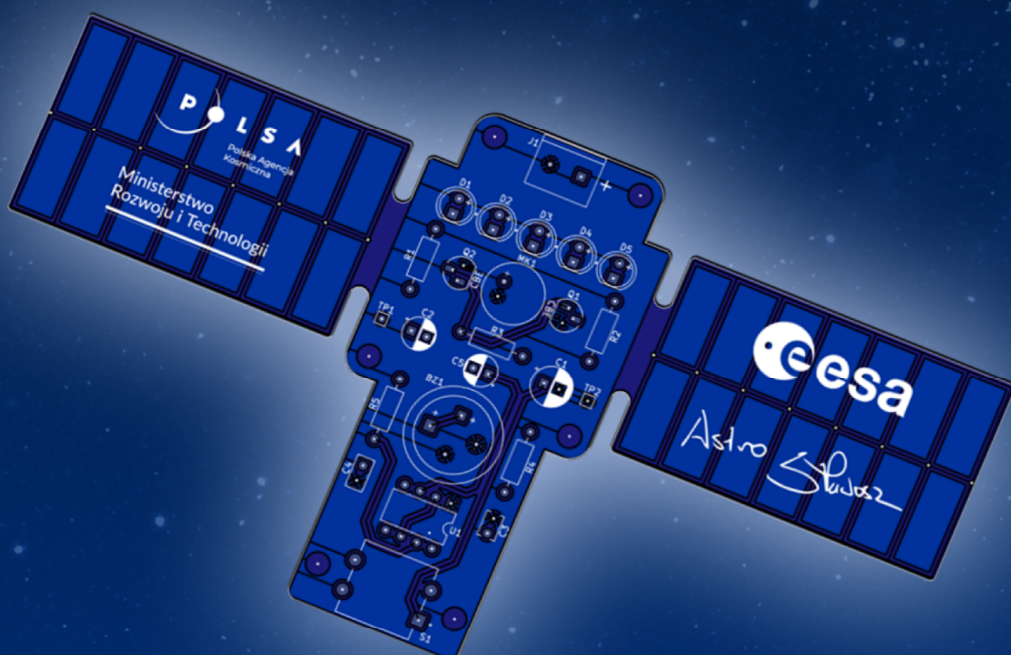


Klucz do Kosmosu

Raport z realizacji projektu



Tytuł publikacji:

„Klucz do Kosmosu. Raport z realizacji projektu”

Wydawca:

Polska Agencja Kosmiczna
ul. Trzy Lipy 3, 80-172 Gdańsk
www.polsa.gov.pl
e-mail: sekretariat@polsa.gov.pl

Opracowanie merytoryczne:

Departament Edukacji, Polska Agencja Kosmiczna

Redakcja:

Anna Bukiewicz-Szul, Monika Stachoń

Projekt graficzny okładki:

Oliwia Łysień

Nota edytorska:

Niniejszy dokument przedstawia przebieg realizacji projektu edukacyjnego „Klucz do Kosmosu”, prowadzonego przez Polską Agencję Kosmiczną w ramach działań edukacyjnych związanych z polską misją IGNIS. Opracowanie ma charakter sprawozdawczo-analityczny i zostało przygotowane na podstawie dokumentacji projektowej, danych dotyczących naboru i dystrybucji zestawów edukacyjnych, informacji przekazywanych przez wykonawców i partnerów projektu, raportów przesyłanych przez uczestniczące placówki, danych dotyczących działań komunikacyjnych i szkoleniowych oraz informacji zgromadzonych przez Polską Agencję Kosmiczną w trakcie realizacji projektu.

Informacje, opinie i oceny pochodzące z raportów uczestników projektu mają charakter jakościowy i odnoszą się wyłącznie do doświadczeń placówek, które wzięły udział w przedsięwzięciu. Nie stanowią wyników reprezentatywnego badania i nie mogą być uogólniane na ogół szkół i placówek edukacyjnych w Polsce ani traktowane jako podstawa do formułowania wniosków o całej populacji.

Sugerowany sposób cytowania:

Polska Agencja Kosmiczna, *Klucz do Kosmosu. Raport z realizacji projektu*, Gdańsk/Warszawa 2026.

© Copyright by Polska Agencja Kosmiczna, Gdańsk/Warszawa 2026

Przedruk i kopiowanie materiałów dozwolone wyłącznie z podaniem źródła.

DOI: 10.5281/zenodo.21904006

Zestaw edukacyjny dla szkół został zaprojektowany w celu nauki podstaw elektroniki, lutowania i alfabetu Morse'a. Jest on elementem projektu „Zostań kosmicznym inżynierem”, realizowanego w ramach ogólnopolskiego programu edukacyjnego dla misji IGNIS przez:

Spis treści

Streszczenie	5
Wprowadzenie.....	6
OPIS PROJEKTU	8
Założenia projektu.....	9
Cele projektu	10
Komponenty projektu	11
Komponent kosmiczny.....	11
Komponent edukacyjny	12
Podział odpowiedzialności i koszty projektu	17
ETAPY REALIZACJI.....	19
Etap wstępny - planistyczny i przygotowawczy	20
Komponent kosmiczny.....	20
Komponent edukacyjny	21
Etap zasadniczy.....	22
Komponent kosmiczny.....	22
Komponent edukacyjny	25
ZASIĘG PROJEKTU I SKALA UDZIAŁU PLACÓWEK	28
DZIAŁANIA DODATKOWE.....	34
Szkolenia dla nauczycieli.....	35
Działania informacyjne i promocyjne	37
WNIOSKI	39
Wartość edukacyjna oparta na praktycznym charakterze działań.....	40
Odpowiednie dostosowanie konstrukcji zestawu i materiałów edukacyjnych	42
Możliwość dalszego wykorzystania projektu	43
Ogólnopolska skala projektu	44
Elastyczne dostosowanie do zmieniających się uwarunkowań	45
Nauczyciel jako kluczowe ogniwo realizacji projektu	46

Ocena projektu i potencjał dalszego rozwoju.....	47
Wnioski dotyczące modelu wdrażania ogólnopolskich projektów edukacyjnych...	48
Spis tabel i rysunków	52
Lista załączników	53

Streszczenie

„Klucz do Kosmosu” był ogólnopolskim projektem zrealizowanym przez Polską Agencję Kosmiczną w ramach programu edukacyjnego misji IGNIS. Jego celem było rozwijanie kompetencji STEM wśród uczniów poprzez praktyczną naukę lutowania, podstaw elektroniki oraz użycia alfabetu Morse'a, przy wykorzystaniu potencjału tematyki kosmicznej oraz polskiej misji IGNIS. Projekt realizowano od IV kwartału 2023 r. do końca II kwartału 2026 r.

W ramach projektu wyprodukowano 100 000 kompletów urządzeń edukacyjnych, opracowano kompleksowe materiały dydaktyczne, z udziałem Sławosza Uznańskiego-Wiśniewskiego, dokumentację techniczną oraz materiały wspierające nauczycieli w prowadzeniu zajęć. Zestawy przekazano nieodpłatnie do blisko 6000 szkół i innych placówek edukacyjnych w całej Polsce, umożliwiając przeprowadzenie praktycznych zajęć z zakresu elektroniki i edukacji kosmicznej.

Integralną część przedsięwzięcia stanowił również komponent kosmiczny – specjalnie przygotowana wersja urządzenia została wykorzystana przez polskiego astronautę na pokładzie Międzynarodowej Stacji Kosmicznej (ISS) podczas misji IGNIS.

Istotnym elementem projektu było stworzenie uczniom możliwości aktywnego udziału w działaniach bezpośrednio powiązanych z polską misją IGNIS. Uczniowie nie ograniczali się do poznawania przebiegu misji, lecz samodzielnie montowali urządzenie odpowiadające funkcjonalnie egzemplarzowi wykorzystywanemu przez Sławosza Uznańskiego-Wiśniewskiego na ISS. Postugiwali się również alfabetem Morse'a i nadawali komunikat „IGNIS”, analogicznie do działania realizowanego podczas misji.

Przyjęta formuła pozwoliła połączyć edukację kosmiczną z praktycznym wykonywaniem zadań technicznych. Tematyka misji stanowiła kontekst dla nauki podstaw elektroniki i lutowania oraz umożliwiała pokazanie praktycznych zastosowań wiedzy zdobywanej w ramach różnych przedmiotów szkolnych. Dzięki temu projekt wykraczał poza przekazywanie informacji o misji kosmicznej i angażował uczestników w samodzielne wykonanie konkretnego zadania inżynierskiego.

Doświadczenia zdobyte podczas realizacji projektu „Klucz do Kosmosu” wskazały na potencjał edukacji kosmicznej jako narzędzia wspierającego rozwijanie kompetencji technicznych i inżynierskich, a także pozwoliły zidentyfikować rozwiązania i obszary wymagające uwzględnienia przy projektowaniu kolejnych przedsięwzięć edukacyjnych Polskiej Agencji Kosmicznej.

Wprowadzenie

Europejskie programy edukacji kosmicznej realizowane przez ESA i sieć ESERO, podobnie jak inicjatywy edukacyjne NASA, od wielu lat skutecznie rozwijają zainteresowanie uczniów naukami ścisłymi poprzez konkursy czy wyzwania projektowe. Przykładami takich działań są m.in. Astro Pi, umożliwiające tworzenie programów uruchamianych na pokładzie Międzynarodowej Stacji Kosmicznej¹, CanSat, w ramach którego uczniowie projektują i budują minisondy kosmiczne² oraz Moon Camp, poświęcony tworzeniu koncepcji baz księżycowych³. Z kolei NASA od wielu lat realizuje programy edukacyjne, takie jak NASA TechRise Student Challenge⁴ czy Dream with Us Design Challenge⁵, wykorzystujące tematykę eksploracji kosmosu do rozwijania kompetencji STEM.

Projekt „Klucz do Kosmosu” wpisując się w ten model edukacji, łącząc tematykę kosmiczną z praktycznym rozwijaniem kompetencji technicznych poprzez samodzielny montaż urządzenia elektronicznego. Jego szczególnym elementem było bezpośrednie powiązanie działań prowadzonych w szkołach z polską misją IGNIS. Urządzenie przeznaczone dla uczniów zostało opracowane na podstawie tej samej koncepcji funkcjonalnej, co egzemplarz wykorzystany przez polskiego astronautę na Międzynarodowej Stacji Kosmicznej.

¹ Astro Pi – program edukacyjny ESA realizowany we współpracy z Raspberry Pi Foundation, umożliwiający uczniom tworzenie programów komputerowych uruchamianych następnie na komputerach Raspberry Pi znajdujących się na pokładzie Międzynarodowej Stacji Kosmicznej. W zależności od wybranej ścieżki uczestnicy przygotowują proste programy lub realizują zadania wykorzystujące dane z sensorów i kamer znajdujących się na ISS. Więcej na oficjalnej stronie programu: <https://astro-pi.org/> oraz na stronie ESA: <https://www.esa.int/Education/AstroPi>

² CanSat – program edukacyjny ESA realizowany we współpracy z siecią ESERO, w ramach którego zespoły uczniów projektują, budują i testują minisatelity mieszczące się w objętości puszki po napoju. Uczestnicy przechodzą przez kolejne etapy odpowiadające realizacji projektu kosmicznego – od określenia celu misji i integracji komponentów, przez testy i start, po analizę pozyskanych danych – rozwijając przy tym praktyczne kompetencje z zakresu elektroniki, programowania, fizyki i inżynierii. Więcej na stronie ESA: <https://www.esa.int/Education/CanSat>

³ Moon Camp – program edukacyjny ESA realizowany we współpracy z siecią ESERO i Airbus Foundation, w ramach którego uczniowie projektują habitat przeznaczony do przyszłej eksploracji Księżyca lub innych obiektów Układu Słonecznego. Przygotowując projekt, uczestnicy analizują wyzwania związane z funkcjonowaniem człowieka poza Ziemią, m.in. zapewnieniem energii, wody i żywności oraz ochroną astronautów przed warunkami środowiska kosmicznego. Program wykorzystuje tematykę eksploracji kosmosu do rozwijania kompetencji STEM poprzez praktyczne projektowanie i rozwiązywanie problemów. Więcej na stronie ESA: https://www.esa.int/Education/Moon_Camp/Moon_Camp_2025-2026_Inspire_your_students_to_design_a_habitat_in_space

⁴ NASA TechRise Student Challenge – program edukacyjny NASA, w ramach którego zespoły uczniów szkół średnich i niższych klas szkół ponadpodstawowych projektują eksperymenty naukowe lub technologiczne przeznaczone do przeprowadzenia podczas lotów suborbitalnych, m.in. z wykorzystaniem rakiet i balonów wysokościowych. Wybrane zespoły budują następnie zaprojektowane urządzenia i przygotowują je do rzeczywistego testu w locie, zdobywając praktyczne doświadczenie z zakresu inżynierii, elektroniki, programowania oraz realizacji eksperymentów. Więcej na stronie programu <https://futureengineers.org/> oraz na stronie NASA: <https://www.nasa.gov/stmd-flight-opportunities/access-flight-tests/techrise/>

⁵ NASA Dream with Us Design Challenge – program edukacyjny NASA Aeronautics, w ramach którego zespoły uczniów opracowują rozwiązania rzeczywistych problemów związanych z przyszłością lotnictwa. Uczestnicy wykorzystują proces projektowania inżynierskiego do tworzenia własnych koncepcji technologicznych, rozwijając przy tym kompetencje STEM, umiejętność rozwiązywania problemów oraz pracy zespołowej. Tematyka wyzwania jest zmieniana w kolejnych edycjach. Więcej na stronie <https://www.nasa.gov/dream-with-us/>

Istotnym założeniem projektu była również jego skala. Wyprodukowano 100 000 kompletów urządzeń przeznaczonych do samodzielnego montażu i nieodpłatnego wykorzystania przez szkoły oraz inne placówki edukacyjne w całej Polsce. Zestawom towarzyszyły materiały dydaktyczne i instruktażowe mające umożliwić nauczycielom przygotowanie i przeprowadzenie praktycznych zajęć z zakresu elektroniki, lutowania oraz wykorzystania alfabetu Morse'a.

Realizacja projektu obejmowała okres blisko trzech lat – od prac koncepcyjnych rozpoczętych w IV kwartale 2023 r., poprzez projektowanie i kwalifikację urządzenia przeznaczonego na ISS, przygotowanie wersji edukacyjnej, produkcję zestawów i materiałów dydaktycznych, działania związane z misją IGNIS, aż po ogólnopolską dystrybucję zestawów oraz działania wspierające szkoły i nauczycieli. Dystrybucję do placówek zakończono w czerwcu 2026 r.

Skala przedsięwzięcia oraz jego wieloetapowy charakter pozwoliły zgromadzić doświadczenia dotyczące nie tylko samego wykorzystania edukacji kosmicznej w rozwijaniu kompetencji STEM, ale również organizacji ogólnopolskich projektów edukacyjnych. Dotyczyły one m.in. sposobu dotarcia do szkół, dystrybucji materiałów, przygotowania nauczycieli, dostępności infrastruktury technicznej oraz współpracy z instytucjami systemu oświaty.

Niniejszy raport przedstawia przebieg realizacji projektu „Klucz do Kosmosu”, jego skalę i zakres, a także doświadczenia wynikające z realizacji poszczególnych działań. Opracowanie służy również identyfikacji mocnych stron zastosowanego modelu, barier ujawnionych podczas jego wdrażania oraz wniosków mogących zostać wykorzystanych przy projektowaniu kolejnych przedsięwzięć edukacyjnych Polskiej Agencji Kosmicznej.



OPIS PROJEKTU

Założenia projektu

„Klucz do Kosmosu” to projekt edukacyjny realizowany w ramach misji IGNIS, którego koncepcja została opracowana w ostatnim kwartale 2023 r. Projekt łączył działania prowadzone w Polsce z elementem realizowanym na Międzynarodowej Stacji Kosmicznej (ang. *International Space Station*, ISS), tworząc wspólną formułę edukacyjną opartą na praktycznej nauce elektroniki, lutowania i podstaw komunikacji.

Projekt obejmował dwa powiązane komponenty:

- **kosmiczny:** „Klucz do Kosmosu” na ISS,
- **edukacyjny:** „Klucz do Kosmosu” dla polskich szkół i instytucji edukacyjnych.

W ramach komponentu kosmicznego przygotowano specjalną wersję urządzenia „Klucz do Kosmosu”, dostosowaną do wymagań dotyczących wykorzystania podczas załogowego lotu kosmicznego i przeznaczoną do użycia na ISS. Komponent edukacyjny zakładał natomiast wyprodukowanie 100 000 zestawów elektronicznych przeznaczonych dla szkół podstawowych, ponadpodstawowych oraz innych placówek prowadzących działalność edukacyjną. Zestawy były przeznaczone do samodzielnego montażu przez uczniów i składały się z dwóch podstawowych obwodów: klucza telegraficznego oraz sygnalizatora dźwiękowego.

Istotnym elementem projektu było powiązanie aktywności prowadzonych w szkołach z przebiegiem misji IGNIS. Podczas edukacyjnych połączeń na żywo z ISS Sławosz Uznański-Wiśniewski oraz uczniowie uczestniczący w wydarzeniach wykorzystywali przygotowane urządzenia do wspólnego nadania alfabetem Morse’a komunikatu „IGNIS”.

Projekt wpisywał się w obszar edukacji STEM (ang. *Science, Technology, Engineering, Mathematics*) i był ukierunkowany na rozwijanie praktycznych kompetencji technicznych i inżynierskich uczniów. Uczestnicy mogli zdobywać podstawowe umiejętności w zakresie lutowania, montażu i uruchamiania prostych układów elektronicznych, a także poznawać zasady ich działania oraz praktyczne zastosowanie alfabetu Morse’a. Materiały rozszerzające obejmowały również zagadnienia związane z projektowaniem i drukiem 3D.

Integralną część projektu stanowiło przygotowanie materiałów dydaktycznych i instruktażowych wspierających realizację zajęć przez szkoły.

Założeniem projektu było wykorzystanie zainteresowania polską misją na ISS, jako punktu wyjścia do prowadzenia praktycznej edukacji technicznej. Poprzez samodzielne wykonanie działającego urządzenia uczniowie mogli przejść od poznania

podstawowych zagadnień teoretycznych do ich praktycznego zastosowania, a jednocześnie zapoznać się z wybranymi zagadnieniami z zakresu elektroniki, inżynierii i technologii kosmicznych.

Cele projektu

Głównym celem projektu było rozwijanie kompetencji inżynierskich polskich uczniów oraz zwiększenie zainteresowania technologiami kosmicznymi, elektroniką i praktycznym wykorzystaniem alfabetu Morse'a.

Cele szczegółowe obejmowały:

- popularyzację edukacji prowadzonej zgodnie z założeniami STEM;
- rozwijanie kompetencji inżynierskich uczniów, w szczególności w zakresie podstaw lutowania, montażu prostych układów elektronicznych oraz projektowania i druku 3D;
- rozbudzanie zainteresowania naukami ścisłymi, elektroniką oraz technologiami kosmicznymi wśród dzieci i młodzieży;
- stworzenie szkołom możliwości realizacji praktycznych zajęć technicznych zakończonych samodzielnym wykonaniem i uruchomieniem działającego urządzenia elektronicznego;
- zapewnienie nauczycielom i szkołom wysokiej jakości materiałów edukacyjnych wspierających prowadzenie angażujących zajęć praktycznych;
- wykorzystanie wyposażenia pozyskanego przez szkoły podstawowe w ramach programu „Laboratoria Przyszłości”;
- wzmacnianie samooceny, poczucia sprawczości i wiary we własne możliwości poprzez samodzielne wykonanie urządzenia elektronicznego;
- rozwijanie kompetencji nauczycieli w obszarze edukacji technicznej, w tym wspieraniu doskonalenia zawodowego nauczycieli poprzez umożliwienie zdobycia podstawowych umiejętności lutowania;
- popularyzacja alfabetu Morse'a jako elementu historii techniki oraz praktycznego sposobu komunikacji wykorzystywanego m.in. w sytuacjach kryzysowych;
- wspieranie budowy przyszłych kadr polskiego sektora kosmicznego poprzez inspirowanie uczniów do wyboru ścieżek edukacyjnych i zawodowych związanych z naukami technicznymi oraz inżynierią.

Komponenty projektu

Komponent kosmiczny

Komponent kosmiczny projektu obejmował zaprojektowanie, wykonanie, przetestowanie i przygotowanie do lotu specjalnej wersji urządzenia „Klucz do Kosmosu”, przeznaczonej do wykorzystania na Międzynarodowej Stacji Kosmicznej.

Urządzenie złożone było z dwóch obwodów elektrycznych: klucza telegraficznego oraz sygnalizatora dźwięku. Zasilanie pochodziło z powerbanku dostarczonego przez ESA, wyposażonego w mechanizm automatycznego wyłączania po około jednej minucie bezczynności.

Przygotowano projekt techniczny urządzenia, wykonano prototypy oraz przeprowadzono proces ich testowania i kolejnych modyfikacji.

Istotnym elementem prac było dostosowanie urządzenia do wymagań związanych z wykorzystaniem podczas załogowego lotu kosmicznego. Obejmowało to zarówno dobór odpowiednich komponentów i materiałów, jak i przygotowanie wymaganej dokumentacji technicznej oraz dokumentacji na potrzeby procesu kwalifikacji prowadzonego zgodnie z wymaganiami ESA. Firma Creotech Instruments zabezpieczyła prototypy metodą *conformal coating*, polegającą na naniesieniu powłoki ochronnej na elementy urządzenia.

Oprócz tego, opracowano również specjalną osłonę spodu urządzenia, wykonaną w technologii druku 3D z wykorzystaniem filamentu ULTEM 9085.

Proces przygotowania urządzenia obejmował także działania związane z jego kwalifikacją do załogowego lotu kosmicznego. Po zakończeniu prac technicznych, testów i wymaganych procedur ukończony oraz zabezpieczony egzemplarz urządzenia został przekazany do ESA w celu dalszej obsługi logistycznej i przygotowania do transportu na Międzynarodową Stację Kosmiczną.

Komponent kosmiczny obejmował również przygotowanie sposobu wykorzystania urządzenia podczas misji IGNIS. Opracowano scenariusz jego użycia przez polskiego astronautę na ISS oraz zaplanowano wykonanie dokumentacji fotograficznej urządzenia na orbicie.

Rysunek 1. Klucz do Kosmosu - gotowe urządzenie przed wystaniem na ISS.



Źródło: materiały własne POLSA.

Tabela 1. Dane techniczne komponentu kosmicznego projektu „Klucz do Kosmosu”.

Wymiary	150 cm ³ , 10 x 15 x 1 cm
Masa	100 g
Opis techniczny	Urządzenie złożone z dwóch obwodów elektrycznych: klucza telegraficznego oraz sygnalizatora dźwięku.
Zasilanie	Powerbank ESA (USB)

Źródło: materiały własne POLSA.

Komponent edukacyjny

Na komponent edukacyjny składały się następujące elementy:

- Zestaw do lutowania
- Instrukcja
- Videotutorial
- Nakładka 3D
- Pudełko do zestawu
- Strona projektu

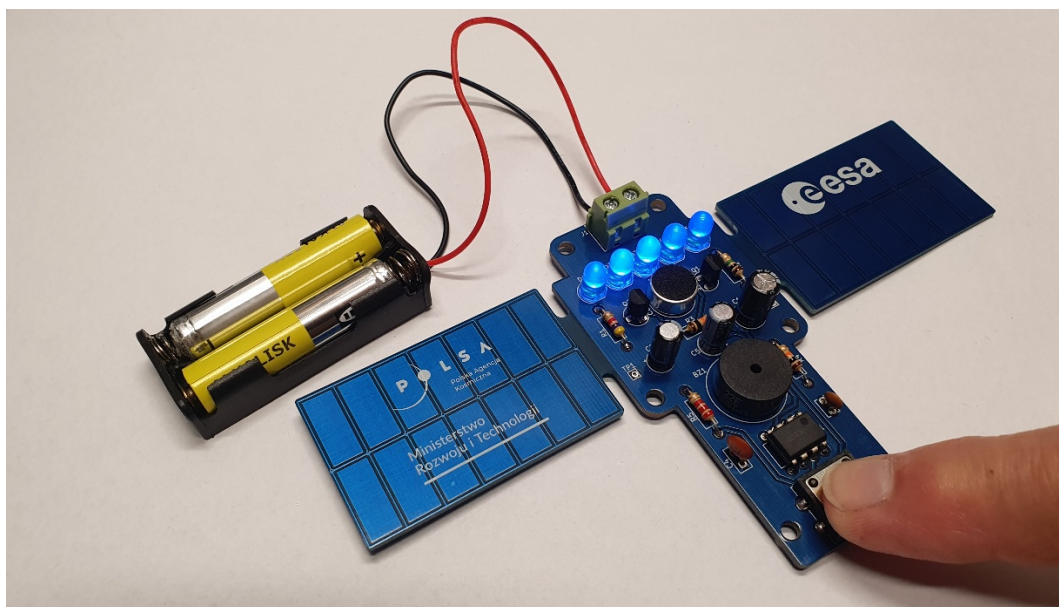
ZESTAW DO LUTOWANIA

Głównym elementem komponentu edukacyjnego projektu „Klucz do Kosmosu” był zestaw do lutowania. Został on zaprojektowany jako praktyczne narzędzie dydaktyczne umożliwiające poznanie podstaw elektroniki, lutowania oraz działania prostych układów elektronicznych. Po zmontowaniu urządzenie pełniło funkcję klucza telegraficznego i sygnalizatora dźwiękowego, pozwalając na praktyczne wykorzystanie alfabetu Morse’a.

