7 klasa (USA) 5%		Sztuka świata Islamu
8 klasa (USA)	Ekonomia i finanse	Renesans i Reformacja w Europie
Istota arytmetyki 8%	Mikroekonomia	Sztuka baroku po klasycyzm w Europie
Wstęp do algebry 4%	Makroekonomia	Sztuka amerykańska do I wojny światowej
Podstawy algebry 4%	Finanse i rynki kapitałowe	Sztuka w XIX-wiecznej Europie
Algebra I	Przedsiębiorczość	Od ekspresjonizmu do Pop-artu
Algebra II		Światowa sztuka współczesna
Podstawowa geometria		Sztuka Azji
Geometria na poziomie liceum		AP Historia sztuki
Trygonometria		Gramatyka
Statystyka 1%		
Wstęp do rachunku różniczkowego		Informatyka
Rachunek różniczkowy		Programowanie
Rachunek pochodnych i całkowy		Informatyka
Rachunek całkowy		Godzina kodowania
Rachunek różniczkowy wielu zmiennych		Pibar w pigułce
Równania różniczkowe		
Algebra liniowa		
Matematyka dla zabawy i chwały		

Rysunek 14. Czego możemy nauczyć się w Akademii Khana?

Do każdego działu przygotowano filmy i ćwiczenia umożliwiające i ułatwiające przyswojenie wiedzy i nabycie umiejętności praktycznych. Z każdego zasobu uczeń może korzystać tyle razy, ile chce. W trakcie nauki uczeń zdobywa punkty i otrzymuje nagrody, buduje historię własnego rozwoju. Nauczyciel ucznia i rodzice mogą śledzić jego postępy. Akademia Khana stanowi świetne uzupełnienie tradycyjnego nauczania i umożliwia samodzielne budowanie własnej wiedzy.

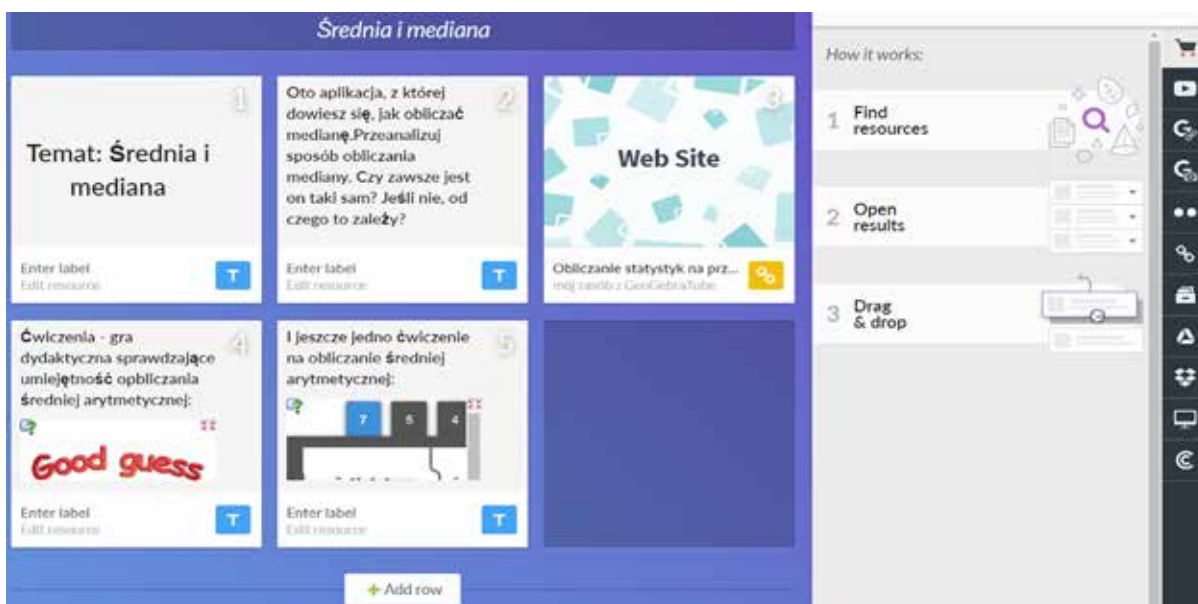
Cyfrowe materiały dla uczniów – gdzie je przygotować i udostępnić?

Wielu nauczycieli tworzy własne materiały dla uczniów do wykorzystania podczas lekcji lub do samodzielnej pracy w domu. Przygotowane materiały można opublikować w sieci, aby uczeń miał

do nich dostęp o każdej porze i z każdego miejsca, w którym się znajduje. Do udostępniania i publikowania materiałów polecam usługę **Blendspace** (na platformie Tes Teach) oraz serwis **Padlet**.

Usługa **Blendspace** dostępna na stronie: <https://www.tes.com/lessons> pozwala w prosty i szybki sposób przygotowywać materiały edukacyjne dla uczniów przeznaczone do różnych celów, na przykład do poprowadzenia odwróconej lekcji, przygotowania się do sprawdzianów, egzaminów czy realizacji projektu edukacyjnego.

Zasoby, które chcemy po kolei wykorzystać na lekcji, umieszczamy na „siatce”. Aplikacja Blendspace jest wyposażona w wyszukiwarkę materiałów. Można dodać tu materiał znaleziony w sieci lub zaimportować własny.



Rysunek 15. Widok zasobów wykorzystywanych w lekcji ułożonych na „siatce”. Po prawej stronie widać narzędzia do wyszukiwania i importowania materiałów.

Przygotowany materiał można opublikować – zostanie wygenerowany do niego link, który podamy uczniom. W tej sytuacji uczniowie mogą korzystać z przygotowanych materiałów bez potrzeby zakładania konta na Blendspace.

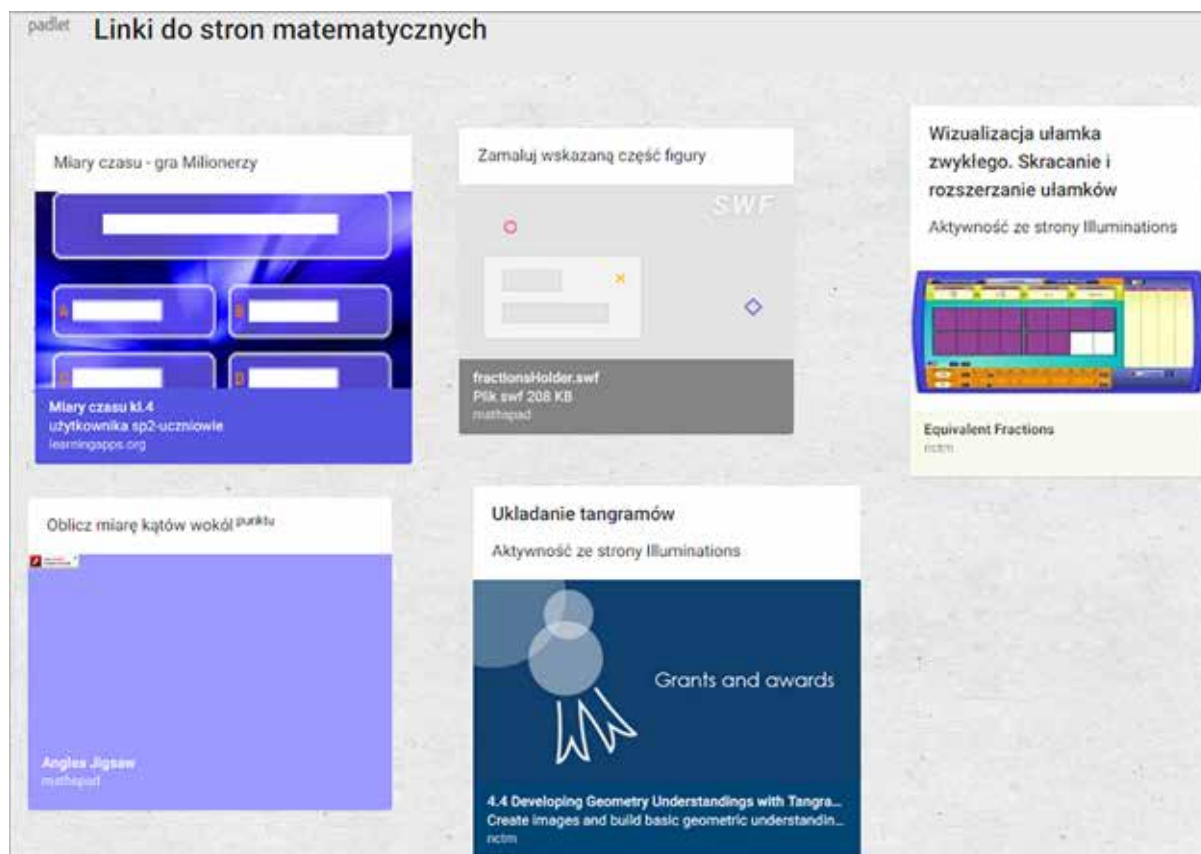
Rysunek 16. Różne możliwości udostępnienia lekcji przygotowanej w usłudze Blendspace.



Przygotowane materiały można również udostępnić uczniom za pośrednictwem Google Classroom, Twittera, Facebooka, link do lekcji można wysłać emailem. Do każdej lekcji jest generowany kod QR, dzięki czemu można z niej korzystać na tabletach i smartfonach pod warunkiem zainstalowania na tych urządzeniach specjalnej aplikacji, która umożliwi zeskanowanie kodu QR. Tu mamy dobry przykład edukacyjnego wykorzystania urządzeń mobilnych w szkole.

Blendspace umożliwia również zakładanie wirtualnych klas i udostępnianie materiałów klasie. Dla każdej założonej klasy jest generowany oryginalny kod. Uczeń nie musi posiadać adresu e-mail, wystarczy, że poda kod klasy – wtedy dołącza do wirtualnej grupy i może korzystać z materiałów. Materiały udostępnione wirtualnej klasie nie muszą być widoczne dla pozostałych użytkowników aplikacji. Do tworzenia materiałów czy odwróconych lekcji można zaprosić innych nauczycieli.

Padlet to rodzaj wirtualnej tablicy, na której można zbierać linki do różnych zasobów sieci, importować obrazy i dokumenty tekstowe z naszego komputera, umieszczać informacje dla uczniów. Serwis jest dostępny na stronie: <https://pl.padlet.com>, ma interfejs w języku polskim, jest prosty w użytkowaniu. Przed utworzeniem nowego Padletu należy wybrać layout, w którym wybiera się kolorystykę i rozmieszczenie treści na wirtualnej tablicy. Ważne jest ustalenie prywatności Padletu – czy jest on chroniony hasłem, tajny, czyli widoczny tylko dla osób mających do niego link, czy publiczny, więc dostępny dla każdego użytkownika Internetu. Nauczyciel może wykorzystać Padlet jako narzędzie do tworzenia kolekcji linków do ciekawych aplikacji matematycznych w sieci. Często zdarza się, że znajdziemy ciekawą aplikację, ale przyda się ona w następnym semestrze. W tej sytuacji warto link do aplikacji umieścić w Padlecie i wykorzystać ją w stosownym czasie.



Rysunek 17. Przykład wykorzystania Padletu jako narzędzia do zbierania linków do ciekawych zasobów.

Padlet można również wykorzystać nietypowo, jako narzędzie do przygotowania wirtualnej lekcji lub zestawu materiałów powtórzeniowych, z których uczniowie skorzystają podczas przygotowywania się do sprawdzianu, egzaminu lub konkursu.

Z Padletu można skorzystać do zaprezentowania efektów wykonanego projektu edukacyjnego, do pokazania nagrodzonych prac na różnych konkursach, można go potraktować jak miejsce

do umieszczania wypowiedzi na określony temat. Nie sposób wymienić tu wszystkich pomysłów na wykorzystanie wirtualnej tablicy.

Można nauczać matematyki w ciekawy i nowoczesny sposób, zainteresować uczniów przedmiotem, naukę matematyki uczynić łatwiejszą i bardziej przystępną dla uczniów. Trzeba tylko wybrać odpowiednie narzędzia i aplikacje, których zastosowanie ma sens podczas realizacji danego tematu.

The screenshot shows a Padlet board with three columns:

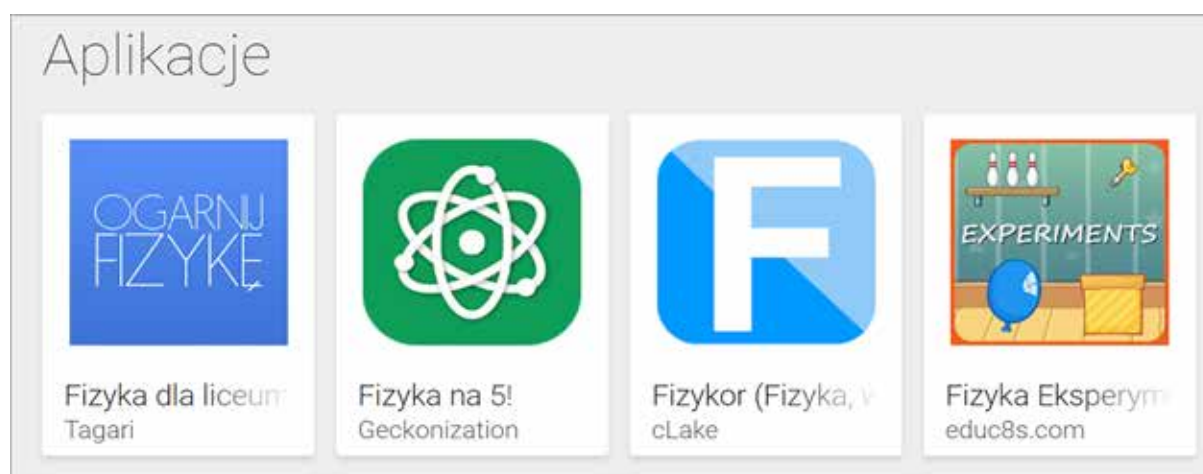
- wielokąt foremny**: Contains a YouTube link <https://www.youtube.com/watch?v=LAl6BqSSiSI> with a video thumbnail showing a regular polygon and the text "3mm wielokąt foremny. Metoda -> dwukrotna kątka". Below it is a PDF document titled "Dokończenie filmu p.t. Wielokąt foremny. Końcówka filmu - uciętego w wersji pods..." from YouTube.
- przystawanie trójkątów**: Contains a PDF document titled "cechy przystawania trójkątów" with ID "30.11.2017 122558" and "Dokument PDF padlet drive". Below it is a YouTube video titled "film cechy przystawania trójkątów" with a thumbnail showing a triangle and handwritten text: "Jeżeli dwa boki jednego trójkąta mają taką samą długość jak odpowiadające im boki drugiego trójkąta a kąty przyległe tymi bokami mają identyczne miary to trójkąty te są przystające." Below the video are two triangles with labels a, b, c and a', b', c' .
- Linki**: Contains a link to "Gwo materiały dla ucznia" with a thumbnail of a child at a computer and text "Nauka przy komputerze. Materiały do podręcznika, testy online i tamigiówki." Below it is a PDF document titled "plan wyników z matematyki 7" with ID "Dokument PDF padlet drive".

Rysunek 18. Fragment Padletu przygotowanego dla uczniów klasy 7.

Hanna BASAJ jest nauczycielem konsultantem w Ośrodku Edukacji Informatycznej i Zastosowań Komputerów w Warszawie.

Smartfony i tablety na lekcjach fizyki

Elżbieta KAWECKA



Rysunek 1. Cztery pierwsze aplikacje z fizyki na liście sklepu Google Play, <https://play.google.com>

Czy smartfony i tablety uczniowskie można zastosować do nauczania i uczenia się fizyki? Tak, ale pod warunkiem że wykorzystamy odpowiednie aplikacje edukacyjne. Zaczniemy od sklepu Google Play. Po wpisaniu słowa kluczowego „fizyka” pojawia się szereg aplikacji na Androida. Pierwsze trzy zawierają zestawienie praw i wzorów z różnych działów fizyki, czwarta to gra Fizyka Eksperymenty. Czy warto z nich korzystać?

Moim zdaniem trzy pierwsze aplikacje lepiej zastąpić tzw. kartą wzorów (Wybrane wzory i stałe fizykochemiczne na egzamin maturalny z biologii, chemii i fizyki), która jest dostępna na stronie CKE¹. Pozwoli to uczniom lepiej przygotować do egzaminu. Nie polecam też aplikacji Fizyka Eksperymenty.

¹ https://cke.gov.pl/images/_EGZAMIN_MATURALNY_OD_2015/Informatory/2015/MATURA_2015_Wybrane_wzory_i_sta%C5%82e_fizykochemiczne.pdf

To gra zręcznościowa, która nie pomoże w nauce fizyki. Uważam, że aplikacje wykorzystywane do nauczania/uczenia się fizyki powinny być powiązane z wykonywaniem pomiarów, analizą wyników doświadczeń czy prowadzeniem interaktywnych symulacji zjawisk i procesów.

Pomiary ze smartfonem/tabletem

Wyszukiwanie aplikacji na stronie Google Play po wpisaniu słów „pomiary fizyka” daje listę wielu różnych aplikacji. Wybrałam kilka z nich, które polecam na lekcje fizyki, a także zajęcia pozalekcyjne oraz pomiary w terenie. Zaczniemy od dwóch bezpłatnych aplikacji umożliwiających pomiary z wieloma czujnikami, w które jest wyposażone nasze mobilne urządzenie. Są to: Physics Toolbox Sensor Suite i Phphox.

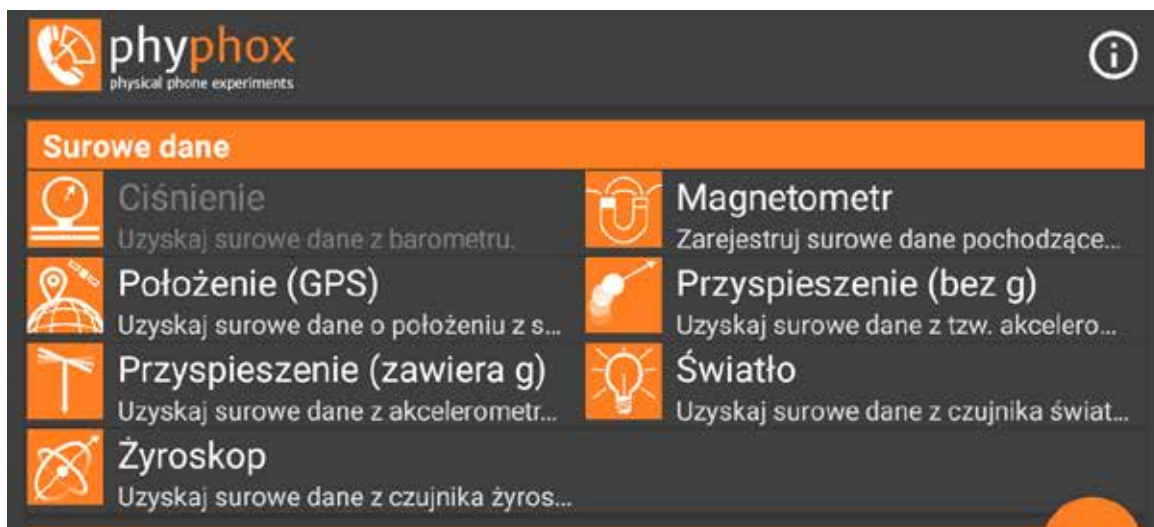


Rysunek 2. Aplikacja Physics Toolbox Sensor Suite na stronie Google Play, <https://play.google.com/store/apps/details?id=com.chrystianvieyra.physicstoolboxsuite>



Rysunek 3. Aplikacja phyphox na stronie Google Play, https://play.google.com/store/apps/details?id=de.rwth_aachen.phyphox

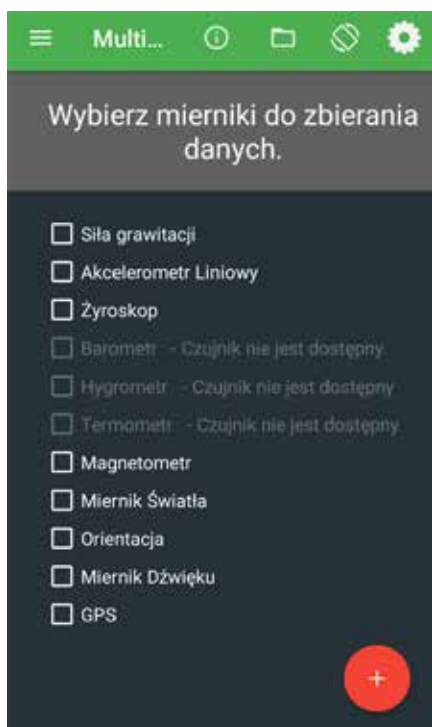
W obu aplikacjach wyświetlane są informacje o dostępnych czujnikach; nazwy czujników, których nie posiada nasz smartfon/tablet, są niepodświetlone.



Rysunek 4. W aplikacji Phyphox jest możliwość rejestracji tzw. surowych danych – zbieranych przez czujniki naszego urządzenia – oraz korzystania z zestawów przygotowanych ćwiczeń.

Podczas rejestracji danych pomiarowych za pomocą aplikacji Physics Toolbox Sensor Suite obserwacja powstającego wykresu jest możliwa tylko, gdy pomiar wykonywany jest za pomocą jednego czujnika. Po zakończeniu rejestracji danych wykres znika, wyniki pomiarów mogą zostać zapisane w postaci pliku csv i przesłane do dalszej

obróbki i analizy. Przy pomiarach za pomocą kilku czujników nie ma możliwości obserwacji powstających wykresów w czasie rejestracji danych. Wykresy można utworzyć w arkuszu kalkulacyjnym po zakończeniu pomiaru.

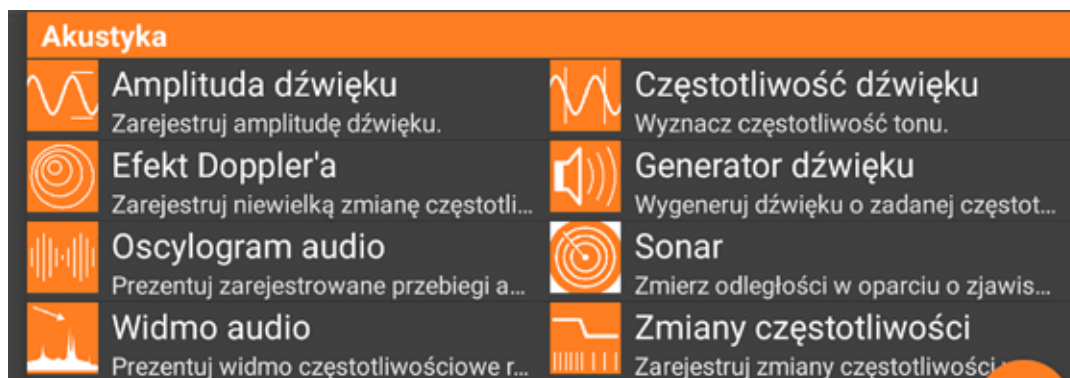


Rysunek 5. Multiraport w aplikacji Physics Toolbox Sensor Suite.

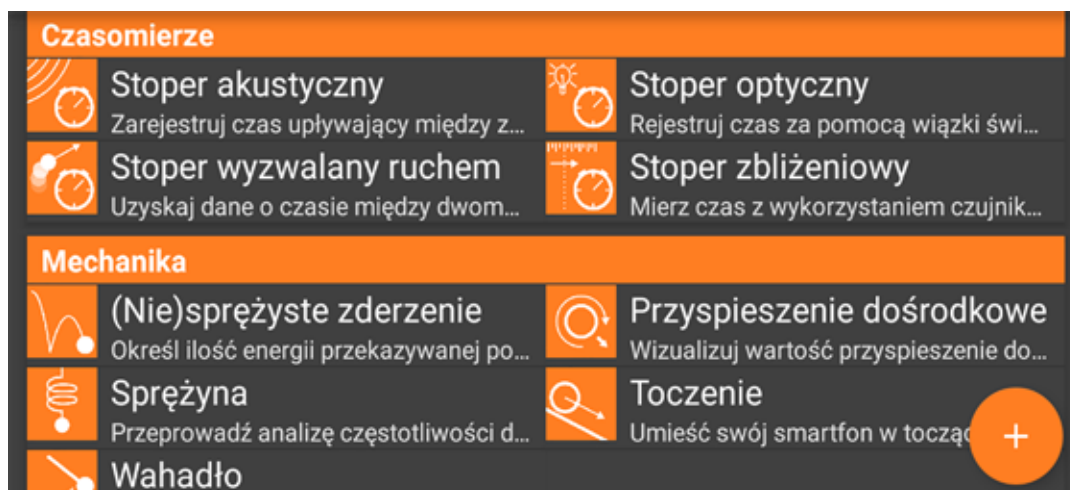
Aplikacja Phyphox umożliwia zapis danych w różnej postaci: jako plik csv, jako plik png zawierający wykresy czy w postaci wyników doświadczenia, które można ponownie obejrzeć w aplikacji. Phyphox zawiera też ćwiczenia z akustyki z wykorzystaniem mikrofonu, ćwiczenia z rejestracją ruchu, różne czasomierze i inne narzędzia. Użytkownik może zaprojektować i zapisać własne eksperymenty, wybierając różnorodne czujniki.

Autorzy obu aplikacji prowadzą strony internetowe zawierające materiały wspomagające wykorzystanie tych aplikacji w nauczaniu/uczeniu się fizyki². Wyżej oceniam materiały przygotowane przez autorów aplikacji Phyphox – pracowników II Instytutu Fizyki Uniwersytetu RWTH w Aachen. Nazwa aplikacji jest skrótem nazwy projektu Physical Phone Experiments, w ramach którego nagrano wiele filmików ilustrujących ciekawe

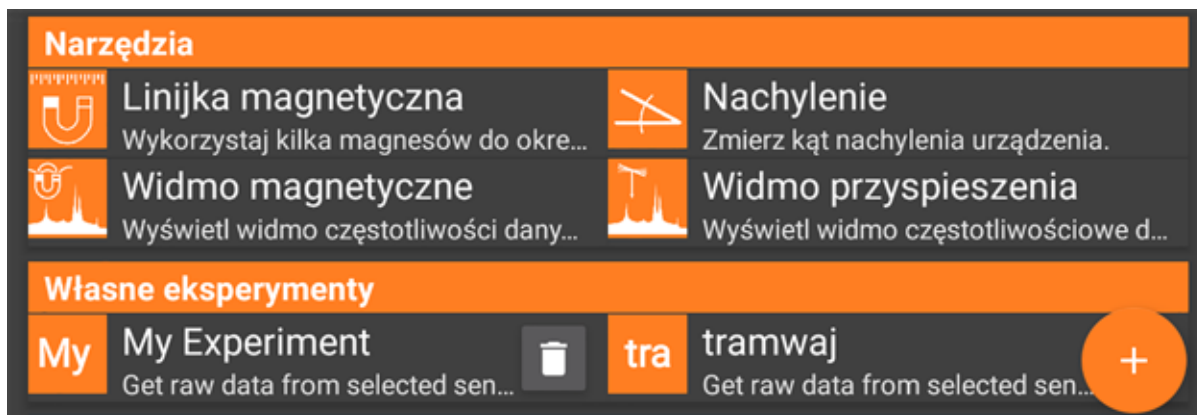
² Physics Toolbox Apps, <https://www.vieyrasoftware.net> oraz strona projektu phyphox: <https://phyphox.org>



Rysunek 6. Ćwiczenia z akustyki z wykorzystaniem mikrofonu.



Rysunek 7. Ćwiczenia z pomiarem czasu oraz badaniem ruchu.



Rysunek 8. Narzędzia pomiarowe i eksperymenty użytkownika.



Rysunek 9. Strona główna projektu Phyphox. W zakładce Experiments bogata lista doświadczeń, filmy instruktażowe, karty pracy, <https://phyphox.org>

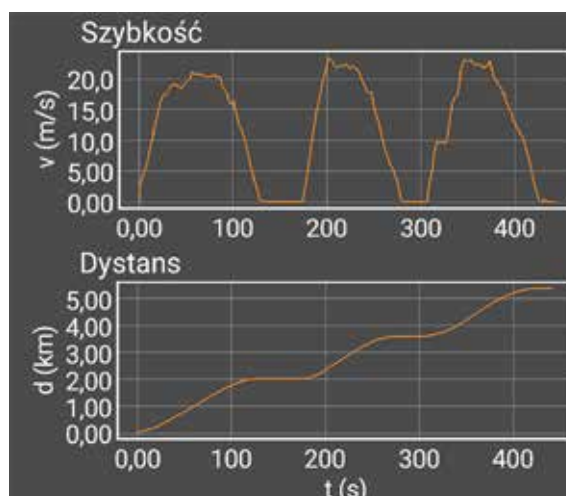
doświadczenia z wykorzystaniem nietypowych urządzeń, np. wirówki do sataty czy tak popularnego ostatnio spinera. Opracowano też karty pracy do wybranych doświadczeń, na razie dostępne w języku niemieckim.

Aplikacja Phyphox została przetłumaczona na język polski przez dr. Tomasza Greczytę, który omawia ją w poradniku „Wykorzystanie technologii informacyjno-komunikacyjnych w edukacji fizycznej”³ oraz na prowadzonym przez siebie blogu⁴.

