

# Dotknąć kosmosu

Małgorzata RYGIER-JAWORSKA, Barbara PIERZCHAŁA

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

## 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 zaczęto 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 osiąga ją je, pokolenie za pokoleniem.*

Pearl Sydenstricker Buck<sup>2</sup>

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.

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

<sup>2</sup> <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.

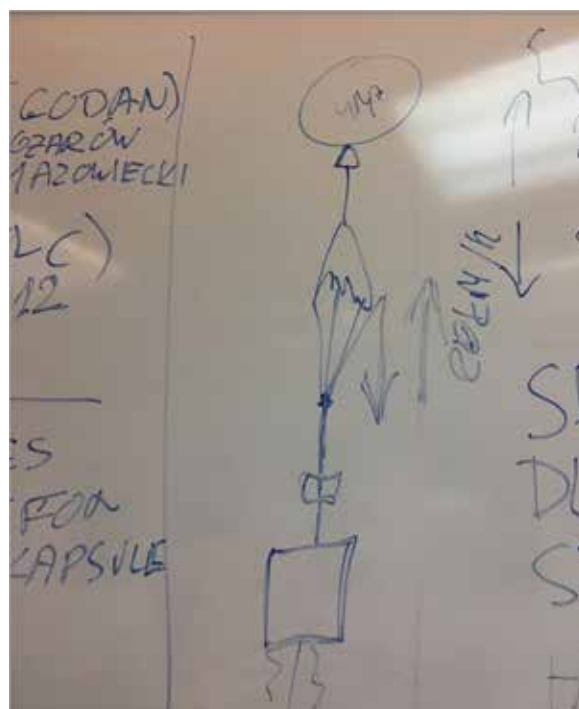
### Pierwsze informacje i wskazówki, czyli na Podlesnej

Pierwszym kamieniem milowym było umówione przez panią od fizyki spotkanie w Instytucie Meteorologii i Gospodarki Wodnej w Warszawie (IMI GW) na ul. Podlesnej. 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 komentarzami<sup>3</sup>. Prowadzi kanał Inżynieriada<sup>4</sup> 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. Pożyczili sprzęt, pomogli namierzyć lot. Bez nich byłoby krucho z projektem.

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

<sup>4</sup> INŻYNIERIADA - świat widziany oczami inżyniera,  
[https://www.youtube.com/playlist?list=PLe9c8blsT9R\\_cQN4gcrWD-pyLLWZXR1qCD](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 Warszawa<sup>5</sup>).

Media już nam spowszedniały. Ostatnie przygotowania przed nami. Pozwolenia na lot załatwione. Telewizja TVP3 asystuje przy wypuszczeniu sondy. Wieczorem, już po locie, można obejrzeć wiadomości regionalne. (Krótka relacja z wypuszczenia balonu. Audycja – piątek 29 września 2017 roku<sup>6</sup>. Produkcja TVP3 Warszawa).

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

<sup>6</sup> 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, Alchemik<sup>7</sup>

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 Goethe<sup>8</sup>

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

<sup>7</sup> <http://lubimyczytac.pl/cytat/22>.

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



Rysunek 4. Ładunek znaleziony na drzewie w Kampinosie.

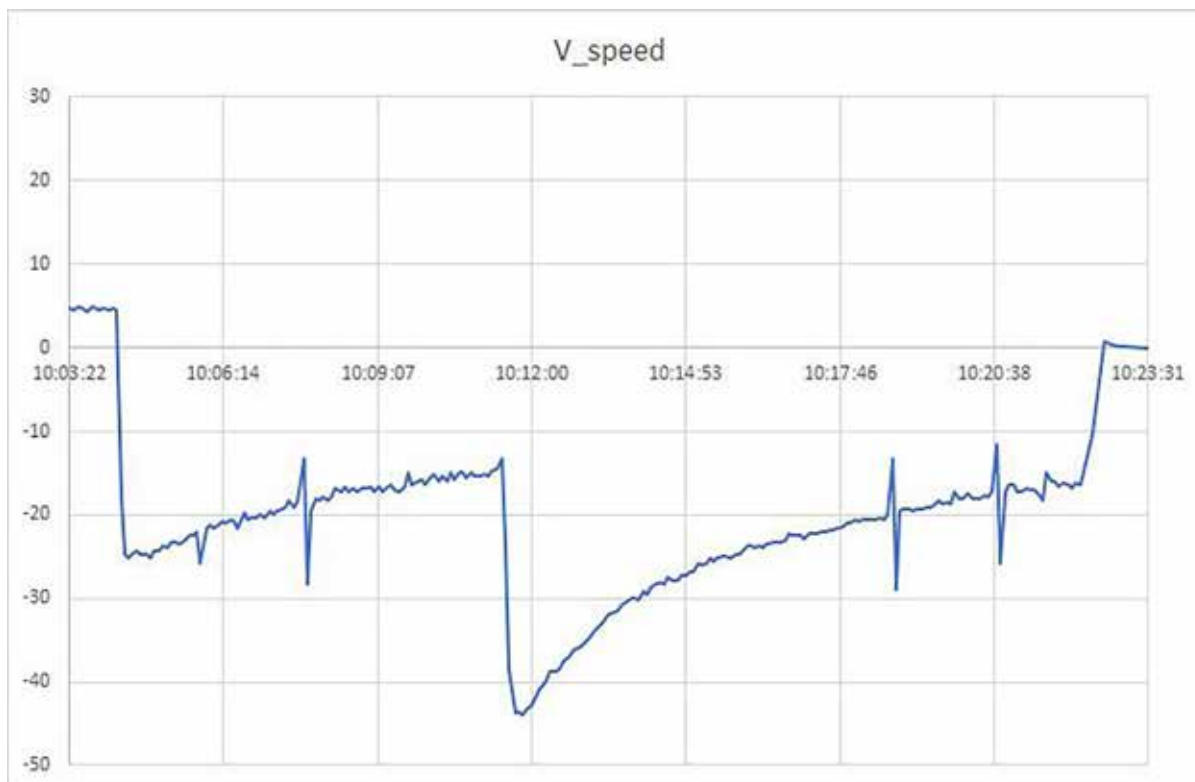
ktoś znajdzie nasz ładunek. Nikt do tej pory nie skontaktował się z nami, ale przedzieranie się przez podmokłe tereny Puszczy Kampinoskiej pozostanie w pamięci na długo. Wszyscy chyba czuli się niczym poszukiwacze skarbów.