Konstrukcja wersji szkolnej była oparta na rozwiązaniach zastosowanych w urządzeniu przygotowanym na potrzeby misji IGNIS, przy czym została dostosowana do odmiennych warunków użytkowania oraz skali planowanej produkcji. Wersja przeznaczona na ISS wymagała zastosowania komponentów i materiałów spełniających wymagania bezpieczeństwa obowiązujące w załogowych lotach kosmicznych, co wykluczało wykorzystanie niektórych standardowych elementów elektronicznych. W przypadku zestawu szkolnego dobór komponentów uwzględniał natomiast odpowiednie parametry techniczne, bezpieczeństwo użytkowania, dostępność elementów na rynku oraz możliwość ich pozyskania w liczbie niezbędnej do produkcji zestawów edukacyjnych.

Zestaw został zaprojektowany w sposób umożliwiający jego wykorzystanie zarówno podczas zajęć prowadzonych przez nauczyciela, jak i w ramach samodzielnej pracy uczniów pod odpowiednim nadzorem.

Rysunek 2. Klucz do Kosmosu - prototyp - wersja dla uczniów (bez nakładki).



Źródło: materiały własne POLSA.

Rysunek 3. Klucz do Kosmosu - prototyp - wersja dla uczniów (z nakładką).



Źródło: materiały własne POLSA.

Dokumentację techniczną szkolnej wersji „Klucza do Kosmosu” udostępniono na otwartej licencji, umożliwiając jej wykorzystanie, modyfikowanie i dalsze udostępnianie do celów niekomercyjnych⁶. Pełna dokumentacja techniczna projektu została zamieszczona w załączniku nr 1.

INSTRUKCJA

Integralną część projektu stanowiły materiały instruktażowe prowadzące użytkownika przez kolejne etapy montażu i uruchomienia urządzenia.

Materiał obejmował ilustrowane wskazówki dotyczące montażu zestawu, zasady bezpieczeństwa i higieny pracy oraz propozycje scenariuszy zajęć, w tym treści rozszerzone przeznaczone dla bardziej zaawansowanych uczniów. Instrukcję przygotowano jako materiał wspierający nauczycieli i uczniów w realizacji zajęć oraz samodzielnym montażu urządzenia.

Ostateczna wersja została opracowana w dwóch formatach: do prezentacji na tablicy lub ekranie oraz do wydruku. Dodatkowo przygotowano propozycje dalszej rozbudowy układu elektronicznego.

Instrukcja lutowania i propozycje dla nauczycieli znajdują się w załączniku nr 2, natomiast propozycje rozbudowy urządzenia zawiera załącznik nr 3.

⁶ <https://github.com/polish-space-agency/key-to-space>

VIDEOTUTORIAL

Uzupełnieniem materiałów instruktażowych był videotutorial, nakręcony na podstawie scenariusza przygotowanego przez ekspertów POLSA. W filmie dr inż. Sławosz Uznański-Wiśniewski przedstawiał kolejne etapy lutowania poszczególnych elementów układu, wraz z objaśnieniem sposobu ich prawidłowego montażu. Materiał umożliwiał uczniom samodzielne wykonanie zestawu zgodnie z przygotowaną instrukcją oraz zdobycie podstawowych umiejętności praktycznych w zakresie lutowania i montażu układów elektronicznych.

Rysunek 4. Baner zachęcający do pobrania videotutorialu ze Sławoszem Uznańskim-Wiśniewskim.



Źródło: <https://plinspace.pl/edukacja/program-edukacyjny-ignis/zostan-kosmicznym-inzynierem/klucz-do-kosmosu>

ELEMENTY DRUKU 3D

Uzupełnieniem komponentu edukacyjnego projektu było wykorzystanie technologii druku 3D. W tym celu przygotowano projekt elementów uzupełniających zestaw „Klucz do Kosmosu”, obejmujących zabezpieczenie spodniej części płytki oraz dźwignię klucza telegraficznego. Opracowano pełną dokumentację niezbędną do ich samodzielnego wykonania, w tym pliki projektowe oraz instrukcję dotyczącą konfiguracji drukarki i parametrów wydruku.

Rysunek 5. Nakładka 3D oraz zmontowany „Klucz do Kosmosu” w wersji szkolnej.



Źródło: materiały własne POLSA.

Materiały udostępniono szkołom, które mogły pobrać projekt i samodzielnie wydrukować wskazane elementy z wykorzystaniem posiadanych drukarek 3D, w tym urządzeń pozyskanych w ramach innych programów rządowych. Rozwiązanie to rozszerzało podstawową pracę z zestawem elektronicznym o praktyczne wykorzystanie technologii druku 3D i pozwalało na połączenie montażu układu elektronicznego z samodzielnym wykonaniem jego elementów mechanicznych.

PUDEŁKO WRAZ Z PAKIETEM INFORMACYJNYM

Ostatni element projektu stanowiło opakowanie zestawu, w tym jego oprawa graficzna, zaprojektowane przez ekspertów POLSA w uzgodnieniu z Ministerstwem Rozwoju i Technologii oraz Europejską Agencją Kosmiczną. Przygotowano również dwustronicową wkładkę informacyjną w formacie A4, zawierającą opis zawartości zestawu, podstawowe zasady bezpieczeństwa oraz kod QR odsyłający do strony internetowej projektu.

Każdy pakiet edukacyjny obejmował:

- 5 płytek PCB w kształcie satelity;
- 5 zestawów po 25 elementów elektronicznych przeznaczonych do przylutowania;

- komplet dystansów i śrub nylonowych;
- wkładkę informacyjną dotyczącą projektu.

Rysunek 6. Pudełko i zawartość zestawu szkolnego „Klucz do Kosmosu”.



Źródło: materiały własne POLSA.

Projekt opakowania oraz wkładki informacyjnej przedstawiono odpowiednio w załącznikach nr 4 i 5.

STRONA PROJEKTU

Na potrzeby realizacji „Klucza do Kosmosu”, na stronie misji IGNIS, w części związanej z edukacją stworzono podstronę dedykowaną projektowi⁷. Można na niej znaleźć wszystkie informacje dotyczące projektu, a także pobrać materiały instruktażowe. Strona jest częścią działania „Zostań kosmicznym inżynierem”, w ramach którego przewidziano także inne aktywności.

Podział odpowiedzialności i koszty projektu

Model finansowania projektu „Klucz do Kosmosu” wynikał z podziału zadań pomiędzy Ministerstwo Rozwoju i Technologii, Europejską Agencję Kosmiczną oraz Polską Agencję Kosmiczną, określonego w Addendum do umowy dotyczącej organizacji misji IGNIS oraz w *Joint Education Plan (JEP)*, opracowanym przez POLSA i ESA.

Na podstawie Addendum ESA odpowiadała za sfinansowanie produkcji 100 000 kompletów urządzenia „Klucz do Kosmosu”, odpowiadających 20 000 zestawom edukacyjnym, z których każdy zawierał pięć kompletów urządzenia. Polska Agencja

⁷ <https://plinspace.pl/edukacja/program-edukacyjny-ignis/zostan-kosmicznym-inzynierem/klucz-do-kosmosu>

Kosmiczna odpowiadała natomiast za przygotowanie projektu do etapu umożliwiającego rozpoczęcie produkcji oraz za wsparcie procesu kontaktu z potencjalnymi wykonawcami z Polski.

Zgodnie z przyjętym podziałem zadań POLSA odpowiadała również merytorycznie i finansowo za opracowanie projektu urządzenia – zarówno w wersji przeznaczonej do wykorzystania na ISS, jak i w wersji edukacyjnej – organizację dostaw zestawów do odbiorców, przygotowanie materiałów edukacyjnych oraz działania informacyjne i promocyjne związane z realizacją projektu.

Koszty poniesione przez POLSA obejmowały:

- przygotowanie projektu urządzenia w wersji kosmicznej i edukacyjnej – 68 450,00 zł;
- płatne działania promocyjne i informacyjne – 9 999,00 zł;
- dostawę zestawów edukacyjnych do odbiorców – 79 483,53 zł.

Materiały edukacyjne i instruktażowe zostały przygotowane w ramach pracy własnej pracowników Polskiej Agencji Kosmicznej i nie generowały odrębnych kosztów zewnętrznych.

Koszt produkcji 100 000 kompletów urządzeń był finansowany przez ESA zgodnie z Addendum i w związku z tym nie stanowił kosztu ponoszonego bezpośrednio przez POLSA.



ETAPY REALIZACJI

Etap wstępny - planistyczny i przygotowawczy

Na początku 2024 r. rozpoczęto prace projektowe zarówno nad komponentem kosmicznym, jak i edukacyjnym, które trwały do października 2024 r. Przygotowano koncepcję, a także rozpoczęto prace nad przygotowaniem projektu urządzenia przeznaczonego do lotu na Międzynarodową Stację Kosmiczną (ISS) oraz do wersji edukacyjnej do polskich szkół. Opracowano pełną dokumentację techniczną, dokumentację wymaganą w procesie kwalifikacji urządzenia do lotu zgodnie z procedurami ESA (ESA ISS Safety & Engineering), a także wykonano prototypy urządzenia. W ramach działań przygotowawczych opracowano także regulamin zamawiania zestawów edukacyjnych przez placówki oraz dystrybucji materiałów do szkół i organizacji pozarządowych.

Komponent kosmiczny

Prace nad przygotowaniem komponentu kosmicznego rozpoczęto w pierwszym kwartale 2024 r. W ramach realizacji projektu wyłoniono wykonawcę odpowiedzialnego za opracowanie dwóch wariantów urządzenia – przeznaczonego dla szkół oraz do wykorzystania na Międzynarodowej Stacji Kosmicznej. Zakres prac obejmował przygotowanie projektów technicznych, wykonanie co najmniej trzech prototypów urządzenia, opracowanie dokumentacji wymaganej przez Europejską Agencję Kosmiczną (ESA), przeprowadzenie wymaganych testów oraz uzyskanie kwalifikacji urządzenia do załogowego lotu kosmicznego.

Pierwsze prototypy urządzenia przeznaczonego na ISS powstały w kwietniu 2024 r. Następnie, do września 2024 r. prowadzono testy urządzenia, a na podstawie ich wyników wprowadzano niezbędne modyfikacje konstrukcyjne i techniczne. Równolegle opracowywano dokumentację techniczną wymaganą w procesie kwalifikacji urządzenia.

W czerwcu 2024 r. przygotowano ostateczne prototypy urządzenia przeznaczonego na ISS. W tym samym miesiącu, przy wsparciu firmy Creotech Instruments, trzy prototypy zostały zabezpieczone metodą *conformal coating*, polegającą na naniesieniu powłoki ochronnej na elementy urządzenia.

W ramach tego etapu przygotowano także dokumentację techniczną oraz przeprowadzono działania niezbędne do uzyskania kwalifikacji urządzenia do załogowego lotu kosmicznego.

W październiku 2024 r. ukończony i odpowiednio zabezpieczony egzemplarz urządzenia przeznaczonego na ISS został przekazany do ESA w celu dalszej obsługi logistycznej związanej z jego transportem na Międzynarodową Stację Kosmiczną.

Oprócz działań technicznych, przygotowano ponadto scenariusz użycia urządzenia przez polskiego astronautę na orbicie Ziemi, a także zaplanowano wykonanie zdjęć urządzenia na ISS.

Komponent edukacyjny

Równolegle do projektu urządzenia z przeznaczeniem do lotu kosmicznego, trwały prace nad przygotowaniem projektu urządzenia w wersji dla szkół.

Przed ostatecznym odbiorem projektu Polska Agencja Kosmiczna otrzymała partię próbną obejmującą 100 gotowych zestawów edukacyjnych. Losowo wybrane egzemplarze zostały poddane niezależnej weryfikacji przez ekspertów POLSA oraz ESA. Pozytywne wyniki przeprowadzonych sprawdzeń pozwoliły na zatwierdzenie zastosowanych rozwiązań i kontynuowanie prac nad produkcją docelowej liczby zestawów.

Zestawy wyprodukowane w ramach partii próbnej zostały wykorzystane podczas pierwszej odsłony działań edukacyjnych. Część z nich przekazano przed zakończeniem roku szkolnego 2024/2025 do wybranych szkół, które zadeklarowały możliwość przeprowadzenia zajęć w krótkim terminie.

Kończącą wersję projektu, wraz z dokumentacją techniczną opracowaną po przeprowadzeniu wymaganych testów i wprowadzeniu wynikających z nich modyfikacji, POLSA odebrała od wykonawcy w październiku 2024 r.

Dokumentacja techniczna projektu urządzenia w wersji szkolnej została oddana dla chętnych na licencji otwartej. Dozwolone jest używanie, modyfikacja oraz udostępnianie dla celów niekomercyjnych⁸. Pełna dokumentacja projektu technicznego „Klucza do Kosmosu” znajduje się w załączniku nr 1.

W tym czasie prowadzono również prace nad zaprojektowaniem i wykonaniem osłony urządzenia w technologii druku 3D.

Równocześnie, w marcu 2024 r., POLSA opracowała wstępną wersję instrukcji lutowania zestawów edukacyjnych, która następnie została uzupełniona przez wykonawcę. Po zakończeniu prac nad docelową wersją urządzenia instrukcję zaktualizowano i w listopadzie 2024 r. przyjęto jej ostateczną wersję.

⁸ <https://github.com/polish-space-agency/key-to-space>

W tym samym czasie, na podstawie opracowanego przez POLSA scenariusza lutowania oraz instrukcji montażu, nagrano materiał filmowy z udziałem Sławosza Uznańskiego-Wiśniewskiego. Film został przygotowany jako uzupełniające narzędzie edukacyjne wspierające uczniów i nauczycieli w prawidłowym montażu zestawów.

Końcową wersję materiału udostępniono wraz z rozpoczęciem dystrybucji pierwszych zestawów edukacyjnych do szkół.

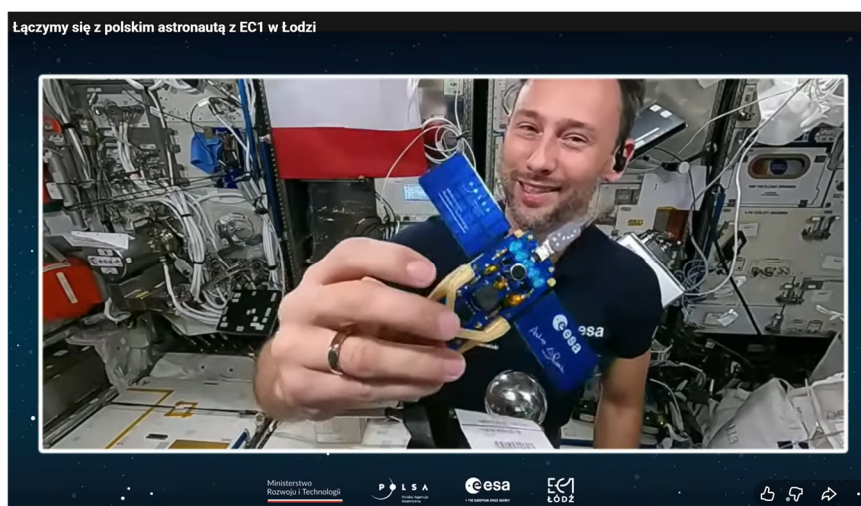
Etap zasadniczy

Komponent kosmiczny

W ramach misji IGNIS na Międzynarodową Stację Kosmiczną przetransportowano również sprzęt edukacyjny, w tym urządzenie „Klucz do Kosmosu”. Start misji, po kilku zmianach terminu, odbył się ostatecznie 25 czerwca 2025 r.

Wykorzystanie urządzenia na ISS zaplanowano w ramach trzech aktywności: dwóch edukacyjnych połączeń na żywo z polskimi uczniami oraz sesji fotograficznej w module Cupola. Wszystkie zaplanowane działania zostały zrealizowane, a urządzenie funkcjonowało prawidłowo podczas jego wykorzystania na orbicie.

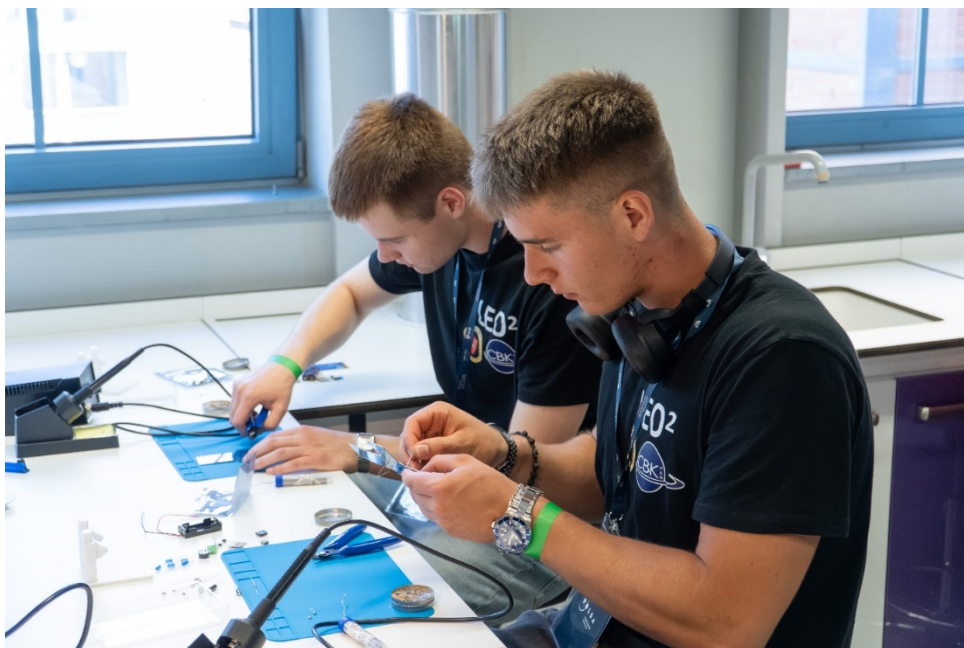
Rysunek 7. Kadr z nagrania połączenia edukacyjnego z polskim astronautą na żywo z użyciem "Klucza do Kosmosu".



Źródło: materiały własne POLSA.

Podczas wydarzeń towarzyszących edukacyjnym połączeniom z Międzynarodową Stacją Kosmiczną zorganizowano zajęcia obejmujące m.in. lutowanie zestawów „Klucz do Kosmosu”. W Łodzi, w dniu 2 lipca 2025 r. oraz w Warszawie, 8 lipca 2025 r., uczestnicy spotkań mogli wykorzystać przygotowane urządzenia podczas połączenia na żywo ze Sławoszem Uznańskim-Wiśniewskim przebywającym na ISS.

Rysunek 8. Zajęcia z lutowania podczas wydarzenia w Łodzi 2 lipca 2025 r.



Źródło: materiały własne POLSA.

Rysunek 9. Warsztaty z lutowania podczas wydarzenia w Warszawie 8 lipca 2025 r.



Źródło: materiały własne POLSA.

Podczas połączeń edukacyjnych Sławosz Uznański-Wiśniewski zaprezentował urządzenie oraz nadał przy jego użyciu alfabetem Morse'a komunikat „IGNIS”. Elementem prezentacji było również zachęcenie uczniów do udziału w projekcie i korzystania z przygotowanych zestawów edukacyjnych.

Oprócz połączeń edukacyjnych na ISS wykonane zostały także cztery zdjęcia z użyciem urządzenia. Dwa z nich z astronautą, dwa bez astronauty.

Rysunek 10. Sławosz Uznański-Wiśniewski trzymający Klucz do Kosmosu w module Cupola podczas misji IGNIS.



Źródło: ESA.

Rysunek 11. Klucz do Kosmosu w module Cupola (ISS).



Źródło: ESA.

Komponent edukacyjny

Realizacja części właściwej projektu edukacyjnego „Klucz do Kosmosu” rozpoczęła się wraz z oddokowaniem kapsuły Dragon z Polakiem na pokładzie i powrotem załogi na Ziemię, tj. 15 lipca 2025 r.

Na dedykowanej projektowi⁹ podstronie strony internetowej misji IGNIS¹⁰ opublikowana została informacja o możliwości zgłaszania szkół do projektu. Umieszczono tam również opracowany formularz rejestracyjny, regulamin określający zasady udziału w projekcie oraz wnioskowania o zestawy edukacyjne, a także wzór raportu z realizacji działań. Zamieszczono również komplet materiałów edukacyjnych związanych z projektem. Równolegle przygotowano materiały informacyjne, promocyjne i prasowe wspierające komunikację „Klucza do Kosmosu”.

Ze względu na przewidywaną skalę zainteresowania określono limity liczby zestawów, o które mogły wnioskować poszczególne placówki, tak aby umożliwić ich dystrybucję do możliwie szerokiego grona odbiorców.

W drodze postępowania przetargowego wyłoniono wykonawcę odpowiedzialnego za dystrybucję zestawów do szkół i innych uprawnionych placówek.

Nabór szkół i innych instytucji edukacyjnych do projektu rozpoczął się 15 lipca 2025 r. Proces zgłaszania udziału w projekcie oraz dystrybucji zestawów prowadzono zgodnie z Regulaminem projektu, stanowiącym załącznik nr 6. Każde zgłoszenie było weryfikowane przez pracownika POLSA, który na podstawie przyjętych kryteriów określał liczbę zestawów przyznanych danej placówce. Zestawienie zatwierdzonych zgłoszeń przekazywano następnie wykonawcy odpowiedzialnemu za przygotowanie i wysyłkę zestawów do wskazanych odbiorców.

W pierwszej kolejności zestawy kierowano do szkół, a następnie do innych placówek prowadzących działalność edukacyjną. Pierwsze przesyłki nadano w październiku 2025 r. Zgodnie z warunkami umowy pojedyncza przesyłka zawierała od jednego do pięciu zestawów edukacyjnych, przy czym każdy zestaw obejmował pięć kompletów urządzenia przeznaczonych do samodzielnego montażu. Oznaczało to, że do jednej placówki mogło zostać przekazanych od 5 do 25 kompletów urządzeń.

Zakres zadań placówek uczestniczących w projekcie został określony w sposób umożliwiający samodzielne przeprowadzenie działań edukacyjnych na podstawie przygotowanych materiałów. Placówka była zobowiązana do wyznaczenia

⁹ <https://plinspace.pl/edukacja/program-edukacyjny-ignis/zostan-kosmicznym-inzynierem/klucz-do-kosmosu>

¹⁰ <https://plinspace.pl/>

koordynatora projektu, złożenia zgłoszenia o przyznanie nieodpłatnych zestawów oraz zapoznania się z udostępnionymi materiałami dydaktycznymi i instruktażowymi.

Po otrzymaniu zestawów placówka przygotowywała zajęcia, w tym niezbędne zaplecze techniczne i stanowiska do lutowania zgodne z zasadami bezpieczeństwa i higieny pracy, a także określała zakres tematyczny, sposób oraz harmonogram realizacji zajęć. Zajęcia prowadzono z wykorzystaniem materiałów przygotowanych w ramach projektu, w szczególności instrukcji montażu oraz materiału filmowego prezentującego kolejne etapy lutowania. Ich praktycznym rezultatem było samodzielne zmontowanie przez uczestników urządzeń „Klucz do Kosmosu”.