³ Greczyto T. Wykorzystanie technologii informacyjno-komunikacyjnych w edukacji fizycznej, <https://www.ore.edu.pl/wp-content/plugins/download-attachments/includes/download.php?id=15644>

⁴ Warsztat pracy nauczyciela, <https://warsztatpracynauczycieli.blogspot.com/2018/02/phyphox-nowe-oblicze-doswiadczen.html>

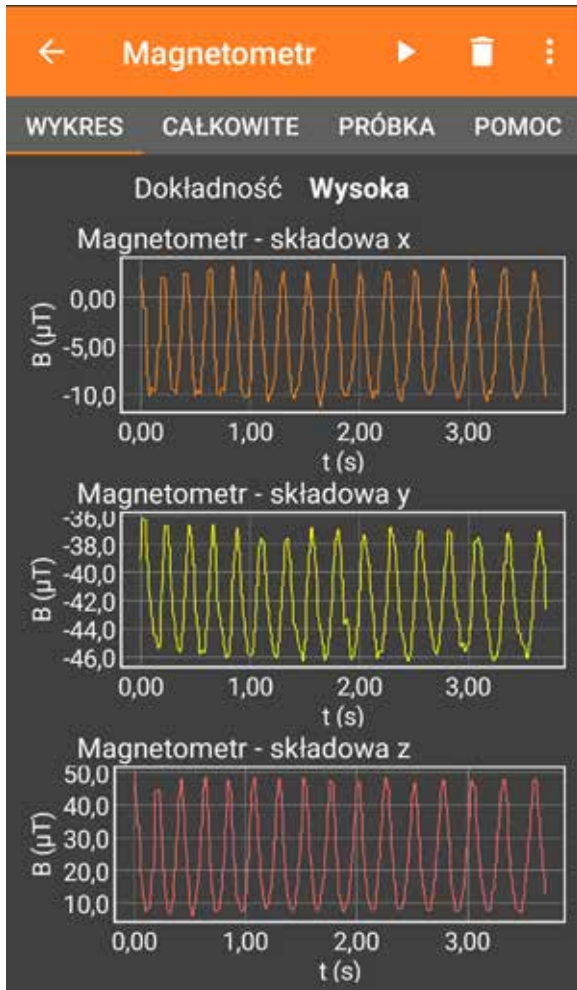
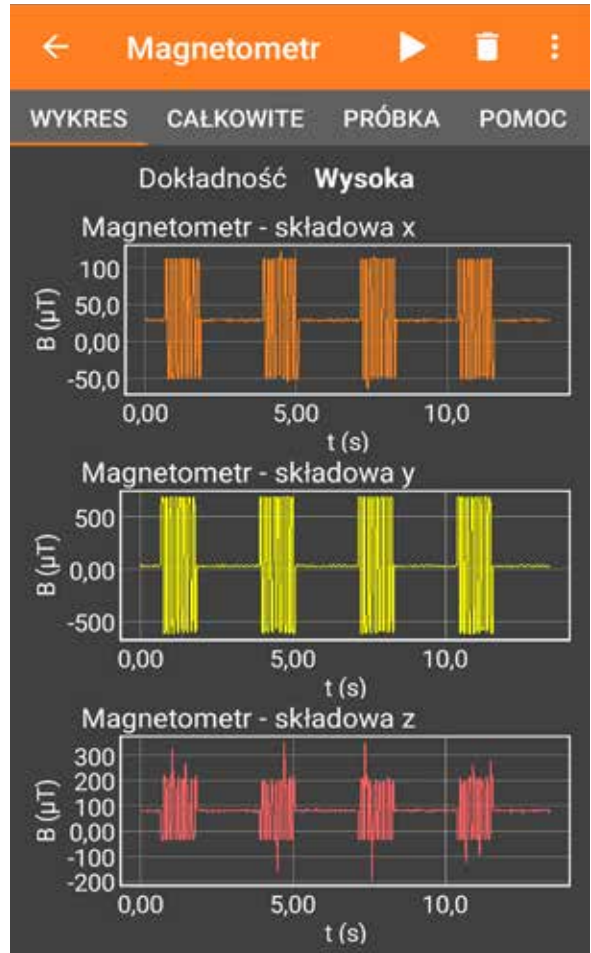
Poniżej przykładowe wyniki pomiarów, które wykonałam z wykorzystaniem aplikacji Phyphox zainstalowanej na smartfonie.



Rysunek 10. Wykresy zarejestrowane podczas jazdy pociągiem.



Rysunek 11 i 11a. Stosowane w rehabilitacji cewki, wytwarzające zmienne pole magnetyczne i wyniki pomiarów (po prawej).



Rysunek 12 i 12a. Spiner z magnesem (po prawej) i wykres zmian pola magnetycznego podczas obrotu zabawki.

Polecam też proste aplikacje ze sklepu Google Play do badania dźwięku, np. FrequenSee Spectrum Analyser⁵ do obserwacji oscylogramów dźwięku (doświadczenie zalecane w podstawie programowej fizyki dla szkoły podstawowej) i miernik dźwięku Sound Meter⁶.

Zachęcam do zapoznania się z przykładami doświadczeń i aplikacji opisanych w publikacji „Smartphones in Science Teaching” (Smartfony w nauczaniu przedmiotów przyrodniczych)⁷, powstałej w wyniku europejskiego projektu iStage 2⁸.



Rysunek 13. FrequenSee Spectrum Analyser – prosta aplikacja do obserwacji widma dźwięku.



Rysunek 14 i 14a. Miernik dźwięku Sound Meter przedstawia poziom natężenia dźwięku w dB na wykresie i odnosi bieżący wynik do typowej sytuacji.

⁵ <https://play.google.com/store/apps/details?id=com.DanielBach.FrequenSee>

⁶ <https://play.google.com/store/apps/details?id=kata.siver>

⁷ *Smartphones in Science Teaching*, https://www.science-on-stage.de/download_unterrichtsmaterial/iStage_2_Smartphones_in_Science_Teaching.pdf

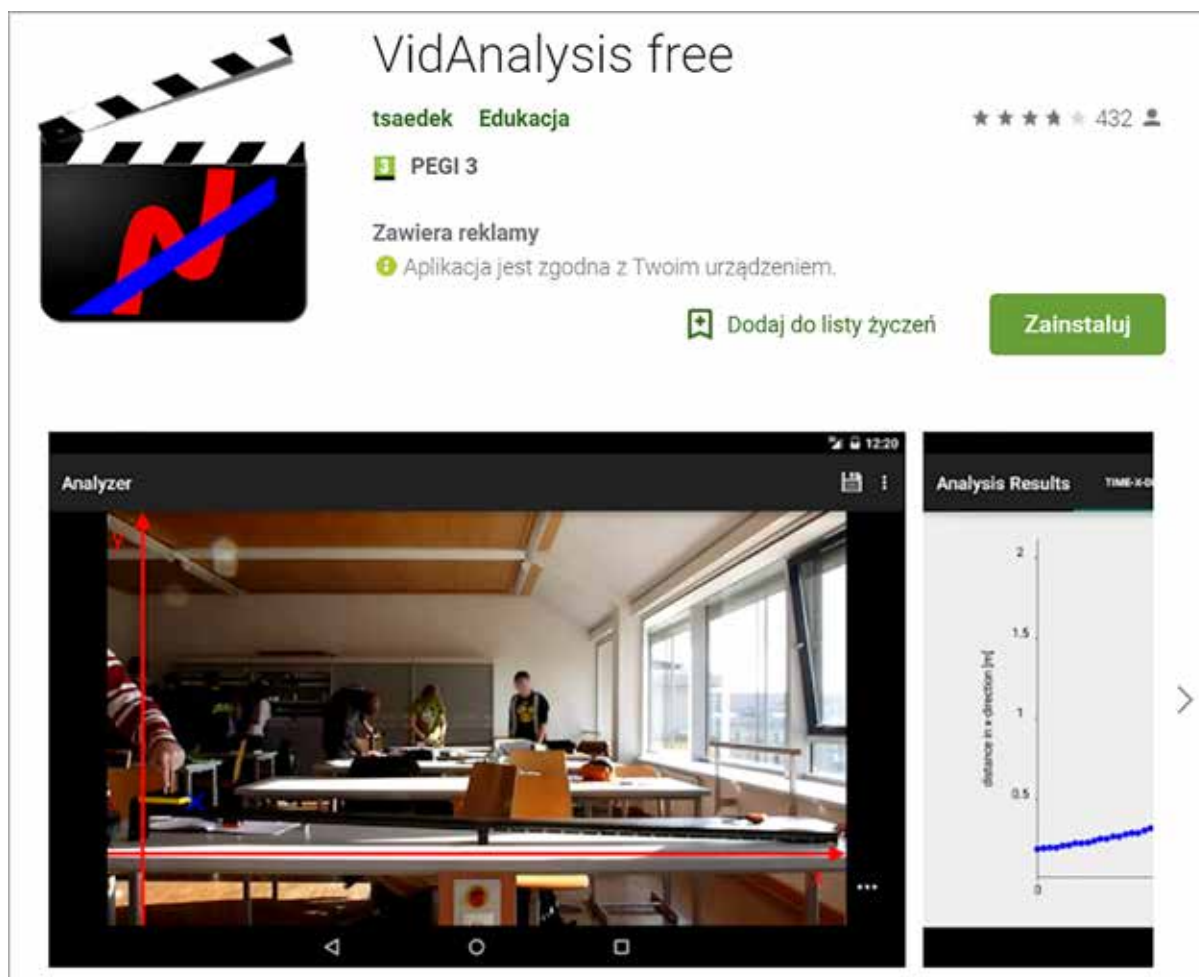
⁸ Projekt iStage, realizowany pod kierunkiem stowarzyszenia non-profit Science on Stage Germany oraz przy wsparciu SAP, promuje wykorzystanie mediów cyfrowych w szkole, aby zainteresować uczniów przedmiotami ścisłymi. iStage 2 jest drugą publikacją z serii iStage, opracowaną przez 20 nauczycieli z 14 krajów europejskich.

Wideopomiary ze smartfonem lub tabletem

Technika ta, zwana również pomiarami na obrazach wideo, zalecana jest w podstawie programowej fizyki dla szkół podstawowych jako jedna z metod badania ruchu. Polega na pobraniu danych z filmu, na którym zarejestrowano ruch wybranego obiektu. Można wykorzystać bezpłatny program Tracker⁹, a w przypadku pracy z tabletem lub smartfonem – bezpłatną aplikację VidAnalysis free¹⁰. Aplikacja jest dostępna w języku angielskim, jej autorzy zamieścili przykładowe filmiki i instrukcję na stronie <http://vidanalysis.com>. Polecam wykorzystanie kamery tabletu lub smartfona do nagrania filmu, przy czym podczas rejestracji doświadczenia należy pamiętać o ustawieniu odpowiedniego tła i zaznaczeniu skali (np. umieszczając w tle linijkę czy rysując odcinek o znanej długości).

Interaktywne symulacje zjawisk fizycznych

Opisując aplikacje na urządzenia mobilne, nie można zapomnieć o interaktywnych symulacjach fizycznych PhET Interactive Simulations, opracowanych na Uniwersytecie w Colorado¹¹. Większość z nich została przetłumaczona na język polski, a nowe symulacje w HTML5 działają na tablecie i smartfonie.

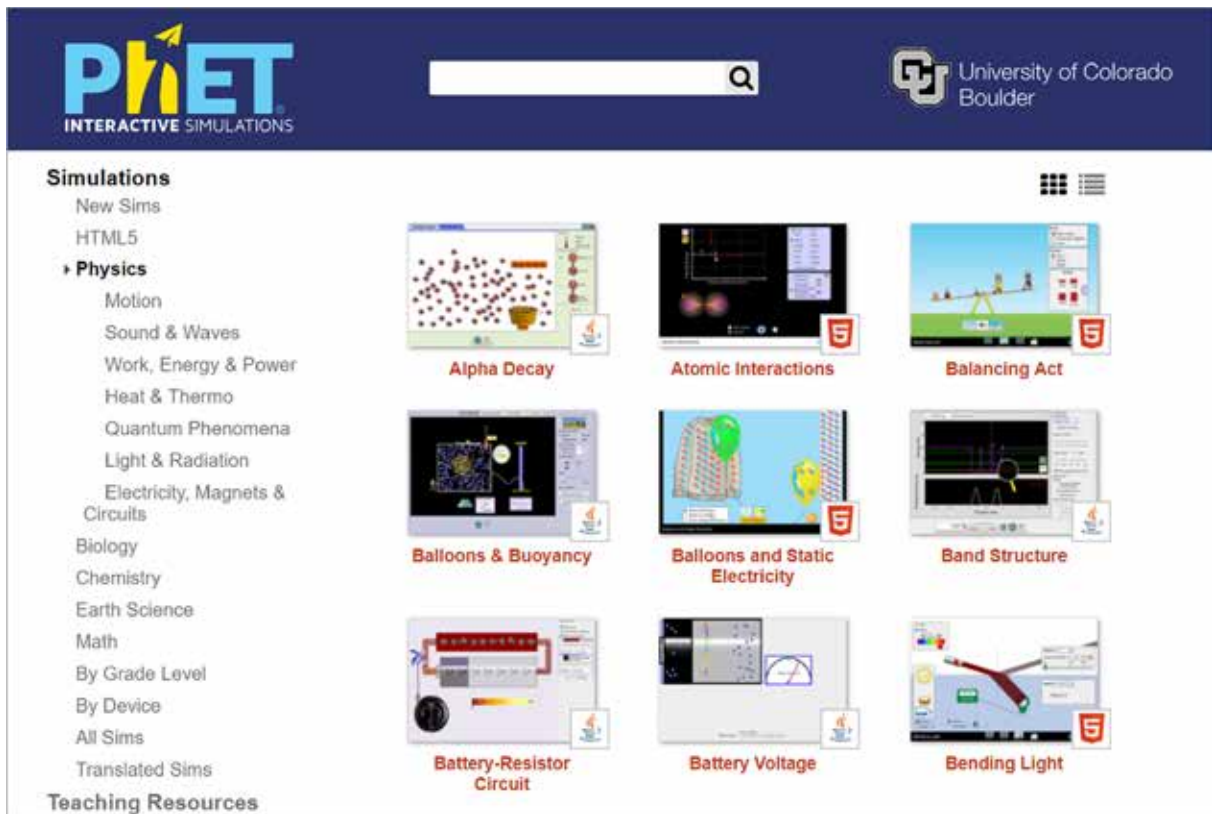


Rysunek 15. Bezpłatna aplikacja VidAnalysis free na stronie Google Play.

⁹ <http://physlets.org/tracker>

¹⁰ <https://play.google.com/store/apps/details?id=com.vidanalysis.free>

¹¹ <https://phet.colorado.edu/en/simulations/category/physics>



Rysunek 16. Interaktywne symulacje z różnych dziedzin fizyki. W zakładce Translated Sims można wybrać język polski.

Podsumowanie

Z badania przeprowadzonego w roku 2017 przez Bibliotekę Narodową wynika, że 93% nastolatków posiada smartfony i wykorzystuje je do wyszukiwania informacji, komunikacji ze znajomymi, słuchania muzyki i gier cyfrowych¹². Zastosowanie opisanych aplikacji pozwoli zmienić smartfon uczniowski w nowoczesną pomoc edukacyjną i zachęcić uczniów do nauki fizyki.

Bibliografia

1. Greczyło T. *Wykorzystanie technologii informacyjno-komunikacyjnych w edukacji fizycznej*, <https://www.edu.pl/wp-content/plugins/download-attachments/includes/download.php?id=15644>
2. Smartphones in Science Teaching, http://www.science-on-stage.de/download_unterrichtsmaterial/iStage_2_Smartphones_in_Science_Teaching.pdf
3. Strona projektu Phyxox, <https://phyxox.org>
4. Warsztat pracy nauczyciela, <https://warsztatpracynauczycieli.blogspot.com/2018/02/phyxox-nowe-oblicze-doswiadczen.html>

Elżbieta KAWECKA jest nauczycielem konsultantem w Ośrodku Edukacji Informatycznej i Zastosowań Komputerów w Warszawie.

¹² Powszechne smartfony, ale książka wraca do łask, <https://www.edunews.pl/badania-i-debaty/badania/4279-powszechne-smartfony-ale-ksiazka-wraca-do-lask>

Nowe technologie, nowe treści i przestrzenie do nauki

Małgorzata ZAJĄCZKOWSKA

*Zaczynam od pomysłu, który potem staje się
czymś zupełnie innym.*

Pablo Picasso

Korzystanie w edukacji z nowych technologii wynika z naturalnej potrzeby poszukiwania ciekawych rozwiązań edukacyjnych na miarę XXI wieku. Świadomie sięgamy po narzędzia, które uczeń lubi, a które przede wszystkim są już niezbędne do życia i pracy we współczesnym społeczeństwie informacyjnym. Ich interaktywność wpływa na wzrost atrakcyjności i potwierdzoną skuteczność prowadzonych zajęć lekcyjnych.

Narzędzia TIK pomagają nauczycielom w projektowaniu nowoczesnego oceniania wspierającego rozwój ucznia. Gromadzimy informacje o jego osiągnięciach i postępach, stwarzamy sytuacje do prezentacji ciekawych pomysłów, inspirujemy do samokształcenia i samooceny, zwracamy uwagę na umiejętność posługiwania się wiedzą w praktyce.

Nauczamy, jak odpowiedzialnie korzystać z technologii i realizować swoje pomysły. A nasz system ocen musi uwzględniać, zachęcać i doceniać tych, którzy próbowali zmierzyć się z danym problemem, ale im po prostu nie wyszło.

Proces oceniania osiągnięć uczniów ciągle budzi wątpliwości. Jest przedmiotem badań pedagogicznych i dyskusji. Nauczyciele przyzwyczajeni do tradycyjnego modelu oceniania stwierdzają

braki, koncentrują się na popełnionych błędach i stereotypowo oceniają głównie stopień przyswojenia wiedzy.

Czas spędzony w szkole to szansa dla ucznia na budowanie wiedzy i tożsamości kulturowej oraz wzmacnianie poczucia własnej wartości. Uczniowie potrzebują różnych umiejętności, by twórczo wyrażać siebie, interpretować opinie, kreować rzeczywistość, dzielić się doświadczeniem i emocjami. Jest to możliwe za pośrednictwem różnych procesów, między innymi interdyscyplinarnego uczenia się i mądrego wykorzystania technologii informacyjno-komunikacyjnych.

Wymiana dobrych praktyk między szkołami europejskimi, współpraca z instytucjami zewnętrznymi znacznie poszerza ofertę edukacyjną każdej placówki, gwarantując nowe możliwości sprzyjające uczeniu się.

Do bazy rekomendowanych przez portal Scientix.eu projektów europejskich wpisano projekt „Amazing Technologies to Enhance Learning through Innovation, Enjoyment and Research – ATELIER for STE(A)M” (Niesamowite technologie wzmacniające proces nauczania poprzez innowacje, zabawę i badania naukowe). Projekt ten

jest realizowany w latach 2017-2019 w ramach programu Erasmus+ w grupie pięciu szkół z czterech krajów (Portugalia, Polska, Słowenia i Hiszpania – Burgos i Jaén). ATELIER, zgodnie z sugestią ukrytą w nazwie, to warsztat z najlepszymi tkaninami (czyli metodami uczenia się i narzędziami TIK) oraz najlepszymi krawcami (nauczycielami, którzy stawiają czoła dydaktycznym nowościom i stosują je w swojej klasie), w którym wspólnie z uczniami powstaje zbiór dobrych praktyk edukacyjnych związanych ze STE(A)M (nauki przyrodnicze, technologia, inżynieria, sztuka i matematyka) oraz nauczaniem języków obcych.

Poprzez poszerzanie wiedzy na temat tych przedmiotów i ich znaczenia partnerzy projektu mają nadzieję, że uda im się zmotywować uczniów do kierowania własnym rozwojem, zwiększyć ich zainteresowanie możliwościami zatrudnienia w obszarach związanych z przedmiotami ścisłymi. Koordynatorzy opisują, analizują i badają wpływ technologii na rozwój kluczowych kompetencji u uczniów.

Pracę w projekcie ATELIER nauczyciele rozpoczęli od zdefiniowania dobrych praktyk stosowanych w szkołach partnerskich biorących udział w projekcie. Ich wspólnym mianownikiem jest ciekawe i skuteczne wykorzystanie narzędzi TIK w interdyscyplinarnym procesie zdobywania wiedzy i umiejętności z zakresu przedmiotów ścisłych, informatyki, inżynierii, sztuki i matematyki. Narzędzia te obejmują zarówno rozszerzoną

rzeczywistość AR (*Augmented Reality*), wykorzystanie dronów, robotów, symulacje, interaktywne prezentacje, jak i dostępne online narzędzia oceny formatywnej (*formative assessment tools*). Jednakże w sytuacji, gdy zakres stosowania narzędzi TIK jest bardzo szeroki, sukcesu nie gwarantuje sam fakt ich stosowania w praktyce szkolnej. Tutaj chodzi o coś więcej – o koncepcję nauczania STE(A)M. Dlatego tak ważna jest analiza podejmowanych działań innowacyjnych i szeroko zakrojona współpraca w międzynarodowym zespole projektowym, aby można było określić najlepszy sposób wykorzystania danych narzędzi TIK i osiągnąć zamierzone cele.

Partnerzy projektu wykorzystują TPACK¹ (*Technological Pedagogical Content Knowledge*) jako teoretyczną podbudowę swoich działań edukacyjnych. TPACK rozszerza koncept Shulmana znany jako PCK (*Pedagogical Content Knowledge*) o wiedzę dotyczącą treści pedagogicznych. Lee S. Shulman stwierdził, że wiedza merytoryczna nauczycieli i wiedza pedagogiczna traktowane są jako zupełnie odrębne. Sam jednak uważał, że programy kształcenia nauczycieli powinny łączyć te dwie dziedziny wiedzy².

Na zakończenie projektu ATELIER nauczyciele biorący w nim udział chcą przygotować podręcznik dobrych praktyk, sprawdzonych i realistycznych, zawierający scenariusze zajęć edukacyjnych oraz wskazówki, które z łatwością mogą zostać wykorzystane w innych szkołach europejskich. Publikacja będzie dostępna w pięciu językach projektu.



Rysunek 1. Ambigram dla TPACK (ten obraz wygląda tak samo, jak jego odbicie w lustrze) oraz kod QR prowadzący do źródła informacji.

¹ <http://www.tpack.org>

² Shulman L.S. *Those Who Understand: Knowledge Growth in Teaching*. *Educational Researcher*, Vol. 15, No. 2 (Feb., 1986), s. 4-14.




Rysunek 2. Kod QR umożliwiający szybki dostęp do artykułu „The Arts” w Encyklopedii Britannica.

*Gdy uczeń osiąga coś dzięki nauczycielowi,
nauczyciel również czegoś się uczy.*

Paulo Coelho

Gdy jesteśmy zaangażowani w działania innowacyjne określane skrótem STE(A)M, nasza praca staje się większym wyzwaniem. Kiedy do przedmiotów STEM (*Science, Technology, Engineering, Mathematics*) dołącza *Arts*, to koncepcja nauczania musi być rozbudowana tak, by w naturalny sposób pobudzać odbiorców do rozwoju twórczego myślenia. Twórczość jest cechą natury ludzkiej, którą posiada każdy z nas (Abraham Maslow)³. Rozwijając tę umiejętność, aktywizujemy proces szerszego spojrzenia na dany temat oraz rozwijamy zdolność tworzenia nowych punktów widzenia, innych niż dotychczasowe.

Daniel Pink⁴ w swojej książce „A Whole New Mind: Why Right-Brainers Will Rule The Future” zaprezentował dowody na to, że współcześni nauczyciele, przygotowując lekcje, muszą uwzględnić zadania rozwijające prawą półkulę mózgową.

Niezależnie od wrodzonych predyspozycji, nauczyliśmy się wykorzystywać lewą półkulę mózgu: analizujemy, werbalizujemy, szukamy logicznych powiązań, skupiamy się na szczegółach. Powinniśmy znowu postawić na prawą półkulę, aby pobudzić mózg do twórczego myślenia, wyobraźni, kolorów, do szerszej perspektywy.

Jak wprowadzić STE(A)M do szkoły?

Każdy rodzaj integracji wymaga planowania. Nauczyciele potrzebują czasu na zorganizowanie ścisłej współpracy, aby ich twórcze starania były skuteczne i owocne. Radość wspólnego odkrywania jest większa, gdy inni mają podobne zainteresowania. Istnieje prosta zależność związana z ukierunkowanym rozwojem nauczyciela i pasjami uczniów w celu stworzenia naturalnego dla wszystkich środowiska sprzyjającego nauce na miarę XXI wieku. Oczywiście w oparciu o STE(A)M, czyli interdyscyplinarny proces nauczania i uczenia się, który zachęca uczniów do systematyczności i eksperymentowania. Pobudza wyobraźnię, angażuje zmysłowo i emocjonalnie, pobudza do krytycznej refleksji.

Zmiana jest bardzo trudna dla nauczycieli ze względu na wielość podstawowych obowiązków na co dzień. Jeśli jednak chcemy rozpocząć ten proces w swojej szkole, potrzebujemy przede wszystkim chętnych uczestników. Możemy zacząć poszukiwania wśród osób, które już wcześniej angażowały się we wspólne przedsięwzięcia interdyscyplinarne i prawdopodobnie zechcą zmierzyć się z nowym wyzwaniem. **Edukacja STE(A)M oznacza, że ludzie uczą się korzystać z dostępnych zasobów edukacyjnych w celu rozwiązywania problemów.** Nie oczekuje się, że każdy będzie ekspertem we wszystkich dziedzinach. Podzielmy się swoimi doświadczeniami z innymi, wybierzmy interesujący

³ *Biography of Abraham Maslow (1908-1970)*. <https://www.verywellmind.com/biography-of-abraham-maslow-1908-1970-2795524>, dostęp: 25.07.2018.

⁴ <https://www.danpink.com>

i odpowiedni temat projektu STE(A)M, zaangażujemy społeczność szkolną oraz wspierajmy innych. Nowe standardy STEM wymagają wspólnych metod uczenia się dostosowanych do potrzeb kadry pedagogicznej i kierunku rozwoju szkoły. Nauczyciele muszą zrozumieć, że współpraca między nimi jest podstawą. Każda osoba jest częścią tego procesu zmiany i musi czuć się pomocna i spelniona.

Czasami jednak unikamy współpracy w zespole, np. jeśli nie jesteśmy w stanie wyobrazić sobie, na czym ona polega i co wnosi w nasze życie zawodowe. Jeśli nie mamy wspólnego celu, systemu wartości i napotykamy różne bariery trudne do pokonania. Wspólna praca wzmacnia kreatywność, zwielokrotnia energię, zachęca do otwartości i wolności wyrażania myśli. Stworzenie efektywnego zespołu wcale nie jest proste, gdyż w skutecznym budowaniu współpracy kluczową rolę odgrywa komunikacja, ale tej umiejętności nie rozwijamy w trakcie standardowej edukacji.

Dobłą wiadomością dla STE(A)M jest to, że wiele argumentów przemawia za poparciem tego typu wspólnych działań.

Aby wykreować przestrzeń dla STE(A)M w szkołach nauczyciele potrzebują:

- narzędzi – Technology Web 2.0 tools

Można je znaleźć uporządkowane i opisane pod adresem <http://fcl.eun.org/technology> lub nową wersję w pakiecie pod nazwą „The new version of the Future Classroom Toolkit” na stronie FCL w zakładce Toolkit, <http://fcl.eun.org/web/guest/news/details?articleId=2829964>

- 114 bardzo przydatnych praktycznych wskazówek popartych przykładami <https://educationcloset.com/2016/12/15/114-tips-create-steam-makerspace>

W realiach szkolnych sztuka jest często pomijana, uważana za nieprzydatną do osiągnięcia celów STEM. Sami uczniowie traktują te dyscypliny jako odłączone od siebie i od ich świata. W konsekwencji zainteresowanie nauką spada, a wraz z nim wrazliwość artystyczna. Czasami integrowanie nauki ze sztuką wygląda mało profesjonalnie, gdy w praktyce ogranicza się do sporadycznego wykorzystania niektórych dzieł w naukowym kontekście.

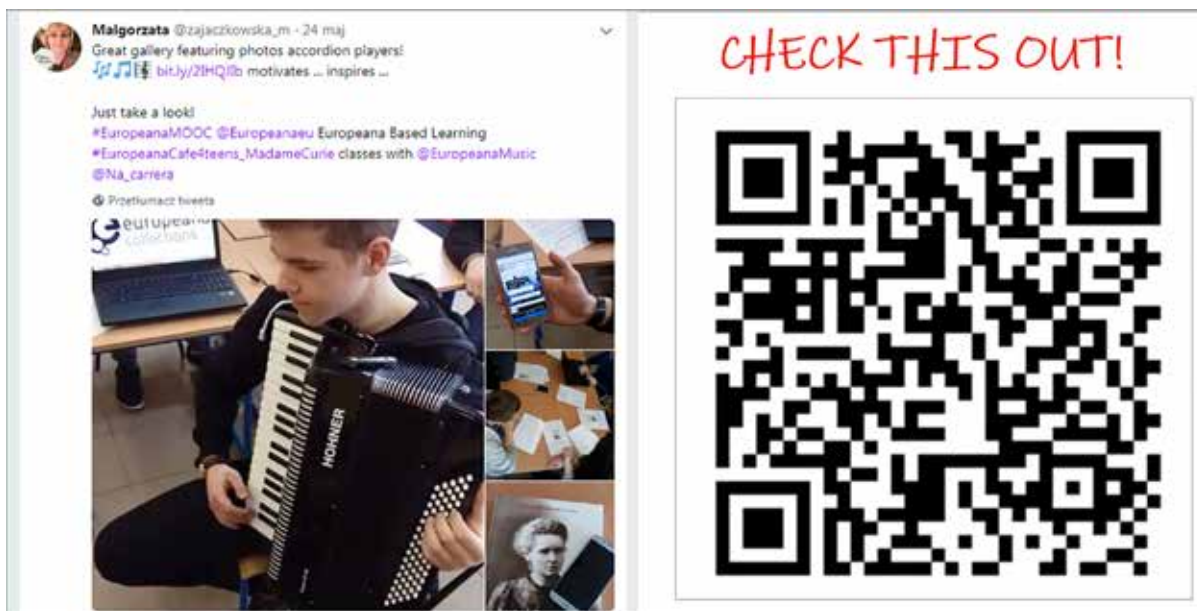
Trudno jest włączyć „A” do STEM, kierując się wyłącznie intuicją – bez przygotowania merytorycznego. Obecnie temat ten jest na tyle powszechny, że można wiedzę zgłębiać samodzielnie za pośrednictwem materiałów edukacyjnych dostępnych w Internecie lub tradycyjnie uczestniczyć w szkoleniach stacjonarnych.