### 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 Camus<sup>9</sup>

## 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. Dojrzałsi 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

<sup>9</sup> <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 Bach<sup>10</sup>

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.

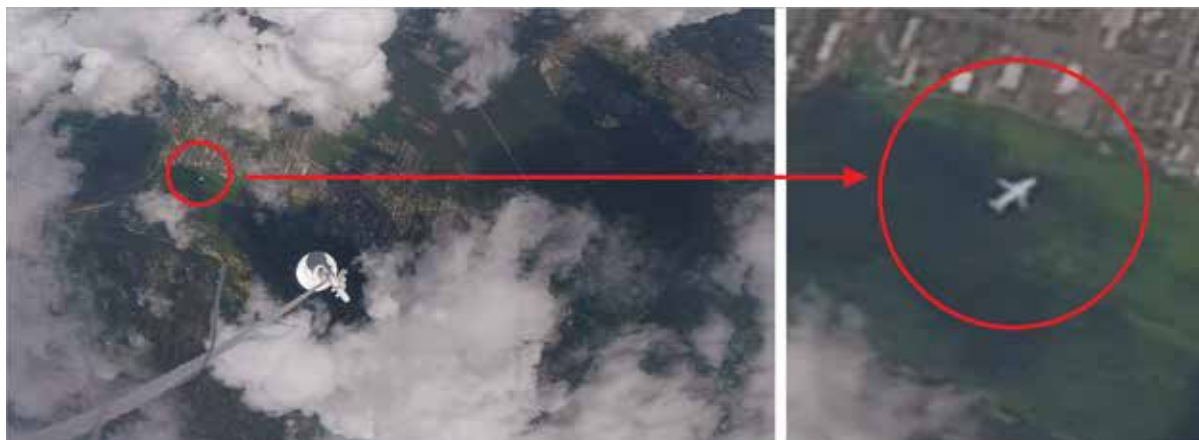
Jeszcze plakat informujący o locie – pomógł kolega z I edycji projektu. Już bez telewizji, bez szumu medialnego. Tylko kamera z piaseczyńskiego urzędu gminy<sup>11</sup>. Praca zespołu już bardziej stonowana, ale emocje ogromne, jak przy pierwszym locie. Znowu wyjazd do Legionowa. I udało się, choć tuż 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 rozłączyło. 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.

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

<sup>11</sup> <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  $-40^{\circ}\text{C}$  do  $80^{\circ}\text{C}$ . Temperatura spadła tam poniżej  $-40^{\circ}\text{C}$ .

Na nagraniu z lecącej balonem kamery widać i słychać przelatujące pod balonem samoloty. W pewnym momencie na chmurze widać cień balonu – zjawisko zwane widmem Brockenu<sup>12</sup>.



Rysunek 7. Zjawisko Brockenu.



Rysunek 8. Wykres wysokości z drugiego lotu.

<sup>12</sup> 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 tęczęową obwódką zwaną glorią, [https://pl.wikipedia.org/wiki/Widmo\\_Brockenu](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 Komorowie<sup>13</sup></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.

<sup>13</sup> <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 France<sup>14</sup>

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.

<sup>14</sup> <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*<sup>15</sup>

**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”.

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