Po zakończeniu działań placówki przygotowywały relację z realizacji projektu i publikowały ją, w zależności od posiadanych kanałów komunikacji, na stronie internetowej lub w mediach społecznościowych. W publikacjach wykorzystywano wskazane oznaczenia projektu, m.in. „KluczDoKosmosu” i „IGNIS”, umożliwiające identyfikację materiałów dotyczących realizowanych działań. Ostatnim etapem udziału placówki było przygotowanie, podpisanie i przekazanie do POLSA raportu z realizacji projektu.

W ramach realizacji projektu POLSA otrzymała kilka tysięcy raportów przekazanych przez uczestniczące placówki. Proces raportowania nie został jeszcze całkowicie zakończony – część placówek będzie kontynuowała działania w roku szkolnym 2026/2027 i przekaże raporty po ich zakończeniu.

Równolegle z dystrybucją zestawów POLSA prowadziła działania informacyjne i komunikacyjne skierowane do nauczycieli, szkół, rodziców oraz innych instytucji prowadzących działalność edukacyjną. Wykorzystywano różne kanały dotarcia do potencjalnych uczestników projektu. W toku realizacji zidentyfikowano m.in. ograniczoną skuteczność komunikacji kierowanej za pośrednictwem ogólnych adresów kontaktowych i sekretariatów szkół, co uzasadniało poszukiwanie dodatkowych sposobów bezpośredniego dotarcia do placówek.

W grudniu 2025 r. POLSA zwróciła się w związku z tym do urzędów gmin i miast z prośbą o przekazanie informacji o projekcie podległym placówkom oświatowym oraz zebranie informacji o szkołach zainteresowanych udziałem. Działanie to pozwoliło rozszerzyć bazę placówek, do których następnie kierowano zestawy edukacyjne.

W całym okresie realizacji projektu do POLSA wpływały również zgłoszenia dotyczące możliwości otrzymania dodatkowych zestawów. Wynikały one m.in. z zainteresowania placówek objęciem zajęciami większej liczby uczniów.

W odpowiedzi na zgłaszane zapotrzebowanie w maju 2026 r. dotychczasowi uczestnicy projektu zostali poinformowani o możliwości ponownego złożenia zamówienia. Z możliwości tej skorzystała część placówek, zamawiając dodatkowe zestawy do wykorzystania podczas kolejnych zajęć.

Dystrybucja zestawów była prowadzona od października 2025 r. do 15 czerwca 2026 r. W tym okresie do niemal 6000 placówek przekazano ponad 19 000 zestawów edukacyjnych, obejmujących łącznie ponad 95 000 kompletów urządzenia „Klucz do Kosmosu” przeznaczonych do samodzielnego montażu przez uczniów.

Przez cały okres realizacji projektu POLSA zapewniała uczestniczącym placówkom nieodpłatne wsparcie informacyjne i doradcze dotyczące organizacji zajęć, wykorzystania materiałów edukacyjnych oraz realizacji pozostałych działań przewidzianych w projekcie.

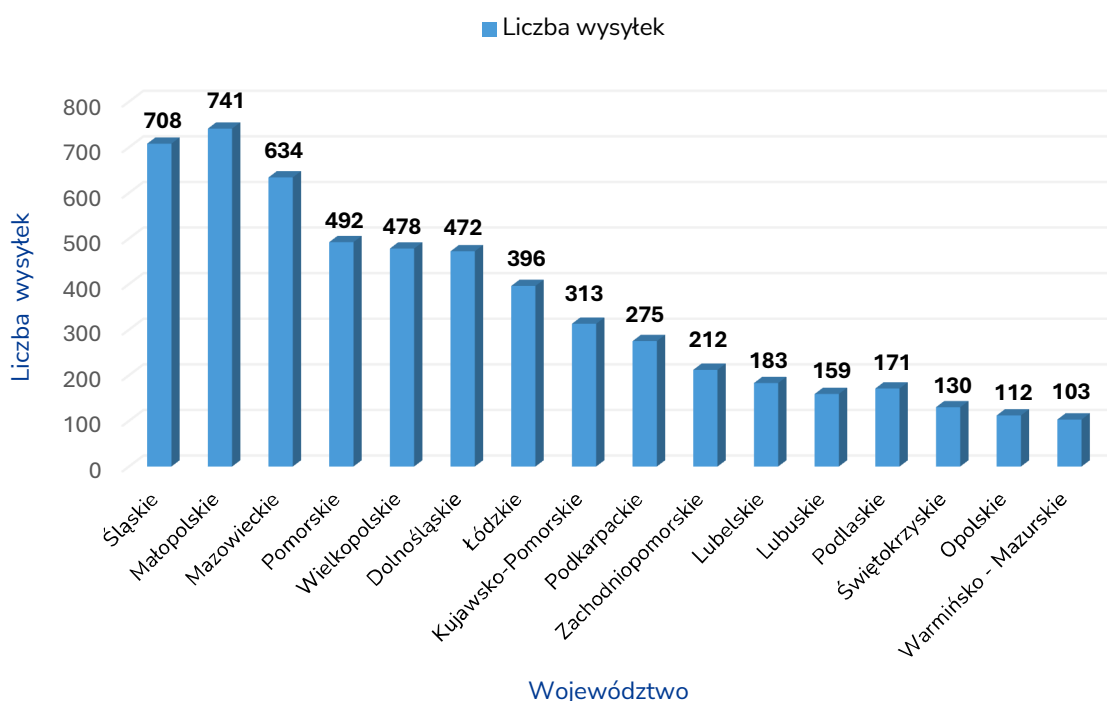


ZASIĘG PROJEKTU I SKALA UDZIAŁU PLACÓWEK

W okresie od 15 lipca 2025 r. do 31 maja 2026 r. Polska Agencja Kosmiczna zebrała blisko 6000 zgłoszeń od szkół, placówek edukacyjnych oraz innych instytucji prowadzących działalność edukacyjną zainteresowanych otrzymaniem nieodpłatnych zestawów „Klucz do Kosmosu”. Projekt osiągnął zasięg ogólnopolski. Zgłoszenia napłynęły ze wszystkich województw, przy czym ich liczba była zróżnicowana regionalnie.

Największą liczbę podmiotów aplikujących o zestawy odnotowano w województwach: małopolskim, śląskim, mazowieckim, dolnośląskim, pomorskim oraz wielkopolskim. Wyniki te wskazują na koncentrację zgłoszeń przede wszystkim w regionach o dużej liczbie mieszkańców i rozbudowanej sieci placówek edukacyjnych.

Rysunek 12. Wykres przedstawiający liczbę wysyłek zestawów "Klucz do Kosmosu" według województw.

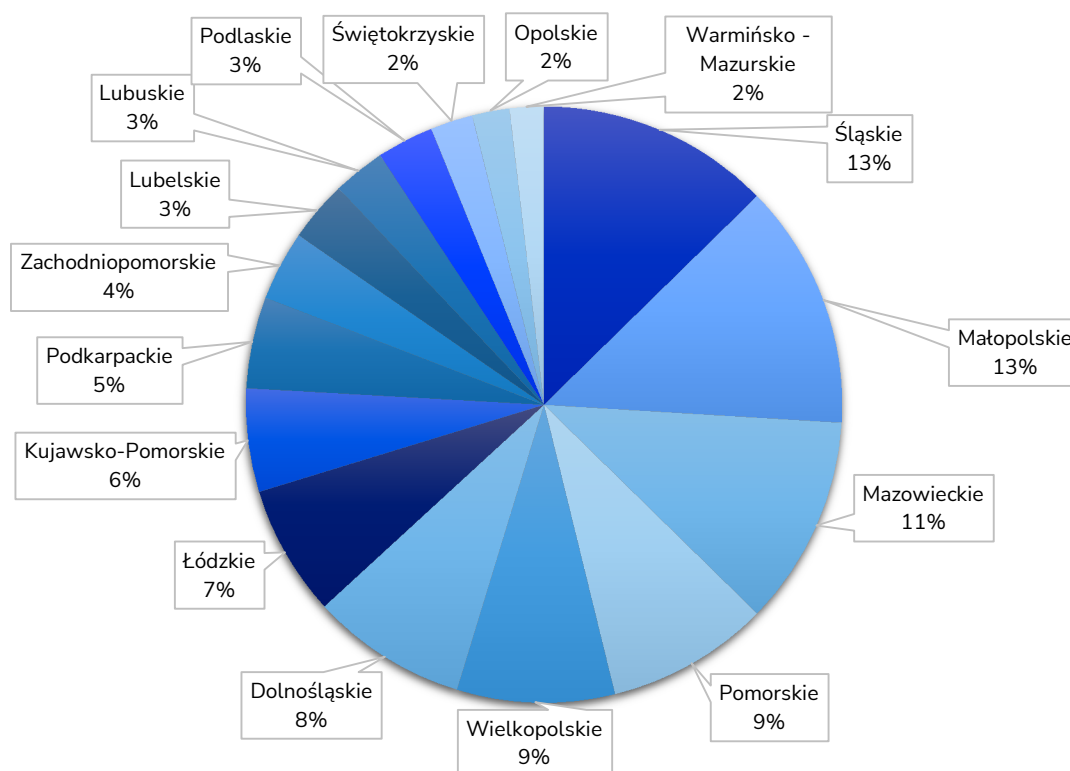


Źródło: opracowanie własne POLSA.

Ostateczna liczba zgłoszeń była niższa od przyjętego na etapie planowania maksymalnego poziomu wynoszącego do 10 000 szkół. Jednocześnie należy uwzględnić, że część placówek, które otrzymały zestawy w maju i czerwcu 2026 r., zaplanowała realizację zajęć na rok szkolny 2026/2027, dlatego pełna ocena skali wykorzystania przekazanych zestawów będzie możliwa po zakończeniu działań w tych placówkach.

Doświadczenia z realizacji projektu wskazują jednak, że skala zainteresowania w poszczególnych regionach mogła być związana nie tylko z liczbą potencjalnych odbiorców, ale również ze sposobem i intensywnością prowadzonych działań informacyjnych. W szczególności współpraca z jednostkami samorządu terytorialnego oraz instytucjami wspierającymi szkoły ułatwiała dotarcie z informacją o projekcie do placówek edukacyjnych i zwiększała dostępność informacji o możliwości udziału.

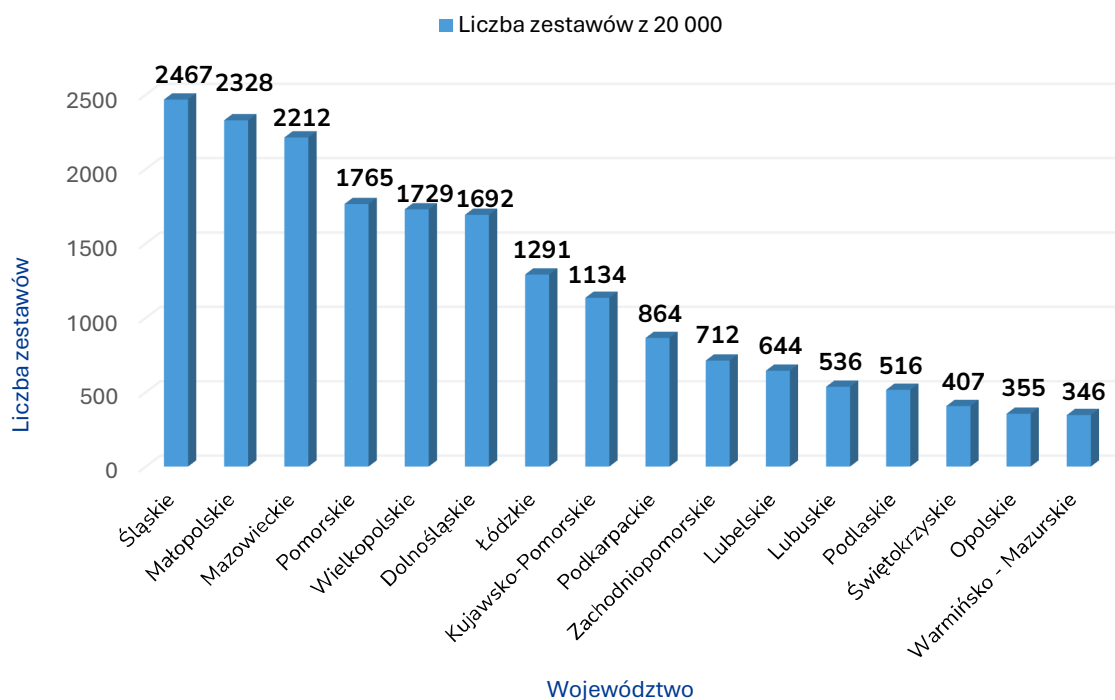
Rysunek 13. Rozkład procentowy liczby dokonanych wysyłek w podziale na poszczególne województwa.



Źródło: opracowanie własne POLSA.

Największą liczbę zestawów edukacyjnych przekazano do placówek zlokalizowanych w województwach: śląskim, małopolskim, mazowieckim oraz pomorskim. Rozkład ten w dużej mierze odpowiadał strukturze zgłoszeń, wskazując na największą skalę uczestnictwa placówek z tych regionów.

Rysunek 14. Wykres przedstawiający liczbę przekazanych zestawów „Klucz do Kosmosu” według województw.

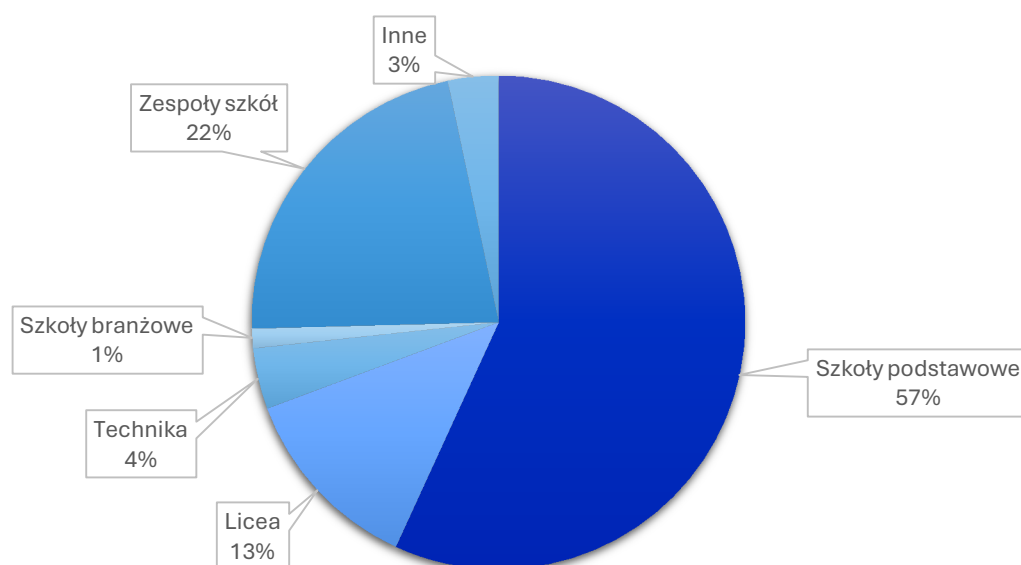


Źródło: opracowanie własne POLSA.

Nie zidentyfikowano barier o charakterze regionalnym, które uniemożliwiałyby realizację projektu w określonych częściach kraju. Uzyskane dane potwierdzają tym samym możliwość stosowania przyjętego modelu dystrybucji i realizacji działań edukacyjnych w skali ogólnopolskiej. Zróżnicowanie poziomu uczestnictwa pomiędzy województwami wskazuje natomiast na znaczenie odpowiednio dobranych kanałów komunikacji i współpracy z podmiotami działającymi na poziomie lokalnym i regionalnym.

Wśród podmiotów aplikujących o zestawy edukacyjne dominowały szkoły podstawowe, zarówno publiczne, jak i niepubliczne. Drugą istotną grupę stanowiły zespoły szkół, obejmujące m.in. szkoły podstawowe oraz szkoły ponadpodstawowe, w tym techniczne i branżowe.

Rysunek 15. Procentowy udział podmiotów, które aplikowały o zestawy „Klucz do Kosmosu”.

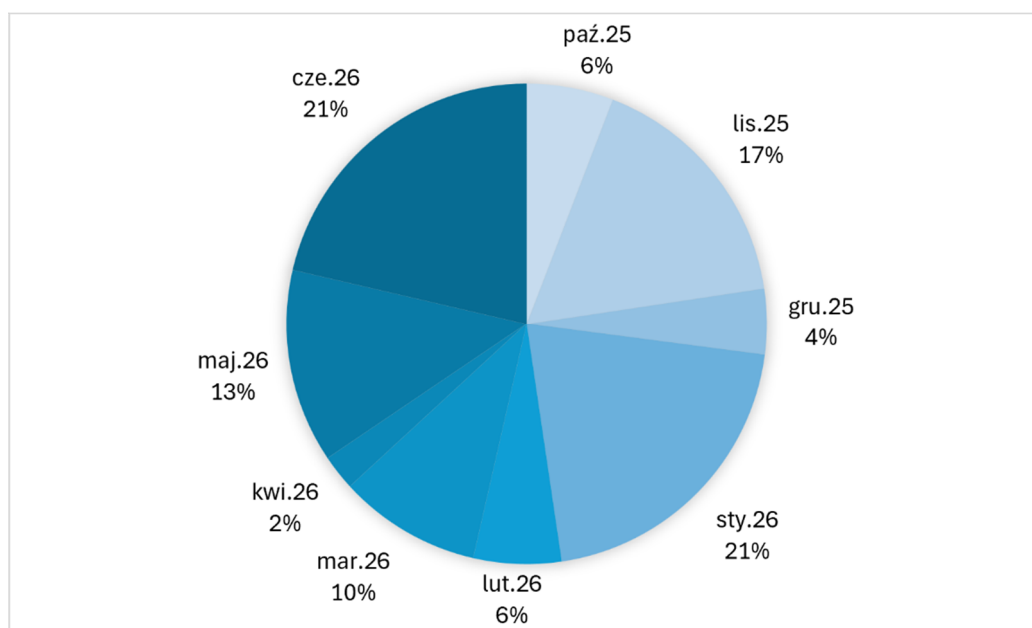


Źródło: opracowanie własne POLSA.

Szkoly ponadpodstawowe występujące jako odrębne placówki – licea ogólnokształcące, technika oraz szkoly branżowe – stanowiły łącznie 18% odbiorców projektu. Pozostałą grupę tworzyły inne podmioty prowadzące działalność edukacyjną lub popularyzatorską, m.in. centra nauki i edukacji, domy kultury, jednostki ZHP, stowarzyszenia, fundacje, biblioteki, kluby naukowe oraz kluby krótkofalarskie. Na potrzeby prezentacji danych na wykresie podmioty te ujęto zbiorczo w kategorii „inne”.

Pierwsza tura wysyłek, zrealizowana w październiku 2025 r., objęła szkoly, które zgłosiły udział w projekcie w okresie od 15 lipca do 30 września 2025 r. Kolejne zgłoszenia napływały m.in. w następstwie publikacji płatnej informacji o projekcie w jednym z szeroko wykorzystywanych dzienników elektronicznych, a także rosnącego zainteresowania mediów działaniami realizowanymi w pierwszych szkołach uczestniczących w projekcie. Największą liczbę zgłoszeń, a w konsekwencji również wysyłek, odnotowano w styczniu 2026 r. Wzrost ten zbiegł się w czasie z podjęciem współpracy z samorządami największych miast w Polsce, do których POLSA zwróciła się w grudniu 2025 r. z prośbą o przekazanie informacji o projekcie podległym placówkom oświatowym.

Rysunek 16. Wysyłka zestawów w podziale na okresy.



W lutym, marcu i kwietniu 2026 r. istotną część wysyłek stanowiły zestawy kierowane do placówek, które uzyskały informację o projekcie za pośrednictwem jednostek samorządu terytorialnego, w tym samorządów mniejszych miejscowości. Z kolei wysyłki realizowane w maju i czerwcu 2026 r. były w znacznej części związane z umożliwieniem dotychczasowym uczestnikom ponownego wnioskowania o zestawy edukacyjne.



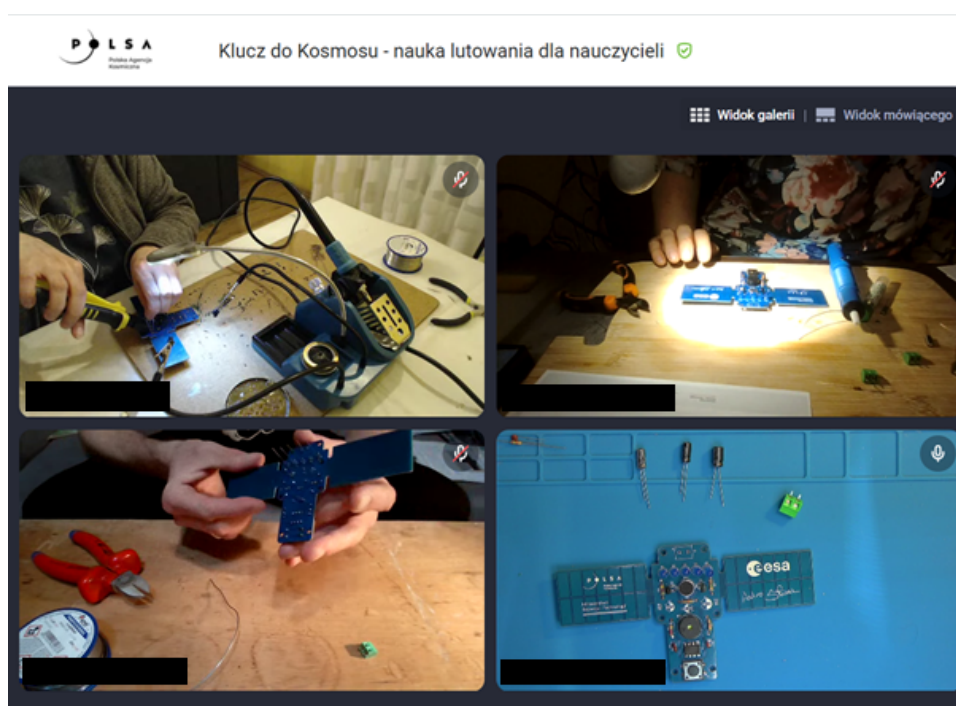
DZIAŁANIA DODATKOWE

Szkolenia dla nauczycieli

Od lutego do kwietnia 2026 r. przeprowadzono sześć szkoleń online dla nauczycieli poświęconych podstawom lutowania. Każde szkolenie trwało trzy godziny zegarowe (pięć godzin lekcyjnych) i obejmowało część teoretyczną, dotyczącą podstaw lutowania oraz zasad bezpieczeństwa pracy, a także część praktyczną.

Podczas drugiej części prowadząca szkolenie, ekspertka Polskiej Agencji Kosmicznej, wykonywała kolejne etapy montażu równolegle z uczestnikami, prezentując sposób lutowania elementów elektronicznych na płycie PCB. Zastosowanie kamery z wydajnym zoomem optycznym umożliwiło szczegółową prezentację poszczególnych czynności i obserwację procesu lutowania na stanowisku prowadzącej. Formuła szkolenia pozwalała uczestnikom na bieżąco wykonywać te same czynności na własnych zestawach.

Rysunek 17. Kadr ze szkolenia online dla nauczycieli zorganizowanego przez POLSA w ramach wsparcia nauczycieli w projekcie "Klucz do Kosmosu".



Źródło: materiały własne POLSA.

Uczestnicy szkoleń online byli zobowiązani do samodzielnego przygotowania stanowiska pracy zgodnie z wymaganiami określonymi podczas zapisów. Obejmowało to zapewnienie sprzętu i akcesoriów niezbędnych do lutowania, materiałów eksploatacyjnych, odpowiedniego zabezpieczenia stanowiska i wentylacji, a także jednego kompletu „Klucza do Kosmosu” przeznaczonego do

montażu podczas zajęć. Udział w części praktycznej wymagał zatem wcześniejszego pozyskania przez szkołę zestawów edukacyjnych w ramach projektu.

Łącznie w sześciu szkoleniach online uczestniczyło 42 nauczycieli. Zajęcia odbyły się w dniach: 13, 20 i 27 lutego, 20 marca oraz 17 i 24 kwietnia 2026 r., każdorazowo w godzinach 17:30–20:30.