Po roku praktyki **warto zasugerować innym nauczycielom, aby wprowadzając STE(A)M do szkoły, skupili się na obszarach twórczych połączeń między przedmiotami.** Brak kierunkowego wykształcenia z dziedziny sztuki z pewnością nie będzie przeszkodą do osiągnięcia wspólnego sukcesu. Najczęściej sugerowane strategie STE(A)M, to uczenie się oparte na pracy metodą projektu (PBL) i nauka przez dociekanie (IBSE) w celu rozwiązywania rzeczywistych problemów dotyczących otaczającego nas świata. Niektórzy uczeni dodają nauczanie oparte na modelu SBL (studio based learning), które promuje działanie, aktywne uczestnictwo, krytyczną refleksję i autonomię ucznia⁵.

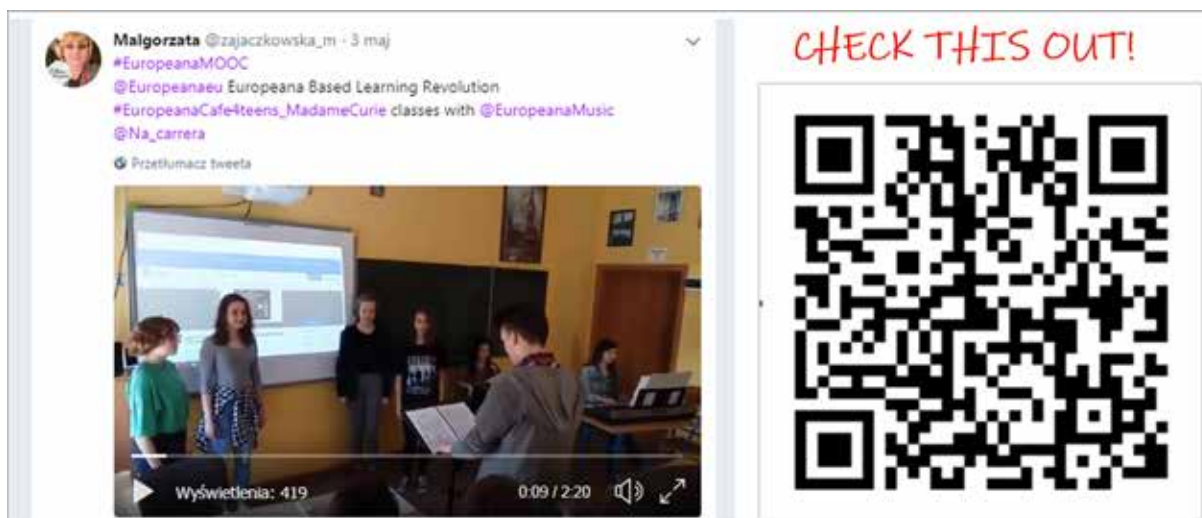
⁵ Burroughs S., Brocato K., Franz D. *Problem Based and Studio Based Learning: Approaches to Promoting Reform Thinking among Teacher Candidates*, National Forum of Teacher Education Journal, Vol. 19, No 3, 2009.

Wielkim kunsztem wykazuje się nauczyciel, który potrafi sprawić, że twórcze wyrażanie siebie i nabywanie wiedzy staje się źródłem radości.

Albert Einstein



Rysunek 3. Art Station. Fragment zajęć pt. #EuropeanaCafe4teens~_MadameCurie w SP45 w Białymstoku. Stacja z wykorzystaniem serwisu Canva.com do zespołowego tworzenia plakatów wraz z oprawą muzyczną z zasobów edukacyjnych Europeany. Kod QR z dostępem do tej części lekcji.



Rysunek 4. Science Station. Fragment zajęć pt #EuropeanaCafe4teens~_MadameCurie w SP45 w Białymstoku. Stacja naukowa z wykorzystaniem zasobów edukacyjnych Europeany. Kod QR z dostępem do tej muzycznej części lekcji.

Poszukując inspiracji, możemy zajrzeć do Europeany. **Europeana.eu** to europejski portal, biblioteka cyfrowa, wirtualne muzeum i archiwum mające na celu udostępnienie dziedzictwa kulturowego i naukowego Europy w Internecie. Warto sięgnąć po zasoby edukacyjne Europeany, aby zainteresować

uczniów tematyką europejskiego dziedzictwa. Przekonali się nauczyciele przedmiotów ścisłych – Ambasadorzy Scientix – zaproszeni do projektu Europeana DSI3 koordynowanego przez European Schoolnet. Zasoby Europeana Collections wzbudziły ciekawość, podziw i zdumienie (ogromna

kolekcja!) wśród 18 nauczycieli różnych przedmiotów STE(A)M z sześciu krajów docelowych: Finlandii, Francji, Hiszpanii, Włoch, Polski i Portugalii.

Podczas trzech warsztatów w pracowni Future Classroom Lab w Brukseli oraz kilku spotkań online nauczyciele tworzyli scenariusze zajęć edukacyjnych, wykorzystując zbiory cyfrowe Europeany. Następnie wszyscy przeprowadzili lekcje w swoich szkołach. Zajęcia zostały sfilmowane, a następnie wykorzystano je w pięciomodułowym kursie MOOC dla nauczycieli przygotowanym przez European Schoolnet. Dostęp do scenariuszy znajduje się pod adresem <http://fcl.eun.org/europeana-dsi-3>. Dostęp do kursów MOOC, między innymi do „Europeana in your classroom: building 21st-century competences with digital cultural heritage”, na stronie EUN Academy: <http://www.europeanschoolnetacademy.eu>.

Warsztaty FCL umożliwiły uczestnikom zapoznanie się z nowatorskim podejściem do pisania scenariuszy i ciekawym wykorzystaniem technologii w klasie. Wartością dodaną jest oczywiście wypracowanie dobrych praktyk w międzynarodowych zespołach nauczycieli, którzy przeniosą wspólnie nabytą wiedzę do swoich szkół w różnych częściach Europy.

Żyjemy w czasach, które wymagają nowych kompetencji zarówno od nauczycieli, jak i uczniów, a przydatność posiadanych umiejętności jest nieustannie weryfikowana. Technologie XXI-ego wieku zbliżyły nas do siebie i jednocześnie oddaliły w tym samym czasie. Przedstawiony w tabeli model 3x3 wskazuje trendy i porządkuje proces zmian zachodzących w nauczaniu. W tej perspektywie nauczyciel jawi się raczej w roli zręcznego przewodnika włączającego ucznia do aktywnego procesu zdobywania wiedzy.

Podstawowa wiedza Co należy wiedzieć?	wiedza określona w programach nauczania	wiedza dotycząca technologii informacyjno-komunikacyjnych TIK	interdyscyplinarna wiedza
Meta wiedza Jak działać? Jak zdobywać wiedzę?	rozwiązywanie problemów krytyczne myślenie	komunikacja i współpraca	kreatywność i innowacja
Humanistyczna wiedza Jakie wartości, umiejętności rozwijać?	umiejętności życiowe umiejętności zawodowe przywództwo	świadomość i ekspresja kulturalna	świadomość etyczna i emocjonalna

Rysunek 5. Model 3x3 – uczenie się w XXI wieku.
Źródło: opracowanie własne na podstawie Mishra P., Mehta R. *Creating a 21st century educator. The Learner*, Quest Alliance, Bangalore India, 2017.

Full STE(A)M Ahead, czyli pełną parą naprzód! Swoimi wyborami kształtujemy przyszłość naszych uczniów.

Małgorzata ZAJĄCZKOWSKA jest nauczycielką chemii i języka angielskiego w SP 45 im. Świętego Jana Pawła II z Oddziałami Integracyjnymi w Białymstoku, liderem Zespołu ds. Międzynarodowych Programów i Projektów Edukacyjnych. Ambasador Scientixu (2009-2019) i członek Europeana DSI-3 Developer Group.

Future Classroom Lab

Elżbieta KAWECKA

Future Classroom Lab (FCL) to nazwa projektu prowadzonego przez European Schoolnet (EUN) z siedzibą w Brukseli, a także nazwa specjalnie zaprojektowanej sali lekcyjnej, wyposażonej w nowoczesne technologie i środki dydaktyczne, w której organizowane są różne wydarzenia z zakresu przedmiotów ścisłych (STEM). Sala ta została utworzona przez EUN przy wsparciu ministerstw edukacji krajów europejskich oraz wielu sponsorów, aby pokazać, jak można przeorganizować tradycyjne sale lekcyjne w celu zmiany stylu nauczania

i uczenia się. Podsumowuje to motto: Rethinking teaching and learning (Przemysłenie nauczania i uczenia się), umieszczone na stronie FCL¹.

Strefy edukacyjne FCL

Future Classroom Lab składa się z sześciu różnych stref edukacyjnych (Learning Zones): Create (Tworzenie), Interact (Współpraca), Present (Prezentowanie), Investigate (Dociekanie, Eksperymentowanie), Exchange (Wymiana), Develop (Rozwijanie).



Rysunek 1. Różne strefy edukacyjne w Future Classroom Lab.
Źródło: <http://fcl.eun.org/learning-zones>

¹ <http://fcl.eun.org/about>



Rysunek 2. Roboty w akcji (zdjęcie wykonane przez autorkę podczas warsztatów Scientix w FCL w listopadzie 2013).



Rysunek 3. Prosta zmiana konfiguracji mebli umożliwia różne formy pracy.



Rysunek 4. Zestawy do komputerowego wspomagania doświadczeń przyrodniczych (zdjęcie wykonane przez autorkę podczas warsztatów Scientix w FCL w listopadzie 2013).

Wszystkie strefy, ich wyposażenie oraz metody pracy zostały szczegółowo opisane w broszurze (w języku angielskim), którą można pobrać ze strony FCL².

Dobór mebli, wystrój i wyposażenie w nowoczesne pomoce dydaktyczne pozwalają na eksperymentowanie z różnymi stylami uczenia się oraz prowadzenie dyskusji z nauczycielami, uczniami i decydentami na temat przyszłych strategii uczenia się. Uczniowie są zachęceni do bycia aktywnymi uczestnikami zajęć, a nie biernymi odbiorcami wiedzy. W strefie *Investigate* nauczyciel może zorganizować pracę metodą badawczą (Inquire Based Learning) i projektową (Project Based Learning), rozwijając umiejętności krytycznego myślenia, wspólnego rozwiązywania problemów i badania praw przyrody. Uczestnicy mogą korzystać z interfejsów pomiarowych i cyfrowych czujników dostarczonych przez sponsorów – producentów sprzętu i oprogramowania edukacyjnego (np. Vernier, Pasco, Texas Instruments, LEGO Education), zestawów do robotyki, cyfrowych mikroskopów, zdalnych laboratoriów i modeli 3D. Różne ustawienie mebli ułatwia współpracę w grupie.

Strefa *Present* została zaprojektowana w sposób ułatwiający prezentację projektów czy wyników pracy uczestników warsztatów przy aktywnej interakcji odbiorców. Słuchacze siedzą na schodkach, a prezynter ma do dyspozycji tablicę interaktywną, rzutnik, narzędzia do quizów i ankiet oraz publikacji online. Prowadzący ma bezpośredni kontakt z uczestnikami, na bieżąco otrzymuje informację zwrotną.

Warsztaty Scientix w Future Classroom Lab

Warsztaty dla nauczycieli w FCL organizowane są pod tytułem „Science Projects Workshop in the Future Classroom Lab” (Warsztaty poświęcone projektom z zakresu nauk ścisłych w Future Classroom Lab). Nazwa warsztatów powstała podczas I etapu projektu Scientix po tym, jak Scientix zorganizował w FCL pierwsze warsztaty poświęcone projektom z zakresu przedmiotów ścisłych³. Ich celem jest zarówno szkolenie nauczycieli w zakresie wykorzystania technologii w klasie, jak i wspólna praca uczestników różnych projektów STEM przy przygotowaniu materiałów dydaktycznych z wykorzystaniem innowacyjnych metod i środków nauczania.

² <https://bit.ly/2zDFUmb>

³ <http://www.scientix.eu/live>



Rysunek 5. Uczestnicy projektu BLOOM podczas warsztatów we wrześniu 2018.

Uczestniczyłam w czterech warsztatach w Future Classroom Lab: w listopadzie 2013, wrześniu 2014 oraz w marcu i wrześniu 2018. Pierwsze dwa to warsztaty dla ambasadorów projektu Scientix, podczas których miałam okazję zapoznać się z zadaniami i działaniami projektu Scientix oraz prezentować osiągnięcia projektu ICT for Innovative Science Teachers⁴, koordynowanego przez Ośrodek Edukacji Informatycznej i Zastosowań Komputerów w Warszawie (OEIiZK). Warsztaty w roku 2018 dotyczyły mojego udziału w pilotażowym projekcie BLOOM (Boosting European Citizen's Knowledge and Awareness of Bioeconomy – Zwiększanie wiedzy i świadomości Europejczyków na temat biogospodarki) i były to już 23. i 24. warsztaty w FCL współorganizowane przez Scientix. Pełna lista warsztatów wraz z materiałami i zdjęciami jest opublikowana na portalu Scientix⁵.

Generalnie przyjęto zasadę, że na warsztaty w FCL zapraszani są uczestnicy różnych projektów zgłoszonych do bazy Scientix, zwycięzcy konkursów, przedstawiciele instytucji, które zdobyły tytuł „Friend of Scientix” (Przyjaciel Scientix) czy przedstawiciele sponsorów FCL. Uczestnicy warsztatów mają pokrywane koszty podróży, zakwaterowania i wyżywienia.

Udział w warsztatach to niezapomniana przygoda, ale też i intensywna praca – wspólne uczenie się i przygotowywanie materiałów dydaktycznych, które są później testowane podczas zajęć lekcyjnych i szkoleń nauczycieli w różnych krajach. „Razem łatwiej i różniej...” – tak podsumowuje 10. Warsztaty Scientix w Brukseli pani Hanna Rokita w relacji zamieszczonej na stronie Krajowego Punktu Kontaktowego Scientix⁶.

⁴ Projekt ICT for Innovative Science Teachers (<http://ictforist.oeiizk.waw.pl>) realizowany przez 6 partnerów w ramach programu Leonardo, nr grantu: 2009-1-PL1- LEO05- 05046.

⁵ <http://www.scientix.eu/live/science-project-workshop>

⁶ <http://scientix.pl/razem-latwiej-i-razniej-relacja-z-warsztatow-scientix-w-brukseli>



Rysunek 6. Sieć FCL na mapie.
Źródło: <http://fcl.eun.org/fcl-network-members>

Inne działania powiązane z FCL

European Schoolnet prowadzi i prowadzi wiele ciekawych projektów powiązanych z Future Classroom Lab. Obecnie realizowane są następujące projekty⁷:

- ITELlab (Initial Teachers Education Lab)
- Future Classroom Lab Regional Network (FCL Regio)
- Triseum Validation Pilot
- BYOD Bring Your Own Device – A guide for school leaders (publikacja opracowana przez the European Schoolnet’s Interactive Classroom Working Group – ICWG)
- Interactive Classroom Working Group
- CO-LAB
- K: Teacher Assessing Key Competences in School
- Europeana DSI-2

Powstała też sieć nowoczesnych laboratoriów FCL, zaprojektowanych i uruchomionych przez różne placówki (szkoły oraz inne instytucje edukacyjne i przemysłowe) w wielu krajach.

Na stronie <http://fcl.eun.org/how-to> został opublikowany pakiet FCL Toolkit, zawierający m.in. poradnik dla instytucji zainteresowanych utworzeniem FCL.

Podsumowanie

Future Classroom Lab to nowoczesna przestrzeń edukacyjna umożliwiająca nauczycielom i uczniom szkół europejskich pracę z wykorzystaniem nowych technologii i nowych metod nauczania. Zachęcam nauczycieli zainteresowanych wizytą lub szkoleniem w FCL do śledzenia informacji na portalu Scientix⁸, subskrypcji newsletterów Scientix i FCL oraz aplikowania na szkolenia w FCL, dostępne w ramach programu Erasmus +.

Elżbieta KAWECKA jest nauczycielem konsultantem w Ośrodku Edukacji Informatycznej i Zastosowań Komputerów w Warszawie.

⁷ <http://fcl.eun.org/projects>

⁸ <http://scientix.eu>

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?”.

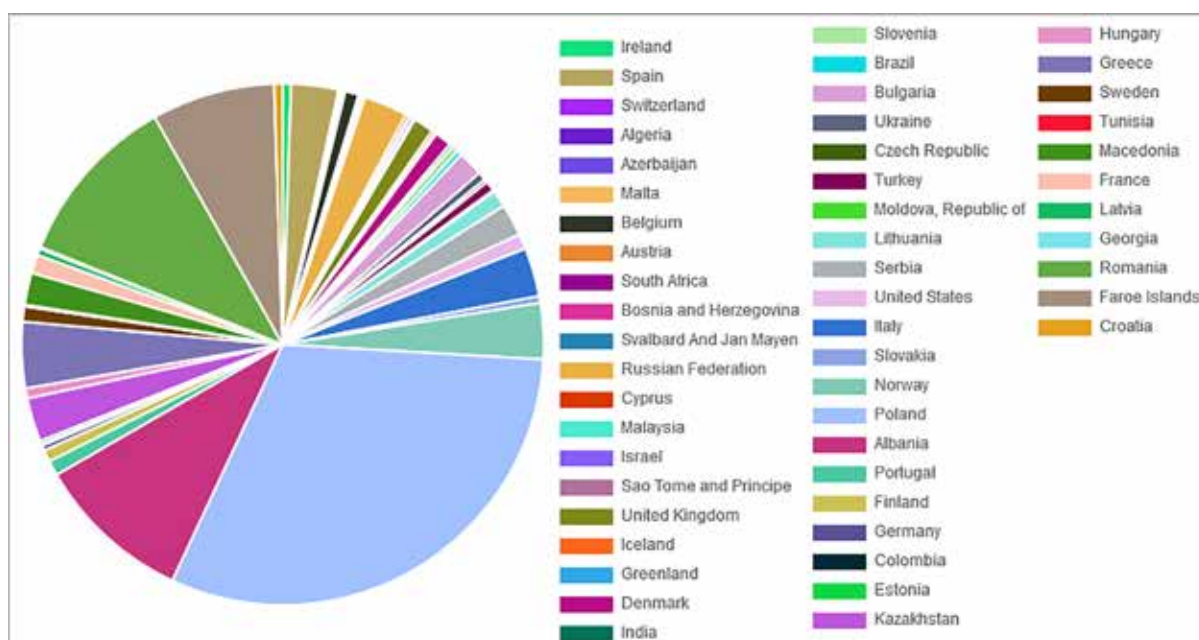
5. Pakiet „Pomiary meteorologiczne w Arktyce” ma na celu zapoznanie uczniów z pomiarami prowadzonymi w Polskiej Stacji Polarnej Hornsund na Spitsbergenie. Meteorologia to nauka zajmująca się badaniem zjawisk zachodzących w atmosferze. Znajomość pogody i umiejętność jej przewidywania jest istotnym elementem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

Dynamika przemian. Metamorfozy.

O możliwościach analizy, syntezy i kreacji, jakie stwarza animacja poklatkowa.

Marta KAWECKA-SMOLIŃSKA

Środek przekazu sam jest przekazem¹

Przytoczone powyżej słowa Marshalla McLuhana, odnoszące się do świadomości człowieka żyjącego w *globalnej wiosce*², poruszają kilka ważnych kwestii dotyczących współczesnej komunikacji. McLuhan uważał, że w analizach dotyczących społecznej komunikacji nie można pomijać formy komunikatu, skupiając się tylko na analizie treści, bowiem już sama forma, medium, za pomocą którego przekazujemy treści, jest komunikatem i świadczy o nas samych. Według McLuhana medium, które wybieramy, aby przekazać określoną treść, jest wręcz przedłużeniem nas samych³. Przykładając tezę amerykańskiego antropologa do specyficznej formy komunikacji, jaką jest edukacja, możemy zastanowić się nad tym, jaka forma przekazu wzmocni treść, którą chcemy przekazać. Jaka forma przekazu będzie świadczyć o tym, że możemy być atrakcyjnym partnerem do rozmowy? Jaka forma przekazu będzie adekwatna to tego, kim jesteśmy, jak odczuwamy w drugiej dekadzie XXI wieku?

Od kilku lat uczę się technik animacji poklatkowej i muszę przyznać, że im bardziej zgłębiam meandry tej techniki, tym bardziej wydaje mi się ona dobrym narzędziem do rozmów i przekazywania treści z wielu dziedzin osobom w różnym wieku.

Technika animacji poklatkowej polega na fotografowaniu obiektu czy rysunku zmieniającego swoje położenie. Każda zmiana powinna zostać zarejestrowana poprzez wykonanie nowego zdjęcia. Gdy połączymy sekwencję zdjęć, powstanie film, na którym widać ruch obiektu czy linii. Zależnie od stopnia zaawansowania można wykonać animację za pomocą różnych narzędzi.

Najprostszym sposobem jest wykorzystanie telefonu komórkowego do robienia zdjęć, a następnie zmontowanie sekwencji zdjęć w jednym z darmowych programów, na przykład Windows Movie Maker. Ważne jest, aby kolejne zdjęcia wykonywane były z tego samego punktu widzenia. Do unieruchomienia komórki dobrym narzędziem mogą być selfie sticki lub specjalne małe statywy do komórek.

Jeśli zależy nam na profesjonalnej jakości obrazu, powinniśmy użyć bardziej skomplikowanych narzędzi. Aby profesjonalnie wykonać animację, do robienia zdjęć wykorzystujemy aparat fotograficzny (np. Cannon 500 D) i podłączamy go do programu umożliwiającego podgląd powstającej animacji w czasie rzeczywistym. Najlepszym, według mojej wiedzy, programem służącym do tego celu jest Dragon Frame. Aparat podłączamy do komputera z zainstalowanym programem (za pomocą kabla USB) i jesteśmy w stanie sterować aparatem za pośrednictwem klawiatury komputerowej. Możemy też mieć podgląd na poprzednie zdjęcie z sekwencji,

¹ McLuhan M. *Zrozumieć media: Przedłużenia człowieka*, Warszawa 2004.

² *Ibidem*.

³ *Ibidem*.

poprzednią klatkę, co umożliwi osiągnięcie efektu płynnego ruchu, nawet w trudniejszych, bardziej wymagających technikach, jak np. animacja rysunkowa. W programie Dragon Frame możemy zmontować powstały materiał, a także wystać zdjęcia do programu do montażu, np. do Adobe Premiere Pro czy Sony Vegas. Oczywiście montując naszą animację w programie przeznaczonym do montażu, mamy większe możliwości.

Do powstałej animacji możemy nagrać także dźwięk – podłożyć gotową muzykę lub nagrać własną ścieżkę dźwiękową. Jeśli korzystamy z darmowych najprostszych narzędzi, możemy nagrać dźwięk na telefon komórkowy i zmontować z filmem w programie Windows Movie Maker lub nagrać dźwięk bezpośrednio w Programie Windows Movie Maker, klikając przycisk REC. Ze względu na jakość nagrania radziłabym jednak nagrywać dźwięk na telefon komórkowy, a następnie montować z animacją. Gdy realizujemy film z wykorzystaniem bardziej profesjonalnych narzędzi, mamy analogiczne możliwości. Dźwięk możemy nagrać, postępując się rejestratorem dźwięku takim jak Zoom H6, a następnie zmontować z animacją w programie Adobe Premiere Pro lub Sony Vegas. Możemy także nagrać dźwięk bezpośrednio w programie Dragon Frame.

Do realizacji animacji poklatkowej możemy wykorzystać zarówno najróżniejsze techniki malarzkie, rysunkowe, materiały plastyczne – kolorowe papiery, flamastry, farby, obiekty, makiety – jak również przedmioty codziennego użytku i oczywiście rzeczywistość wokół nas.

Jak widać już w tym krótkim przedstawieniu, animacja poklatkowa jako narzędzie łączy w sobie elementy z różnych dziedzin wiedzy – fotografii, filmu, sztuk wizualnych, optyki, dźwięku, muzyki. Łączy technologię cyfrową z analogowymi sposobami konstruowania obrazu.

Podążając za tezą Marshalla McLuhana – co możemy przekazać poprzez samo narzędzie, wybierając jako medium komunikacji animację poklatkową?

Na pewno, że jesteśmy otwarci na nowe rozwiązania, innowacyjność, łączenie tradycji z nowoczesnością, łączenie wiadomości z zakresu różnych dziedzin wiedzy. Że jesteśmy elastyczni. Że stwarzamy przestrzeń do indywidualnych poszukiwań – samo narzędzie daje bowiem możliwość bardzo różnorodnych realizacji. Zależnie od treści, którą chcemy przekazać, i czasu, jakim dysponujemy, powinniśmy wybrać adekwatne materiały oraz dźwięk, czyli środki wyrazu.

Animacja poklatkowa jest bardzo wdzięczną techniką do pokazania i zrozumienia procesów zachodzących w przyrodzie. Możemy zaobserwować pewne procesy, rejestrując naturę lub stworzyć model przedstawiający zasadę działania zjawisk.

Aby rejestrować bezpośrednio procesy zachodzące w przyrodzie, potrzebujemy bardzo dużo czasu. Nie jest to jednak zadanie wymagające technicznie. Jeśli chcemy zaobserwować np. zmianę barwy światła na przestrzeni doby, tygodni, miesięcy czy nawet roku, wystarczy, że ustawimy aparat fotograficzny w jednym miejscu i zaprogramujemy częstotliwość wykonywania zdjęcia. Możemy to zrobić np. w programie Dragon Frame lub (jeśli korzystamy z aparatu w telefonie komórkowym lub w tablecie) z darmowej aplikacji, np. Stop Motion Studio. Analogicznie postępujemy, chcąc nagrać i zaobserwować wzrost czy rozwój rośliny.

Innym sposobem realizacji animacji edukacyjnej jest stworzenie modelu odzwierciedlającego procesy – ruchomy schemat. Chcąc pokazać zmiany skupienia występujące w przyrodzie, możemy wykorzystać różnego rodzaju sypkie materiały. Znakomitym materiałem jest np. sól, którą możemy rysować, położywszy ją wpierw najlepiej na czarnym papierze. Do swojej animacji możemy dołożyć dźwięk objaśniający zilustrowane procesy.

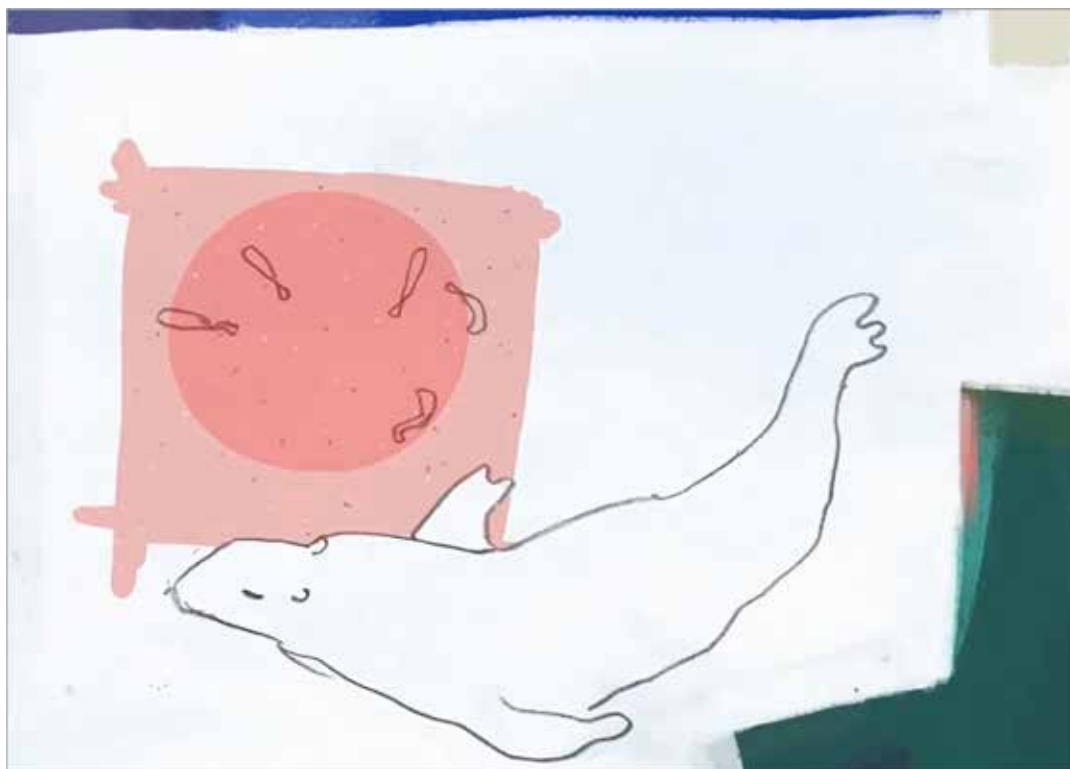
Można oczywiście podejść do realizacji filmu w sposób odwrotny – wpierw nagrać dźwięk, a następnie do niego dopasować obraz. Z doświadczenia wiem jednak, że odwrotna kolejność jest po prostu łatwiejsza.