Uzupełnieniem szkoleń online było szkolenie stacjonarne zorganizowane 18 maja 2026 r. we Wrocławiu we współpracy z Dolnośląskim Ośrodkiem Doskonalenia Nauczycieli. Zajęcia miały charakter praktyczny i obejmowały wprowadzenie do podstaw lutowania oraz samodzielny montaż urządzenia „Klucz do Kosmosu” pod nadzorem prowadzących. W szkoleniu uczestniczyło 13 nauczycieli z Wrocławia i gmin ościennych

Rysunek 18. Zdjęcie ze szkolenia stacjonarnego, zorganizowanego 18 maja 2026 r. we współpracy z DODN.



Źródło: materiały własne POLSA.

Szkolenia dla nauczycieli stanowiły jeden z elementów wsparcia szkół i placówek edukacyjnych w realizacji projektu. Ich celem było przygotowanie nauczycieli do prowadzenia zajęć praktycznych z wykorzystaniem zestawów „Klucz do Kosmosu”, w szczególności poprzez rozwijanie podstawowych umiejętności w zakresie lutowania i montażu układów elektronicznych.

Działania informacyjne i promocyjne

Przez cały okres realizacji projektu POLSA prowadziła działania informacyjne i promocyjne ukierunkowane na dotarcie do szkół, nauczycieli, rodziców oraz innych instytucji prowadzących działalność edukacyjną. Wykorzystywano zarówno własne kanały komunikacji Agencji, współpracę z administracją publiczną i partnerami edukacyjnymi, działania medialne, jak i płatne formy promocji.

W ramach komunikacji medialnej 4 listopada 2025 r. przekazano informację prasową do około 450 adresatów reprezentujących media ogólnopolskie, branżowe oraz środowisko popularyzatorów nauki. Informacje dotyczące projektu pojawiały się również w audycjach telewizyjnych i radiowych, m.in. w TVN („Kijek w Kosmosie”), TVP, TVP3 Warszawa, Radiu Wrocław, Radiu Rodzina oraz Radiu Warszawa. O publikację materiałów zwracano się również do mediów branżowych i popularnonaukowych; informacje o projekcie ukazały się m.in. w „Uranii – Postęпах Astronomii”, „Postęпах Fizyki” oraz w kanałach Rakietomanii.

Projekt był regularnie prezentowany we własnych kanałach komunikacyjnych POLSA, w tym na stronie internetowej oraz w mediach społecznościowych Agencji. Informacje o możliwości udziału przekazywano również podczas wydarzeń edukacyjnych organizowanych przez POLSA lub z udziałem jej przedstawicieli. Projekt promowano m.in. podczas wydarzeń realizowanych w ramach trasy post-flight „Polska sięga gwiazd”, pikników edukacyjnych, konferencji oraz szkoleń dla nauczycieli. W trakcie części wydarzeń prezentowano zmontowane egzemplarze „Klucza do Kosmosu”, umożliwiając uczestnikom zapoznanie się z urządzeniem oraz jego wykorzystanie do nadawania alfabetem Morse’a. W przypadku wydarzeń, w których POLSA nie uczestniczyła bezpośrednio, organizatorom przekazywano również materiały graficzne do wykorzystania podczas spotkań.

Jednym z głównych kierunków działań było bezpośrednie dotarcie do szkół. Informacje o projekcie przesłano drogą elektroniczną do szkół podstawowych i ponadpodstawowych z wykorzystaniem dostępnej bazy kontaktowej Ministerstwa Edukacji Narodowej. W listopadzie 2025 r., na prośbę POLSA, Ministerstwo Edukacji Narodowej przekazało informację o projekcie do szkół za pośrednictwem Systemu Informacji Oświatowej (SIO), a 7 listopada 2025 r. zamieściło także informację o naborze na swojej stronie internetowej. Informacje o projekcie przekazano również do kuratoriów oświaty z prośbą o ich dalsze rozpowszechnienie wśród placówek.

Istotnym kanałem komunikacji okazała się współpraca z jednostkami samorządu terytorialnego. POLSA zwracała się do miast wojewódzkich, mniejszych miast oraz

gmin z prośbą o przekazanie informacji o projekcie podległym placówkom oraz zebranie zgłoszeń szkół zainteresowanych otrzymaniem zestawów. Zgłoszenia pozyskane za pośrednictwem tego kanału stanowiły ponad 30% wszystkich zgłoszeń do projektu, co wskazuje na istotną rolę samorządów w bezpośrednim dotarciu z informacją do placówek edukacyjnych.

Działania prowadzono również we współpracy z instytucjami zajmującymi się edukacją i popularyzacją nauki. O wsparcie komunikacyjne zwrócono się m.in. do Centrum Nauki Kopernik, Hevelianum, ESERO Polska, Planetarium Śląskiego, Fundacji „Nauka. To Lubię!” oraz Młodzieżowego Obserwatorium Astronomicznego w Niepołomicach. Większość z tych instytucji udostępniła informacje o projekcie w swoich kanałach. Informacje o projekcie były również publikowane w mediach społecznościowych Sławosza Uznańskiego-Wiśniewskiego.

W celu zwiększenia bezpośredniego dotarcia do nauczycieli wykorzystano również płatne działania komunikacyjne. Informację o projekcie opublikowano w dzienniku elektronicznym Librus; zgodnie z raportem z realizacji kampanii materiał uzyskał ponad 3 mln odsłon. Informacje zamieszczano również w grupach i społecznościach internetowych skupiających nauczycieli i edukatorów, w tym związanych z eTwinning, Klubami Młodego Odkrywcy, programem Ambasadorzy Kosmiczni ESERO, a także grupami nauczycieli fizyki i przedmiotów przyrodniczych.

Dodatkowym kanałem upowszechniania informacji były same placówki uczestniczące w projekcie. Szkoły publikowały relacje z przeprowadzonych zajęć na swoich stronach internetowych i w mediach społecznościowych, niekiedy również przy wsparciu mediów lokalnych. POLSA udostępniła wybrane materiały przygotowywane przez placówki we własnych kanałach społecznościowych. W publikacjach wykorzystywano m.in. oznaczenie #KluczDoKosmosu, umożliwiające identyfikowanie materiałów związanych z realizacją projektu.



WNIOSKI

Wartość edukacyjna oparta na praktycznym charakterze działań

Projekt „Klucz do Kosmosu” stworzył skalowalny model praktycznej edukacji STEM, łączący samodzielne wykonanie urządzenia, gotowe materiały dydaktyczne oraz możliwość elastycznego dostosowania zajęć do potrzeb i warunków poszczególnych placówek. O powodzeniu przyjętej formuły świadczą zarówno skala zainteresowania projektem i pozytywne oceny jego uczestników, jak również przypadki dalszego rozwijania działań przez nauczycieli, wykorzystywania zdobytych kompetencji podczas innych zajęć oraz podejmowania przez szkoły nowych inicjatyw technicznych.

Realizacja projektu „Klucz do Kosmosu” potwierdziła możliwość wykorzystania modelu edukacji STEM opartego na praktycznym wykonywaniu zadań technicznych i łączeniu wiedzy z różnych obszarów. Uczniowie wykorzystywali zagadnienia z zakresu elektroniki i fizyki podczas samodzielnego montażu i uruchamiania urządzenia, przechodząc od poznania podstaw teoretycznych do ich praktycznego zastosowania.

Projekt łączył elementy kilku dziedzin nauki i techniki, w tym elektroniki, informatyki, historii techniki i edukacji kosmicznej, a w przypadku wykorzystania elementów dodatkowych także projektowania i druku 3D. Pozwalało to pokazać powiązania pomiędzy zagadnieniami omawianymi w ramach różnych przedmiotów szkolnych oraz ich zastosowaniem w praktyce.

Istotną cechą przyjętego modelu było wykorzystanie relatywnie prostego rozwiązania technicznego, które – przy odpowiednim powiązaniu z celami dydaktycznymi – umożliwiało prowadzenie angażujących zajęć bez potrzeby dysponowania zaawansowaną lub specjalistyczną infrastrukturą laboratoryjną. Realizacja projektu wymagała jednak podstawowego zaplecza technicznego, przede wszystkim stanowisk do lutowania oraz podstawowych narzędzi i akcesoriów elektronicznych. Tym samym projekt pozwolił nie tylko zweryfikować potencjał praktycznej edukacji STEM, lecz również zgromadzić doświadczenia dotyczące warunków organizacyjnych niezbędnych do prowadzenia tego rodzaju zajęć w różnych typach placówek.

Dostępność podstawowego wyposażenia technicznego była w szkołach zróżnicowana, co zostało zauważone już na etapie przygotowywania projektu. W przypadku szkół podstawowych istotnym zasobem okazała się infrastruktura pozyskana m.in. w ramach programu „Laboratoria Przyszłości”. Jednocześnie liczba dostępnych urządzeń nie zawsze odpowiadała potrzebom większych grup uczniów – w części placówek dostępna była np. jedna stacja lutownicza. W praktyce wpływało to przede wszystkim na sposób organizacji zajęć, wymagając podziału uczniów na

mniejsze zespoły, prowadzenia pracy etapami lub wykorzystania dodatkowych zasobów dostępnych lokalnie.

Zróżnicowanie zaplecza technicznego placówek było uwzględniane już na etapie projektowania przedsięwzięcia. Przyjęta formuła umożliwiała elastyczne dostosowanie sposobu prowadzenia zajęć do warunków poszczególnych szkół, bez rezygnacji z zasadniczego założenia projektu, jakim była samodzielna praca uczniów z rzeczywistymi komponentami elektronicznymi. Doświadczenia z realizacji potwierdziły trafność tego podejścia.

Szczególnie wartościowe było zaangażowanie nauczycieli i placówek, które aktywnie dostosowywały organizację zajęć do posiadanych możliwości. W zależności od lokalnych warunków szkoły wykorzystywały dostępny asortyment, dokupowały dodatkowe wyposażenie, korzystały ze sprzętu udostępnianego przez rodziców uczniów, podejmowały współpracę ze szkołami technicznymi i innymi placówkami dysponującymi odpowiednim zapleczem, organizowały zajęcia w innych lokalizacjach lub korzystały ze wsparcia organizacji pozarządowych prowadzących działalność techniczną. Projekt mobilizował zatem nie tylko uczestników zajęć, lecz również lokalne zasoby i sieci współpracy wokół praktycznej edukacji technicznej.

Doświadczenia z realizacji projektu wskazują, że formuła zajęć oparta na samodzielnym wykonaniu działającego urządzenia sprzyjała aktywnemu udziałowi uczniów w procesie edukacyjnym. Tego rodzaju działania wspierają rozwijanie kompetencji technicznych i inżynierskich, umiejętności rozwiązywania problemów, samodzielnego wykonywania zadań oraz pracy zespołowej, a jednocześnie pozwalają lepiej dostrzec praktyczny wymiar nauk ścisłych i technicznych.

Jednym z rezultatów projektu było również obniżenie bariery wejścia w praktyczną edukację techniczną. Dla części placówek, nauczycieli i uczniów udział w projekcie stanowił pierwszą okazję do pracy z lutowaniem i prostymi układami elektronicznymi. Przygotowana formuła umożliwiała stopniowe zdobywanie doświadczenia bez konieczności wcześniejszego posiadania rozbudowanych kompetencji technicznych. Oznacza to, że projekt nie tylko wykorzystywał istniejące kompetencje i zasoby szkół, ale w części przypadków przyczyniał się również do ich rozwijania.

Istotną cechą projektu była możliwość uzyskania przez uczniów widocznego rezultatu praktycznego w stosunkowo krótkim czasie. W przypadku zajęć organizowanych w blokach lekcyjnych uczestnicy mogli przejść od poznania podstaw teoretycznych do samodzielnego zmontowania i uruchomienia działającego urządzenia. Pozwalało to

bezpośrednio obserwować efekt własnej pracy, wzmacniało poczucie sprawczości oraz sprzyjało zainteresowaniu zagadnieniami technicznymi i inżynieryjnymi.

Potwierdzają to również raporty przekazane przez koordynatorów działań w placówkach edukacyjnych. Uczestnicy pozytywnie oceniali projekt zarówno pod względem merytorycznym, jak i satysfakcji z udziału w zajęciach. W przekazywanych informacjach zwracano uwagę przede wszystkim na atrakcyjność pracy ze sprzętem do lutowania, możliwość zdobycia podstawowych umiejętności technicznych oraz relatywnie szybkie osiągnięcie rezultatu w postaci samodzielnie złożonego i działającego urządzenia.

Doświadczenia „Klucza do Kosmosu” wskazują zatem, że praktyczna edukacja STEM może być skutecznie realizowana również poza wyspecjalizowanymi pracowniami technicznymi, jeżeli projekt zostanie odpowiednio zaprojektowany, a placówkom pozostawiona zostanie możliwość elastycznej organizacji zajęć. Jednocześnie przedsięwzięcie pokazało znaczenie dalszego rozwijania podstawowego zaplecza technicznego szkół. Dostępność takiej infrastruktury zwiększa możliwości skalowania projektów opartych na eksperymentowaniu, konstruowaniu i samodzielnym rozwiązywaniu problemów oraz pozwala w pełniejszym zakresie wykorzystywać potencjał praktycznej edukacji STEM.

Odpowiednie dostosowanie konstrukcji zestawu i materiałów edukacyjnych

Wnioski z realizacji projektu wskazują, że lutowanie prostych układów elektronicznych może być z powodzeniem wykorzystywane jako element zajęć praktycznych zarówno w szkołach podstawowych, jak i ponadpodstawowych, pod warunkiem odpowiedniego przygotowania stanowiska pracy, wsparcia nauczyciela oraz dostępu do czytelnych materiałów instruktażowych.

Konstrukcja urządzenia oraz dobór komponentów zostały dostosowane do potrzeb osób rozpoczynających naukę lutowania. Ograniczona liczba elementów oraz sposób zaprojektowania układu ułatwiały montaż i umożliwiały ukończenie urządzenia w ramach jednych lub kilku zajęć, w zależności od przyjętej organizacji pracy w danej placówce.

Istotnym elementem projektu był kompletny pakiet materiałów edukacyjnych, obejmujący instrukcję montażu, film instruktażowy oraz materiały dodatkowe. Z informacji przekazywanych przez nauczycieli wynika, że materiały te ułatwiały przygotowanie i samodzielne prowadzenie zajęć. Szczególnie pozytywnie oceniany był materiał filmowy z udziałem Sławosza Uznańskiego-Wiśniewskiego, prezentujący

kolejne etapy montażu urządzenia i jednocześnie wzmacniający powiązanie projektu z misją IGNIS. Połączenie instrukcji pisemnej z materiałem filmowym ograniczało potrzebę dodatkowego wsparcia technicznego i ułatwiało realizację projektu również nauczycielom posiadającym niewielkie wcześniejsze doświadczenie w zakresie lutowania.

Dodatkowym elementem zwiększającym możliwości dydaktycznego wykorzystania zestawu było zastosowanie klucza telegraficznego i alfabetu Morse'a. Pozwalało ono łączyć zagadnienia z zakresu elektroniki i fizyki z historią techniki oraz podstawami kodowania i komunikacji. Z informacji przekazywanych przez nauczycieli wynika, że możliwość praktycznego wykorzystania alfabetu Morse'a była dobrze odbierana przez uczestników i stanowiła dodatkowy element angażujący uczniów w realizację zajęć.

Możliwość dalszego wykorzystania projektu

Z raportów przekazanych przez koordynatorów projektu wynika, że zestaw był wykorzystywany nie tylko zgodnie z podstawowym scenariuszem projektu. W części placówek stanowił punkt wyjścia do dodatkowych aktywności, obejmujących m.in. projektowanie i wykonywanie elementów w technologii druku 3D, prowadzenie zajęć międzyprzedmiotowych oraz dalsze rozwijanie zainteresowań uczniów elektroniką i zagadnieniami technicznymi.

W niektórych placówkach oddziaływanie projektu wykraczało poza wykorzystanie przekazanych zestawów. Udział w przedsięwzięciu stawał się impulsem do pozyskania brakującego wyposażenia technicznego, rozwijania kompetencji nauczycieli oraz uruchamiania kolejnych zajęć i aktywności z zakresu elektroniki i techniki. Dotyczyło to również placówek, które przed przystąpieniem do projektu nie dysponowały pełnym zapleczem potrzebnym do prowadzenia tego rodzaju zajęć. Pokazuje to, że brak istniejącej infrastruktury nie musi stanowić bariery uniemożliwiającej udział w projekcie, jeżeli jego formuła pozostawia placówkom odpowiednią elastyczność w organizacji działań i dostosowaniu sposobu realizacji do własnych warunków.

Projekt „Klucz do Kosmosu” stanowił również uzupełnienie rządowych programów doposażania szkół w infrastrukturę techniczną, przekładając dostępność sprzętu na jego konkretne i praktyczne zastosowanie w procesie dydaktycznym. Dzięki przygotowaniu gotowych zestawów edukacyjnych, materiałów instruktażowych i scenariuszy zajęć oraz uruchomieniu szkoleń z zakresu lutowania projekt stworzył szkołom warunki do wykorzystania posiadanego wyposażenia podczas zajęć rozwijających kompetencje techniczne i inżynierskie. W ten sposób „Klucz do

Kosmosu” nie tylko dostarczył narzędzie edukacyjne, lecz także zwiększył możliwości praktycznego wykorzystania infrastruktury pozyskanej przez szkoły w ramach wcześniejszych programów publicznych.

Doświadczenia z realizacji projektu potwierdziły jednocześnie możliwość zastosowania tego rodzaju modelu w przedsięwzięciach prowadzonych na dużą skalę. Połączenie standaryzowanego zestawu, materiałów dydaktycznych i instruktażowych z pozostawieniem nauczycielom swobody w sposobie organizacji zajęć umożliwiło realizację projektu w placówkach o zróżnicowanych warunkach organizacyjnych, doświadczeniu i dostępnym zapleczu technicznym. Formuła ta może stanowić punkt odniesienia dla kolejnych ogólnopolskich przedsięwzięć w obszarze praktycznej edukacji STEM.

Ogólnopolska skala projektu

Projekt osiągnął zasięg ogólnopolski i dotarł do szerokiej grupy placówek edukacyjnych. W toku naboru uzyskano blisko 6000 zgłoszeń. W okresie realizacji projektu wysłano ponad 19 000 zestawów edukacyjnych, obejmujących łącznie ponad 95 000 kompletów urządzenia „Klucz do Kosmosu”.

Informacje uzyskiwane podczas realizacji projektu wskazywały również na utrzymujące się zainteresowanie zestawami wśród podmiotów, które przystąpiły do przedsięwzięcia. Świadczyły o tym m.in. ponowne zgłoszenia dotyczące możliwości otrzymania dodatkowych zestawów oraz pozytywne opinie przekazywane przez nauczycieli w raportach i bezpośredniej komunikacji z POLSA.

Promocja projektu była prowadzona z wykorzystaniem szerokiego zestawu kanałów, obejmującego m.in. media własne POLSA, media ogólnopolskie i branżowe, płatne działania informacyjne, komunikację kierowaną bezpośrednio do szkół oraz współpracę z instytucjami systemu oświaty i jednostkami samorządu terytorialnego.

Duża liczba odsłon materiałów dotyczących projektu oraz jego obecność w mediach wskazują na szeroki zasięg prowadzonych działań informacyjnych. Podstrona dotycząca naboru do programu odnotowała łącznie 711 964 wyświetlenia, główna strona projektu – 63 733, informacja o przedłużeniu naboru – 33 552, natomiast strona dotycząca szkoleń z lutowania dla nauczycieli – 25 313 wyświetleń. Dane te należy interpretować jako wskaźnik zainteresowania treściami i zasięgu komunikacji, a nie jako liczbę unikalnych odbiorców projektu.

W świetle skali i uwarunkowań realizacji projektu blisko 6000 zgłoszeń potwierdza zdolność przedsięwzięcia do dotarcia do szerokiej grupy placówek w skali

ogólnopolskiej. Rezultat ten stanowi jednocześnie podstawę do oceny zastosowanego modelu dystrybucji i komunikacji oraz do jego dalszego doskonalenia w kolejnych przedsięwzięciach edukacyjnych.

Elastyczne dostosowanie do zmieniających się uwarunkowań

Na przebieg naboru do projektu istotny wpływ miały uwarunkowania związane z harmonogramem realizacji misji IGNIS, pozostające poza bezpośrednim wpływem Agencji. Przesunięcie terminu misji, wynikające z decyzji podmiotów zaangażowanych w jej organizację, wpłynęło również na sekwencję działań podejmowanych w ramach projektu edukacyjnego. W rezultacie zasadnicza faza naboru przypadła na okres po zakończeniu misji oraz częściowo na okres wakacyjny, charakteryzujący się niższą aktywnością organizacyjną szkół i innych placówek edukacyjnych.

Pomimo tych uwarunkowań projekt osiągnął szeroki zasięg ogólnopolski, a prowadzone działania informacyjne pozwoliły dotrzeć do dużej liczby placówek oraz uruchomić różnorodne kanały komunikacji z sektorem oświaty. Kluczowym elementem realizacji projektu była zdolność do bieżącego dostosowywania sposobu prowadzenia naboru do zmieniających się warunków oraz obserwowanych reakcji odbiorców.

Doświadczenia pierwszej fazy komunikacji pozwoliły zidentyfikować, że w przypadku projektów kierowanych do szkół kluczowe znaczenie ma nie tylko szeroki zasięg informacji, lecz także jej precyzyjne kierowanie do osób bezpośrednio odpowiedzialnych za podejmowanie decyzji o udziale placówki. W odpowiedzi na te obserwacje Agencja sukcesywnie rozszerzała wykorzystywane kanały komunikacji, zwiększając udział podmiotów pozostających w bieżącym kontakcie ze szkołami.

Szczególnie skuteczna okazała się współpraca z jednostkami samorządu terytorialnego oraz instytucjami funkcjonującymi w systemie oświaty. Zgłoszenia pozyskane w wyniku współpracy z samorządami stanowiły ponad 30% wszystkich zgłoszeń do projektu. Wynik ten potwierdza trafność przyjętego kierunku działań oraz znaczenie elastycznego dostosowywania modelu komunikacji w toku realizacji przedsięwzięcia.

Realizacja „Klucza do Kosmosu” pozwoliła tym samym wypracować praktyczne doświadczenia dotyczące skutecznego angażowania szkół w projekty edukacyjne o dużej skali. Szczególnie wartościowe okazało się łączenie komunikacji o szerokim zasięgu z bardziej bezpośrednimi kanałami dotarcia do dyrektorów i nauczycieli, a także angażowanie podmiotów posiadających rozwinięte relacje z placówkami edukacyjnymi.

Dodatkowym czynnikiem sprzyjającym wysokiemu poziomowi uczestnictwa może być wyraźne komunikowanie przez instytucje systemu oświaty wartości dydaktycznej tego rodzaju inicjatyw. Wzmacnia to ich postrzeganie jako atrakcyjnego i wartościowego narzędzia wspierającego realizację procesu kształcenia oraz rozwój kompetencji uczniów.

Z perspektywy przyszłych projektów doświadczenia te wskazują, że efektywny model naboru powinien opierać się na komunikacji wielokanałowej, prowadzonej etapowo i dostosowywanej do specyfiki odbiorców. Szczególnie istotną rolę mogą odgrywać kuratoria oświaty, placówki doskonalenia nauczycieli, jednostki samorządu terytorialnego oraz inne instytucje pozostające w bezpośrednim kontakcie ze szkołami. Podejście zastosowane w „Kluczu do Kosmosu” może stanowić użyteczny punkt odniesienia przy projektowaniu kolejnych ogólnopolskich przedsięwzięć edukacyjnych.

Nauczyciel jako kluczowe ogniwo realizacji projektu

Jednym z istotnych rezultatów projektu „Klucz do Kosmosu” było zaangażowanie nauczycieli nie tylko w realizację przygotowanego programu zajęć, lecz także w jego twórcze rozwijanie i dostosowywanie do potrzeb uczniów. Doświadczenia placówek pokazały, że odpowiednio zaprojektowane narzędzie edukacyjne może stać się punktem wyjścia do znacznie szerszej aktywności dydaktycznej.