Rysunek 1. Kadr z animacji z soli pt. „Powrót” Natalii Walenciuk.

Punktem wyjścia do realizacji animacji poklatkowej może być oczywiście także wyobraźnia. Swobodna, nieskrępowana prawami fizyki. Prowadząc Pracownię Realizacji Intermedialnych w warszawskim ognisku artystycznym „Nowolipki”, najczęściej spotykam się z takimi realizacjami, w których ruch,

świat wykreowany w animacji podporządkowany jest jedynie wyobraźni autora. Granica pomiędzy fikcją a rzeczywistością, tak jak pomiędzy nauką i sztuką zwykle nie jest wyraźna. Często najbardziej poruszające prace sytuują się gdzieś pomiędzy.



Rysunek 2. Kadr z animacji poklatkowej Agaty.

Jedna z moich uczennic – Agata – zrealizowała na przykład pracę o stosunku człowieka do zwierząt, do świata przyrody. Fabuła animacji była wymyślona, jednak poszczególne jej elementy wynikały jak najbardziej z obserwacji natury. Bardzo wiarygodnie oddany ruch fok, ryb i ptaków wymagał bardzo wnikliwej obserwacji. Animacja, w której foki zjadają ryby, a następnie człowiek zjada foki, mogłaby też posłużyć, w nieco rozbudowanej wersji, za doskonałą ilustrację łańcucha pokarmowego. Oczywiście w wersji fabularnej, którą zaproponowała Agata, ważniejsza jest warstwa emocjonalna, wyrażona poprzez niezwykle wrażliwość wizualną autorki. Myślę jednak, że istotne jest podkreślenie współistnienia tych dwóch światów – obserwacji czy analizy procesów zachodzących w naturze i kreacji.



Rysunek 3. Kadr z animacji Agaty.

Podczas pikniku naukowego na warszawskim Stadionie Narodowym prowadziłam warsztat animacji poklatkowej „Dynamika przemian. Metamorfozy”, który łączył świat nieskrępowanej wyobraźni ze światem nauki. Uczestnicy warsztatu mogli wyrazić za pomocą animacji różne rodzaje ruchu oraz przemiany zachodzące w przyrodzie, jak zmiana pogody czy stanu skupienia. Można było także, podążając za surrealistami, wymyślić nierzeczywisty sposób poruszania się bądź metamorfozy, odzwierciedlające bardziej logikę snu niż prawa fizyki.

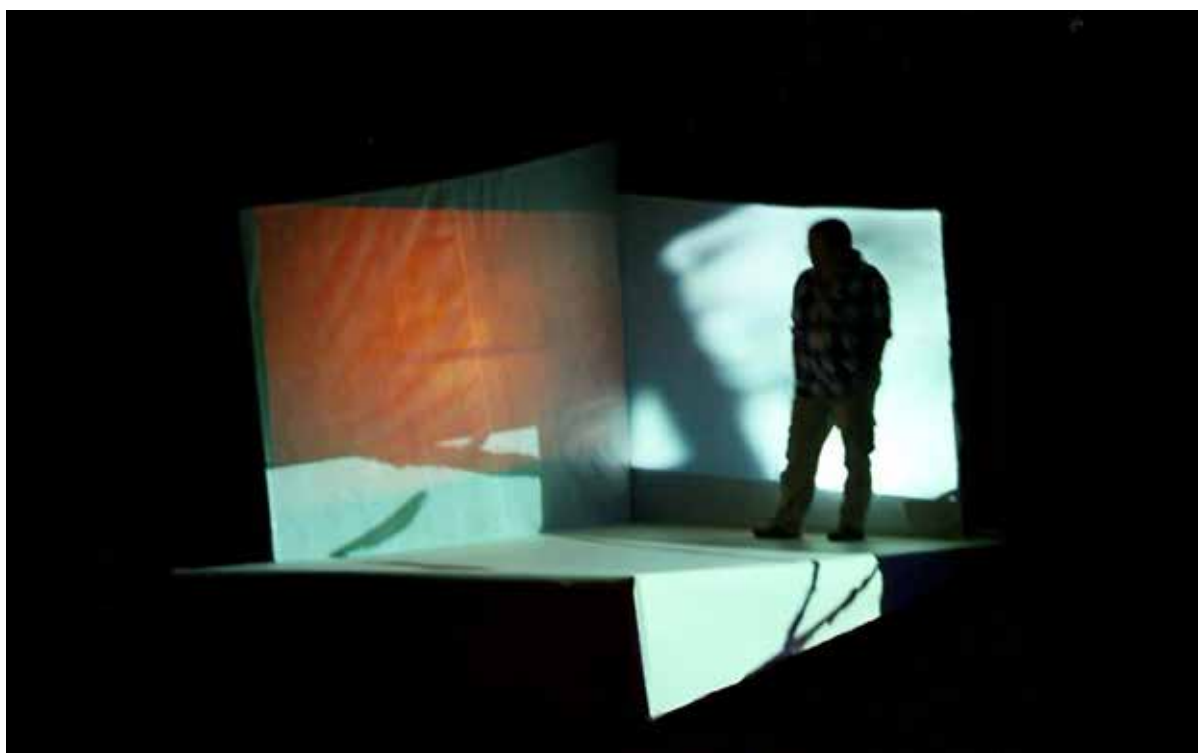
Uczestnicy mieli do dyspozycji profesjonalne stanowisko do animacji poklatkowej, na które składał się aparat fotograficzny na statywie, podłączony do oprogramowania Dragon Frame. Swoje animacje mogli realizować za pomocą rysunku solą lub mąką na czarnym papierze lub kolażu z materiałów takich jak: papier kolorowy, sznurki, flamastry, gazety. Okazało się, że dla jednych najciekawszą stroną warsztatu było samo narzędzie, czyli animacja poklatkowa. Dla tej części uczestników warsztatu najistotniejsze było odpowiednie ustawienie czułości czy przestony w aparacie oraz zrozumienie, jaka szybkość, jaki rodzaj ruchu powstanie przy określonej częstotliwości zdjęć oraz tempie poruszania obiektu. Ta grupa uczestników analizowała rodzaj ruchu powstający w zależności od parametrów wszystkich zmiennych.

Inne wyzwania stawiali sobie uczestnicy, którzy chcieli opowiedzieć historię. Dla nich istotniejsze były wizualne możliwości narzędzi, jak barwa, kształt czy faktura. Nie interesowała ich analiza ruchu, lecz wykreowanie takiego ruchu, który najlepiej odda charakter postaci, dynamikę historii czy emocji.

Warsztat na Stadionie Narodowym trwał zaledwie kilka godzin, a obie opisane powyżej grupy uczestników, przychodziły raczej oddzielnie. Podczas pracy z jedną grupą przez dłuższy czas można jednak doprowadzić do spotkania osób zainteresowanych rozwiązywaniem technicznych problemów, ścisłą analizą procesów, z grupą dla której najciekawsze jest nie samo medium, a twórcza ekspresja. Staram się doprowadzać do takich połączeń zarówno w swojej pracy pedagogicznej, jak i twórczej.

Jeden z najaktywniejszych uczestników prowadzonej przeze mnie Pracowni Intermedialnej – Paweł – założył wraz z kolegą Studio Pomyłka. Paweł odpowiadał za fabułę, stronę wizualną i artystyczną. Jego kolega – Władysław – zajmował się stroną techniczną powstających animacji. Paweł studiuje obecnie polonistykę i zdaje do szkoły filmowej, Władysław jest studentem matematyki.

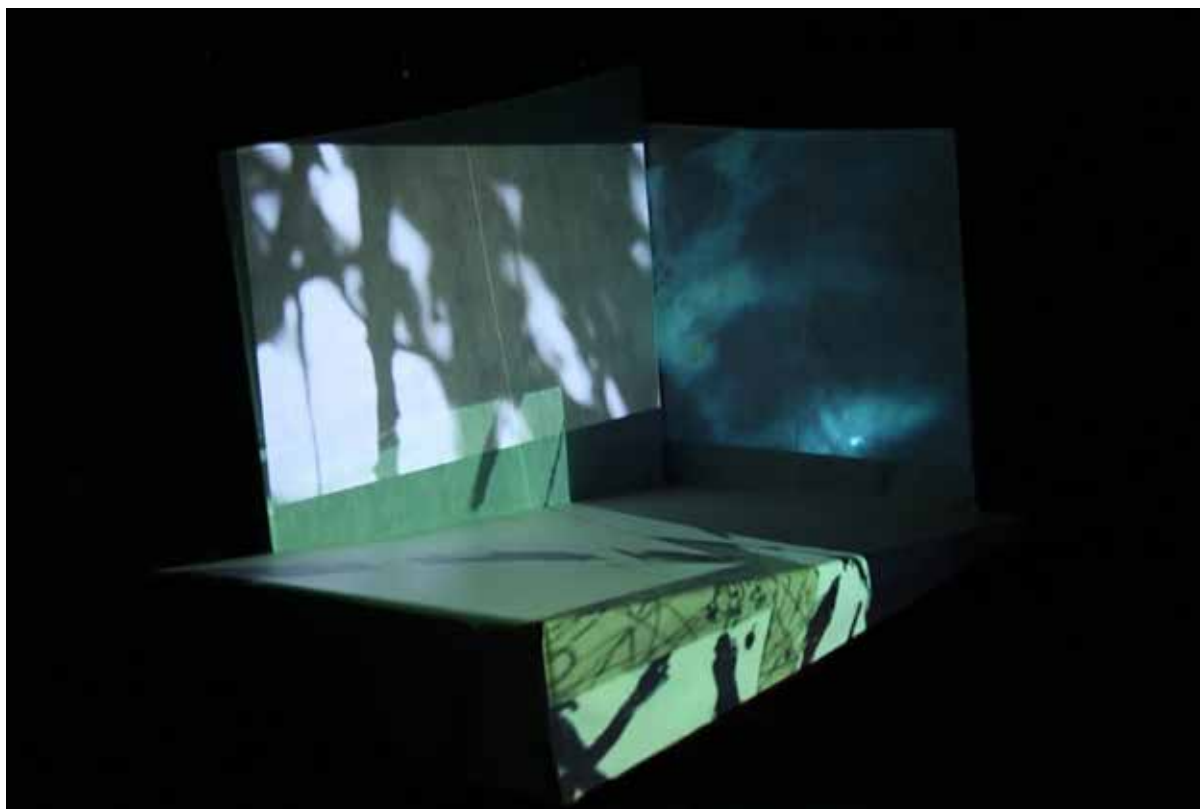
W pracy twórczej potoczyłam swoje siły z osobami z innych dziedzin, realizując instalację intermedialną „Obserwator a Chaos”. Zrealizowałam animacje poklatkowe oraz filmy, które były następnie wyświetlane na bryłę-ekran wraz z dźwiękiem skomponowanym przez Rafała Smolińskiego, w sposób zależny od poruszania się widzów.



Rysunek 4. Instalacja „Obserwator a Chaos”.

Instalację współtworzyli Rafał Smoliński – realizator dźwięku i kompozytor – oraz Piotr Cieślik – inżynier zajmujący się technikami interaktywnymi i mappingiem. Przestrzeń bryły-ekranu, po której poruszali się widzowie, podzielona była na trzy strefy, zależne od potencjalnego poczucia komfortu widza. W zależności od strefy, w której znajdował się widz, zmieniała się natura wyświetlanych obrazów oraz dźwięku. Do każdej strefy przyporządkowanych było kilkanaście filmów oraz dźwięków, które były odtwarzane z wykorzystaniem algorytmu losowości. Pod podłogą umieszczono czujniki nacisku, które przesyłały do komputera sygnał o położeniu widzów.

Instalacja miała na celu zastanowienie się nad determinizmem, wpływem, jaki obecna kultura audiowizualna ma na nas i, odwracając sytuację, jaki my mamy wpływ na otaczający nas świat i siebie nawzajem, o czym mówił krótki tekst, wprowadzający widzów w tematykę instalacji:



Rysunek 5. Instalacja interaktywna „Obserwator a Chaos”.

W teorii nieoznaczoności Heisenberga obserwacja danego procesu nieuchronnie oddziałuje na ten proces. W teorii chaosu istnieje natomiast popularna metafora skrzydeł motyla, których wprawienie w ruch w Afryce wpływa na przebieg globalnych procesów klimatycznych.

W instalacji „Obserwator a Chaos” widzowie są współtwórcami sytuacji, w której się znajdują. Ich ruch ma wpływ na dynamikę animacji oraz kolażu dźwiękowego, zaburzając tym samym istniejący stan rzeczy. Nie jesteśmy w stanie przewidzieć ruchu widzów – obserwatorów. W instalacji wykorzystujemy przypadek.

Fragmentaryczność współczesnej kultury audio-wizualnej, komunikatów, obrazów, które przetwarzamy każdego dnia, pozwala nam je układać w dowolny sposób. Jak w kolażu. Układ informacji, treści, znaczenia, jakie im nadamy, zależą tylko od nas...Jednak czy naprawdę masz nad tym kontrolę?

Animacje poklatkowe, wykorzystane w instalacji, zrealizowałam za pomocą opisanych we wcześniejszych akapitach technik. Potrzebny był tylko aparat fotograficzny oraz komputer z zainstalowanym programem Dragon Frame.

Opisane w powyższym artykule przykłady są bardzo różne. Tym, co je łączy, jest sama technika, narzędzie. Samo narzędzie – w tym przypadku animacja poklatkowa – jest tylko ramą, za pomocą której możemy wyrazić bardzo różne treści. Wybór narzędzia jest jednak bardzo ważny. Im obszerniejsza będzie rama, którą wybierzemy, tym swobodniej będą się wewnątrz niej poruszać także nasi odbiorcy czy uczniowie. Jeśli, wracając do Marshalla McLuhana, założymy, że *przeказnik sam jest przekazem*, warto wybrać narzędzie, które będzie łączyć w sobie dopełniające się dziedziny, co umożliwi także w rzeczywistości wspólnej pracy czy warsztatu, nauki, łączenie ludzi o różnych wrażliwościach, predyspozycjach i umiejętnościach.

Marta KAWECKA-SMOLIŃSKA jest doktorantką ASP we Wrocławiu. Prowadzi Pracownię Realizacji Intermedialnych w POA „Nowolipki” w Warszawie.

Zielone światło dla micro:bita

dr Katarzyna OŁĘDZKA

Na stronie micro:bita – małej, programowalnej płytki – czytamy: *Get creative, get connected, get coding* – Bądź kreatywny, Bądź podłączony, Programuj. Spróbuję przekonać Czytelników, by dać się „wkręcić” w zajęcia z micro:bitem, by zapalić zielone światło dla nauki programowania z elementami robotyki. Warto zauważyć, że łączyąc programowanie i obsługę różnego rodzaju czujników, serwomechanizmów, silników czy innych urządzeń elektronicznych, mamy okazję rozbudzić u młodych ludzi pasję inżynierską.

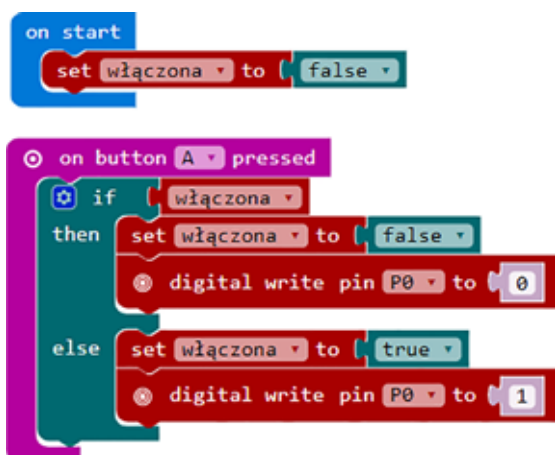
Płytką micro:bit została stworzona przez BBC z myślą o angielskich uczniach. Jest dedykowana uczniom szkoły podstawowej, aby zachęcić ich do eksperymentowania z elektroniką i programowaniem. Świetnie nadaje się do tworzenia własnych projektów, które pobudzą fantazję i ciekawość, sprzyjają rozwojowi kreatywności. W dobie rozwoju Internetu Rzeczy młódzież może poznać i zbudować własne układy oraz doskonalić umiejętność programowania w ujęciu praktycznym. Ponadto warto zwrócić uwagę, że zajęcia wykorzystujące elementy robotyki są propozycją rozwoju zainteresowań nie tylko dla uczniów ogólnie wyróżniających się, ale takich, którym przypisano łatkę „mniej zdolnych” lub „sprawiających trudności”. Zapropowanie uczniom udziału w atrakcyjnych zajęciach jest dobrym sposobem na zwiększenie ich motywacji do nauki oraz rozwijania zainteresowań.

Micro:bit to płytka o wymiarach 52×43 mm z 32-bitowym procesorem ARM Cortex M0. Na płytce znajduje się wyświetlacz LED 5×5, czyli 25 diod oraz dwa przyciski oznaczone jako A i B. Ponadto mamy do dyspozycji czujniki temperatury, światła oraz akcelerometr i magnetometr, a nawet Bluetooth. Micro:bit może być zasilany przez USB lub za pomocą baterii przez dedykowane złącze. Jest wyposażony w 5 złączy bananowych oraz w kilkanaście mniejszych, łącznie ma na swym pokładzie 23 złącza. Programy dla micro:bita możemy przygotowywać w przeglądarce WWW, korzystając z języka JavaScript lub środowiska wizualnego. Innym sposobem jest programowanie w Pythonie, zarówno online jak i offline, z wykorzystaniem biblioteki microPython. Po podłączeniu micro:bita przez interfejs USB zapisujemy skrypt w formacie HEX na urządzeniu, podobnie jak na pendrive.

Dalej przedstawiamy kilka projektów związanych z zapalaniem i gaszeniem światła, które można wykorzystać na zajęciach z uczniami.



Rysunek 1. Układ – lampka podłączona do mikro:bita.

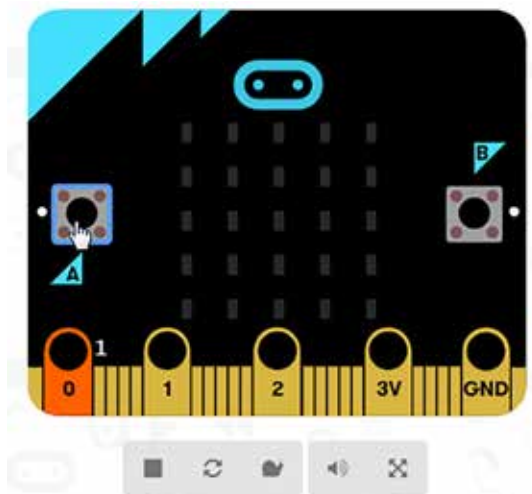


Rysunek 2. Skrypt – włączanie i wyłączenie lampki przyciskiem A.

Włącz i wyłącz lampkę

Nasz eksperyment rozpoczniemy od podłączenia lampki. Będzie ona gaszona/zapalana, gdy użytkownik naciśnie przycisk. Co prawda standardowo lampka jest zasilana napięciem 5 V, podczas gdy mikro:bit oferuje tylko 3 V, ale nie będziemy się tym zbytnio przejmować. Lampka będzie trochę słabiej świecić – budujemy przecież prototyp.

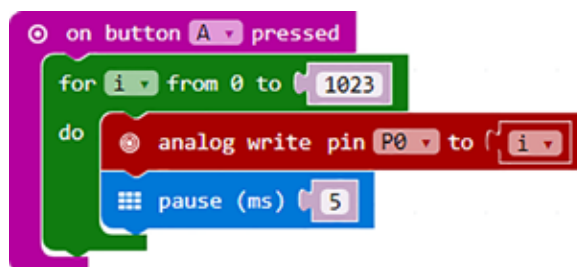
W skrypcie potrzebujemy zmiennej, na której będziemy pamiętać, czy lampka jest włączona, czy nie. Na początek lampka jest wyłączona. Gdy użytkownik wciśnie przycisk A, sprawdzamy, jaki jest stan zmiennej. Gdy lampka jest włączona, wyłączamy ją, lub odwrotnie. To oznacza, że musimy zmienić wartość zmiennej **włączona** z true (prawda) na false (fałsz) lub odwrotnie oraz przekazać sygnał na wyjście P0. Po napisaniu skryptu można go przetestować w emulatorze, a następnie w rzeczywistości na zbudowanym układzie.



Rysunek 3. Testowanie w emulatorze.

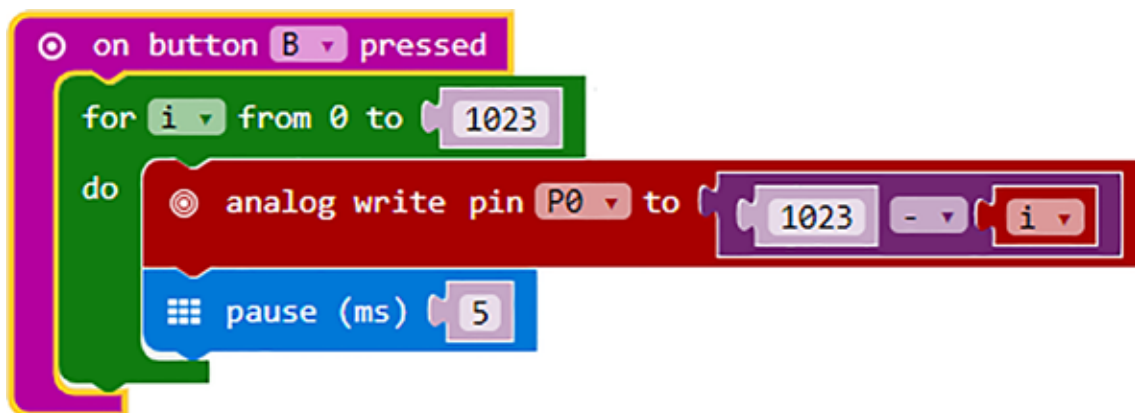
Zabawa ze światłem

Spróbujmy przygotować skrypty, które będą realizowały stopniowe rozjaśnianie i przygaszanie światła (lampki), czyli łagodne przejście od stanu, gdy lampka jest wyłączona, do pełnego świecenia. W tym celu zamiast zapisu cyfrowego (*digital write*), gdzie mamy tylko wartości 0 lub 1, musimy wykorzystać zapis analogowy (*analog write*) z wartościami od 0 do 1023. Jeśli użytkownik naciśnie klawisz A, to program powinien na wyjściu P0 podawać coraz to większy sygnał od 0 do 1023. Przy czym długość paazy wpływa na szybkość zmian.



Rysunek 4. Skrypt – stopniowe rozjaśnianie.

Podobnie postępujemy, gdy chcemy poprzez naciśnięcie przycisku B stopniowo wygasić światło. Korzystamy z pętli *for*, dla której wartość zmiennej sterującej *i* zmienia się od 0 do 1023. Możemy jednak skorzystać z odejmowania – od 1023 odejmujemy wartość *i*. W ten sposób osiągniemy stopniowe zmniejszanie się wartości. Najpierw mamy $1023 - 0 = 1023$, potem $1023 - 1 = 1022$, ... i tak dalej aż do 0.

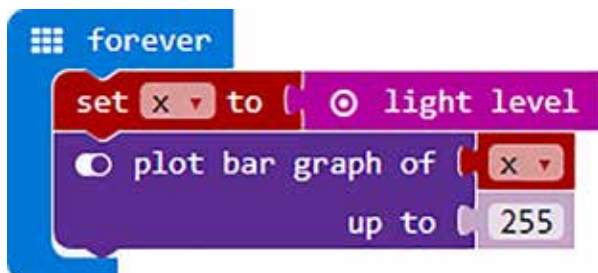


Rysunek 5. Skrypt – stopniowe przyciemnianie.

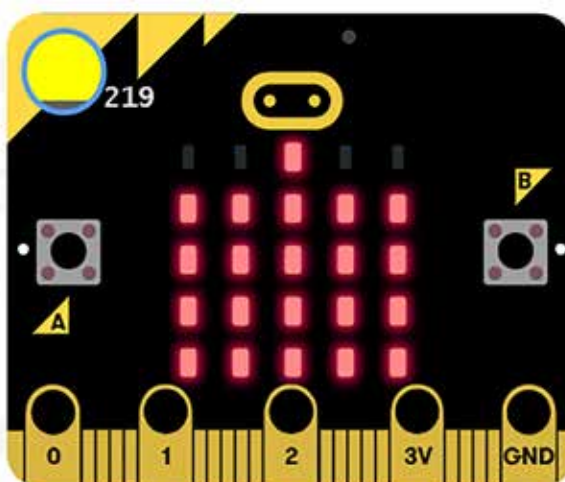
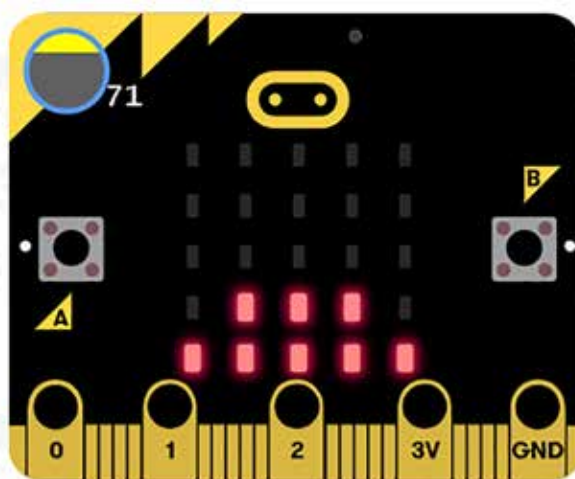
Zauważmy, że w tym projekcie wykorzystujemy pętlę *for* zarówno wtedy, gdy chcemy stopniowo zwiększać wartość, jak i wtedy, gdy ją zmniejszamy. Jest to praktyczny przykład wykorzystania instrukcji iteracji. Mamy też elementy elektroniki, możemy wyjaśnić uczniom różnicę między wyjściem cyfrowym, które przyjmuje tylko dwie wartości 0 i 1, a analogowym, które pozwala na uzyskanie wartości pośrednich.

Zapal lampkę, gdy jest ciemno

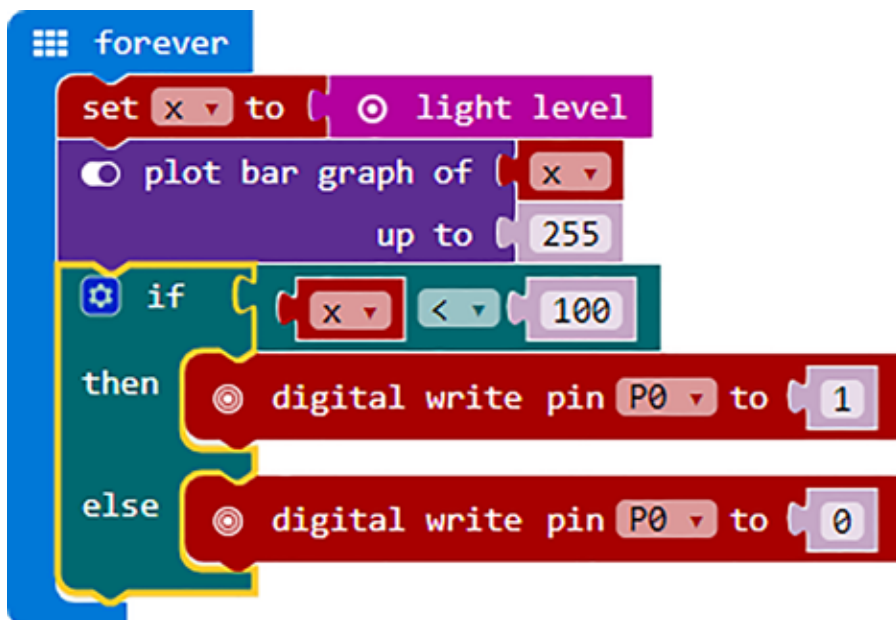
Trzecie zadanie będzie polegało na samoczynnym włączaniu się lampki wtedy, gdy jest ciemno. Będziemy korzystać z czujnika światła wbudowanego w płytke. Odczytujemy odpowiednią wartość i zapamiętujemy ją na zmiennej *x*. Do celów testowych możemy wartości zmiennej wyświetlić w formie tzw. grafu za pomocą polecenia *plot bar graph*, które wywołujemy z dwoma parametrami: zmieniającą się wartością światła (zmienna *x*) oraz zakresem górnego – możliwie największej wartości, jaką może przyjmować zmienna *x*, w tym przypadku 255. Wartość światła mierzona przez micro:bit jest zakresu 0-255.



Rysunek 6. Skrypt – pomiar światła i graficzne przedstawienie wyniku.



Rysunek 7. Emulator – różne wskazania światła: u góry 71, u dołu 219.



Rysunek 8. Skrypt – zapalenie/gaszenie lampki w zależności od wyników pomiaru światła.

Następnie skrypt rozbudowujemy o instrukcję warunkową. Będzie ona definiować, kiedy lampka powinna być zapalana, a kiedy gaszona. Gdy zmierzona wartość światła jest mniejsza od wartości progowej, na przykład 100, czyli kiedy jest ciemno, to lampka powinna być zapalona, w przeciwnym przypadku – zgaszona.

Na zakończenie

Cykl zajęć z robotyki prowadzonych dla uczniów to doskonała okazja do rozwinięcia kompetencji zarówno informatycznych, jak i inżynierskich. Młodzi ludzie mają okazję pobawić się w konstruktorów, by lepiej zrozumieć cyfrowy świat, nauczyć się twórczego myślenia. Ciekawe projekty działają motywująco, wspomagając uczniów w ich rozwoju. Pełnią także funkcje poznawcze, zaznajamiając użytkowników z rzeczywistym działaniem robotów dzięki ćwiczeniom praktycznym. Mają niewątpliwie funkcje kształcące – wptywają bezpośrednio na proces poznawczy i rozwój umiejętności uczenia się. Współczesne trendy edukacyjne, które promują naukę programowania i robotykę już w szkole podstawowej, są godne polecenia i wdrażania. Przedstawione pomysły na zajęcia z uczniami z micro:bitem i światłem to tylko drobna część tego, co można zrobić na zajęciach. Podłączaliśmy światło białe, a przecież można też skorzystać z diod kolorowych: czerwonych, niebieskich czy

zielonych. Zachęcam, by rozpocząć swoją przygodę z micro:bitem już dziś, z projektowaniem i budowaniem układów, również tych z zielonym światłem.

dr Katarzyna OLĘDZKA jest nauczycielem konsultantem w Ośrodku Edukacji Informatycznej i Zastosowań Komputerów w Warszawie.

Dotknąć kosmosu

Małgorzata RYGIER-JAWORSKA, Barbara PIERZCHAŁA

*Trzeba sięgać dalej niż na wyciągnięcie ręki, bo po cóż byłoby niebo?*¹

Chaos

Jesień 2016/2017. Na początku było marzenie. A może na początku był projekt gimnazjalny? A może opowieści o badaniu pogody przy pomocy balonu meteorologicznego na lekcjach fizyki? Miał być puszczony jakiś balonik z podpiętymi jakimiś czujnikami, żeby coś zbadać. I tu zaczęło się myślenie i szukanie. Jaki balon? Co podpiąć? Jak to wszystko kontrolować? Skąd wziąć wszystkie potrzebne rzeczy?

Grupa projektowa

Zebrano się sześciu chłopców – uczniów drugiej klasy gimnazjum – z zamiarem realizacji projektu gimnazjalnego. Zgłosili się do nauczycielki fizyki, wybierając ją na opiekuna projektu. Każdy z nich jest inny i każdy ma inne zainteresowania.

Projekt rośnie

Młodzi nie mają wystarczającej rozwagi i dlatego wyznaczają sobie niemożliwe cele – i osiągają je, pokolenie za pokoleniem.

Pearl Sydenstricker Buck²

W wyniku wielu spotkań, rozmów, szukania wiadomości cele i plany projektu zaczęły się kryształizować. Początkowo były to spotkania z opiekunem projektu, później z nauczycielem informatyki, a potem uczniowie wyszli poza szkołę. Najpierw korzystali z kontaktów opiekuna projektu, a później już sami szukali pomocy (Internet, znajomi znajomych, fora dyskusyjne, czaty, „telefon do przyjaciela”). Uparcie dążyli do sprecyzowania celu, potem do zrealizowania go. Nie przejmowali się tym, że czegoś nie wiedzą, nie umieją.

Ostatecznie stanęło na tym, że ma być to balon meteorologiczny, do którego będzie podczepiona kamera (chcieli zobaczyć linię horyzontu) i czujniki mierzące temperaturę i wilgotność na zmieniającej się wysokości. Do tego zaprogramowane Arduino, nadajnik pokazujący, gdzie jest balon i spadochron, pozwalający na w miarę bezpieczne lądowanie kapsuły na ziemi.

¹ <http://www.aforyzmy.com.pl/marzenia-i-pragnienia/trzeba-siegac-dalej-niz-na-wyciagniecie-reki-bo-po-coz-byloby-niebo>.

² <https://www.zamyslenie.pl/aforyzm/mlodzi-nie-maja-wystarczajacej-rozwagi-i-dlatego-wyznaczaja-sobie-niemozliwe-cele-4709126>.



Rysunek 1. Początkowe elementy do potężania i zaprogramowania.



Rysunek 2. Tak wyglądały regularne spotkania grupy projektowej.

Ludzie dobrej woli

Okazuje się, że jest ich mnóstwo. Chłopcy mieli do nich szczęście. Nie sposób wymienić wszystkich. Ale nie można zapomnieć o ludziach – kamieniach milowych projektu.

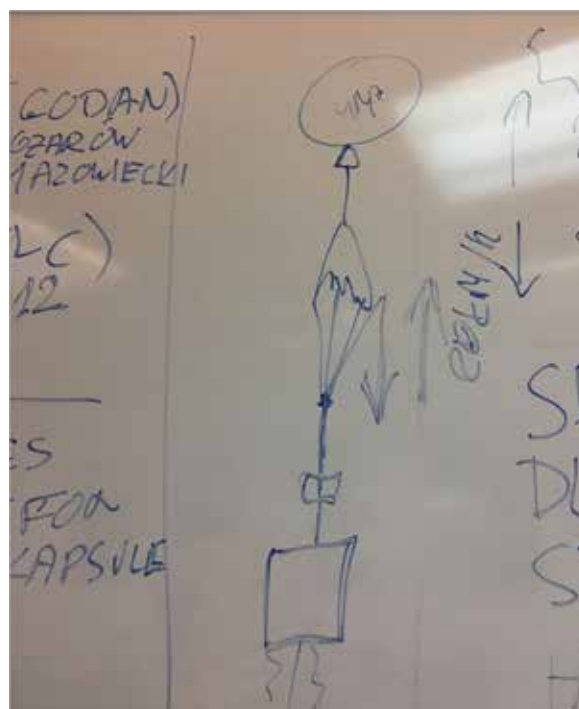
Pierwsze informacje i wskazówki, czyli na Podleśnej

Pierwszym kamieniem milowym było umówione przez panią od fizyki spotkanie w Instytucie Meteorologii i Gospodarki Wodnej w Warszawie (IMI GW) na ul. Podleśnej. Pan Grzegorz Zabłocki opowiedział o badaniach górnych warstw atmosfery za pomocą profesjonalnych sond, które są podczepiane do balonów stratosferycznych i wysyłane ze stacji w Legionowie. Pojawiły się pytania – jak duży musi balon, gdzie można go kupić, i wiele

innych. Pan Zabłocki, słysząc o pomysły i aspiracjach chłopców, podał kontakt do pana Marcina Stolarskiego.

Inżynier

Drogowskazem i studnią wszelkiego rodzaju wskazówek i rad był pan Marcin Stolarski – inżynier specjalizujący się w satelitach kosmicznych. Okazało się, że siedziba jego firmy znajduje się w Piasecznie – to nasza gmina. On też zamieścił swoją relację z wypuszczenia balonu ze swoimi komentarzami³. Prowadzi kanał Inżynieriada⁴ w serwisie YouTube z wieloma ciekawymi tematami (odcinki 63, 64, 70 i 72 są o balonach).



Rysunek 3. Fragment notatek, które pokazują schemat zestawu balonowego.

Krótkofalowcy

Inni wspaniali pomocnicy to grupa krótkofalowców z Klubu Łączności przy LO im. Marii Dąbrowskiej w Komorowie, pod którego znakiem wystartowała nasza misja. Pożyczyci sprzęt, pomogli namierzyć lot. Bez nich byłoby krucho z projektem.

³ Jak się gimnaza uprze, to...
<https://www.youtube.com/watch?v=LfVgmZiNaJs&t=67s>

⁴ INŻYNIERIADA - świat widziany oczami inżyniera,
https://www.youtube.com/playlist?list=PLe9c8blsT9R_cQN4gcrWD-pyLLWZXR1qCD

IMiGW w Legionowie

Dzięki Instytutowi można było wypuścić sondę. Po pierwsze – z ich terenu można to zrobić (ale pozwolenia i tak trzeba otrzymać od Polskiej Agencji Żeglugi Powietrznej na konkretny lot i na konkretną godzinę), po drugie można było napętnić nasz balon wodorem. Była to pomoc fachowa i udzielona z wielką życzliwością.

Public relations

Projekt prawie gotowy. Zainteresowani (uczniowie, opiekunowie projektu, rodzice uczniów, koledzy) wszystko wiedzą. Ale praca przy projekcie była tak absorbująca, że chłopcy chcieli, aby niemalże cały świat wiedział o ich pasji. Media współczesnych nastolatków to głównie telefon, Internet, portale społecznościowe, ale i stara, dobra telewizja. Zanim powiedzieli, o co im chodzi, już były telefony do szkoły, żeby umówić się na wywiad. Spotkanie z kamerą jako wielki sprawdzian komunikacji, panowania nad emocjami (ale nie gaszenia ich), technicznej organizacji w szkole.

Telewizja

Telewizja TVN24 w szkole. Chłopcy w pracowni fizyczno-chemicznej udzielają wywiadu na żywo, starsze klasy piętro wyżej na korytarzu. Zestaw mobilny: laptop + rzutnik + Internet + konto telewizyjne i... na bieżąco oglądamy wywiad w telewizji.

Inna telewizja. Inny pomysł na program. Pani od fizyki jedzie do studia do Warszawy. (Program Echa dnia. Wywiad z panią Małgorzatą Rygier-Jaworską w środę 27 września 2017 roku. Pokazywana jest grupa projektowa i wywiad z uczestnikami. Produkcja TVP3 Warszawa⁵).

Media już nam spowszedniały. Ostatnie przygotowania przed nami. Pozwolenia na lot załatwione. Telewizja TVP3 asystuje przy wypuszczeniu sondy. Wieczorem, już po locie, można obejrzyć wiadomości regionalne. (Krótka relacja z wypuszczenia balonu. Audycja – piątek 29 września 2017 roku⁶. Produkcja TVP3 Warszawa).

⁵ <https://regiony.tvp.pl/34179513/27092017>

⁶ Uczniowie wystrzelili sondę, <http://warszawa.tvp.pl/34197566/uczniowie-wystrzelili-sonde>

Lot nr 1 (29.09.2017)

To możliwość spełnienia marzeń sprawia, że życie jest tak fascynujące.

Paulo Coelho, Alchemik⁷

Nadszedł dzień próby. Piękna pogoda, słonecznie, nieduże powiewy wiatru. Chtodno. Wszyscy przygotowani i przejęci. Rodzice też zaangażowani – transport. Teren przy IMiGW w Legionowie. Balon wystartował. Relacja nadawana przez chłopców z kanału YouTube na żywo leci na monitorze informacyjnym w holu szkolnym. Sam start odbył się w trakcie przerwy międzylekcyjnej, więc dużo osób widziało go mimo normalnych szkolnych lekcji. Niektórzy oglądali na swoich telefonach – było pozwolenie.

Sukces czy porażka

Wiele tracimy wskutek tego, że przedwcześnie uznajemy coś za stracone.

Johann Wolfgang von Goethe⁸

Do pewnego momentu wszystko wyglądało bardzo dobrze. Dzięki programom namierzającym można było śledzić na bieżąco trasę lotu. Balon pękł niżej niż się spodziewaliśmy (~26 km), ale nadal widzieliśmy trasę lotu. Niestety z dwóch nadajników jeden nie zadziałał, drugi działał do końca, ale ładunki się rozdzieliły. Znaleźliśmy ten z nadajnikiem, ale bez czujników. Główny ładunek z czujnikami przepadł. Niesamowitą przygodą było również poszukiwanie kapsuły. Punkt końcowy lotu części zestawu to wysokie drzewo w Kampinoskim Parku Narodowym. Technologia technologią, a tutaj trzeba było zastosować elementy survivalowe. Buty z nóg i przeprawiamy się przez strumyki, szukając naszego „statku kosmicznego”. Niestety nawet tej części z uwagi na warunki terenowe nie można było odzyskać.

Dzięki uprzejmości wielu osób wieści o poszukiwaniu głównej kapsuły rozeszły się po okolicy. Mając nadzieję, że w okresie zimowym łatwiej zauważyć coś takiego, liczyliśmy na to, że jednak

⁷ <http://lubimyczytac.pl/cytat/22>.

⁸ <http://www.aforyzmy.com.pl/nadzieja/wiele-tracimy-wskutek-tego-ze-predwcześnie-uznajemy-cos-za-stracone>.



Rysunek 4. Ładunek znaleziony na drzewie w Kampinosie.

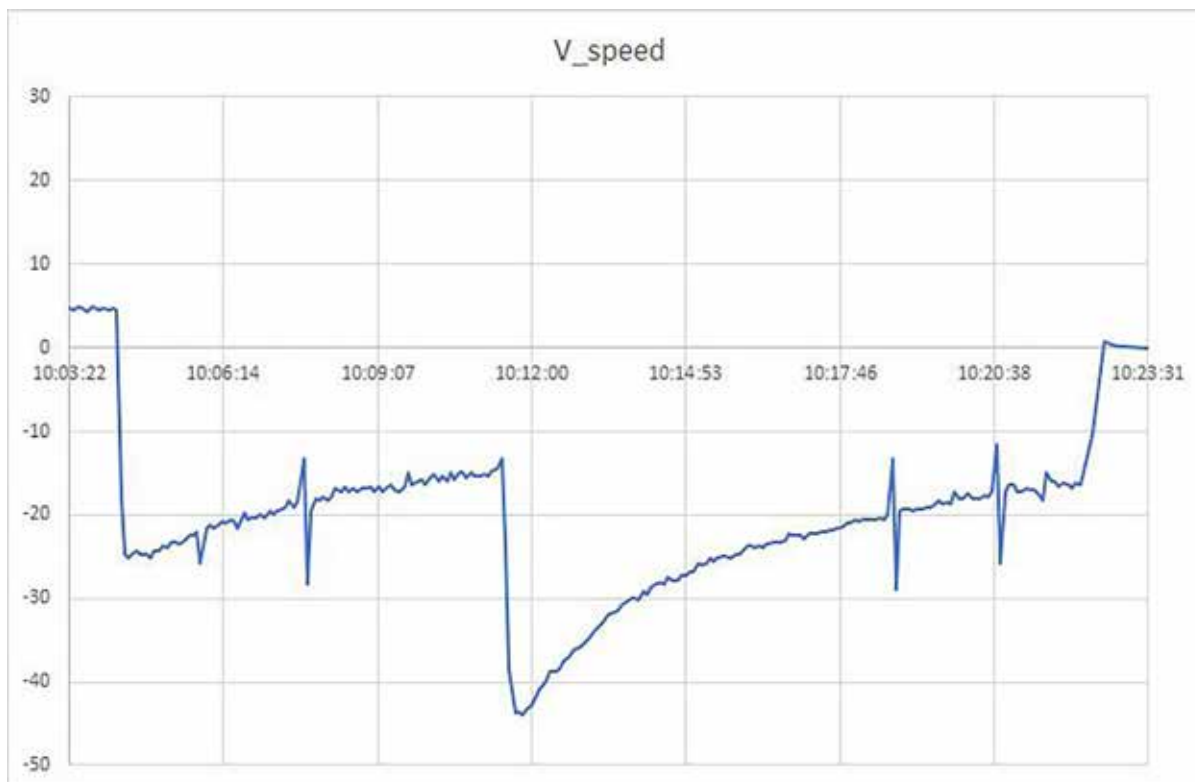
ktoś znajdzie nasz ładunek. Nikt do tej pory nie skontaktował się z nami, ale przedzieranie się przez podmokłe tereny Puszczy Kampinoskiej pozostanie w pamięci na długo. Wszyscy chyba czuli się niczym poszukiwacze skarbów.

Wersja pesymisty

Można powiedzieć, że balon przepadł. Od głównego ładunku oddzielił się fragment z dołączonym jednym z nadajników, który cały czas działał. Ten główny stracił kontakt z programem śledzącym lot. Nie wiemy, gdzie spadł. Ten, który został zlokalizowany, zawisł wysoko na drzewie w terenie bagnistym. Nie udało się go zdjąć. Czyli porażka.

Wersja optymisty

Zrealizowaliśmy projekt „trochę” bardziej zaawansowany niż przeciętny projekt gimnazjalny. Chłopcy robili coś takiego (my, nauczyciele, też) po raz pierwszy w życiu. Udało się dotrzeć do jednego z ładunków. Na bieżąco można było obserwować parametry lotu (prędkość, wysokość, położenie). Grupa projektowa zdobyła niesamowite jak na ten wiek doświadczenie w projektowaniu, programowaniu Arduino, planowaniu i koordynacji działań we współpracy ze sobą w grupie i z innymi osobami w szkole i poza nią. To uczniowie wymyślili kontakt z mediami i zadbali o stronę medialną. Z ograniczonej liczby danych i tak dało się uzyskać kilka informacji o locie. Czyli jednak sukces. Projekt zaprezentowali później na forum szkoły, ale również



Rysunek 5. Wykres prędkości uzyskany w pierwszym locie.

na konferencji w Ośrodku Edukacji Informatycznej i Zastosowań Komputerów w Warszawie (OEliZK), co było wydarzeniem nie mniej ekscytującym niż sam projekt.

Dotknąć kosmosu II

Usuń ze swojego słownika problem i zastąp słowem wyzwanie. Życie stanie się nagle bardziej podniecające i interesujące.

Albert Camus⁹

Chcemy jeszcze raz

Okazało się, że apetyt rośnie w miarę jedzenia. Jeszcze dzień pierwszego lotu się nie skończył, a lider zespołu już się odgrażał, że zbudują następną kapsułę.

Już łatwiej, ale mało czasu

Uczniowie zaczęli projekt w drugiej klasie gimnazjum. Sam lot odbył się na początku klasy trzeciej we wrześniu 2017 roku. Przed uczniami zwykłe szkolne obowiązki, przygotowania do egzaminu gimnazjalnego i wybór szkoły ponadgimnazjalnej. Projekt zaliczony, już nic nie muszą. Ale chcą. W mniejszym gronie (trzech uczniów), bez nadmiernego epatowania swoimi pasjami. Dojrzałszy o jedno wielkie doświadczenie.

Sponsorzy

U uczniów jest już świadomość trudów i problemów, jakie mogą napotkać. Pierwszy problem – finanse. Trudniej już prosić rodziców o wsparcie. Szukają sponsorów. Gmina Piaseczno nie zawiodła i sfinansowała koszt dwóch kamer. Instytut IMiGW podarował nowy balon.

Parasolka

I od nowa zaczęła się budowa kapsuły. Starania o balon, pozwolenia na wypuszczenie balonu. Nowe Arduino z nowym (poprawionym) oprogramowaniem. Nowe nadajniki, kamery (chyba największy koszt) i spadochron. Okazuje się, że po

⁹ <http://www.cytat.eu/cytaty-sukces-i-motywacja/usun-ze-swojego-slownika-slowo-problem-i-zastap-slowem-wyzwanie-zycie-stanie-sie-nagle-bardziej-podniecajace-i-interesujace>.

kilku próbach stwierdziliśmy, że parasol (oczywiście trochę wypatroszony) najbardziej nadaje się na spadochron. Arduino też trochę inne. Wszystkie kabelki dodatkowo są zabezpieczone klejem na gorąco.

Lot nr 2 (15.06.2018)

Każde marzenie dane jest nam wraz z mocą potrzebną do jego spełnienia.

Richard Bach¹⁰

Przyszła dzień kolejnej próby. Egzamin gimnazjalny za nami, wystawianie ocen praktycznie też. Papiery już złożone do następnej szkoły. Jeszcze kilka dni i koniec roku, koniec szkoły.

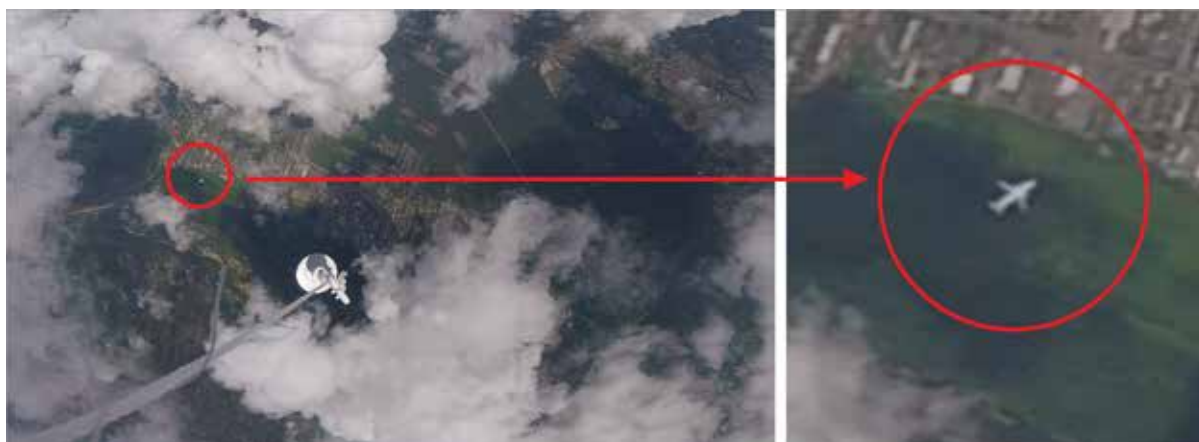
Jeszcze plakat informujący o locie – pomógł kolega z I edycji projektu. Już bez telewizji, bez szumu medialnego. Tylko kamera z piaseczyńskiego urzędu gminy¹¹. Praca zespołu już bardziej stonowana, ale emocje ogromne, jak przy pierwszym locie. Znowu wyjazd do Legionowa. I udało się, choć tuż przed wypuszczeniem sondy okazało się, że jedna z kamer nie daje się włączyć. Trudno, sonda musi lecieć z jedną czynną kamerą, bo nie można opóźnić lotu (godzina startu ustalona z PAŻP). Balon wzniósł się na wysokość 31,5 km. Tym razem wylądował koło Pomiechówka. Nic się nie rozłaziło. Znowu gąszcz leśny naszym głównym towarzyszem poszukiwań. Ale już bez bagien. I cieplej niż we wrześniu. Znowu wysokie drzewo i pomocni ludzie. Bardzo życzliwy pan leśniczy zorganizował pomoc straży pożarnej, która z sukcesem zdjęła pakunek. Wszystko przetrwało lot: kamera cała, karta pamięci sczytująca wyniki z Arduino również. Film z kamery niesamowity, a dane z lotu też obfite.

Cień na chmurze

Koniec roku już tuż, tuż. Ale jeszcze krótka robocza relacja w szkole dla starszych klas. Dla młodszych w ramach lekcji zajęć komputerowych. I bezcenny widok dumy na twarzach rodzeństwa chłopców. Dokładne opracowanie wyników pewno nastąpi w wakacje. Ale już pierwsze wnioski można wyciągnąć, przeanalizować otrzymane dane.

¹⁰ <http://www.aforyzmy.com.pl/marzenia-i-pragnienia/kazde-marzenie-dane-jest-nam-wraz-z-moca-potrzebna-do-jego-splnienia>.

¹¹ <https://piaseczno.eu/dotknac-kosmosu>



Rysunek 6. Samolot lecący poniżej balonu.

Czujnik temperatury przestał pokazywać zmiany na wysokości około 10-15 km. Jego zakres pomiarów był przewidziany od -40°C do 80°C . Temperatura spadła tam poniżej -40°C .

Na nagraniu z lecącej balonem kamery widać i słychać przelatujące pod balonem samoloty. W pewnym momencie na chmurze widać cień balonu – zjawisko zwane widmem Brockenu¹².



Rysunek 7. Zjawisko Brockenu.



Rysunek 8. Wykres wysokości z drugiego lotu.

¹² Widmo Brockenu, zjawisko Brockenu, mamidto górskie – zjawisko optyczne spotykane m.in. w górach, polegające na zaobserwowaniu własnego cienia na chmurze znajdującej się poniżej obserwatora. Zdarza się, że cień obserwatora otoczony jest tęczęwą obwódka zwaną glorią, https://pl.wikipedia.org/wiki/Widmo_Brockenu

Budowa i oprogramowanie z lotu nr 2

Elektronika	Programy
<p>Komputer pokładowy: Arduino DUE ARM Cortex Czujnik Temperatury i Wilgotności: DHT 22 AM2302 Odbiornik GPS: u-blox neo gps m7 Nadajnik radiowy: cc1000pp Antena odbiorcza – ATK-10 Sondę namierzaliśmy dzięki systemowi HabHub, gdzie każdy krótkofalowiec mógł wysłać odebrany sygnał (pozycję sondy). Kamery sportowe: GO PRO HERO 5 SESSION Klub krótkofalarski pod którego znakiem wystartowała nasza misja: S P 5 Y A M – Klub Łączności przy LO im. Marii Dąbrowskiej w Komorowie¹³</p>	<p>Arduino SdrSharp – do odbierania sygnału nadawanego z sondy metodą RTL-SDR (radio zdefiniowane w oprogramowaniu) DL-FLDIGI – program do dekodowania odebranego sygnału</p>



Rysunek 9. Szczęśliwi projektanci po odzyskaniu kapsuły.

¹³ <https://www.facebook.com/sp5yam>.

STE(A)M, czy nie STE(A)M – oto jest pytanie

Aby osiągnąć wielkie rzeczy, musimy nie tylko działać, ale i marzyć; musimy nie tylko planować, ale też wierzyć.

Anatole France¹⁴

W założeniach projektu nie było żadnej mowy o pracy metodą STE(A)M. Po prostu zwykła grupa uczniów realizująca zwykły obowiązkowy projekt edukacyjny w gimnazjum. Zwykli uczniowie, niekoniecznie ci z piątkami i szóstkami z fizyki. Niekoniecznie (przynajmniej na początku) głęboko zafascynowani wybranym przez siebie tematem. Nie zawsze ze sobą się zgadzali, mieli chwile zwątpienia, gorszej współpracy i chwile zwykłego uczniowskiego „lenia”. Ich zainteresowania też są różne. Stąd podział ról był naturalny i owocny. Jedni programowali, inni konstruowali, kto inny opracowywał elementy graficzne. Pamiętajmy, że nie w każdej

grupie jest możliwe zrealizowanie tematu z takim nadmiarem w stosunku do standardowych wymagań co do projektu szkolnego. Zapewne w całej Polsce takich szkół z wyjątkowymi projektami jest dużo i wszystkim im serdecznie gratulujemy, bo wiemy, ile trzeba włożyć swojego czasu, chęci i zaangażowania w pracę z szalonymi uczniami.

A na naszym szkolnym podwórku cieszymy się, że w naszej szkole znaleźli się tacy, co nie bali się marzyć i dążyć do realizacji tychże marzeń. Że umieli pokazać sobie i innym uczniom naszej szkoły, że chcieć to móc. A jeśli jest się tylko zwykłą, publiczną szkołą pod Warszawą, to jest to bardzo motywujący przekaz.

Planujemy dalsze, bardziej zaawansowane projekty w przyszłości – wypowiedź uczniów z 9 lipca 2018 roku.



Rysunek 10. Otwarta odzyskana kapsuła.

¹⁴ <https://cytaty.pl/inne/720,aby-osiagnac-wielkie-rzeczy-musimy-nie-tylko-dzialac-ale-i.html>

Podsumowanie

Wracając do STE(A)M, to faktycznie był to projekt realizowany tą metodą:

- Science – w projekcie były zawarte wiadomości i umiejętności z zakresu fizyki, pomiary wagi kapsuły, zapis i interpretacja pomiarów ciśnienia, temperatury.
- Technology – najważniejszym elementem kapsuły był mikrokontroler Arduino z podłączonymi czujnikami temperatury i wilgotności. Uczniowie musieli zaprogramować Arduino. Poznali nowe dla siebie obszary – programowali w nieznanym dla siebie języku. Początkowo z nauczycielem informatyki, później otrzymali pomoc z zewnątrz, a przy drugim locie w zasadzie sami opracowali cały kod. Zadbali o transmisję na żywo, wykorzystując telefon i założony kanał na koncie YouTube. Używali programów do śledzenia lotu balonu.
- Engineering – cały ładunek balonu z kapsułą, spadochronem trzeba było zaprojektować i wykonać. Uczniowie musieli przeanalizować i przewidzieć kwestie dotyczące bezpieczeństwa, trwałości, ewentualnych problemów związanych z lotem.
- Art – nawet sztuka, choć szeroko rozumiana, była elementem projektu. Plakaty informacyjne, opracowanie, montaż swoich nagrań – to wszystko było wykonywane przy okazji, jako narzędzie, a nie cel sam w sobie.
- Maths – zastosowanie matematyki w takich pracach jest rzeczą oczywistą. Szacowanie, obliczanie parametrów lotu, opracowanie wyników w arkuszu kalkulacyjnym. Czy chociażby wyliczenie, jakiej długości powinna być lina.

Można by dodać jeszcze dwa elementy: Ekonomię czy Przedsiębiorczość (szukanie sponsorów, optymalne robienie zakupów podzespołów potrzebnych do realizacji projektu) oraz Marketing (popularyzacja projektu w szkole i w mediach). I oby więcej takich projektów udawało się nam w szkołach realizować nawet wtedy, gdy obowiązkowy teraz projekt gimnazjalny przestanie już w szkołach obowiązywać.

Wysokich lotów.

*Jeszcze nikt nie rozbił się o niebo*¹⁵

Małgorzata RYGIER-JAWORSKA jest nauczycielem fizyki i dyrektorem Szkoły Podstawowej im. ks. Jana Twardowskiego w Chylicach, była opiekunem głównym projektu „Dotknąć kosmosu”.

Barbara PIERZCHAŁA jest nauczycielem informatyki w Szkole Podstawowej im. ks. Jana Twardowskiego w Chylicach, pełniła rolę pomocniczą w niektórych fazach projektu „Dotknąć kosmosu”.

¹⁵ <http://www.aforyzmy.com.pl/rozne/jeszcze-nikt-nie-rozbil-sie-o-niebo>.

Meandry kultury i technologii

Elżbieta PRYŁOWSKA-NOWAK

Jednym z najstarszych eksponatów muzealnych na świecie, prezentowanych także na platformie Google Art & Culture, jest datowana na 230 tys. lat p.n.e. figurka z Berekhat Ram – postać

paleolitycznej Wenus. Przyjmuje się, że jest wyobrażeniem kobiecej sylwetki. Wykonano ją z tufu wulkanicznego. Znajduje się w zbiorach archeologicznych Muzeum Izraela w Jerozolimie.