W wielu szkołach nauczyciele rozwijali podstawowy scenariusz projektu o dodatkowe zadania, własne eksperymenty i inicjatywy techniczne. Dotyczyło to zarówno placówek posiadających wcześniejsze doświadczenie w prowadzeniu zajęć z elektroniki, jak i tych, które dopiero w związku z udziałem w projekcie rozwijały niezbędne kompetencje i zaplecze techniczne. W części szkół zakup wyposażenia, dokonany na potrzeby realizacji „Klucza do Kosmosu”, stał się impulsem do uruchomienia kolejnych lub cyklicznych zajęć technicznych, wcześniej w tych placówkach nieprowadzonych. Oznacza to, że oddziaływanie projektu wykraczało poza jednorazowe wykorzystanie przekazanych zestawów i tworzyło podstawy do dalszej aktywności edukacyjnej.

Projekt potwierdził tym samym kluczową rolę nauczyciela jako osoby, która przekształca przygotowane materiały i narzędzia w pełnowartościowe doświadczenie edukacyjne. Jednocześnie realizacja przedsięwzięcia pozwoliła zidentyfikować duże zainteresowanie nauczycieli rozwijaniem własnych kompetencji technicznych. Potrzeba takiego wsparcia została uwzględniona już na etapie projektowania przedsięwzięcia. Szkolenia dla nauczycieli stanowiły jeden z zaplanowanych

elementów projektu i miały uzupełniać przygotowane materiały dydaktyczne, instrukcje oraz pozostałe narzędzia wspierające samodzielną realizację zajęć. Ich realizacja w pierwotnie zakładanym zakresie i harmonogramie została jednak ograniczona przez zmianę warunków finansowych i organizacyjnych w toku projektu, w szczególności dostępności środków przeznaczonych na działania edukacyjne oraz zasobów umożliwiających ich przeprowadzenie. Nie wynikało to jednak z braku rozpoznania potrzeby szkoleniowej ani z pominięcia tego elementu na etapie planowania.

Doświadczenia później prowadzonych działań szkoleniowych dodatkowo potwierdziły trafność pierwotnego założenia o potrzebie praktycznego przygotowania nauczycieli. Bezpośrednia możliwość pracy z zestawem pozwalała szybko ośwoić technologię, przećwiczyć podstawowe umiejętności i zwiększyć swobodę prowadzenia zajęć z uczniami. Pokazuje to, że w projektach edukacyjnych o charakterze technicznym materiały instruktażowe i dydaktyczne mogą być skutecznie wzmacniane przez praktyczne formy przygotowania kadry nauczycielskiej.

Istotnym rezultatem „Klucza do Kosmosu” było zatem nie tylko rozwijanie kompetencji uczniów, ale także tworzenie przestrzeni do rozwoju kompetencji nauczycieli. Nabyte w ramach projektu doświadczenie może być wykorzystywane również podczas kolejnych zajęć, niezależnie od samego zestawu edukacyjnego. Z perspektywy trwałości przedsięwzięcia jest to szczególnie wartościowy efekt: projekt pozostawił w części placówek nie tylko materialne wyposażenie, lecz także wiedzę, doświadczenie oraz gotowość do dalszego prowadzenia praktycznej edukacji technicznej.

Ocena projektu i potencjał dalszego rozwoju

Raporty przekazywane przez koordynatorów placówek wskazują na bardzo pozytywną ocenę projektu, zarówno pod względem jego przygotowania, jak i jakości udostępnionych materiałów edukacyjnych. Nauczyciele najczęściej nie wskazywali elementów wymagających istotnych zmian, natomiast część zgłaszanych uwag dotyczyła możliwości dalszego rozwijania przyjętej formuły.

Propozycje te koncentrowały się przede wszystkim na:

- rozszerzeniu możliwości dalszej pracy z zestawem, w tym przygotowaniu dodatkowych propozycji jego rozbudowy oraz wykorzystaniu elementów związanych z programowaniem;

- dalszym wzmacnianiu zaplecza technicznego placówek, m.in. poprzez możliwość zapewnienia dodatkowego sprzętu i akcesoriów wspierających prowadzenie zajęć praktycznych;
- zwiększaniu dostępności praktycznych form wsparcia nauczycieli, w szczególności szkoleń umożliwiających rozwijanie podstawowych umiejętności technicznych przed rozpoczęciem pracy z uczniami;
- kontynuacji podobnych przedsięwzięć edukacyjnych oraz przygotowaniu kolejnych projektów opartych na samodzielnym montażu i uruchamianiu urządzeń elektronicznych.

Charakter zgłaszanych postulatów wskazuje, że uczestnicy oczekiwali przede wszystkim kontynuacji i dalszego rozwijania projektu. Dotyczyło to zarówno poszerzenia zakresu aktywności edukacyjnych, jak i zwiększenia możliwości pogłębiania kompetencji technicznych uczniów i nauczycieli.

Można zatem uznać, że jednym z efektów projektu było wytworzenie popytu na kolejne, bardziej zaawansowane formy praktycznej edukacji technicznej. Zgłaszane propozycje stanowią nie tyle katalog braków projektu, ile wskazanie potencjalnych kierunków jego dalszego rozwijania oraz potwierdzenie zainteresowania placówek kontynuacją przedsięwzięć opartych na aktywnej, praktycznej edukacji STEM.

Wnioski dotyczące modelu wdrażania ogólnopolskich projektów edukacyjnych

Doświadczenia projektu wskazują, że skuteczność ogólnopolskiego przedsięwzięcia edukacyjnego zależy nie tylko od jakości przygotowanego materiału dydaktycznego. Równie istotne są sposób wdrożenia projektu, skuteczność dotarcia do właściwych odbiorców oraz zapewnienie szkołom warunków organizacyjnych, kompetencyjnych i technicznych do przeprowadzenia zajęć.

Masowa dystrybucja materiałów i zestawów edukacyjnych powinna być powiązana z działaniami wspierającymi ich faktyczne wykorzystanie. Mogą one obejmować m.in. szkolenia i webinaria dla nauczycieli, materiały instruktażowe, bieżące wsparcie informacyjne oraz działania służące upowszechnianiu dobrych praktyk. Sam materiał dydaktyczny nie stanowi wystarczającej zachęty do realizacji zajęć, jeżeli jego wykorzystanie wymaga od placówki dodatkowych kompetencji, wyposażenia lub działań organizacyjnych.

Szczególne znaczenie ma przygotowanie nauczycieli, którzy w praktyce odpowiadają za przełożenie materiałów i zestawów na konkretne działania prowadzone z uczniami.

Projekty edukacyjne oparte na formule *learning by doing* wymagają zapewnienia nauczycielom odpowiedniego czasu na przygotowanie się do prowadzenia zajęć. Wczesne przekazanie informacji, materiałów oraz możliwości udziału w szkoleniu może ułatwiać włączenie projektu do pracy szkoły i ograniczać bariery organizacyjne związane m.in. z dostosowaniem harmonogramu zajęć.

Wnioskiem dla kolejnych przedsięwzięć tego typu jest zasadność utrzymania modelu, w którym obok wysokiej jakości materiałów dydaktycznych przewidziane jest także praktyczne wsparcie nauczycieli. Warunkiem pełnego wykorzystania takiego rozwiązania jest zapewnienie stabilnych warunków finansowych, kadrowych i organizacyjnych umożliwiających realizację wszystkich zaplanowanych komponentów projektu w odpowiednim momencie. Doświadczenie „Klucza do Kosmosu” potwierdza jednocześnie, że inwestycja w kompetencje nauczycieli może przynosić efekt znacznie wykraczający poza pojedyncze przedsięwzięcie, wspierając trwałe rozwijanie praktycznej edukacji STEM w szkołach.

Podobnie istotne jest wcześniejsze rozpoznanie możliwości infrastrukturalnych szkół, np. wyposażenie w programach ministerialnych. Doświadczenia „Klucza do Kosmosu” pokazały, że nawet w przypadku placówek dysponujących sprzętem technicznym jego dostępność może nie odpowiadać potrzebom całej grupy uczniów. Jednocześnie brak pełnego zaplecza technicznego na etapie przystępowania do projektu nie powinien automatycznie wykluczać placówki z udziału w przedsięwzięciu, ani wykluczać wdrożenia samego projektu. Projekt powinien zachowywać odpowiednią elastyczność w sposobie realizacji, umożliwiając szkołom dostosowanie organizacji zajęć do własnych warunków, zasobów i możliwości. Istotne jest przy tym pozostawienie nauczycielom odpowiedniej swobody w doborze rozwiązań, przy założeniu, że najlepiej znają oni potrzeby swoich uczniów i możliwości organizacyjne placówki oraz potrafią określić, jakiego rodzaju wsparcie jest im niezbędne do przeprowadzenia zajęć. W przedsięwzięciach tego typu należy uwzględniać zarówno wymagania dotyczące minimalnego wyposażenia, jak i możliwość wsparcia nauczycieli w jego praktycznym wykorzystaniu i uzupełnianiu brakujących zasobów, jak zrobiono to w projekcie „Klucz do Kosmosu”. Należy mieć jednak na uwadze, że realizacja wszystkich założeń projektu może być jednak ograniczona przez uwarunkowania funkcjonowania administracji publicznej, które nie zawsze pozwalają na pełne osiągnięcie zakładanych celów.

Co więcej, realizacja ogólnopolskich przedsięwzięć edukacyjnych przez instytucje spoza systemu oświaty wymaga ścisłej współpracy z Ministerstwem Edukacji Narodowej oraz innymi podmiotami pozostającymi w bezpośrednim kontakcie ze

szkołami. Doświadczenia projektu wskazują, że samo nawiązanie takiej współpracy nie przesądza jeszcze o jej skuteczności – istotne są również zakres i formy zaangażowania poszczególnych partnerów oraz możliwość wykorzystania przez nich dostępnych kanałów komunikacji i struktur systemu oświaty. Tego rodzaju wsparcie zwiększa możliwość skutecznego dotarcia z informacją do dyrektorów i nauczycieli oraz wzmacnia instytucjonalne osadzenie projektu.

W przypadku kolejnych przedsięwzięć warto dążyć do rozwijania możliwie szerokiego modelu współpracy z instytucjami systemu oświaty, w szczególności z Ministerstwem Edukacji Narodowej, który – w zależności od charakteru projektu i możliwości poszczególnych partnerów – może obejmować m.in.:

- przekazywanie informacji o projektach za pośrednictwem oficjalnych kanałów komunikacji z dyrektorami szkół;
- obejmowanie wybranych przedsięwzięć patronatem lub inną formą wsparcia Ministerstwa Edukacji Narodowej;
- włączanie kuratoriów oświaty i placówek doskonalenia nauczycieli w promocję oraz wdrażanie projektów;
- współpracę przy organizacji szkoleń dla nauczycieli oraz możliwość powiązania ich z doskonaleniem zawodowym;
- promowanie projektów podczas konferencji, narad i spotkań organizowanych dla dyrektorów szkół oraz nauczycieli.

Doświadczenia z realizacji projektu „Klucz do Kosmosu” wskazują, że jednorazowe przekazanie przez dany podmiot współpracujący informacji do szkolnych sekretariatów nie jest wystarczające do osiągnięcia wysokiego poziomu uczestnictwa. Skuteczne wdrażanie ogólnopolskich projektów edukacyjnych wymaga wielokanałowej i powtarzalnej komunikacji, aktywnego zaangażowania kuratoriów, jednostek samorządu terytorialnego, ośrodków doskonalenia nauczycieli oraz innych podmiotów pozostających w bezpośrednim kontakcie ze szkołami. Istotne znaczenie ma również promowanie przykładów realizacji projektu i dobrych praktyk wypracowanych przez uczestniczące placówki.

Wsparcie ze strony systemu oświaty może mieć znaczenie nie tylko dla zasięgu komunikacji, ale również dla gotowości szkół do włączenia przedsięwzięcia do własnych działań dydaktycznych. W przypadku ogólnopolskich projektów edukacyjnych zasadne jest zatem budowanie współpracy instytucjonalnej już na

etapie ich planowania, a następnie utrzymywanie jej podczas naboru, realizacji działań i wsparcia nauczycieli.

Podsumowując, „Klucz do Kosmosu” pokazał potencjał praktycznych przedsięwzięć edukacyjnych łączących tematykę kosmiczną z rozwijaniem kompetencji technicznych i inżynierskich. Szczególną wartością przyjętej formuły było umożliwienie uczniom samodzielnego wykonania działającego urządzenia oraz połączenie tego zadania z materiałami dydaktycznymi i szerszym kontekstem misji IGNIS.

Jednocześnie wnioski po zakończeniu projektu wskazują, że skala wykorzystania tego rodzaju przedsięwzięć zależy od całego modelu ich wdrożenia. Dla przyszłych projektów szczególne znaczenie mają cztery wzajemnie powiązane elementy:

- odpowiednio przygotowane materiały i narzędzia edukacyjne,
- dostępność infrastruktury technicznej,
- praktyczne przygotowanie nauczycieli oraz
- skuteczny system komunikacji i współpracy z instytucjami systemu oświaty.

Kompleksowy model wsparcia edukacji STEM powinien zatem łączyć trzy elementy: dostęp do odpowiedniego wyposażenia, gotowe materiały i narzędzia dydaktyczne oraz rozwijanie praktycznych kompetencji nauczycieli. Dopiero ich łączne zapewnienie tworzy warunki do szerszego i bardziej trwałego wykorzystania zajęć technicznych w pracy szkół.

Spis tabel i rysunków

Tabela 1. Dane techniczne komponentu kosmicznego projektu „Klucz do Kosmosu”.	12
Rysunek 1. Klucz do Kosmosu - gotowe urządzenie przed wystaniem na ISS.....	12
Rysunek 2. Klucz do Kosmosu - prototyp - wersja dla uczniów (bez nakładki)...	13
Rysunek 3. Klucz do Kosmosu - prototyp - wersja dla uczniów (z nakładką).....	14
Rysunek 4. Baner zachęcający do pobrania videotutorialu ze Sławoszem Uznańskim-Wiśniewskim.	15
Rysunek 5. Nakładka 3D oraz zmontowany „Klucz do Kosmosu” w wersji szkolnej.	16
Rysunek 6. Pudło i zawartość zestawu szkolnego „Klucz do Kosmosu”.	17
Rysunek 7. Kadr z nagrania połączenia edukacyjnego z polskim astronautą na żywo z użyciem "Klucza do Kosmosu".	22
Rysunek 8. Zajęcia z lutowania podczas wydarzenia w Łodzi 2 lipca 2025 r.	23
Rysunek 9. Warsztaty z lutowania podczas wydarzenia w Warszawie 8 lipca 2025 r.	23
Rysunek 10. Sławosz Uznański-Wiśniewski trzymający Klucz do Kosmosu w module Cupola podczas misji IGNIS.....	24
Rysunek 11. Klucz do Kosmosu w module Cupola (ISS).	24
Rysunek 12. Wykres przedstawiający liczbę wysyłek zestawów "Klucz do Kosmosu" według województw.	29
Rysunek 13. Rozkład procentowy liczby dokonanych wysyłek w podziale na poszczególne województwa.....	30
Rysunek 14. Wykres przedstawiający liczbę przekazanych zestawów „Klucz do Kosmosu” według województw.	31
Rysunek 15. Procentowy udział podmiotów, które aplikowały o zestawy „Klucz do Kosmosu”.....	32
Rysunek 16. Wysyłka zestawów w podziale na okresy.	33
Rysunek 17. Kadr ze szkolenia online dla nauczycieli zorganizowanego przez POLSA w ramach wsparcia nauczycieli w projekcie "Klucz do Kosmosu".	35
Rysunek 18. Zdjęcie ze szkolenia stacjonarnego, zorganizowanego 18 maja 2026 r. we współpracy z DODN.....	36

Lista załączników

Załącznik nr 1 – Dokumentacja techniczna

Załącznik nr 2 – Instrukcja montażu urządzenia i wskazówki dla nauczycieli

Załącznik nr 3 – Propozycje rozbudowy urządzenia

Załącznik nr 4 – Projekt pudełka

Załącznik nr 5 – Projekt wkładki do pudełka

Załącznik nr 6 – Regulamin projektu

Załącznik nr 7 – Wzór Raportu

Załącznik nr 8 – Wybrane relacje szkół oraz wybrane cytaty nauczycieli z raportów



DOKUMENTACJA TECHNICZNA

KLUCZ DO KOSMOSU

edukacyjne urządzenie elektroniczne – wersja szkolna



Polska Agencja Kosmiczna

7 lipca 2024 r.

Informacje o dokumencie

Właściwości dokumentu:

Wersja dokumentu	Data dokumentu	Opracowanie
1.1	2024.07.07	TrimSoft

Rejestr zmian w dokumencie:

Wersja	Data	Opis
1.0	2024.04.15	Pierwsza wersja dokumentu
1.1	2024.07.07	Rozdział 3.2: • zmieniono wartość rezystora R4 na schemacie, • rozszerzono opis wpływu zastosowanych komponentów na parametry generowanego przebiegu i dodano przykłady (obliczenia i rzeczywiste przebiegi z oscyloskopu). Rozdział 3.3: • dodano informację o wpływie R3 na intensywność świecenia diod LED. Rozdział 4.1: • zaktualizowano listę komponentów i dodano informacje dotyczące alternatywnych i dodatkowych wartości rezystancji i pojemności. Rozdział 6.2: • zaktualizowano listę elementów w zestawie.

Słownik skrótów

BOM – Bill of Materials

FR – Flame Retardant

HAL – Hot Air Leveling

ISS – International Space Station

LED – Light-Emitting Diode

PCB – Printed Circuit Board

STEM – Science, Technology, Engineering, Mathematics

THT – Through-Hole Technology

USB – Universal Serial Bus

Spis treści

Informacje o dokumencie.....	2
Słownik skrótów.....	3
1. Wprowadzenie.....	5
2. Specyfikacja techniczna.....	6
2.1. Wymiary.....	6
2.2. Montaż.....	6
2.3. Zasilanie.....	7
3. Opis urządzenia.....	8
3.1. Budowa.....	8
3.1.1. Płytki PCB.....	8
3.1.2. Rozmieszczenie komponentów.....	9
3.2. Klucz telegraficzny.....	10
3.3. Klaskacz.....	14
4. Lista komponentów (BOM).....	16
4.1. Elementy montowane na płytce PCB.....	16
4.2. Komponenty dodatkowe.....	17
5. Testy.....	18
5.1. Pobór prądu.....	18
6. Informacje dotyczące produkcji.....	20
6.1. Płytki PCB – specyfikacja techniczna.....	20
6.2. Zestaw elementów do zamówienia.....	20
Załącznik 1 – schemat urządzenia.....	22
Załącznik 2 – projekt PCB (strona elementów).....	23
Załącznik 3 – projekt PCB (strona lutowania).....	24

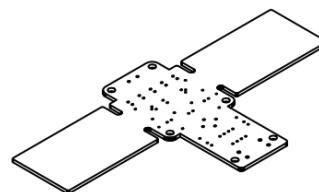
1. Wprowadzenie

Niniejsza dokumentacja techniczna zawiera kluczowe informacje na temat projektu edukacyjnego urządzenia elektronicznego ***Klucz do kosmosu***, zaprojektowanego dla Polskiej Agencji Kosmicznej. Urządzenie (płytką PCB z zestawem komponentów do samodzielnego montażu) jest częścią większego programu edukacyjnego promującego naukę STEM i będzie wykorzystywane do nauczania podstaw elektroniki i lutowania w szkołach.

Dokumentacja zawiera specyfikację techniczną, opis budowy i działania, a także informacje przydatne przy ewentualnej produkcji tego urządzenia.

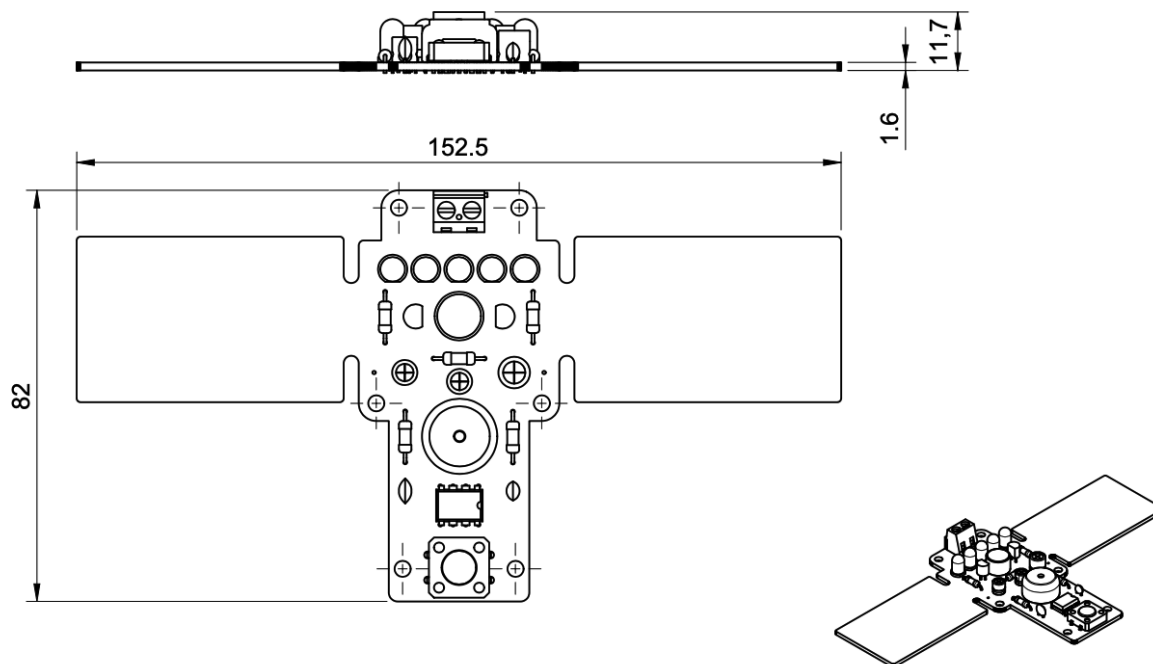
2.1. Wymiary

Płytkę posiada sześć otworów montażowych o średnicy 3.2mm.



Rysunek 1: Wymiary płytki PCB

Urządzenie jest przeznaczone do samodzielnego montażu, dlatego zastosowano w nim łatwe do lutowania elementy przewlekane (THT).



Rysunek 2: Płytki z wlutowanymi elementami

Całkowita masa urządzenia (PCB z komponentami): około 40 g.

2.3. Zasilanie

Układ może być zasilany napięciem stałym z zakresu od 3V do 9V. Daje to szeroki wybór źródła zasilania - np. USB (zasilacz, ładowarka, laptop, power bank) lub popularne baterie (1,5V typu AA lub AAA).

Maksymalny pobór prądu: poniżej 200mA.

3. Opis urządzenia

Urządzenie składa się z dwóch niezależnych analogowych układów elektronicznych realizujących następujące funkcje:

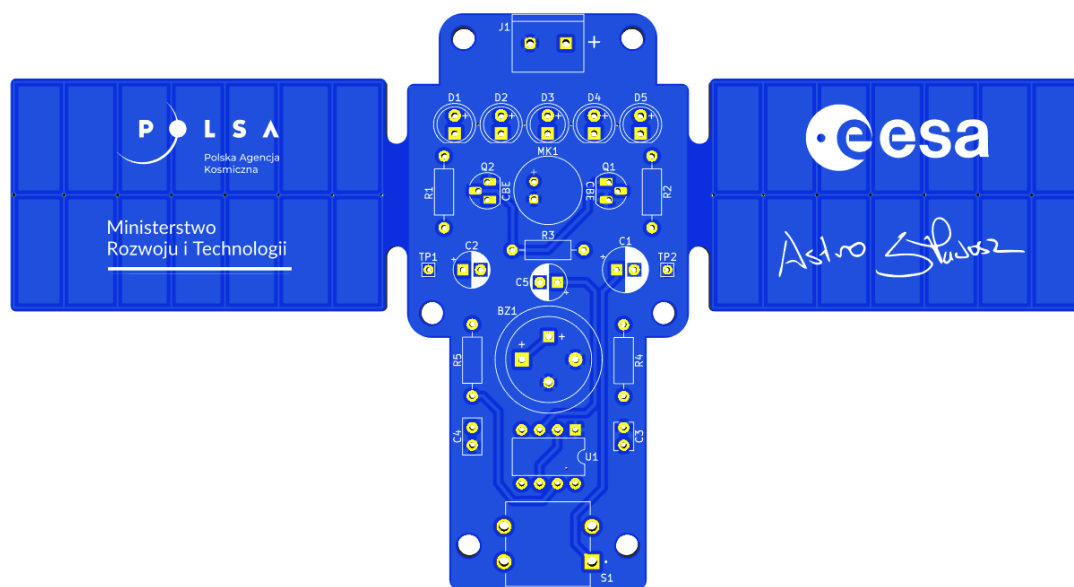
- klucz telegraficzny – układ emitujący dźwięk po naciśnięciu przycisku,
- klaskacz – układ reagujący na dźwięk świeceniem diod LED.