Rysunek 1. Zdjęcie Wenus z Berekhat Ram w zasobach platformy Google Art & Culture, dostępne pod adresem: <https://tiny.pl/gvrj2>



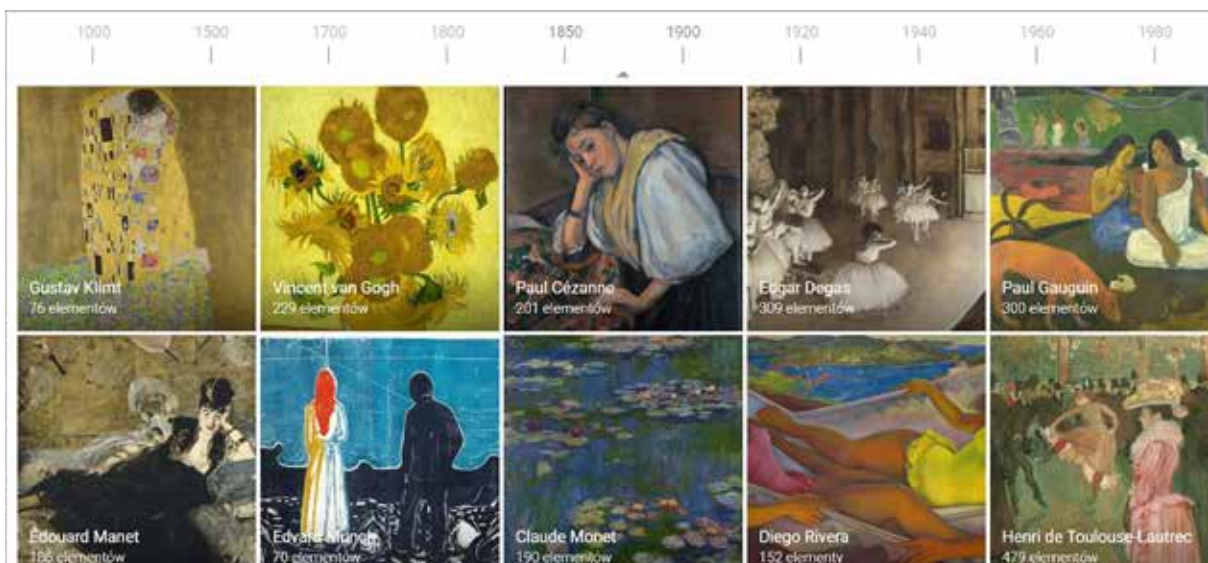
Rysunek 2. Zestawienie dzieł Vincenta van Gogha „Pokój van Gogha w Arles” na platformie Google Art & Culture.

Tysiące wysokiej jakości zdjęć prezentujących dzieła sztuki i zabytki z kilkuset muzeów oraz placówek kultury na całym świecie od 2011 roku udostępnia Google w ramach programu Art & Culture. Zbiory platformy prezentują sześć milionów eksponatów, wybranych i udostępnionych przez instytucje kultury z całego świata, w celu umożliwienia poznania sztuki i historii kultury bez ograniczeń terytorialnych. Znane powszechnie dzieła Vincenta van Gogha prezentowane na platformie, to 233 obrazy. Są wśród nich autoportrety, martwa natura, pokój artysty. Istniejące trzy wersje dzieła „Pokój van Gogha w Arles” można oglądać w Muzeum Van Gogha w Amsterdamie, Muzeum Orsay w Paryżu, Muzeum Sztuk Pięknych w Chicago, a także zestawione razem wirtualnie na platformie Google Art & Culture.

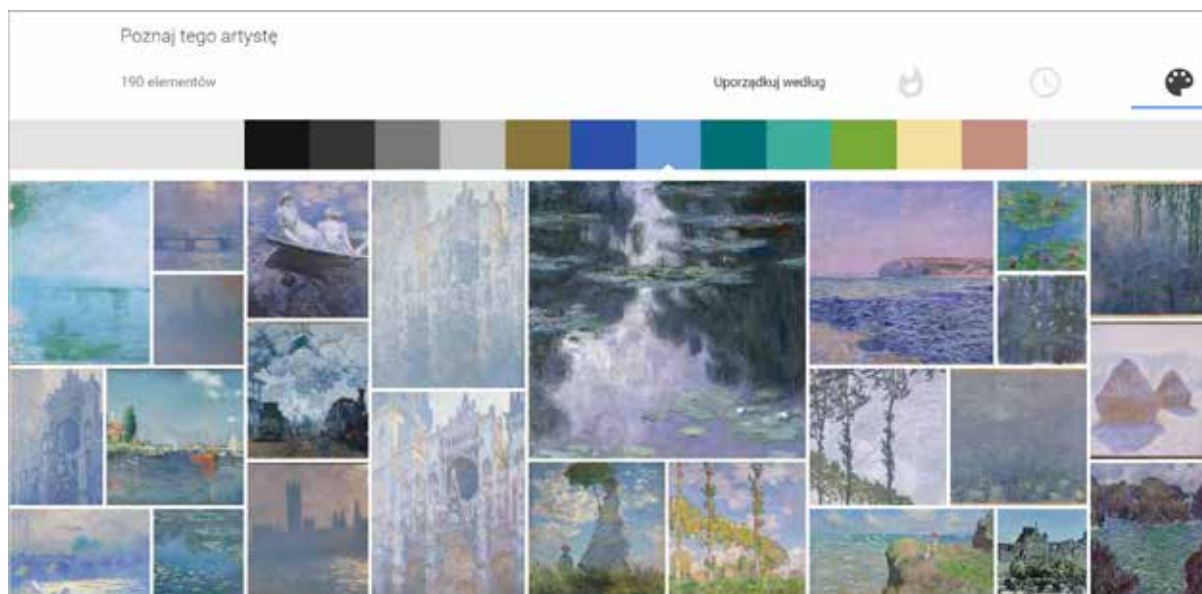
W zasobach Google Art & Culture w wynikach wyszukiwania *Artystów* pojawia się imię i nazwisko twórcy oraz liczba fotografii udostępnionych na platformie, przedstawiających jego dzieła.

Platforma udostępnia na przykład 194 fotografie obrazów Claude`a Moneta w formie pokazu slajdów, uporządkowanych według wybranej kolorystyki, przygotowanych na podstawie wielu kolekcji dostępnych w zasobach portalu. Zbiory można przeglądać także według kryterium popularności lub czasu powstania.

Zasoby Google Art & Culture pogrupowane są w kategorie: polecane tematy, artykuły, artyści, kolekcje, techniki, nurty w sztuce, eksperymenty, wydarzenia historyczne, postacie historyczne, miejsca. Strona główna platformy w części centralnej przybliży codziennie inne dzieło sztuki lub miejsce związane z kulturą.



Rysunek 3. Fragment widoku ekranu prezentujący dzieła wybranych artystów.



Rysunek 4. Fragment kolekcji dzieł Claude'a Moneta.

Poniżej przykład okna startowego z 13 sierpnia 2018 roku. Publikacja z cyklu *Niezapomniane historie* w formie prezentacji pt. *Ideas That Changed The World* przybliży początki wynalazków i odkryć,

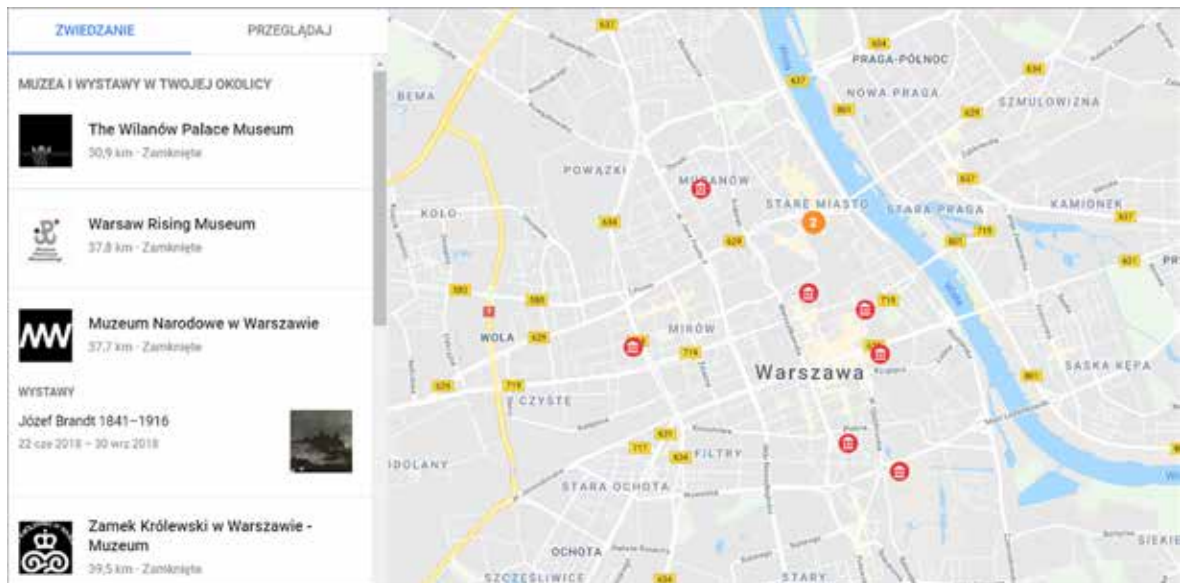
które zmieniły znacząco nasze życie: wynalezienie pisma, pomiar czasu, malarstwo, teoria ewolucji, promieniowanie, linie produkcyjne, antybiotyki, rozwój Internetu.



Rysunek 5. Widok okna startowego prezentacji Ideas That Changed The World dostępnej pod adresem: <https://tiny.pl/gvrpr>

Skorzystanie na platformie z funkcjonalności *Miejsca* wymaga aktywowania usługi geolokalizacji, dzięki której system wskazuje ciekawe miejsca w okolicy, w której się znajdujemy. Dostępne są dwie opcje: *Zwiedzanie* i *Przeglądaj*. Rysunek 6 przedstawia widok dla wybranej opcji *Zwiedzanie* – widoczna jest lokalizacja muzeów i wystaw

w centrum Warszawy – Warsaw Rising Museum, Muzeum Historii Polski, Muzeum Narodowe w Warszawie. W zasobach są informacje o tych instytucjach, które współpracują w realizatorom projektu. Kliknięcie w nazwę instytucji przekierowuje do kolekcji, którą udostępnia oraz informacji o muzeum.



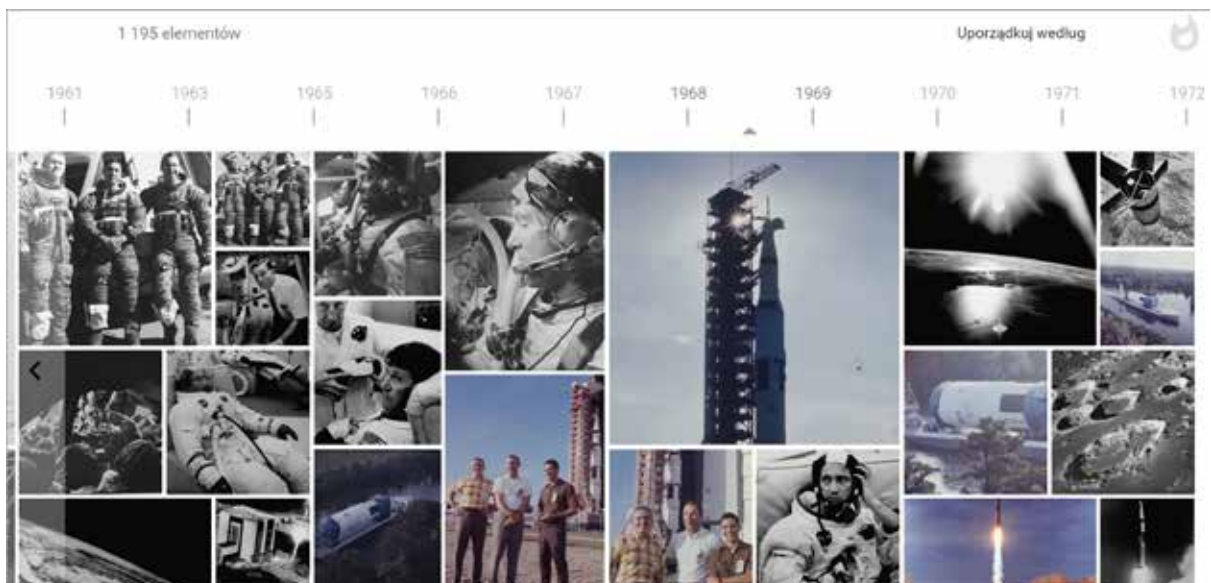
Rysunek 6. Mapa z zaznaczonymi instytucjami kultury w centrum Warszawy.

Kolekcje można przeglądać w wersji wszyście, wybrać opcję przeglądania alfabetyczną lub za pośrednictwem mapy, na której jest zaznaczona liczba i miejsca pochodzenia kolekcji. Poniżej podane są nazwy i adresy przykładów tematycznych kolekcji wartych obejrzenia:

- Sztuka uliczna, <https://artsandculture.google.com/project/street-art>
- Ważne osoby w historii, <https://artsandculture.google.com/project/cultural-figures>
- Wyprodukowane we Włoszech, <https://artsandculture.google.com/project/made-in-italy>

Kolejną kategorią, którą możemy wybrać z zasobów portalu, są opisy nurtów w sztuce. Po wyborze interesującego nurtu uzyskujemy dostęp do dzieł sztuki z tego okresu. Możemy przeglądać je w ujęciach: wszystko, wybierać według porządku alfabetycznego (A-Z) lub przeglądać w układzie chronologicznym (czas).

Jednym z prezentowanych wydarzeń historycznych jest program Apollo, który był serią amerykańskich lotów kosmicznych przygotowywanych od 1961 roku, a realizowanych w latach 1966-1972. Celem programu było lądowanie człowieka na Księżycu, a następnie bezpieczny powrót na

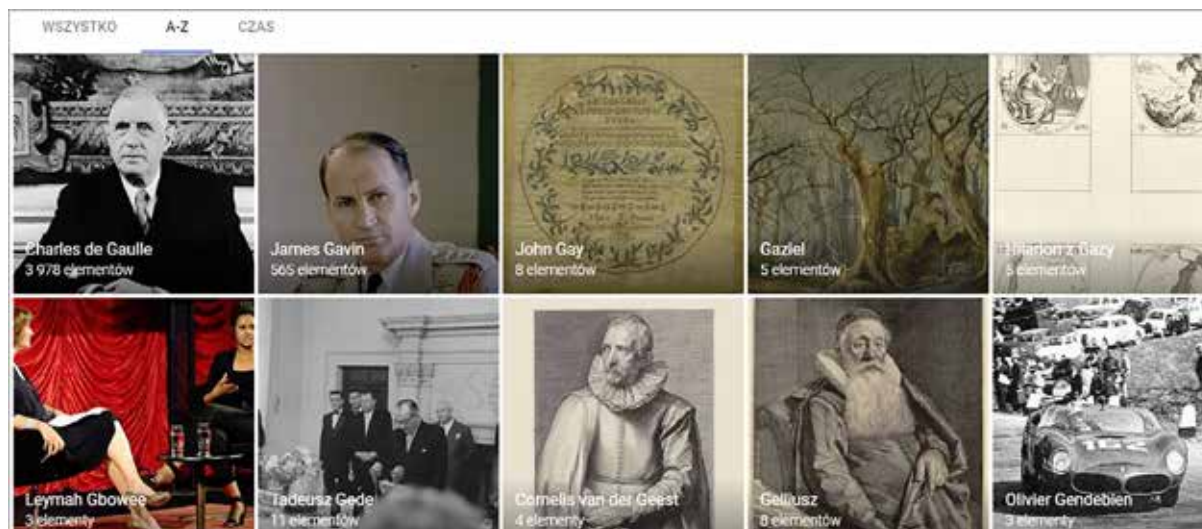


Rysunek 7. Wydarzenie historyczne – program Apollo.

Ziemię. Krótkie podstawowe informacje o wydarzeniu pochodzą z Wikipedii, do której następuje przekierowanie, aby poszerzyć wiedzę dotyczącą lotów kosmicznych.

Wśród ciekawych postaci historycznych przedstawiony jest na przykład Charles André Joseph Marie de Gaulle – francuski polityk, mąż stanu i teoretyk wojskowości, który w czasie II wojny światowej stał na czele emigracyjnego rządu Francji.

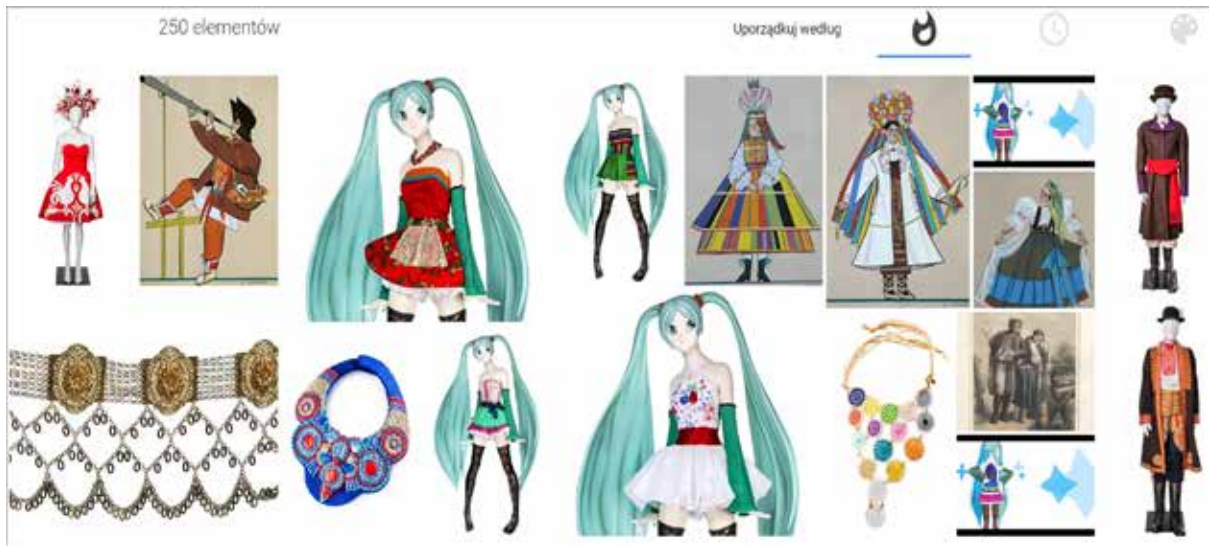
Zbiory platformy Google Art & Culture są pogrupowane także według krajów. Polsce przypisanych jest 10 996 elementów. Wśród ciekawych kolekcji związanych z naszym krajem są zbiory Państwowego Muzeum Etnograficznego w Warszawie – najstarszej w Polsce i jednej z największych w Europie placówki, które mieści ponad 80 tys. obiektów z całego świata i 120 tys. archiwaliów.



Rysunek 8. Kolekcja postaci historycznych: Charles André Joseph Marie de Gaulle.



Rysunek 9. Zbiory platformy Google Art & Culture uporządkowane wg krajów.



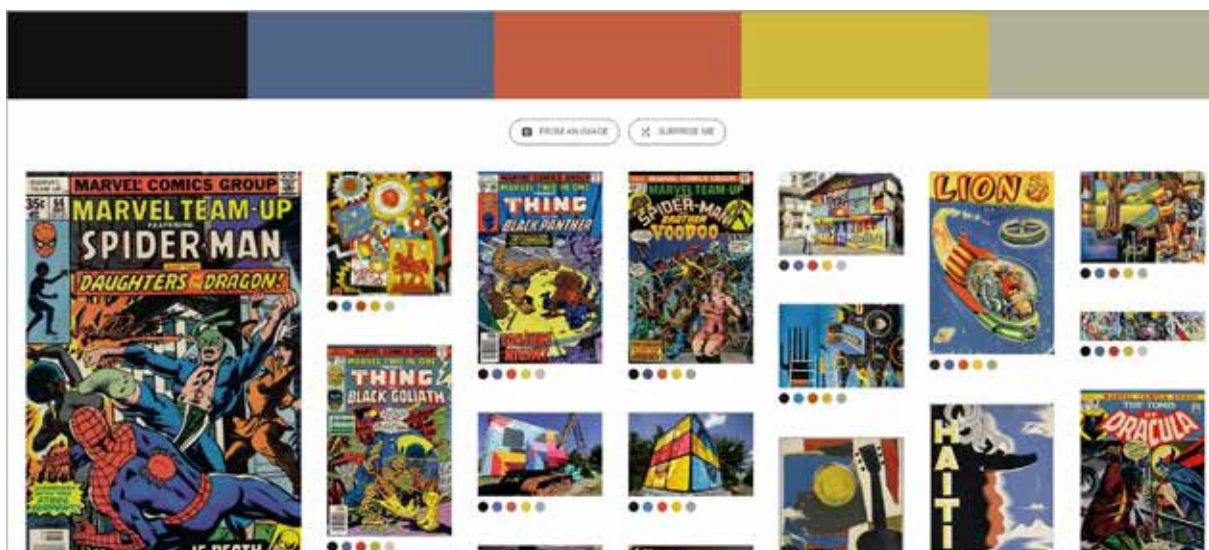
Rysunek 10. Wyniki wyszukiwania zasobów udostępnianych przez Państwowe Muzeum Etnograficzne w Warszawie według kryterium popularności – prezentacja tradycyjnych polskich strojów ludowych.

Eksperymenty łączące sztukę i technologię

Przetwarzanie i analizowanie dużych i różnorodnych zbiorów Google Art & Culture umożliwia zdobywanie nowych informacji, a przez to rozwój wiedzy. Jest to możliwe dzięki technologii opartej o rozpoznawanie wizualne wykorzystywane w technologii uczenia maszynowego. Artyści i programiści związani z portalem proponują eksperymenty na styku sztuki i technologii. Poniżej prezentowane przykłady przybliżają nas do nowych tendencji we współczesnej edukacji – wspomnianego już wcześniej uczenia maszynowego.

Eksperyment: Paleta sztuki; autorzy – Simon Doury i Etienne Ferrier

Art Palette działa jak wyszukiwarka, która odnajduje dzieła sztuki oparte na wybranej paletce kolorów. Paletę kolorów sugeruje zrobione przez nas zdjęcie. Za pomocą tego narzędzia można zaobserwować, w jaki sposób te same pięć kolorów z naszego zdjęcia można powiązać z dziełami sztuki różnych artystów zgromadzonych na platformie Google Art & Culture. Wybieramy ze strony Google Art & Culture narzędzie do eksperymentowania dostępne pod adresem: <https://tiny.pl/gvfxc> (adres skrócony). Pojawia się obraz zbliżony do widoku



Rysunek 11. Okno eksperymentu Art Palette – za każdym razem może być ono prezentowane poprzez pryzmat innych dzieł sztuki.

Każde z wybranych zdjęć można analizować pod kątem gamy kolorystycznej, informacji o tematyce, autorze dzieła, miejscu przechowywania.

Wykorzystanie funkcjonalności projektu Art Palette rozwija kreatywność, umiejętność projektowania, podejmowania wyborów dotyczących palety kolorów, zrozumienia kontekstu i historii powstania dzieł sztuki, służy komunikowaniu nastrojów lub emocji, inspirowanie do wzajemnej integracji wiedzy przyrodniczej i wiedzy o sztuce.

Eksperyment: LIFE Tags; autor – Gael Hugo

Tagi są znakami lub słowami kluczowymi przypisanymi do określonych fragmentów tekstu lub pliku multimedialnego. W przypadku danych tekstowych znaczniki są stosowane do klasyfikowania fragmentów tekstu. Znaczniki stosowane w bazach danych są osobną formą danych, która umożliwia wykonywanie określonych działań na pozostałej informacji.

Tagi są także nazwami kategorii, które służą do klasyfikowania zawartości witryn WWW. Tagowanie elementów serwisu umożliwia szybki wybór informacji. W eksperymencie LIFE Tags wykorzystano uczenie maszynowe oparte o wykorzystanie tagów przypisanych do informacji, którymi są treści reportaży z lat 1936-1972 publikowanych w amerykańskim magazynie Life. W eksperymencie ożywiono magazyn – ponad 4 miliony zdjęć z archiwum wykorzystano w interaktywnej encyklopedii. Automatycznie sklasyfikowano miliony obrazów. Użyto głębokiej sieci neuronowej, która rozpoznaje kategorie etykiet i zdjęć. Etykiety grupowane są w kategorie przy użyciu algorytmu najbliższego sąsiada, który znajduje powiązane etykiety na podstawie wektorów cech obrazów. Algorytm ICA¹ dostarcza informacji cyfrowych dla każdego obrazu, które są przetłumaczone na słowa kluczowe, porównane i pogrupowane. Każdy obraz ma wiele etykiet potoczonych z rozpoznanymi elementami.



Rysunek 14. Widok skanowania obrazu, który stanowi podstawę do wygenerowania kluczowych elementów fotografii: gazeta, buty, płaszcz, sukienka, rękawiczki, kapelusz, dama, pan.

¹ Analiza składowych niezależnych (Independent Components Analysis, ICA)

Na podstawie wygenerowanych kluczowych opisujących elementy fotografii: gazeta, buty, płaszcz, sukienka, rękawiczki, kapelusz, dama, pan powstaje interaktywna encyklopedia. Składa się ona

z obrazów i słów kluczowych, które są prezentowane na tablicy w porządku alfabetycznym. Słowa kluczowe są krótko zdefiniowane, podane także w związkach wyrazów.



Rysunek 15. Fragment interaktywnej encyklopedii.



Rysunek 16. Powyżej przykład wyniku wyszukiwania dla zjawiska społecznego: cooking – prezentacja zawiera tekst, zdjęcia i odnośniki do bardziej szczegółowych opisów.

Każda forma ich prezentacji ma charakter interaktywny. Przekierowuje do zarchiwizowanych zasobów magazynu Life, które opisują zjawiska społeczne w Ameryce i na świecie w latach 1936-1972.

Przytoczone przykłady stanowią minimalny odsetek niestychanie oryginalnych eksperymentów, które za pomocą przeglądarki Chrome, systemu operacyjnego Android, technologii: sztucznej inteligencji (AI), wirtualnej rzeczywistości (VR), rozszerzonej rzeczywistości (AR) mają za cel pokazanie i udostępnienie przydatnych narzędzi i zasobów, które zainspirują innych do nowych eksperymentów. Zapoznają również z uczeniem maszynowym dzięki zastosowaniu technologii wykorzystującej obrazy, rysunki, język, muzykę. Technologie te dostępne są do wykorzystania na komputerach stacjonarnych i urządzeniach mobilnych. Wiele z nich wymaga szybkiego Internetu.

Prezentowane eksperymenty zostały zrealizowane dzięki otwartości i współpracy artystów, kuratorów wystaw, programistów realizujących projekty w zespołach międzynarodowych. Ze względu na formę publikacji, jaką jest tradycyjny

artykuł, przytoczone zostały jedynie przykłady eksperymentów związane z wizualizacją.

Źródła

- Google Art & Culture, <https://artsandculture.google.com>
- Google Art & Culture Experiments, <https://experiments.withgoogle.com/collection/arts-culture>
- Informacje o projekcie Art Palette, <https://experiments.withgoogle.com/art-palette>
- Informacje o projekcie Life Tags, <https://experiments.withgoogle.com/life-tags>
- Google Arts and Culture app rolls out 3 new 'AI experiments', <https://tiny.pl/gv13v>

Elżbieta PRYŁOWSKA-NOWAK jest nauczycielem konsultantem w Ośrodku Edukacji Informatycznej i Zastosowań Komputerów w Warszawie.

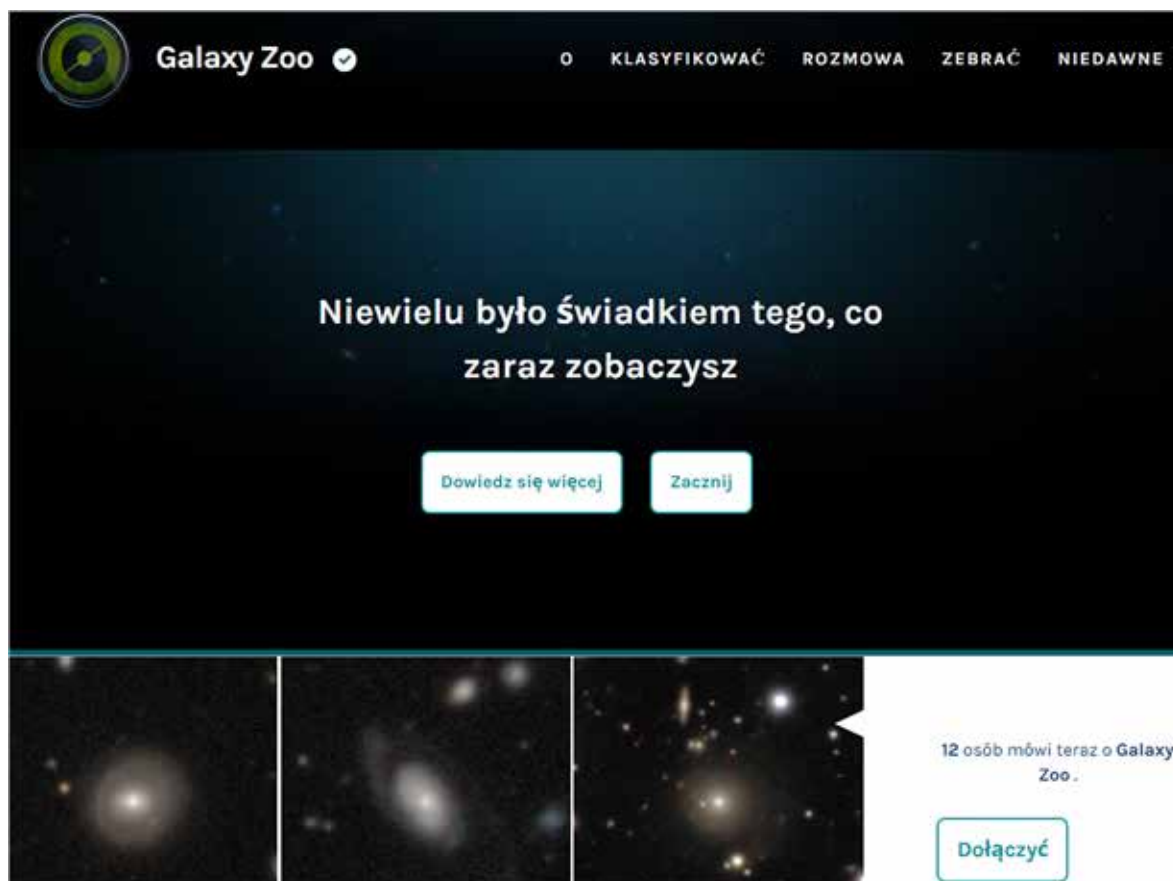
Zooniverse – internauci pomagają w badaniach naukowych

Witold KRANAS

Galaktyczne zoo

Jeśli wpiszemy w przeglądarce adres www.zooniverse.org, powita nas napis: *Welcome to Zooniverse People-powered research* – Witaj w Zooniverse – badaniach prowadzonych przez (zwykłych) ludzi.

Organizatorzy wyjaśniają, że Zooniverse umożliwia wszystkim ludziom uczestnictwo w prawdziwych badaniach w wielu dziedzinach nauk ścisłych, humanistycznych i innych, oraz stwarza okazje do rozwiązywania problemów i przyczynienia się do prawdziwych odkryć.



Rysunek 1. Strona startowa projektu Galaxy Zoo.

Opcja Projects w menu umożliwia wybór spośród prawie 100 aktywnych projektów. Wybierzmy jedną z dyscyplin – Space (Przestrzeń – tutaj raczej kosmos), czyli projekty związane z astronomią. Znajdziemy wśród nich jeden z pierwszych i najbardziej popularnych projektów: Galaxy Zoo – Galaktyczne zoo. Uczestnicy tego projektu klasyfikują zdjęcia odległych obiektów, najczęściej galaktyk. Organizatorzy projektu tłumaczą: *Aby zrozumieć, w jaki sposób powstają galaktyki, potrzebujemy Twojej pomocy. Polega ona na klasyfikowaniu galaktyk na podstawie ich kształtów. Możesz być pierwszą osobą oglądającą obraz galaktyki, który dostaniesz do sklasyfikowania.*

Możemy od razu przejść do klasyfikowania (opcja CLASSIFY w górnym menu lub przycisk Get started w środkowej części ekranu), albo dowiedzieć się czegoś więcej o naukowej stronie projektu (opcja ABOUT w górnym menu lub przycisk Learn more w środkowej części ekranu). Strona nie ma polskiej wersji językowej, ale można się postużyć automatycznym tłumaczeniem. Nie jest ono doskonałe, choć staje się coraz lepsze. W Google Chrome wystarczy wybrać z podręcznego menu (prawy przycisk myszy) opcję *Przetłumacz na język polski*. Odświeżenie strony przywraca język oryginału.

Jeśli chcemy pracować z uczniami i zachęcić ich do udziału w projekcie, wybieramy opcję *Dowiedz się więcej*. Otrzymamy informację, że obrazy galaktyk do klasyfikowania pochodzą z dużego teleskopu (4 metry średnicy lustra) znajdującego się w obserwatorium Cerro Tololo w Chile. Bardzo wiele można dowiedzieć się o galaktyce na podstawie jej kształtu. Oprócz podstawowego podziału na galaktyki spiralne, eliptyczne i nieregularne, mamy jeszcze wiele możliwych różnic w budowie wewnętrznej, takich jak: wielkość obszaru centralnego, poprzeczki, wyrzuty materii, kolizje.

Pomoc internautów jest bardzo potrzebna, ponieważ do sklasyfikowania są miliony obrazów galaktyk, a komputery jeszcze nie radzą sobie z rozpoznawaniem skomplikowanych, rozmytych obrazów, które otrzymujemy ze zdjęć teleskopowych. Przez ponad 10 lat funkcjonowania projektu naukowcy zbierający klasyfikacje dokonywane

przez internautów opracowali 57 publikacji naukowych. Ich listę można znaleźć, przechodząc na stronę Results (Wyniki).

Bzyczenie komarów

Przyjrzyjmy się jeszcze projektowi z innej dziedziny. Nazywa się on HumBug. Jeśli wpiszę tę nazwę w okienku wyszukiwania, to zostaniemy przeniesieni na główną stronę projektu. Pracujący w nim internauci odsłuchują dwusekundowe nagrania, poszukując charakterystycznego bzyczenia komarów.

Jaki to ma sens? Badacze, którzy przygotowali projekt, wyjaśniają: *Każdego roku miliony ludzi umierają z powodu chorób przenoszonych przez niektóre gatunki komarów. Potrzebujemy twojej pomocy, aby znacznie ulepszyć naszą bazę danych dźwięków. Pozwoli to wykrywać komary przenoszące choroby za pomocą aplikacji na smartfony.*

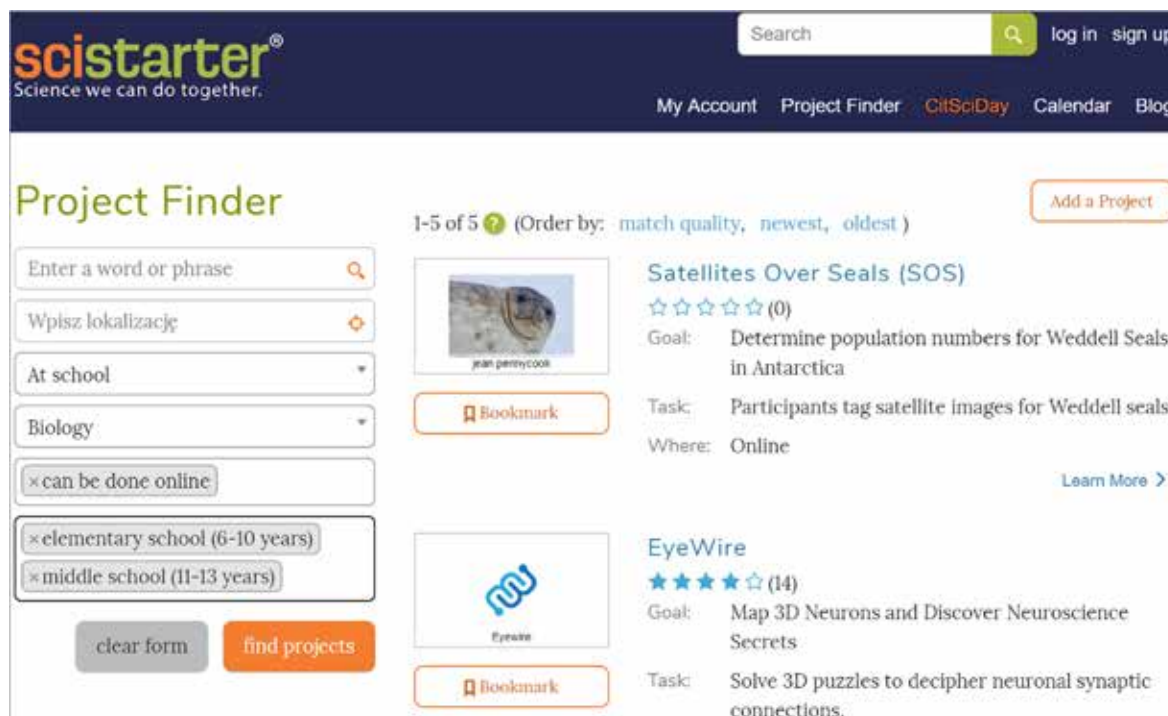
Prawie połowa światowej populacji jest zagrożona malarią, a najbardziej narażone są małe dzieci w wieku poniżej pięciu lat. Chorobę wywołuje pasożyt przenoszony przez samice komara karmiące się krwią. Projekt HumBug ma na celu opracowanie systemu wykrywania w czasie rzeczywistym bzyczenia za pomocą akustycznych urządzeń monitorujących, ostrzegającego użytkowników o obecności komara. Jest to wspólny projekt badawczy University of Oxford i Royal Botanic Gardens, Kew. Ma on swoją własną stronę: <http://humbug.ac.uk>, a na stronie Zooniverse figuruje jako Zooniverse Approved (zatwierdzony przez Zooniverse).

Nauka obywatelska

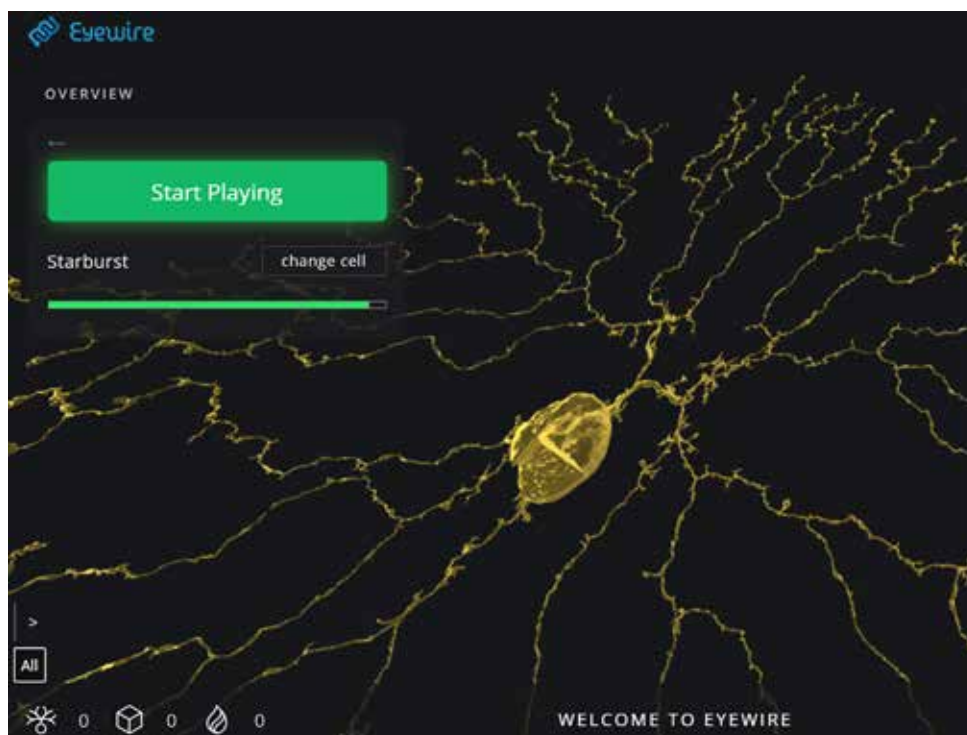
Strona Zooniverse jest jedną z rosnącej liczby stron angażujących internautów w badania naukowe. Zjawisko to doczekało się nazwy *nauka obywatelska* (citizen science) i określenia *publiczny udział w badaniach naukowych* (public participation in scientific research). Najwięcej projektów nauki obywatelskiej znaleźć można na stronie SciStarter (<https://scistarter.com>), prowadzonej przez Uniwersytet Stanowy Arizony. Zgromadzono ich w tym miejscu około 1200.



Rysunek 2. Strona startowa projektu HumBug.



Rysunek 3. Wyszukiwarka projektów SciStarter.



Rysunek 4. Strona gry EyeWire.

Jest więc potrzebna wyszukiwarka projektów. Wybrałem projekty z biologii, które można realizować online w szkole podstawowej. Projekt EyeWire dotyczy neuronów w mózgu. Strona SciStarter zawiera objaśnienia, na czym polega projekt oraz odsyła do strony domowej projektu stworzonego na Uniwersytecie Princeton (<https://eyewire.org>). W objaśnieniach czytamy: *kolorowanka 3D neuro nauki (neuroscience) to gra logiczna, w którą może grać każdy bez wiedzy i doświadczenia w dziedzinie neuronauk. Badacze EyeWire dążą do mapowania ludzkiego mózgu, ale na razie koncentrują się na siatkówce oka. Gracze budują połączenia między neuronami siatkówki, pomagając badaczom zrozumieć, w jaki sposób neurony przetwarzają informacje. Badacze mają nadzieję, że ich praca może prowadzić do postępów w leczeniu ślepoty.*

Tym razem mamy więc do czynienia z rodzajem gry polegającej na wyszukiwaniu struktur w dwuwymiarowych przekrojach składających się na trójwymiarowy obraz. Gra nie jest prosta i trzeba się do niej dobrze przygotować. Strona EyeWire zawiera wiele materiałów pomocniczych, w tym piękną trójwymiarową prezentację neuronu. Fragment widoczny na obrazku poniżej to zaledwie wycinek pozbawiony możliwości obracania i przybliżania.

U źródeł

Nauka obywatelska ma swoje źródła w ogromnym sukcesie projektu, który powstał w ubiegłym wieku. Był to projekt przetwarzania rozproszonego danych z wielkiego radioteleskopu w Arecibo w poszukiwaniu sygnału od cywilizacji pozaziemskiej – Seti@home. Nie wymagał on od internautów żadnej pracy z wyjątkiem zainstalowania na komputerze aplikacji pobierającej dane, przetwarzającej je na komputerze i przesyłającej wyniki.

SETI jest skrótem angielskiej nazwy *Search for ExtraTerrestrial Intelligence* (poszukiwanie inteligencji pozaziemskiej). W projekcie wykorzystywane były procesory w komputerach internautów, którzy w zamian otrzymywali wygaszacze ekranu. Program działał w tle, nie przeszkadzając w normalnym użytkowaniu komputera, w trakcie którego wykorzystywana jest zazwyczaj niewielka część możliwości procesora. Moc obliczeniowa połączonych komputerów internautów była porównywalna z mocą największych superkomputerów, gdyż w projekcie brało udział wiele tysięcy ludzi. Program w dalszym ciągu działa i ma grupy fanów, konkurujące ze sobą na liczbę przetworzonych danych. Dzięki ogromnemu sukcesowi tego projektu naukowcy z całego



Rysunek 5. Nagłówek strony projektu SETI@home.

świata zaczęli myśleć, jak można wykorzystać do badań komputery internautów, a następnie samych internautów, w przypadkach gdy komputerowe możliwości przetwarzania danych zawodzą.

Na Uniwersytecie Berkeley powstała platforma umożliwiająca organizację obliczeń rozproszonych (ang. distributed computing) o nazwie BOINC (<https://boinc.berkeley.edu>), która obecnie umożliwia zainstalowanie wybranego projektu nie tylko na komputerze, ale również na tablecie lub telefonie.

1. ULX – punktowe źródła bardzo silnego promieniowania rentgenowskiego.
2. Fale grawitacyjne – każdy podwójny zwarty obiekt (np. dwie czarne dziury lub dwie gwiazdy neutronowe) powinien emitować takie promieniowanie.
3. Supernowe Ia – rodzaj eksplozji supernowej, niezwykle ważny dla tworzenia kosmicznej skali odległości. Dzięki nim jesteśmy w stanie oszacować ekspansję Wszechświata i obliczać odległości do odległych galaktyk.



Rysunek 6. Strona platformy BOINC.

Umożliwia ona też wybór przygotowanego przez naukowców projektu. Wybrałem pierwszy i na razie jedyny polski projekt utworzony przez warszawskich astronomów Universe@Home (<https://universeathome.pl/universe>).

Projekt Universe@home wykorzystuje platformę BOINC do przeprowadzania symulacji ewolucji wielu gwiazd. W ten sposób jesteśmy w stanie odtworzyć ewolucję takich gwiazdnych populacji, jak całe galaktyki składające się z miliardów gwiazd. W bardziej szczegółowym opisie naukowcy wymieniają trzy obiekty badane intensywnie w projekcie:

Zachęcam do wsparcia naszych astronomów, dołączenia do projektu i śledzenia jego wyników.

Witold KRANAS jest nauczycielem konsultantem w Ośrodku Edukacji Informatycznej i Zastosowań Komputerów w Warszawie.

W jaki sposób współczesne technologie mogą wspierać nauczycieli biologii nauczanej dwujęzycznie?

Renata SIDORUK-SOŁODUCHA

*Nauka nie ma żadnej ojczyzny,
gdyż wiedza ludzka obejmuje cały świat.*

Ludwik Pasteur

Kiedy wiele lat temu zaczynałam swoją przygodę z nauczaniem dwujęzycznym biologii, napotkałam problemy związane z materiałami w języku angielskim dotyczącymi mojego przedmiotu. Owszem, można było sprowadzić podręczniki zagraniczne, ale było to dość kosztowne. Zaczęłam więc poszukiwać ogólnodostępnych, darmowych materiałów online, przydatnych biologowi. Ogromnym wsparciem okazała się tutaj współczesna technologia, na przykład zasoby Internetu, aplikacje na smartfony, tablety. Oto kilka propozycji, które dla biologów mogą być doskonałą pomocą dydaktyczną w nauczaniu tradycyjnym, jak również w tzw. lekcji odwróconej.

Portale z nagranyimi lekcjami, filmami w języku angielskim to bogate źródło informacji na temat wszystkich działów biologii, zaczynając od komórki, poprzez procesy życiowe, anatomię i fizjologię człowieka, zwierząt i roślin, a kończąc na ewolucji, ekologii i genetyce. Zamieszczane w nich materiały są posegregowane według kategorii przedmiotowych, tematycznych, wiekowych. Darmowe kursy, lekcje, ćwiczenia, zarówno dla uczniów, jak i nauczycieli, stanowią gotowe materiały do nauki i utrwalania słownictwa naukowego.

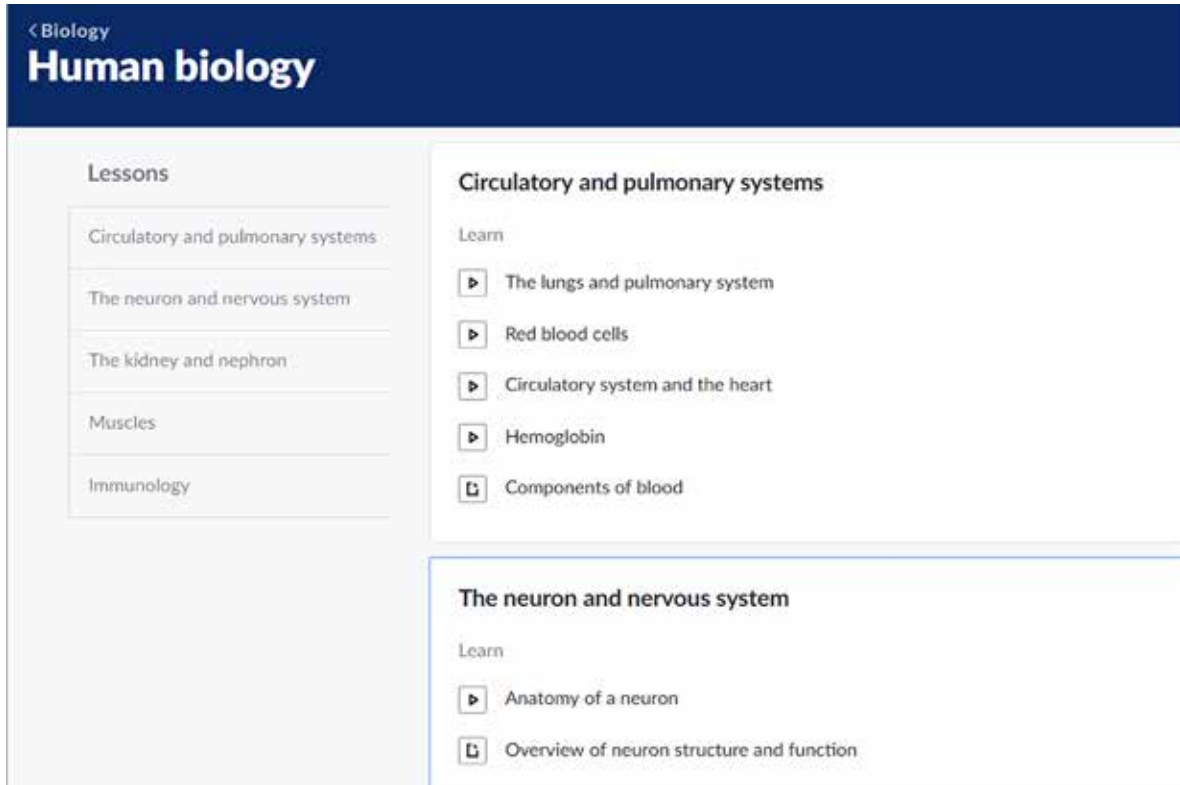
- **Khan Academy –**

<https://www.khanacademy.org>

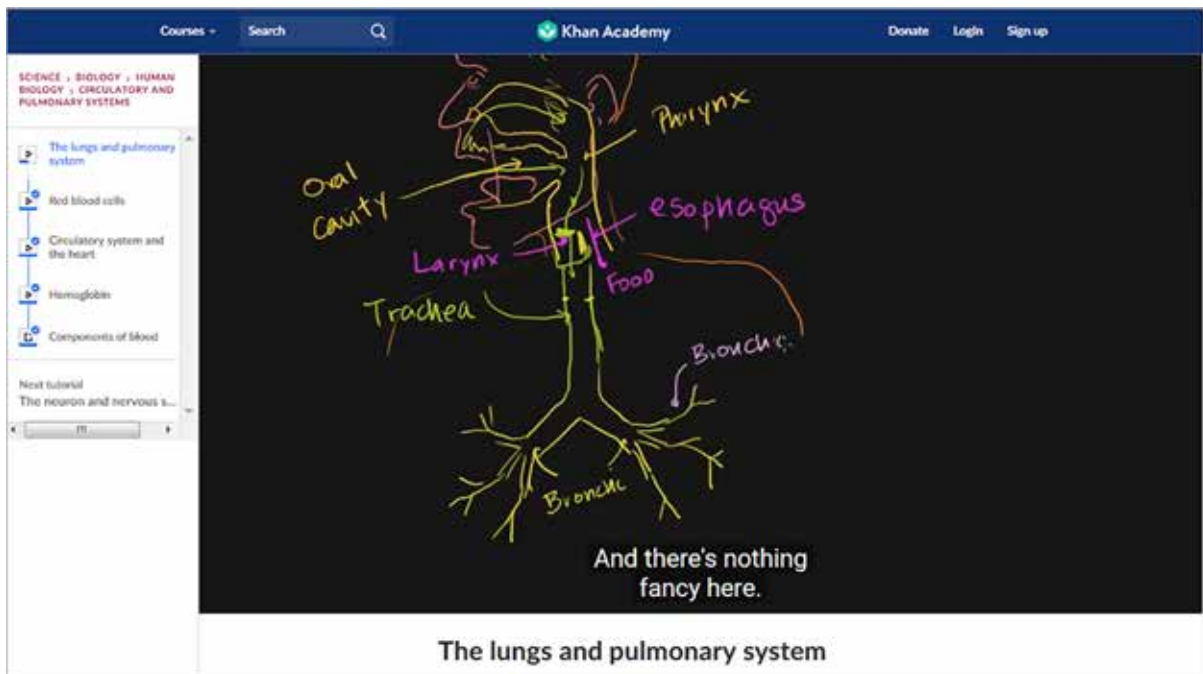
Zasoby Khan Academy w języku angielskim z zakresu biologii podzielone są na 27 kategorii, między innymi: *Structure of a cell* (Struktura komórki), *Photosynthesis* (Fotosynteza), *Ecology* (Ekologia), *Human biology* (Biologia człowieka) czy *Plant biology* (Biologia roślin).

W każdej z kategorii znaleźć można ciekawe lekcje. Składają się one z kilku części. Przykładowo lekcja *Circulatory and pulmonary systems* zawiera pięć komponentów. W pierwszym jest film omawiający zagadnienie *The lungs and pulmonary system*.

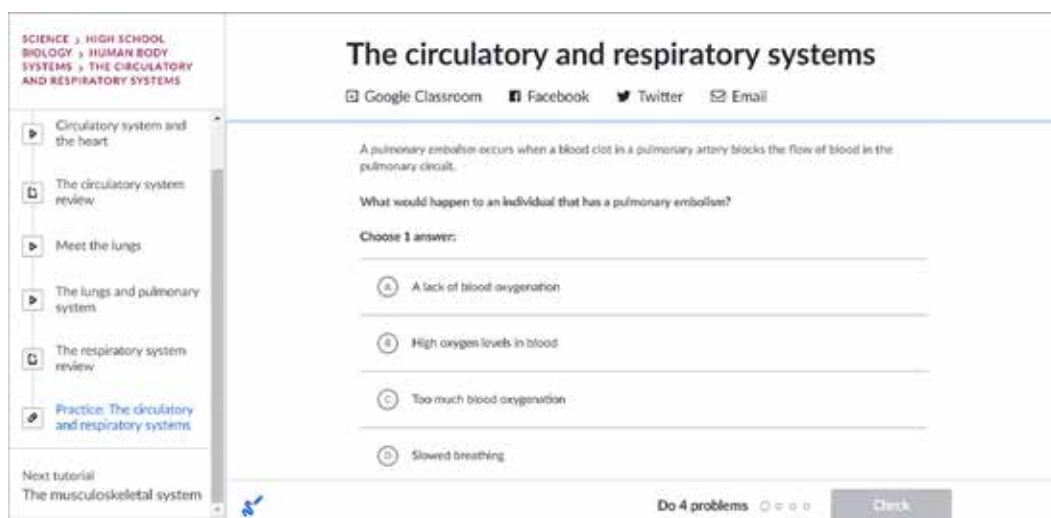
Kolejne dwa komponenty zilustrowane są ciekawymi animacjami. Ostatnia część to materiał tekstowy omawiający dany układ oraz zadania sprawdzające.



Rysunek 1. Widok materiałów zgromadzonych w jednym z działów portalu Khan Academy.



Rysunek 2. Widok materiałów zgromadzonych w dziale Układ oddechowy.

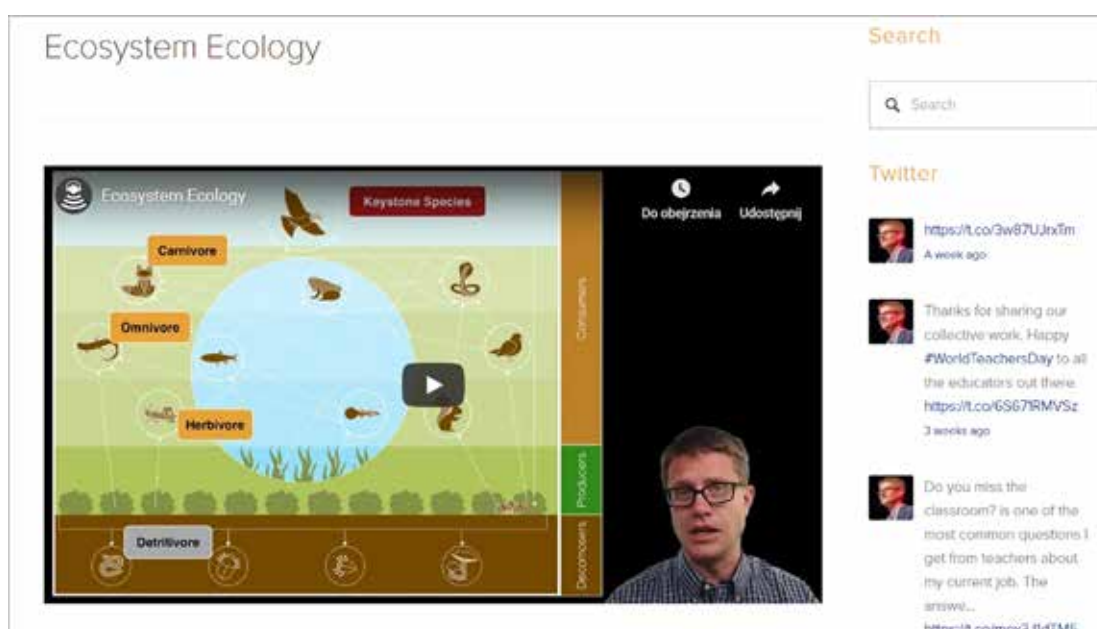


Rysunek 3. Widok materiałów testowych zgromadzonych w dziale Układ krążenia.

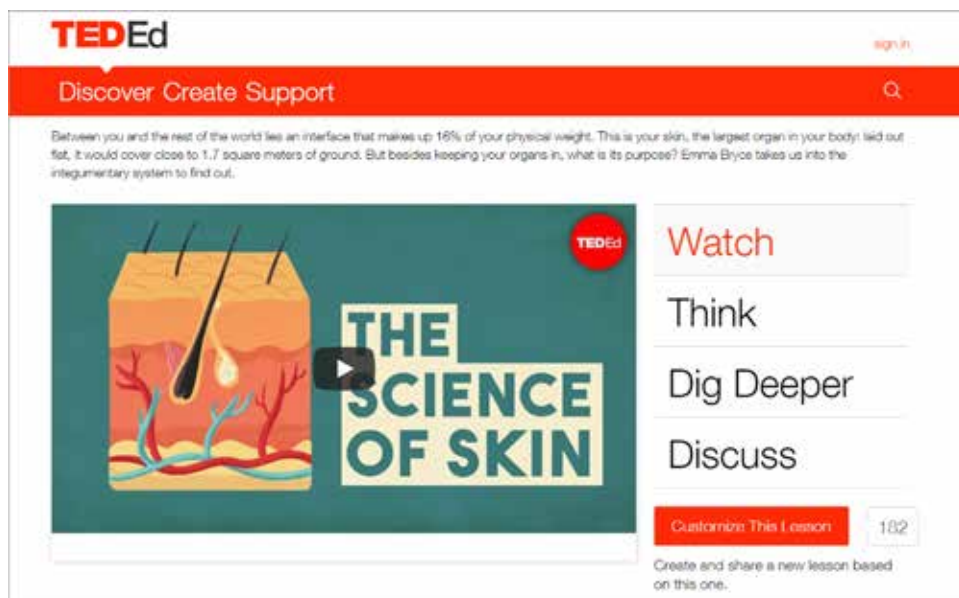
Podczas omawiania tematu dotyczącego układu krążenia i oddechowego korzystam z powyżej zaprezentowanego materiału. W klasie 7 szkoły podstawowej o profilu dwujęzycznym korzystam z następujących zasobów Khan Academy, na przykład: *The musculoskeletal system* (układ mięśniowo-szkieletowy), *The digestive and excretory systems* (układ trawienny i wydalniczy), *The nervous and endocrine systems* (układ nerwowy i hormonalny). Interaktywne wykłady i zadania testowe w języku angielskim są doskonałym uzupełnieniem informacji w klasach dwujęzycznych, dopasowanym do zagadnień z podstawy programowej z biologii w języku polskim.