Projekt wykorzystuje zróżnicowany zestaw elementów elektronicznych, takich jak rezystory, kondensatory, tranzystory, układy scalone, diody LED, przetworniki dźwięku, a także elementy mechaniczne. Ten zróżnicowany zestaw komponentów stanowi cenne narzędzie edukacyjne dla użytkowników, którzy mogą dowiedzieć się o zastosowaniach różnych komponentów, zrozumieć ich działanie i zależności między nimi.

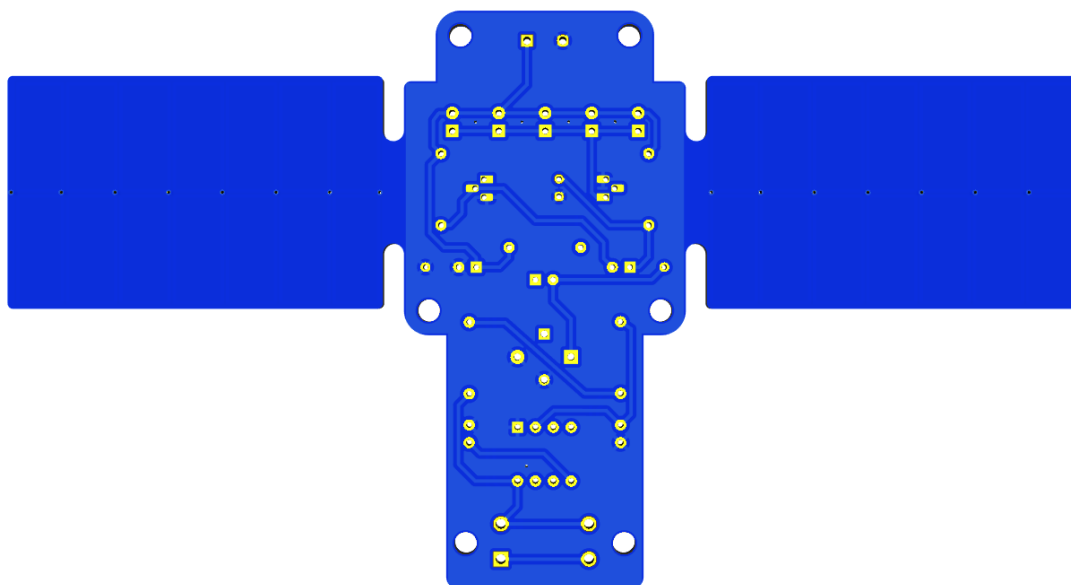
3.1. Budowa

3.1.1. Płytki PCB

Zaprojektowana płytki PCB jest dwustronna (dwuwarstwowa), pokryta niebieską maską lutowniczą z opisami od strony elementów. Boczne skrzydła, przypominające panele słoneczne satelity, nie są częścią układu elektronicznego - stanowią jedynie ozdobę i miejsce na logo.



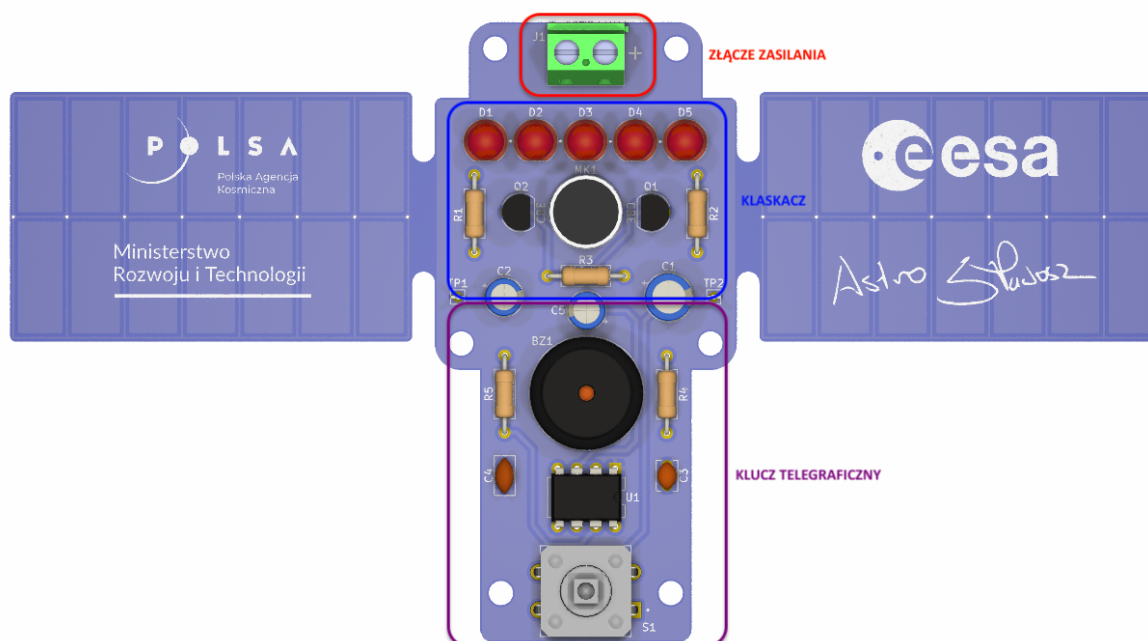
Rysunek 3: Płytki PCB – strona elementów



Rysunek 4: Płytki PCB – strona lutowania

3.1.2. Rozmieszczenie komponentów

Poniższy rysunek przedstawia wizualizację płytki drukowanej z rozmieszczonymi komponentami i podziałem na układy elektroniczne realizujące określone funkcje.



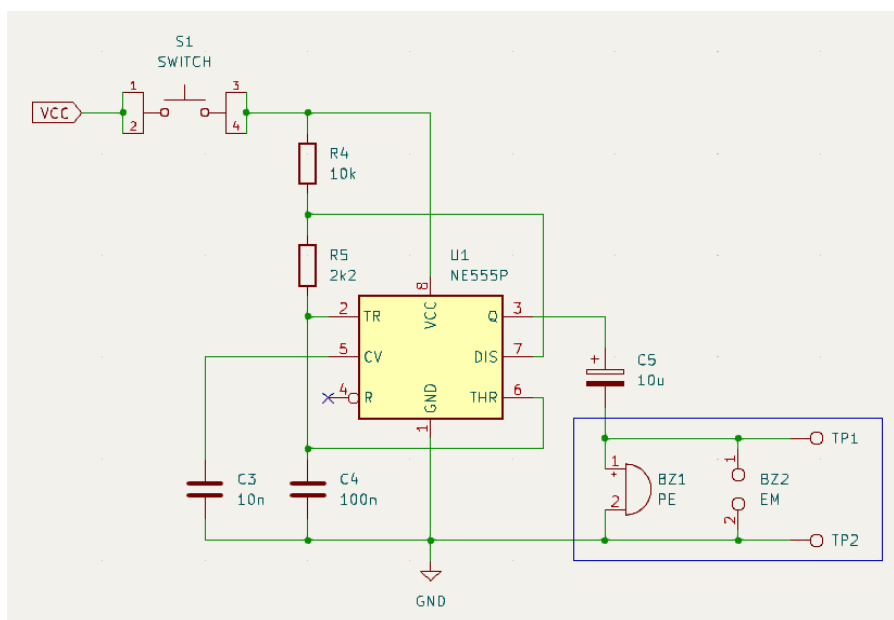
Rysunek 5: Rozmieszczenie komponentów na płytce PCB

3.2. Klucz telegraficzny

Obwód elektroniczny realizujący funkcję klucza telegraficznego składa się z następujących elementów:

- mikroprzełącznik,
- generator astabilny,
- brzęczyk piezoelektryczny.

Po naciśnięciu mikroprzełącznika monostabilnego (S1) włączane jest zasilanie obwodu generatora astabilnego, który generuje zmienny sygnał dla brzęczyka piezoelektrycznego (BZ1). Brzęczyk przetwarza zmienne napięcie elektryczne w sygnał akustyczny.



Rysunek 6: Schemat układu klucza telegraficznego

Generator astabilny zbudowany na układzie timera NE555P (U1) to proste, ale wszechstronne rozwiązanie służące do generowania sygnałów prostokątnych o zmiennej częstotliwości i współczynniku wypełnienia. Jego elastyczność, niezawodność i łatwość implementacji czynią go popularnym rozwiązaniem w wielu aplikacjach elektronicznych.

Podczas działania układu kondensator C4 jest cyklicznie ładowany i rozładowywany. Układ NE555P kontroluje ten proces i zmienia stan logiczny na wyjściu Q, generując okresowy przebieg prostokątny.

Kondensator C3 służy do blokowania szybkich zmian napięć odniesienia podawanych na układ U1 z dzielnika.

Częstotliwość generowanego przebiegu można wyznaczyć zgodnie z zależnością:

$$f = \frac{1,44}{(R_4 + 2R_5)C_4}$$

Współczynnik wypełnienia generowanego przebiegu:

$$D = \frac{R_4 + R_5}{R_4 + 2R_5}$$

Wartości rezystancji R_4 i R_5 oraz pojemność kondensatora C_4 mają bezpośredni wpływ na częstotliwość i cykl pracy generowanego przebiegu:

- zwiększenie C_4 zwiększy czas cyklu, a tym samym zmniejszy częstotliwość,
- zwiększenie R_4 zwiększy czas trwania stanu wysokiego (*Time High*), ale nie wpłynie na czas trwania stanu niskiego (*Time Low*),
- zwiększenie R_5 zwiększy czas trwania stanu wysokiego (*Time High*), zwiększy czas trwania stanu niskiego (*Time Low*) i zmniejszy cykl pracy (do minimum 50%).

Generowany sygnał podawany na brzęczyk można obserwować podłączając oscyloskop do punktów pomiarowych TP1 i TP2 (masa) na płytce drukowanej.

Poniższy rysunek przedstawia obliczenia wykonane dla wartości elementów użytych w obwodzie.

Choose Configuration

☐ Monostable ☒ Astable

R₁ Resistor Value

10 kΩ

R₂ Resistor Value

2.2 kΩ

C₁ Capacitance Value

100 nF

Formula

$$T_h = 0.693(R_1 + R_2)C_1 \quad T_l = 0.693R_2C_1$$

$$f = \frac{1.44}{(R_1 + 2R_2)C_1}$$

Time High

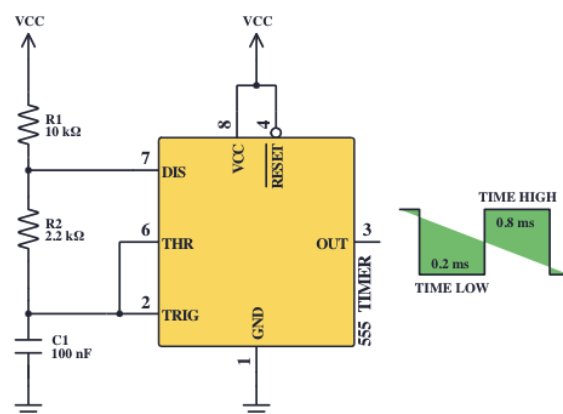
0,8 ms

Time Low

0,2 ms

Frequency

1000 Hz



Rysunek 7: Wyliczone parametry przebiegu dla $R_4=10\text{k}\Omega$, $R_5=2.2\text{k}\Omega$ i $C_4=100\text{nF}$

Parametry rzeczywistego przebiegu mogą się różnić od wyliczonych ze względu na tolerancję wartości komponentów zastosowanych do budowy układu.



Rysunek 8: Rzeczywisty przebieg obserwowany na oscyloskopie

Zmiana rezystancji R4 na 15kΩ spowoduje zmniejszenie częstotliwości generowanego przebiegu.

Choose Configuration

☐ Monostable ☒ Astable

R₁ Resistor Value

15 kΩ

R₂ Resistor Value

2.2 kΩ

C₁ Capacitance Value

100 nF

Formula

$$T_h = 0.693(R_1 + R_2)C_1 \quad T_l = 0.693R_2C_1$$

$$f = \frac{1.44}{(R_1 + 2R_2)C_1}$$

Time High

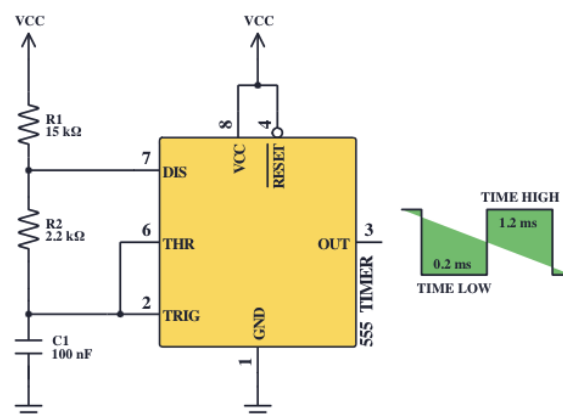
1,2 ms

Time Low

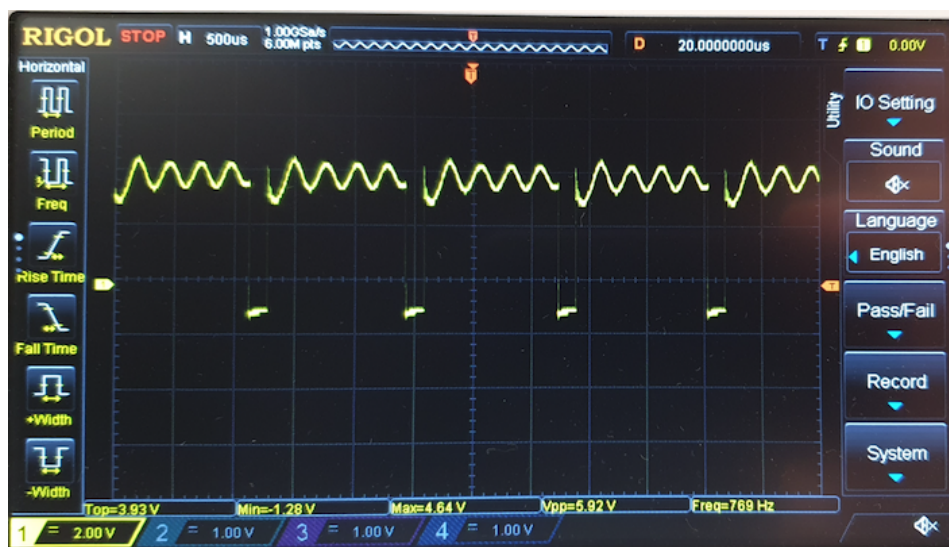
0,2 ms

Frequency

742,268 Hz



Rysunek 9: Zmiana parametrów po zwiększeniu rezystancji R4



Rysunek 10: Przebieg po zwiększeniu rezystancji R4

Zamiana miejscami rezystancji R4 i R5 oraz zmniejszenie pojemności C4 do 22nF powoduje zwiększenie częstotliwości generowanego przebiegu i zmniejszenie współczynnika wypełnienia. Może to poprawić brzmienie brzęczyka.

Choose Configuration

☐ Monostable ☒ Astable

R₁ Resistor Value

2.2 kΩ

R₂ Resistor Value

15 kΩ

C₁ Capacitance Value

22 nF

Formula

$$T_h = 0.693(R_1 + R_2)C_1 \quad T_l = 0.693R_2C_1$$

$$f = \frac{1.44}{(R_1 + 2R_2)C_1}$$

Time High

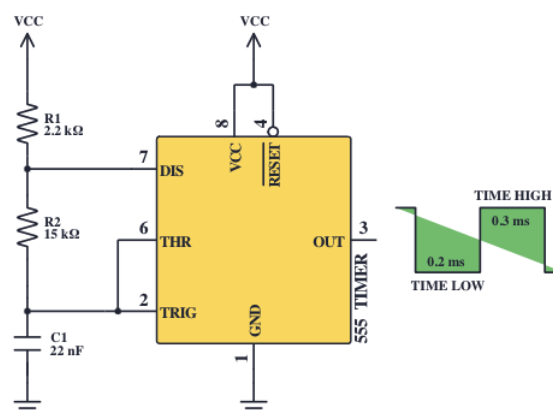
0,3 ms

Time Low

0,2 ms

Frequency

2032,7499 Hz



Rysunek 11: Zwiększenie częstotliwości generowanego przebiegu



Rysunek 12: Rzeczywisty przebieg po zwiększeniu częstotliwości

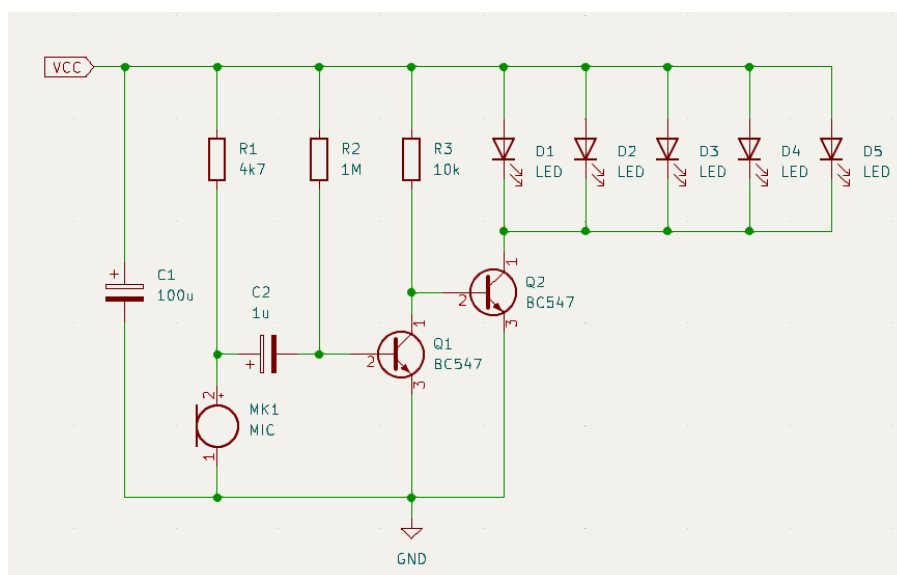
Zamiast brzęczyka piezoelektrycznego można zastosować brzęczyk elektromagnetyczny (również bez wbudowanego generatora). Na płycie są otwory dostosowane do mniejszego rastra wyprowadzeń i średnicy tego typu komponentu.

3.3. Klaskacz

W układzie realizującym funkcjonalność klaskacza można wyróżnić:

- mikrofon z układem przedwzmacniacza,
- wzmacniacz sygnału,
- wskaźnik zbudowany z diod LED.

Mikrofon reaguje na zmiany ciśnienia akustycznego w otoczeniu, generując zmienne napięcie wyjściowe proporcjonalne do natężenia dźwięku. Sygnał ten jest wzmacniany i wykorzystany doysterowania diod LED.



Rysunek 13: Schemat układu "klaskacza"

Zastosowany mikrofon elektretowy (MK1) charakteryzuje się niewielkimi rozmiarami, niską impedancją wyjściową i szerokim zakresem częstotliwości. Ten typ mikrofonu posiada wbudowany przedwzmacniacz w postaci tranzystora polowego. Tranzystor ten musi być zasilany z zewnętrznego źródła napięcia poprzez rezystor polaryzujący R1, który również pełni również rolę obciążenia. Wartość tego rezystora jest dobierana tak, żeby zapewnić odpowiednie napięcie pracy mikrofonu i ma również wpływ na wzmacnienie. Kondensator C2 na wyjściu służy do eliminacji składowej stałej.

Tranzystory Q1 i Q2 służą do wzmacniania sygnału z mikrofonu i sterowania diodami LED. Zmiany sygnału mikrofonu powodują zmiany prądu kolektora tranzystora Q2, zmieniając w ten sposób intensywność diod LED. Rezystor R3 może być używany do regulacji jasności diod LED.

4. Lista komponentów (BOM)

4.1. Elementy montowane na płycie PCB

Wszystkie elementy do montażu przewlekane (THT).

Element	Wartość/typ	Opis	Obudowa	Symbol - przykład
R1	4.7kΩ ¹	Rezystor węglowy, 0.25W, ±5%	Osiowa, Ø2.3x6mm	CF1/4W-4K7
R2	1MΩ	Rezystor węglowy, 0.25W, ±5%	Osiowa, Ø2.3x6mm	CF1/4W-1M
R3	10kΩ ²	Rezystor węglowy, 0.25W, ±5%	Osiowa, Ø2.3x6mm	CF1/4W-10K
R4	10kΩ ³	Rezystor węglowy, 0.25W, ±5%	Osiowa, Ø2.3x6mm	CF1/4W-10K
R5	2.2kΩ	Rezystor węglowy, 0.25W, ±5%	Osiowa, Ø2.3x6mm	CF1/4W-2K2
C3	10nF	Kondensator ceramiczny, 50V	2.54mm	CC-10N
C4	100nF ⁴	Kondensator ceramiczny, 50V	2.54mm	CC-100N
C1	100μF	Kondensator elektrolityczny, 25V	Ø6x11mm, 2.5mm	EW11EV101E11OT
C2	1μF	Kondensator elektrolityczny, 50V	Ø5x11mm, 2.5mm	EW11HM010D11X25T
C5	10μF	Kondensator elektrolityczny, 50V	Ø5x11mm, 2.5mm	EW11HM100D11X25T
U1	NE555P	Układ scalony, timer	DIP8	NE555P
Q1, Q2	BC547B ⁵	Tranzystor bipolarny NPN	TO92	BC547B
D1..D5		Dioda LED, dyfuzyjna, niebieska, jasność do 1000mcd	5mm, czoło wypukłe	L-7113QBDL-D
MK1 ⁶		Mikrofon elektretowy, 1..10V, 0.5mA, -44dB (min.)	Ø9.7mm, 2.5mm	LD-MC-9765P
BZ1		Brzęczyk piezoelektryczny bez generatora, 1..10V, 1mA	Ø13.8x6.8mm, 7.6mm	AT-1438-TWT-R
S1		Mikroprzełącznik monostabilny	12x12x4.3mm	TACT-24N
J1		Złącze śrubowe, kątowe 90°, dwutorowe	5.08mm	282837-2 lub TB-5.08-P-2P/BL

- 1 Alternatywnie 10kΩ w zależności od czułości zastosowanego mikrofonu – zwiększenie rezystancji może poprawić działanie układu klaskacza.
- 2 Zmiana rezystancji R3 w zależności od napięcia zasilania układu powoduje zmianę intensywności świecenia diod LED – przy wyższym napięciu zasilania zwiększenie rezystancji zmniejszy intensywność świecenia diod LED i może w niektórych przypadkach poprawić brzmienie brzęczyka (proponowane dodatkowe rezystory 4.7kΩ, 15kΩ i 30kΩ).
- 3 Do zestawu powinny być dodane inne wartości rezystorów R4 i R5, aby umożliwić eksperymenty związane ze zmianą parametrów generowanego przebiegu (proponowany dodatkowy rezystor 15kΩ).
- 4 Podobnie jak rezystory R4 i R5, pojemność C4 ma również bezpośredni wpływ na parametry generowanego przebiegu, więc do zestawu powinna być dodana również inna wartość pojemności (np. 22nF).
- 5 Układ został przetestowany również z innymi typami tranzystorów NPN (BC183, BC546, BC548, BC549, BC550).
- 6 Najlepiej sprawdził się mikrofon OEM, dla którego nie udało się ustalić symbolu i nazwy producenta, a także uzyskać karty katalogowej – w tabeli podany został komponent alternatywny zastosowany w wersji dla ISS.

4.2. Komponenty dodatkowe

Proponowane elementy dodatkowe związane z wyborem źródła zasilania:

- koszyk na 2 lub 3 baterie (typu AA lub AAA) z przewodami,
- wtyk USB typ A na przewód do lutowania.

Koszyk na baterie lub przygotowany kabel z wtyczką USB należy podłączyć do złącza zaciskowego śrubowego na płytce PCB (oznaczone symbolem J1) z zachowaniem odpowiedniej polaryzacji.