- **Portal bozemanscience –**
<http://www.bozemanscience.com/biology-main-page>

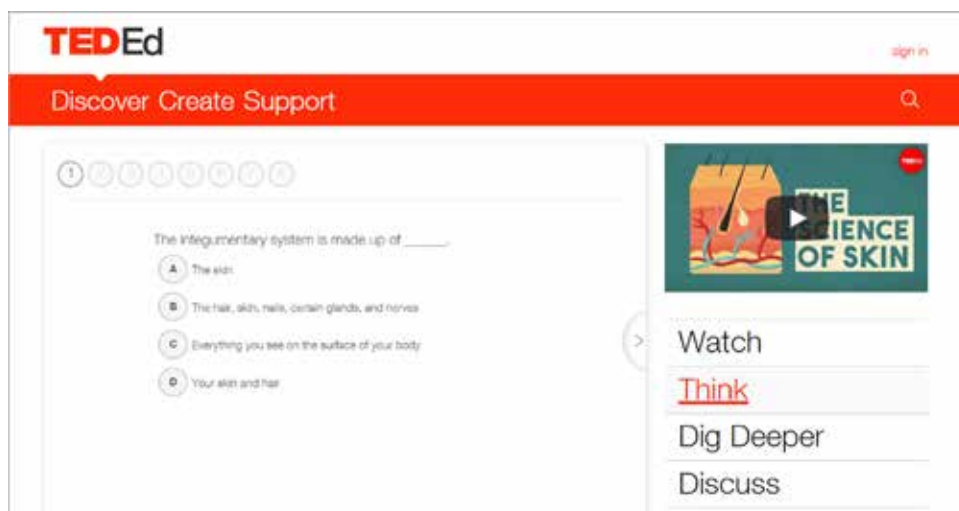
Kolejny portal to **bozemanscience.com**. Paul Andersen – autor portalu – stworzył setki filmów naukowych, które były oglądane miliony razy przez uczących się na całym świecie. Samouczki dotyczą zagadnień z biologii, chemii, fizyki, nauk o Ziemi i edukacji. Bardzo wartościowe są nagrania z biologii na poziomie rozszerzonym dla klas licealnych dwujęzycznych, dotyczące *Environmental Science* (Nauka o środowisku), np. *Ecosystem Ecology* (Ekologia ekosystemu).



Rysunek 4. Widok materiałów testowych zgromadzonych w dziale Ekologia ekosystemu.



Rysunek 5. Przykładowa lekcja na temat skóry – widok ogólny.



Rysunek 6. Zawartość części lekcji (*Think*) z pytaniami dla uczniów.

Wykłady oraz lekcje online typu TEDtalk

Są to zasoby umożliwiające korzystanie z gotowych pomysłów na ciekawe zajęcia oraz tworzenie własnych, tzw. odwróconych lekcji, opartych na krótkich filmikach i zadaniach online. Warto zwrócić uwagę na następujące serwisy:

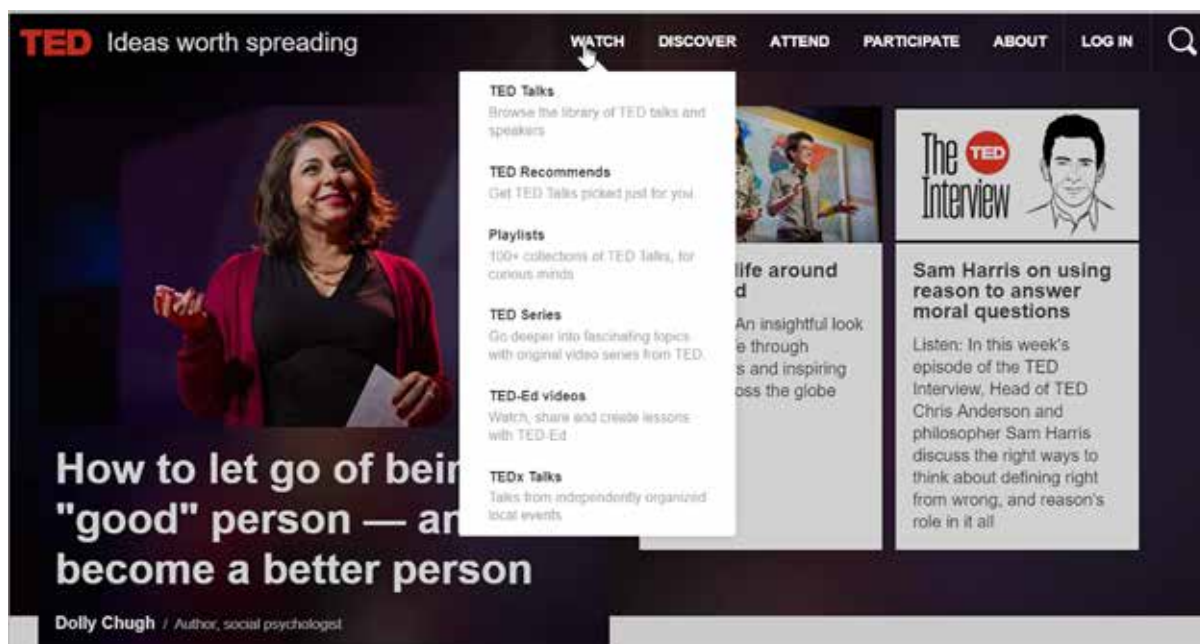
- **TEDEd** – https://ed.ted.com/educator?user_by_click=educator

Każda lekcja zaprojektowana w tym portalu zawiera krótki, bo około 5-minutowy animowany film (*Watch*), pytania testowe (*Think*), dodatkowe materiały poszerzające informacje

na dany temat (*Dig deeper*) oraz możliwość prowadzenia dyskusji (*Discuss*).

- **TED** – <https://www.ted.com/talks> – część zasobów tego serwisu w postaci wystąpień/wykładów może być doskonałym urozmaicheniem lekcji przyrody nauczanej dwujęzycznie na poziomie szkoły średniej lub na przykład wstępem do ciekawej dyskusji na różne tematy przyrodnicze w języku angielskim.

Przykładową propozycją do wykorzystania może być wykład na temat bioniki (połączenia biologii i technologii), zastosowanie której umożliwia osobom niepełnosprawnym bieganie, taniec, normalne życie.



Rysunek 7. Strona główna TED z wyświetlonym menu pozwalającym na wybranie określonego typu zasobu.



Rysunek 8. Wykład na temat bioniki w TEDtalk.

Interaktywne zasoby

- **Wirtualna sekcja żaby** – <http://www.froguts.com/demo>

W tym wirtualnym laboratorium uczeń może interaktywnie angażować się w naukę anatomii i fizjologii żaby oraz jej otoczenia. Uczeń klasy 6 szkoły podstawowej może podczas omawiania działu kręgowce krok po kroku przeprowadzić

online sekcję żaby za pomocą udostępnionych przyrządów używanych w laboratorium naukowym, a następnie, korzystając z lupy powiększającej, rozpoznać jej poszczególne narządy. Korzystanie z tego zasobu jest możliwe zarówno na komputerze, jak i na tablicy interaktywnej. Ma on szczególne znaczenie, gdyż płazy w Polsce są chronione i nie można wykonywać sekcji na żywych okazach.



Rysunek 9. Widok demo z sekcją żaby.

- **Portal XploreHealth –**
<https://www.xplorehealth.eu>

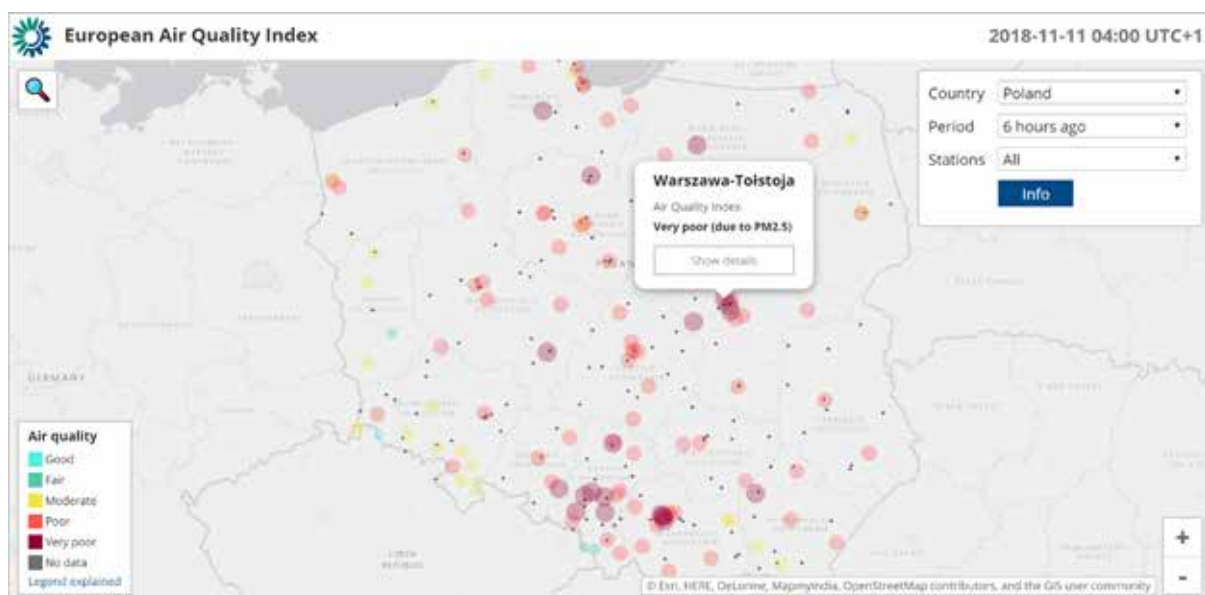
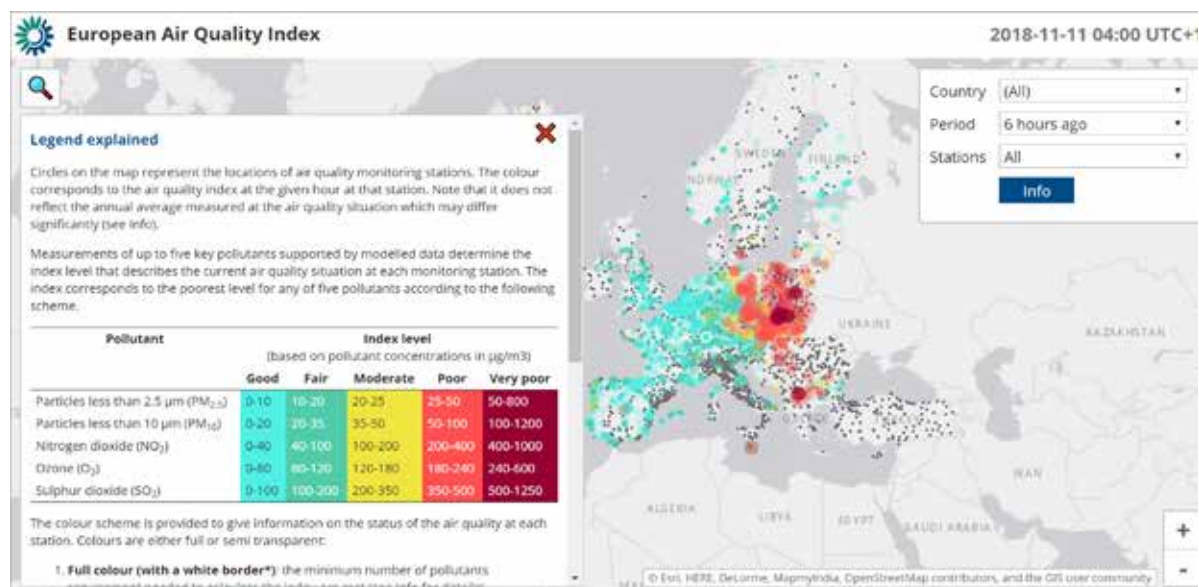
XploreHealth to europejski program edukacyjny oferujący interaktywne zasoby multimedialne, dzięki którym uczniowie mogą uzyskać wgląd w najnowsze badania biomedyczne i rozważać bioetyczne zagadnienia. Program

wspiera innowacje edukacyjne poprzez edukację naukową opartą na badaniach, pracę opartą na projektach. Jednocześnie zachęca do interakcji między uczniami i innymi podmiotami społecznymi, aby mogli oni uczestniczyć jako odpowiedzialni obywatele w społeczeństwie opartym na wiedzy.



Rysunek 10.

Materiał na temat nowotworów skóry ze strony projektu Xplore Health.



Rysunek 11. Widok strony European Air Quality Index.

Zasoby portalu poświęconego projektowi to bogactwo wiedzy na temat chorób, ich leczenia oraz profilaktyki. Strona tego projektu zawiera filmy, gry edukacyjne, eksperymenty, prezentacje dotyczące raka skóry, AIDS, otyłości, i inne. Dla nowej podstawy programowej klasy 7 o profilu dwujęzycznym portal stanowi doskonale uzupełnienie informacji na temat profilaktyki wybranych chorób, na przykład nowotworów skóry.

- **European Air Quality Index** – <http://airindex.eea.europa.eu>

Interaktywna mapa jakości powietrza, dzięki której można zaobserwować stan zanieczyszczenia powietrza w krajach europejskich pod względem ilości pyłów PM_{2.5}, PM₁₀, tlenków azotu i tlenków siarki. Problem niezwykle na czasie ze względu na sytuację smogową w Polsce. Kręgi na mapie przedstawiają lokalizacje stacji monitorowania jakości powietrza. Kolor odpowiada wskaźnikowi jakości powietrza w danej godzinie w obrębie tej stacji.

Aplikacja jest bardzo przydatna w klasach 8 szkoły podstawowej oraz w klasach licealnych podczas omawiania zagadnień związanych z zanieczyszczeniami powietrza. Uczniowie mają zwizualizowany stan powietrza, mogą obserwować różne kraje, zmieniać czas pomiaru, stacje.

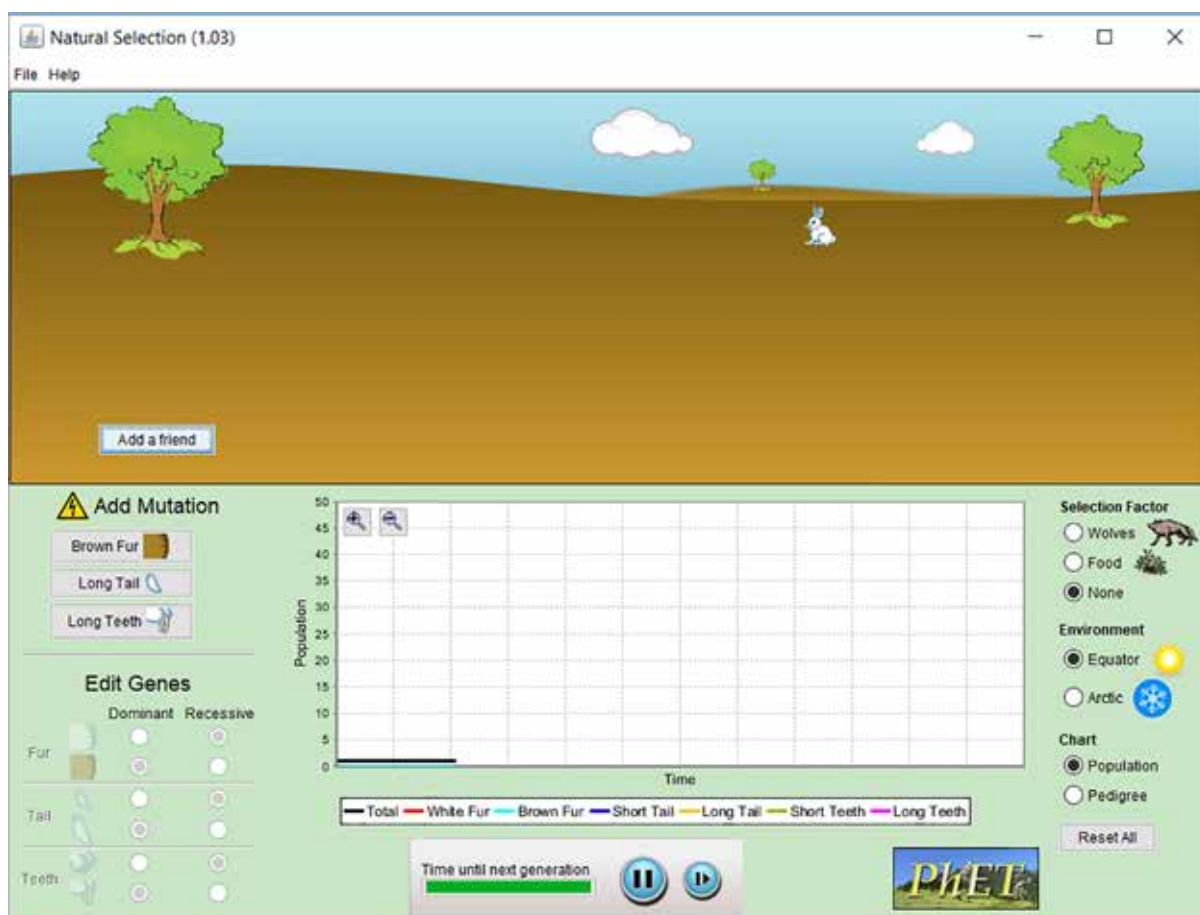
Symulacje komputerowe

- **PhET –**

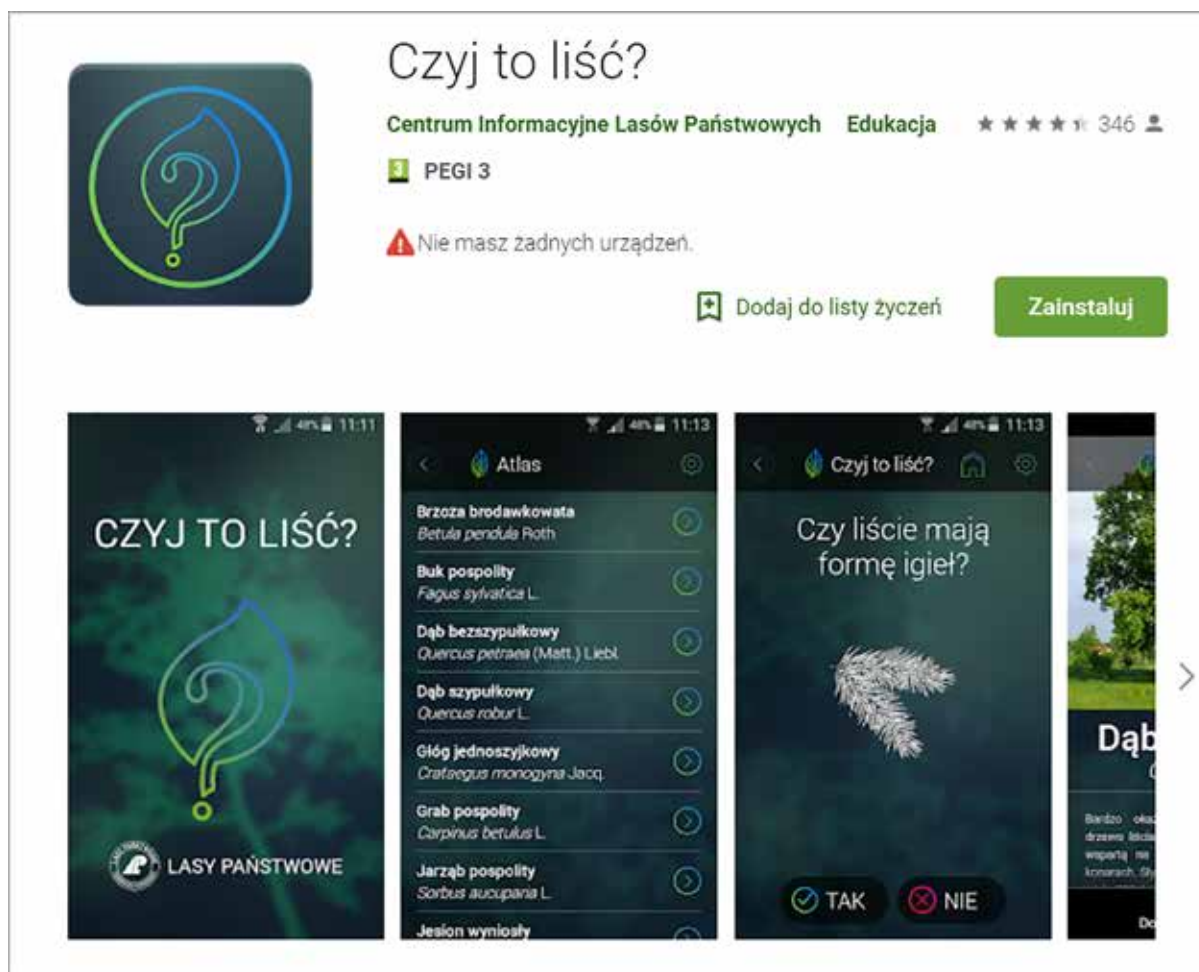
<https://phet.colorado.edu>

Na stronie PhET przygotowanej przez Uniwersytet Kolorado w Boulder zamieszczono wiele symulacji interaktywnych obejmujących głównie zagadnienia związane ze zjawiskami

fizycznymi, ale znajdują się tam też zasoby dotyczące biologii – <https://phet.colorado.edu/en/simulations/category/biology>. Symulacje komputerowe gwarantują dobrą zabawę oraz mogą być pomocą w rozumieniu trudnych zjawisk przyrodniczych. Zasoby posegregowane tematycznie oraz przedmiotami stanowią bogate źródło wiedzy zarówno dla uczniów, jak i nauczycieli. Interesującym przykładem do wykorzystania na biologii na poziomie szkoły podstawowej w klasie 8 przy omawianiu zjawiska mutacji, czyli zależności między ofiarą a drapieżnikiem, może być symulacja *Natural Selection* (naturalna selekcja).



Rysunek 12. Symulacja Natural Selection.



Rysunek 13. Aplikacja „Czyj to liść” do pobrania w sklepie Google Play na stronie <https://play.google.com/store/apps/details?id=pl.gov.lasy.trees&hl=pl>

- **Czyj to liść?**

Aplikacja mobilna na telefon „Czyj to liść?” – klucz botaniczny do oznaczania drzew Polski z możliwością ustawienia języka angielskiego jest kolejnym ciekawym narzędziem do wykorzystania podczas lekcji w terenie. „Czyj to liść?” pozwala na identyfikację krzewu lub drzewa. Zawiera miniatlas obejmujący krótką charakterystykę gatunków, ich najistotniejsze cechy, zdjęcia oraz ciekawostki. Umożliwia tworzenie tzw. e-zielnika, czyli katalogu fotografii drzew i krzewów napotkanych i rozpoznanych na leśnych szlakach.

Gry, quizy edukacyjne

Gry i quizy w wersji online, zarówno na komputer, jak i smartfon, pozwalają na ciekawe podsumowanie lekcji na każdym poziomie edukacyjnym, zarówno w szkole podstawowej, jak i średniej.

- LearningApps – <https://learningapps.org>

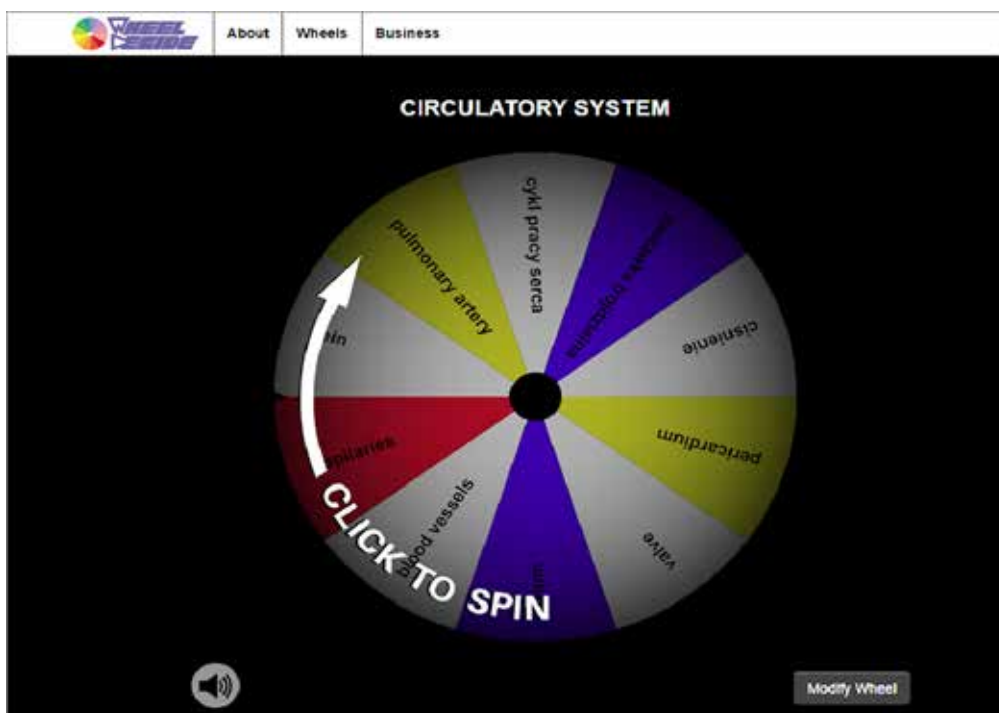
Jest to aplikacja Web 2.0 wspierająca proces uczenia się i nauczania za pomocą małych interaktywnych modułów (quizy, krzyżówki, wisielce edukacyjne...). Można skorzystać z zasobów przygotowanych przez innych nauczycieli, jak też tworzyć własne pomoce dydaktyczne.

- **Quizizz** –
<https://quizizz.com>
- **Kahoot** –
<https://kahoot.com>

Edytory Quizizz lub Kahoot umożliwiają łatwe i szybkie tworzenie testów online. Uczniowie świetnie się bawią, a nauczyciel otrzymuje szczegółowe dane dotyczące poziomu wiedzy uczniów. Jest to doskonała forma powtórzeniowa na podsumowanie poszczególnych działów z biologii na każdym poziomie edukacyjnym.



Rysunek 14. Widok strony z quizem na temat systemu nerwowego.



Rysunek 15. Widok koła fortuny na temat układu krążenia.

- **Wheel Decide** –
<http://wheeldecide.com>

Aplikacja online Wheel Decide działa na zasadzie koła fortuny i pozwala na szybkie powtórki słownictwa biologicznego w języku angielskim. Jest to przykład uniwersalnego, prostego narzędzia, które może stanowić zarówno wstęp, jak i zakończenie lekcji biologii w szkole podstawowej czy ponadpodstawowej. Aplikacja jest darmowa, nie wymaga rejestracji.

Internet to ogromne bogactwo zasobów edukacyjnych, a zaprezentowane w artykule przykłady to tylko niewielka próbka, która może być jednak doskonałą inspiracją i wsparciem dla innowacyjnego nauczyciela. Wykorzystanie różnych aplikacji i zasobów online na lekcjach biologii powoduje, że są one bardziej atrakcyjne i ułatwia uczniom przyswajanie i utrwalanie wiedzy biologicznej w języku angielskim w ciekawy sposób.

Renata SIDORUK-SOŁODUCHA jest nauczycielem konsultantem w Ośrodku Edukacji Informatycznej i Zastosowań Komputerów w Warszawie.



Koszt rocznej prenumeraty „Meritum”
wynosi **50,00 zł** (w tym koszt przesyłki)

1. Dane zamawiającego:

- » dokładny, czytelny adres placówki lub adres prywatny
.....
- » e-mail
- » numer telefonu
- » NIP
- » liczba egzemplarzy

Zamawiający potwierdza jednocześnie, że jest uprawniony do złożenia zamówienia i przyjęcia faktury VAT oraz zgadza się na wystawianie faktury VAT bez podpisu Zamawiającego.

2. Zamawiający przelewa należną kwotę na konto MSCDN:

Mazowieckie Samorządowe Centrum Doskonalenia Nauczycieli
ul. Świętojerska 9, 00-236 Warszawa
NIP 525-249-20-11
Nr rachunku: 20 1020 1026 0000 1002 0232 8086

Zapewniamy, że po złożeniu zamówienia i uiszczeniu należnej kwoty prześlemy fakturę oraz dostępne numery „Meritum”, które ukazały się przed Państwem prenumeratą.

3. Zamówienie należy przestać na adres:

Redakcja „Meritum”
Mazowieckie Samorządowe Centrum Doskonalenia Nauczycieli
ul. Świętojerska 9, 00-236 Warszawa
lub na adres e-mail: mscdn@mscdn.edu.pl
lub faks: 22 536 60 01