Rysunek 14: Koszyk na baterie 2xAAA



Rysunek 15: Wtyczka USB z obudową

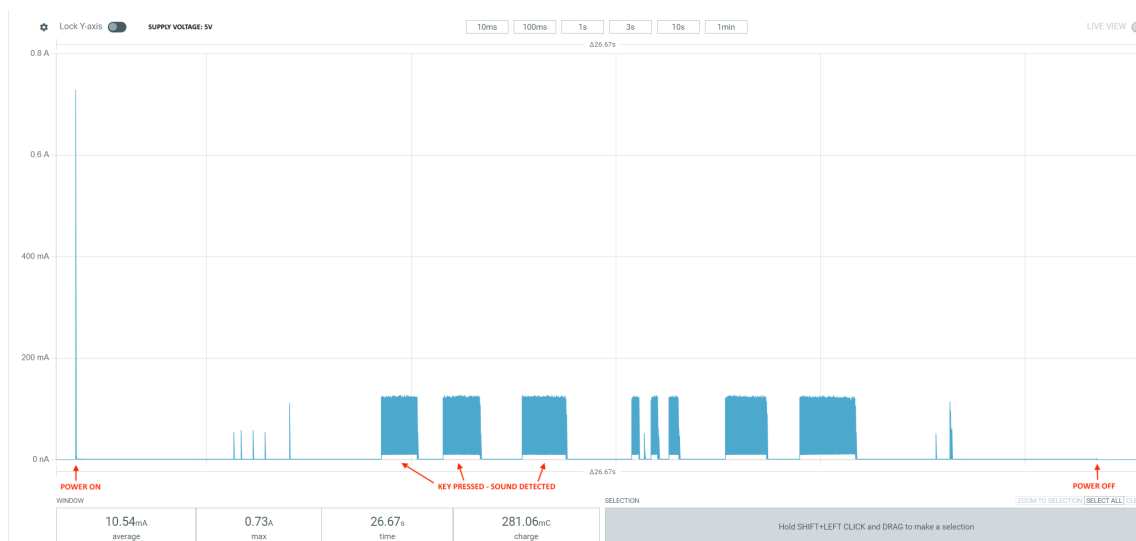
Opcjonalne elementy montażowe:

- kołki dystansowe poliamidowe (M3, 10mm),
- śruby nylonowe (M3, 6mm).

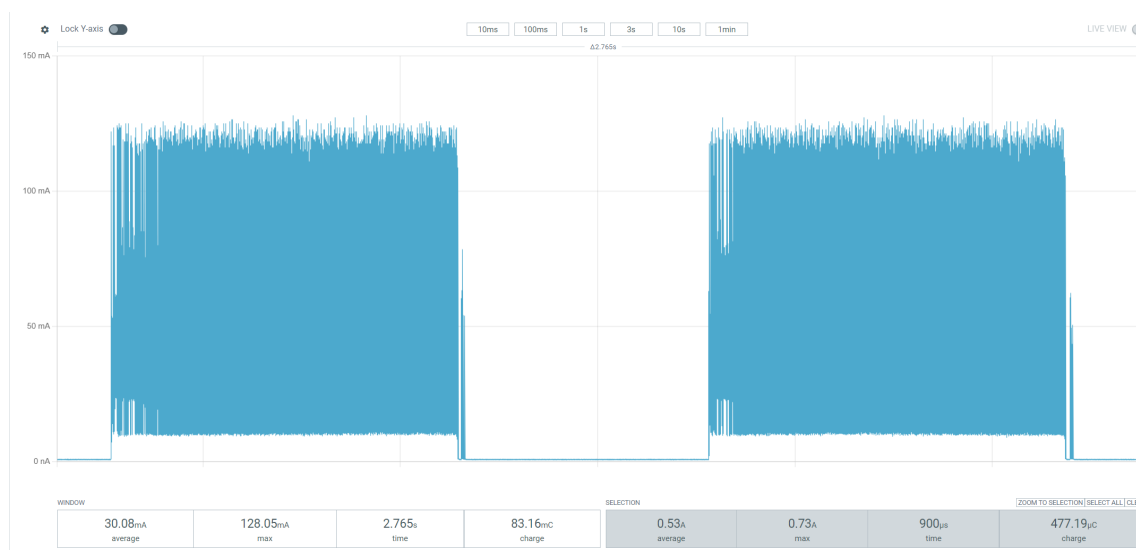
5. Testy

5.1. Pobór prądu

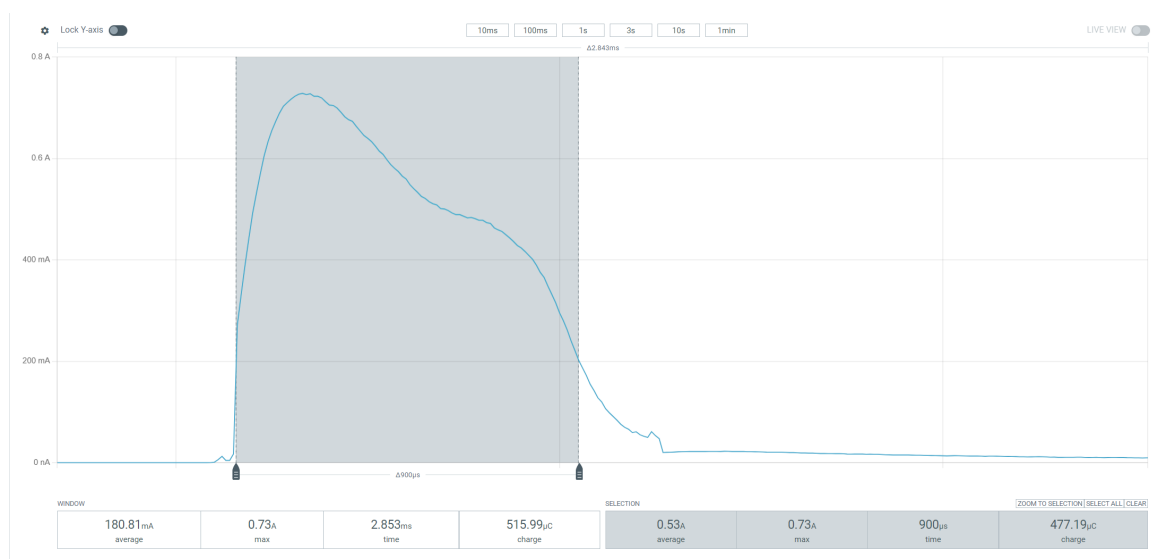
Urządzenie charakteryzuje się niskim zużyciem energii. Testy z wykorzystaniem modułu analizy parametrów zasilania (*Power Profiler Kit*) jako źródła zasilania wykazały, że podczas normalnej pracy przy napięciu zasilania 5V, szczytowe wartości prądu nie przekraczają 150mA.



Rysunek 16: Pobór prądu podczas pracy urządzenia przy napięciu zasilania 5V



Rysunek 17: Pobór prądu podczas używania klucza telegraficznego



Rysunek 18: Prąd rozruchowy w chwili uruchomienia urządzenia

6. Informacje dotyczące produkcji

6.1. Płytki PCB – specyfikacja techniczna

Rodzaj laminatu	FR-4
Wymiary zewnętrzne płytki	153x82mm (1.26dm ²)
Grubość laminatu bazowego	1.55mm
Liczba warstw	2
Grubość miedzi	35μm (1oz)
Liczba otworów na płytce	58 + 6 montażowych
Metalizacja otworów	Tak
Maska lutownicza (soldermaska)	Dwustronna w kolorze niebieskim
Cynowanie	HAL
Nietypowy kształt płytki	Tak
Frezowanie płytki i otworów	Tak
Opis (silkscreen)	Jednostronny w kolorze białym

6.2. Zestaw elementów do zamówienia

Elementy podstawowe:

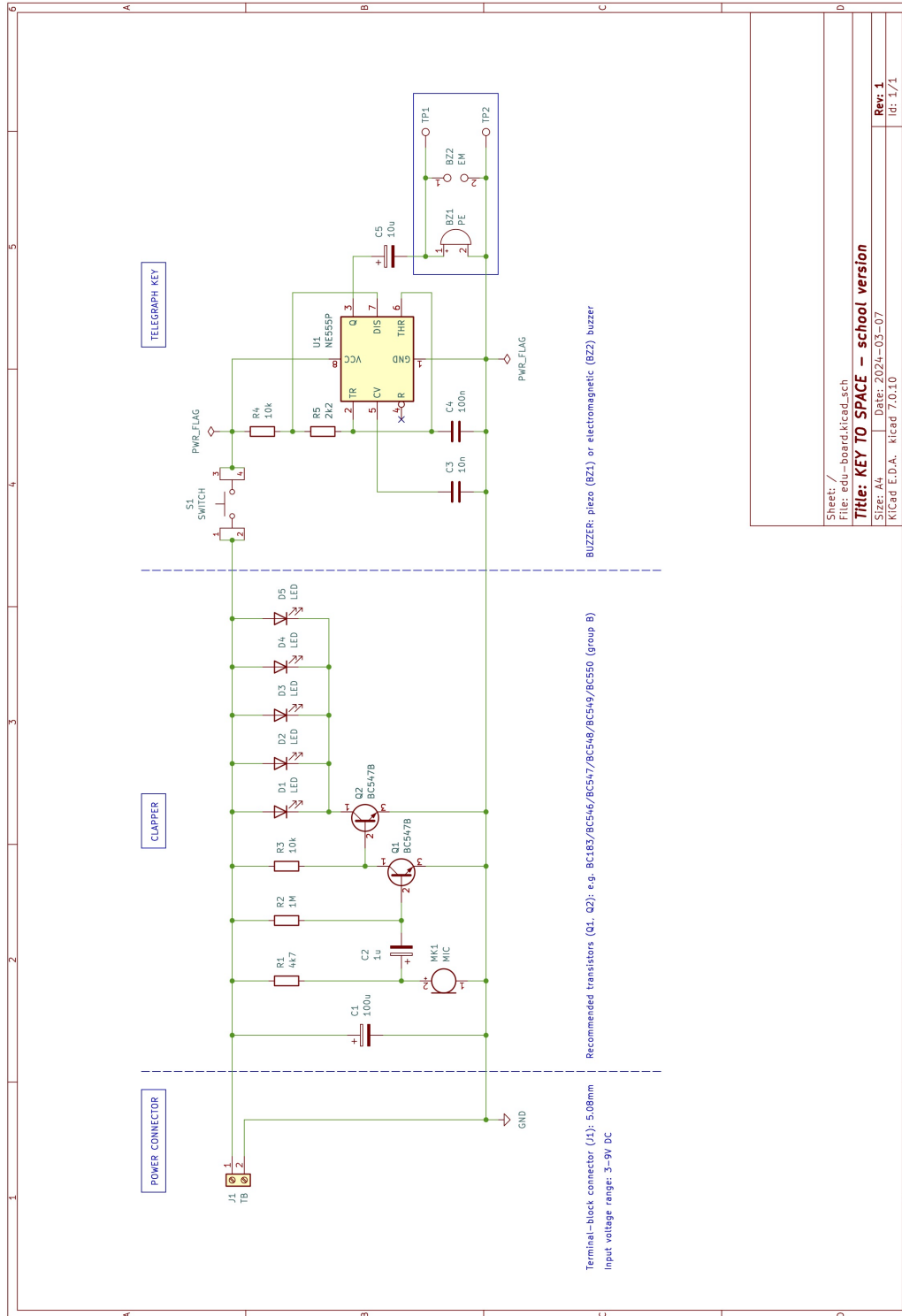
Element	Symbol	Kod produktu - przykład	Liczba sztuk
Rezystor 2.2kΩ	R5, (R4)	CF1/4W-2K2	1
Rezystor 4.7kΩ	R1, (R3)	CF1/4W-4K7	2
Rezystor 10kΩ	R3, R4, (R1)	CF1/4W-10K	2
Rezystor 15kΩ	(R3), (R4), (R5)	CF1/4W-15K	2
Rezystor 30kΩ	(R3)	CF1/4W-30K	1
Rezystor 1MΩ	R2	CF1/4W-1M	1
Kondensator ceramiczny 10nF	C3	CC-10N	1
Kondensator ceramiczny 22nF	(C4)	CC-22N	1
Kondensator ceramiczny 100nF	C4	CC-100N	1
Kondensator elektrolityczny 1μF	C2	CE-1/50PHT-TAS	1
Kondensator elektrolityczny 10μF	C5	CE-10/50PHT-TAS	1
Kondensator elektrolityczny 100μF	C1	CE-100/25PHT-Y	1
Tranzystor bipolarny NPN	Q1, Q2	BC547B-DIO	2
Układ scalony (timer)	U1	NE555P	1
Diody LED	D1..D5	L-7113QBDL-D	5
Mikrofon	MK1	UCC-00740 (OEM) ← najlepszy, LD-MC-9765P	1

Brzęczyk piezoelektryczny	BZ1	AT-1438-TWT-R	1
Mikroprzełącznik monostabilny	S1	TACT-24N-F	1
Złącze śrubowe zaciskowe	J1	TB-5.08-P-2P/BL , 282837-2	1

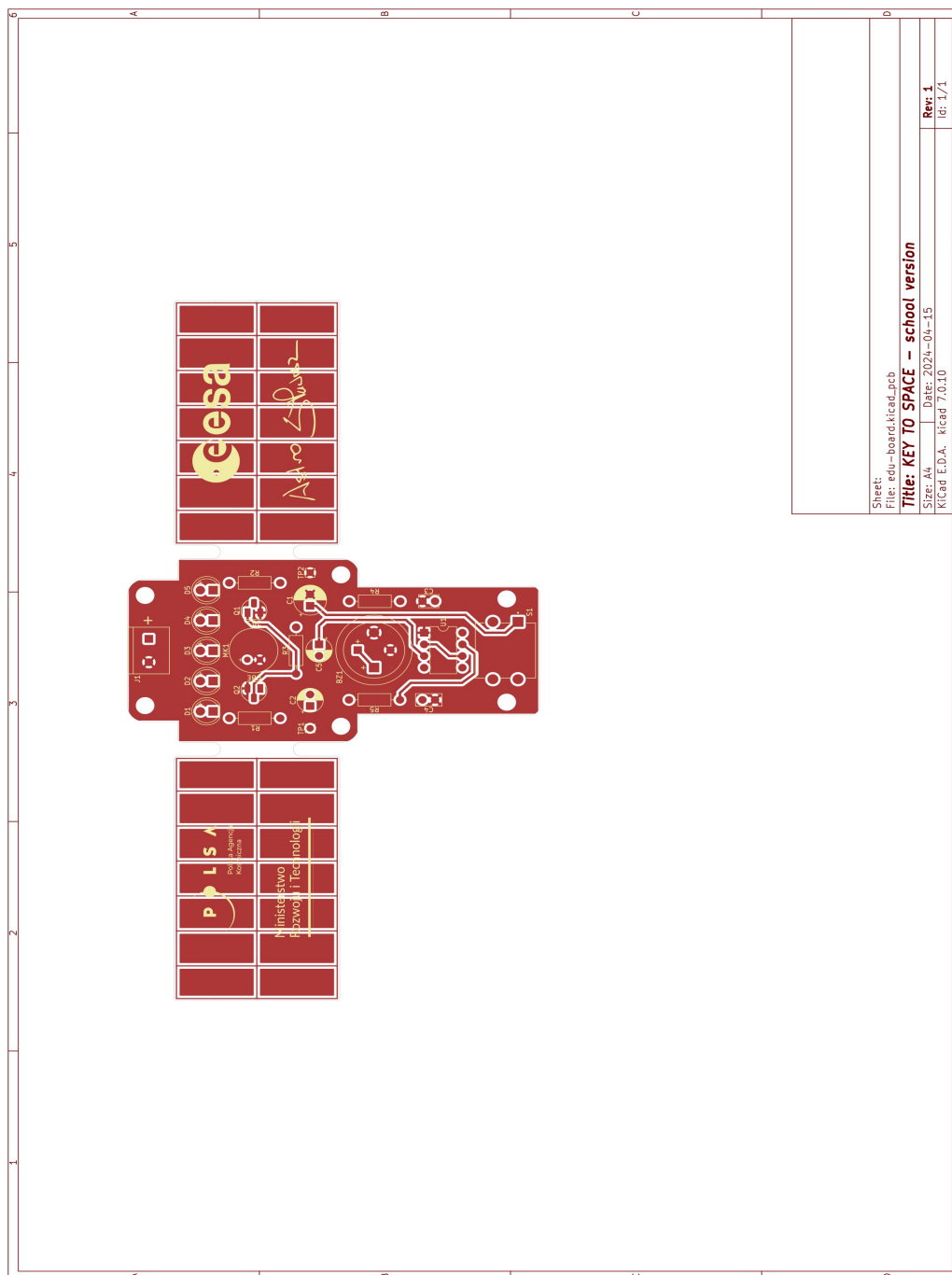
Elementy dodatkowe:

Element	Kod produktu (przykład)	Liczba sztuk
Koszyk na dwie baterie AAA z przewodami	AKC-01649	1
Wtyk USB na przewód do lutowania	KAB-00848	1
Poliamidowe kołki dystansowe	2650	6
Śruby nylonowe	4938	6

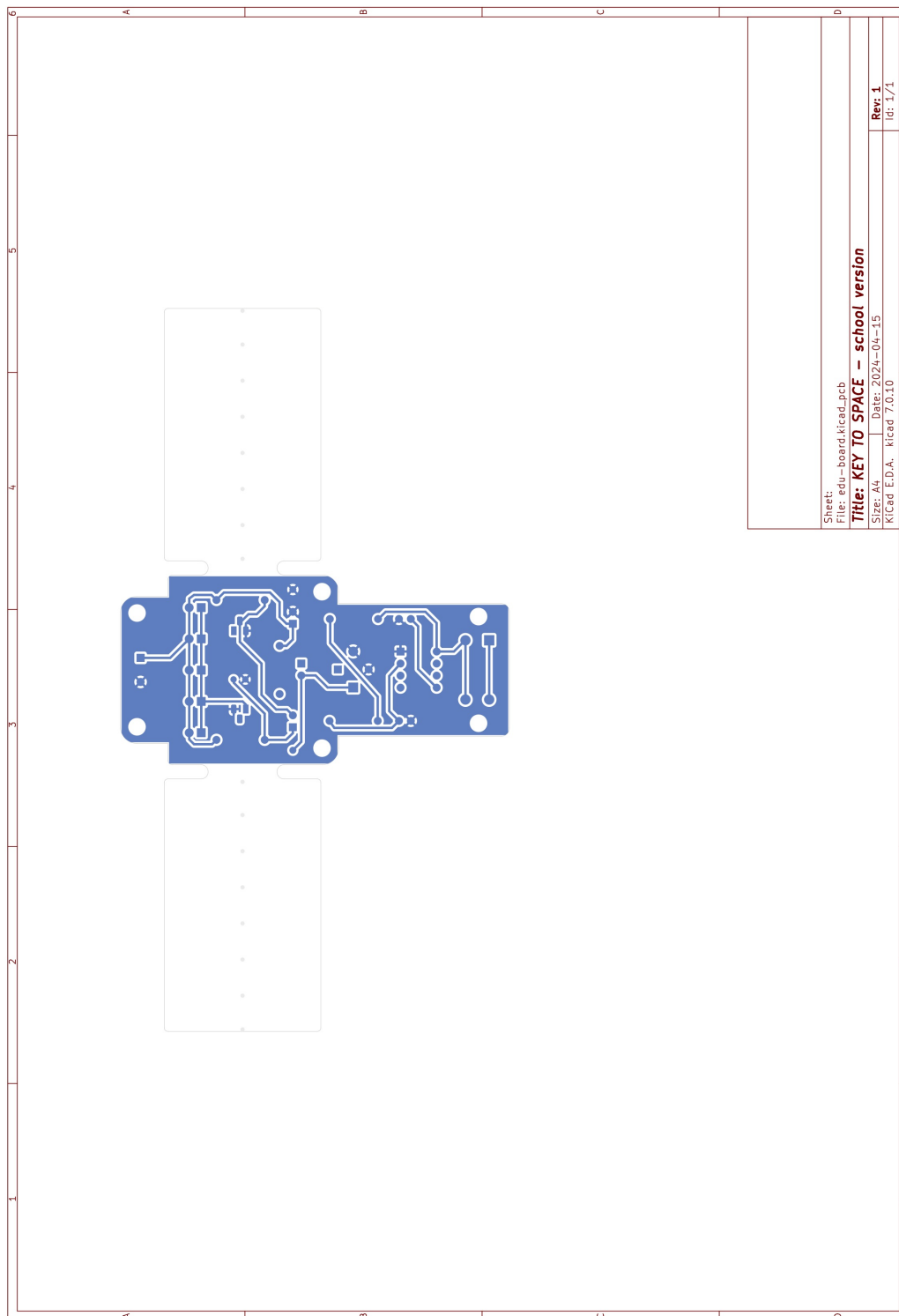
Załącznik 1 – schemat urządzenia



Załącznik 2 – projekt PCB (strona elementów)



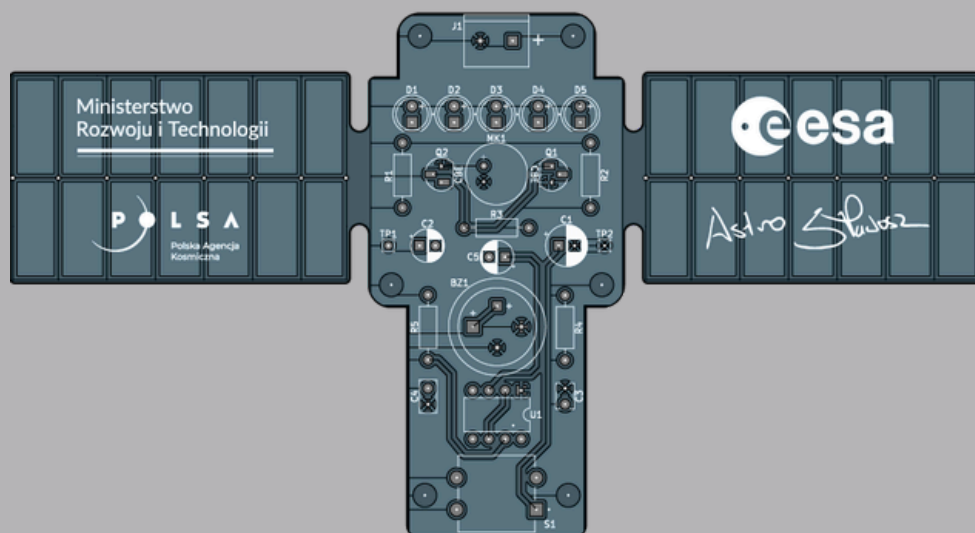
Załącznik 3 – projekt PCB (strona lutowania)





KLUCZ DO KOSMOSU

INSTRUKCJA MONTAŻU



1. Narzędzia i materiały

Do montażu potrzebne są następujące narzędzia i materiały:

- lutownica lub stacja lutownicza – urządzenie elektryczne z podgrzewaną końcówką, używane do rozgrzewania i topienia cyny, co pozwala na łączenie komponentów elektronicznych – najlepsza będzie lutownica o mocy 30-90W z cienką końcówką dla precyzyjnego lutowania,
- cyna do lutowania – stop metali, który topi się pod wpływem ciepła i tworzy połączenie między komponentami elektronicznymi – najlepiej używać cyny z topnikiem, co ułatwia proces lutowania i poprawia jakość połączeń,
- kalafonia – naturalna żywica stosowana jako topnik, który ułatwia lutowanie przez oczyszczanie powierzchni metalowych i poprawę przepływu cyny – zwykle cyna zawiera już topnik, ale dodatkowe użycie kalafonii może być pomocne,
- odsysacz do cyny – narzędzie służące do usuwania nadmiaru cyny z połączeń lutowanych, przydatne w przypadku konieczności usunięcia lub poprawienia lutów,
- obcinaczki boczne – narzędzie do precyzyjnego przycinania końcówek przewodów i nóżek komponentów po ich przylutowaniu – powinny być ostre, aby zapewnić czyste i równe cięcia,
- podkładka silikonowa – specjalna mata wykonana z odpornego na wysoką temperaturę silikonu – jest używana jako powierzchnia robocza podczas lutowania, zapewniając ochronę stołu i innych powierzchni przed uszkodzeniami spowodowanymi wysoką temperaturą i rozlanym lutem.
- śrubokręt z płaską, wąską końcówką
- dwie baterie AAA

Wyposażenie rekomendowane:

- gogle ochronne – chronią oczy przed odpryskami cyny,
- multimetr – wszechstronne narzędzie pomiarowe używane do mierzenia różnych wielkości elektrycznych, takich jak napięcie i rezystancja,

2. Wstęp do lutowania

Lutownica to urządzenie, którego grot nagrzewa się nawet do 450 stopni Celsjusza! Dlatego musisz się z nim ostrożnie obchodzić. Lutownicę trzymaj za rękojeść (gumową lub plastikową część), a każdorazowo po użyciu, odkładaj ją do uchwytu.

Gąbka w zestawie zawsze musi być namoczona i wyciśnięta. Służy ona do czyszczenia grotu lutownicy (czasami zamiast gąbki można spotkać inne czyściki, np. z wiórów metalowych).

Cyna, to metal, który roztopiając się pod grotem lutownicy, spaja ze sobą elementy. Kalafonia ułatwia lutowanie, zmniejsza napięcie powierzchniowe, przez co luty są trwałe, dobrze przylegają i mają odpowiedni kształt.

Podczas lutowania, w jednym ręku będziesz trzymać lutownicę, a w drugim cynę. Zanim przejdziemy do układu, wykonaj kilka ćwiczeń.

Upewnij się, że lutownica jest czysta i rozgrzana do odpowiedniej temperatury (ok. 350°C). Zanurz końcówkę grotu lutownicy w kalafonii, a następnie dotknij go do cyny. Utwórz kilka kulek cyny o różnej wielkości. Następnie zrób „sztangę”. Do prostego kawałka drucika, przylutuj z dwóch stron duże kulki cyny.

Oczywiście, nie każdy lut będzie udany. Naucz się teraz radzenia sobie z nieudanym lutem. Weź odsysacz, wciśnij w dół ruchomą część na sprężynie. Przyłóż grot lutownicy do małej kulki cyny. Gdy cyna roztopi się, zbliż końcówkę odsysacza i wciśnij przycisk. W ten sposób, nadmiar cyny został „zassany” do środka odsysacza.

Podczas lutowania elementów do płytki PCB:

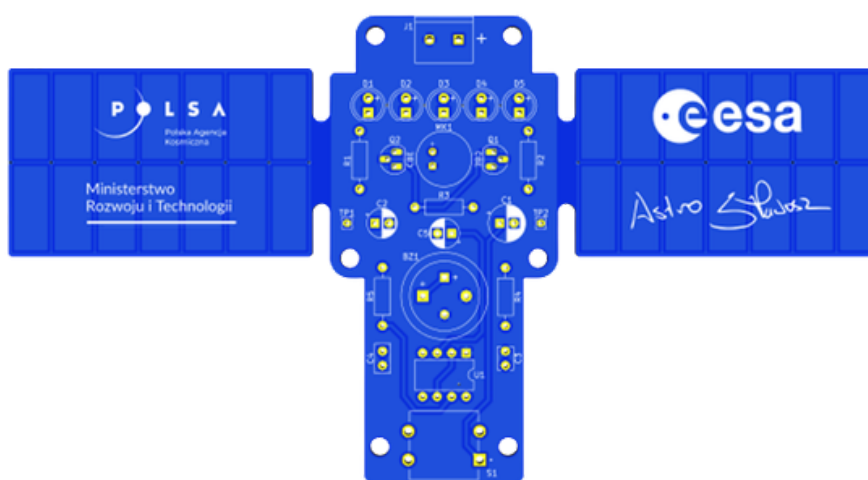
- umieść komponent w odpowiednich otworach na płytce,
- przytrzymaj końcówkę lutownicy przy nóżce komponentu oraz przy padzie na PCB przez kilka sekund,
- dodaj odrobinę cyny do miejsca styku lutownicy, nóżki komponentu i pada,
- usuń lutownicę, pozostawiając małą, błyszczącą kroplę cyny,
- upewnij się, że luty są błyszczące i mają kształt stożka – matowe, grudkowate luty mogą wskazywać na tzw. „zimne” luty, które należy poprawić.

Świetnie! Teraz jesteś gotowy do wykonania naszego zadania!

3. Charakterystyka układu i zastosowanych komponentów

Przejdźmy do układu.

Ta płytką, to płytką PCB (Printed Circuit Board), która została przygotowana specjalnie do układu, który tworzymy i zawierać będzie klucz telegraficzny oraz tzw. „klaskacz”, czyli wskaźnik reagujący na dźwięki z otoczenia. W odpowiednich miejscach znajdują się symbole elementów, które musimy przylutować.



Ilustracja 1. Klucz do Kosmosu - płytką PCB

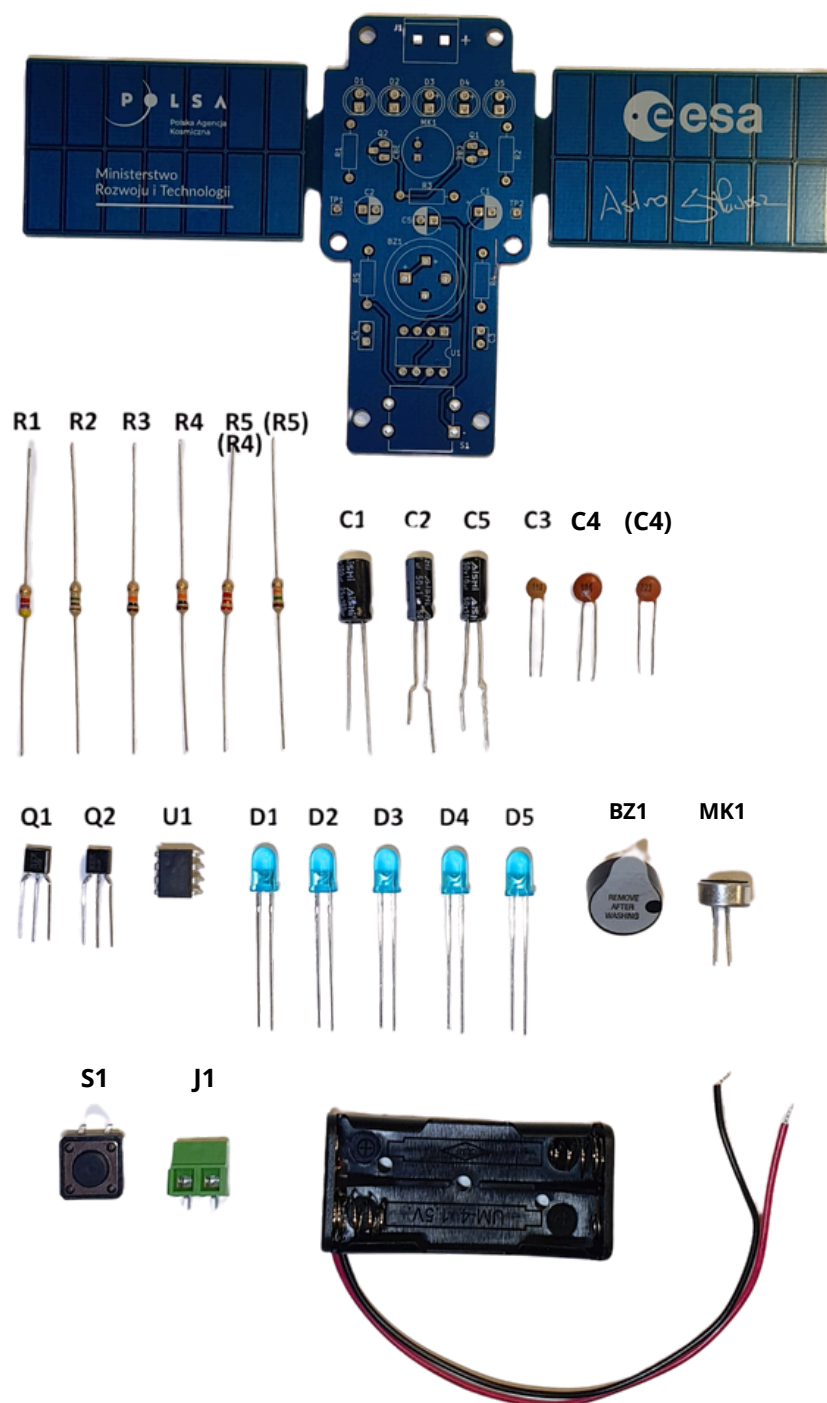
Nasza płytką ma nietypowy kształt. Co Ci ona przypomina?

W zestawie znajdują się następujące elementy:

- 5 diod LED półprzewodnikowych, które emitują światło,
- 9 rezystorów (oporników), mających na celu ograniczenie przepływu prądu w obwodach (chronić inne komponenty) oraz dzielenie napięcia,
- 6 różnych kondensatorów, które stabilizują napięcie i filtrują sygnały,
- 2 tranzystory, mające na celu wzmocnienie sygnału elektrycznego i sterowanie nim,
- układ scalony, na bazie którego zbudowany jest generator sygnału dla brzęczyka,
- brzęczyk,
- mikrofon,
- przycisk (mikroprzełącznik),
- złącze terminalowe do przykręcania kabli od zasilania,
- koszyk na dwie baterie typu AAA,
- dystanse (nóżki) - opcja.

str. 3

3. Charakterystyka układu i zastosowanych komponentów

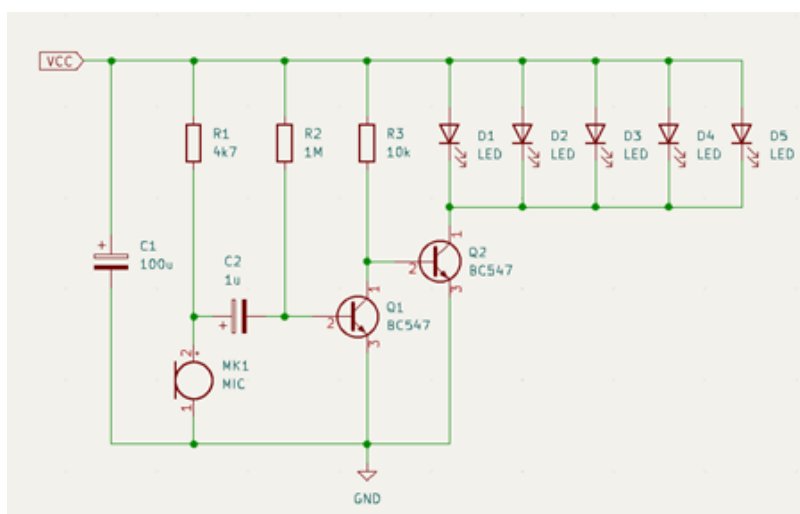


Ilustracja 2. Klucz do Kosmosu - zestaw elementów

3.1. „Klaskacz”

W układzie realizującym funkcjonalność „klaskacza” można wyróżnić:

- mikrofon – czujnik dźwięku, który przekształca sygnał akustyczny (fale dźwiękowe) na sygnał elektryczny,
- wzmacniacz – zbudowany na tranzystorach – wzmacnia sygnał z mikrofonu i pozwala na sterowanie diodami LED,
- wskaźnik zbudowany z diod LED, które emitują światło.



Ilustracja 3. Obwód „klaskacz” - schemat

Mikrofon reaguje na zmiany ciśnienia akustycznego w otoczeniu, generując zmienne napięcie wyjściowe proporcjonalne do natężenia dźwięku. Sygnał z mikrofonu jest bardzo słaby, więc musi zostać wzmacniony przed wykorzystaniem doysterowania diod LED.

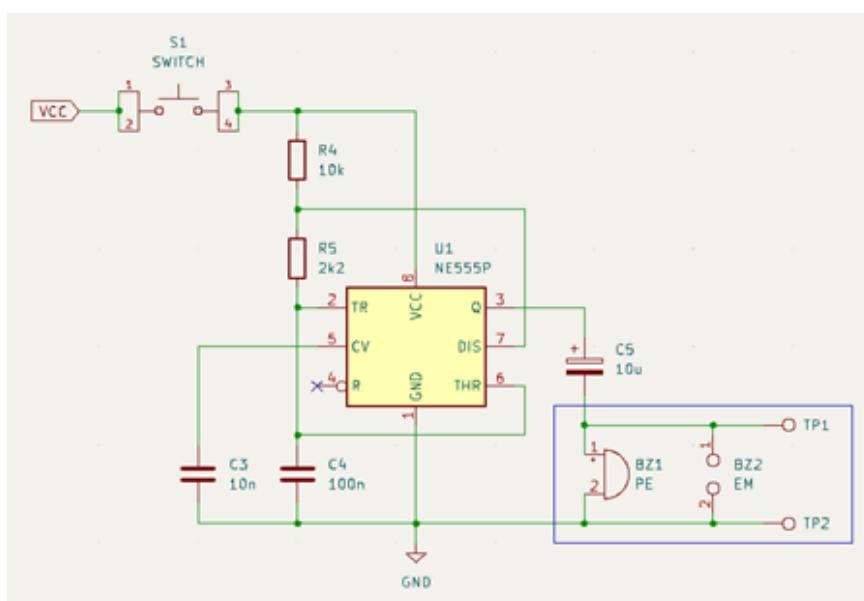
Zastosowany mikrofon (MK1) charakteryzuje się niewielkimi rozmiarami, niską impedancją wyjściową i szerokim zakresem częstotliwości. Ten typ mikrofonu posiada wbudowany przedwzmacniacz w postaci tranzystora polowego. Tranzystor ten musi być zasilany z zewnętrznego źródła napięcia poprzez rezystor polaryzujący R1, który pełni również rolę obciążenia. Wartość tego rezystora jest dobierana tak, żeby zapewnić odpowiednie napięcie pracy mikrofonu i ma również wpływ na wzmacnienie. Kondensator C2 na wyjściu służy do eliminacji składowej stałej.

Tranzystory Q1 i Q2 służą do wzmacniania sygnału z mikrofonu i sterowania diodami LED. Zmiany sygnału mikrofonu powodują zmiany prądu kolektora tranzystora Q2, zmieniając w ten sposób intensywność diod LED. Rezystor R3 może być używany do regulacji jasności diod LED.

3.2. Klucz telegraficzny

Obwód elektroniczny realizujący funkcję klucza telegraficznego składa się z następujących elementów:

- przycisk (mikroprzełącznik), który po naciśnięciu zwiera obwód i włącza generator,
- generator astabilny – generuje sygnał prostokątny dla brzęczyka,
- brzęczyk piezoelektryczny, który przetwarza sygnał elektryczny na dźwięk.



Ilustracja 4. Obwód "klucz telegraficzny" - schemat

Po naciśnięciu przycisku (S1) włączane jest zasilanie obwodu generatora astabilnego, który generuje zmienny sygnał dla brzęczyka piezoelektrycznego (BZ1). Brzęczyk przetwarza zmienne napięcie elektryczne w sygnał akustyczny. Generator astabilny zbudowany na układzie timera NE555P (U1) to proste, ale wszechstronne rozwiązanie służące do generowania sygnałów prostokątnych o zmiennej częstotliwości i współczynniku wypełnienia.

Podczas działania układu kondensator C4 jest cyklicznie ładowany i rozładowywany. Układ NE555P kontroluje ten proces i zmienia stan logiczny na wyjściu Q, generując okresowy przebieg prostokątny. Kondensator C3 służy do blokowania szybkich zmian napięć odniesienia podawanych na układ U1 z dzielnika. Wartości rezystancji R4 i R5 oraz pojemności kondensatora C4 mają bezpośredni wpływ na częstotliwość generowanego przebiegu.

4. Montaż (lutowanie)

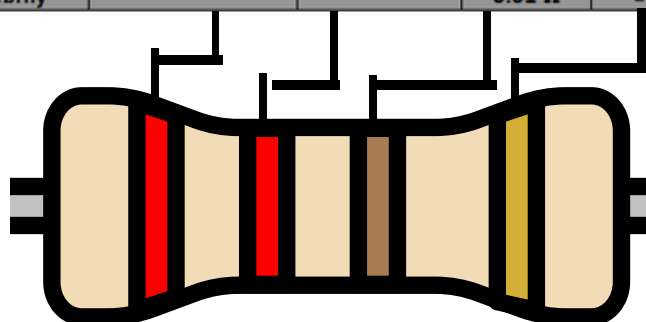
Przygotuj wszystkie komponenty z zestawu, płytkę PCB, cynę i narzędzia.

Włącz lutownicę i ustaw temperaturę na 350°C.

Zazwyczaj zaczynamy lutowanie od najniższych elementów. W naszym przypadku są to rezystory.

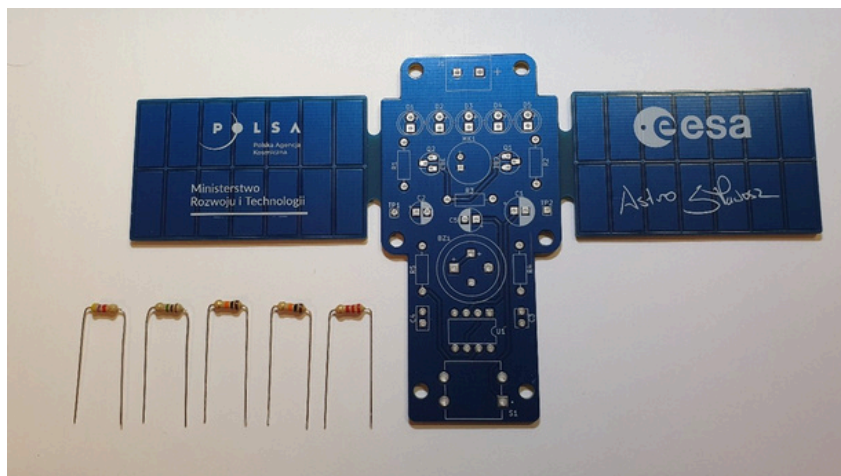
Zauważ, że na opornikach są różnokolorowe paseczki. To kod, dzięki któremu możemy odczytać wartość oporu danego rezystora. Poniżej znajdziesz tabelkę, która pozwoli ci odczytać dane wartości. W Internecie znajdziesz też kalkulatory kodów paskowych rezystorów.

Kolor	Pierwsza cyfra	Druga cyfra	Mnożnik	Tolerancja
Czarny	0	0	1 Ω	
Brązowy	1	1	10 Ω	$\pm 1\%$
Czerwony	2	2	100 Ω	$\pm 2\%$
Pomarańczowy	3	3	1 k Ω	
Żółty	4	4	10 k Ω	
Zielony	5	5	100 k Ω	
Niebieski	6	6	1 M Ω	
Fioletowy	7	7	10 M Ω	
Szary	8	8	100 M Ω	
Biały	9	9		
Żółty			0.1 Ω	$\pm 5\%$
Srebrny			0.01 Ω	$\pm 10\%$



Ilustracja 5. Tabela kodów paskowych rezystorów

Pierwszy pasek odpowiada pierwszej cyfrze wartości rezystancji, drugi pasek odpowiada drugiej cyfrze, czasem jest też trzecia cyfra, przedostatni pasek, to mnożnik, a ostatni to tolerancja.



Ilustracja 6. Klucz do Kosmosu - rezystory

Znajdź oznaczenie **R1** na płytce. R1 to rezystor o oporze $4,7k\Omega$ (kiloomów). Tutaj mamy: żółty, fioletowy i czerwony, czyli: 4, 7 i $\times 100 \Omega$ czyli razem $4700\Omega = 4,7k\Omega$.

Musisz wygiąć nóżki elementu, aby całość utworzyła literę U. Przełóż jego nóżki przez otwory w płytce. Teraz odwróć płytkę z rezystorem – musimy go przylutować.

Weź lutownicę, a w drugą rękę wyprostowany kawałek cyny. Dotknij grottem lutownicy pola lutowniczego na płytce oraz jednocześnie nóżki rezystora, a następnie dotknij cynę. Gdy cyna roztopi się i połączy nóżkę rezystora z płytką, oddal cynę i grot lutownicy i poczekaj moment aż cyna zastygnie.

Właściwy lut powinien symetrycznie otoczyć drucik i utworzyć kształt „wulkanu”. Cyny nie powinno być zbyt dużo, ani zbyt mało. Jeśli będzie jej zbyt dużo, możesz użyć odsysacza. Jeśli cyny jest zbyt mało powtórz operację aż do uzyskania właściwego lutu.

Świetnie! Teraz przylutuj drugą nogę elementu.

Jeśli wszystko jest w porządku przytnij obcinakiem nadmiar drutu z nóżek rezystora tuż nad wykonanym lutem.

Kolejny rezystor **R2** ma opór $1M\Omega$. Znajdź taki, na którym znajdują się paseczki w kolorach: brązowy, czarny, zielony i złoty. Brązowy oznacza wartość 1, czarny 0, a zielony $\times 100000\Omega$ (lub $\times 100k\Omega$). Nasz rezystor ma wartość: 10×10^5 czyli 1 milion Ohmów - $1M\Omega$. Przylutuj go tak, jak poprzedni.

Elementy **R3 i R4**, to rezystory o wartości $10k\Omega$, czyli takie, które mają kolory: brązowy, czarny i pomarańczowy (czyli 1, 0, $\times 1k\Omega$). Przylutuj je tak, jak poprzednie.

Ostatni rezystor **R5** powinien mieć wartość $2,2k\Omega$ – to ten, który ma trzy czerwone paski (czyli 2, 2, $\times 100\Omega$) = $2200\Omega = 2,2k\Omega$. Przylutuj go tak, jak poprzednie.



Ilustracja 7. Klucz do Kosmosu - przycisk i układ scalony

Kolejnymi elementami będą przycisk oznaczony symbolem **S1** oraz układ scalony oznaczony symbolem **U1**.

Umieść przycisk **S1** w odpowiednim miejscu na płytce, odwróć całość i przylutuj.

Teraz trudny moment, ale jesteś już gotowa/gotowy!

Znajdź oznaczenie U1 i umieść element tak jak narysowano na płytce. Zwróć uwagę, że zarówno układ scalony jak i rysunek na płytce mają z jednej strony półokrągłe wcięcie przypominające półokrąg. Ważne, aby został zamontowany we właściwą stronę. Jeśli układ scalony nie ma półokrągłego wcięcia, to z pewnością ma kropkę przy jednej z narożnych nóżek – to dokładnie ta sama strona, po której może występować wcięcie i tak też go zamontuj.

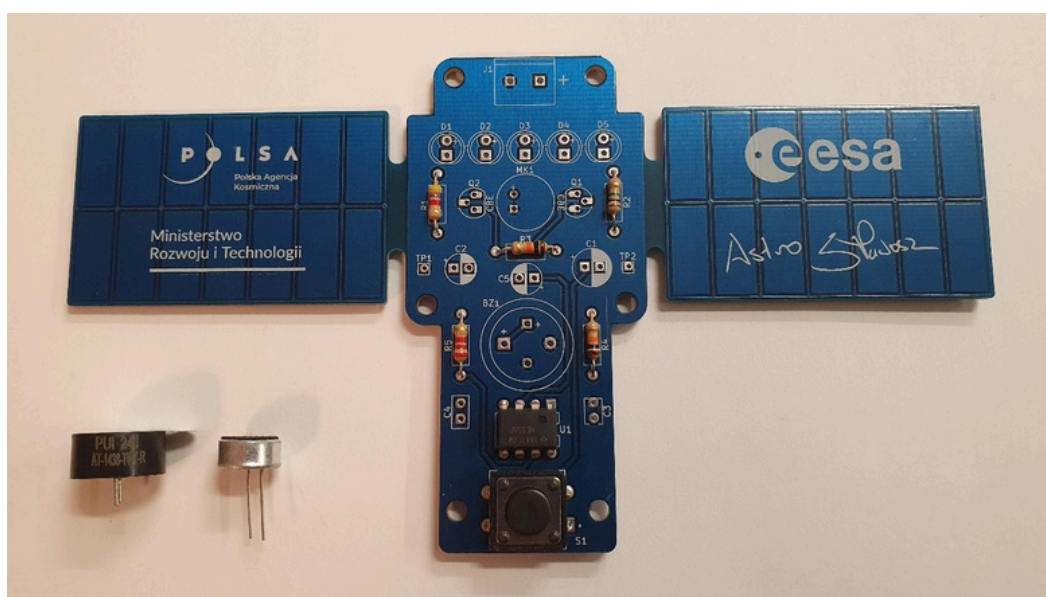
Przylutuj wszystkie nóżki.

Zwróć uwagę, aby luty sąsiednich pól lutowniczych nie połączyły się – musisz widzieć przerwy między nimi.

Jeśli przypadkowo się połączyły, użyj odsysacza, aby pozbyć się nadmiaru cyny i popraw luty używając kalafonii i cyny.



Ilustracja 8. Układ scalony - wcięcie



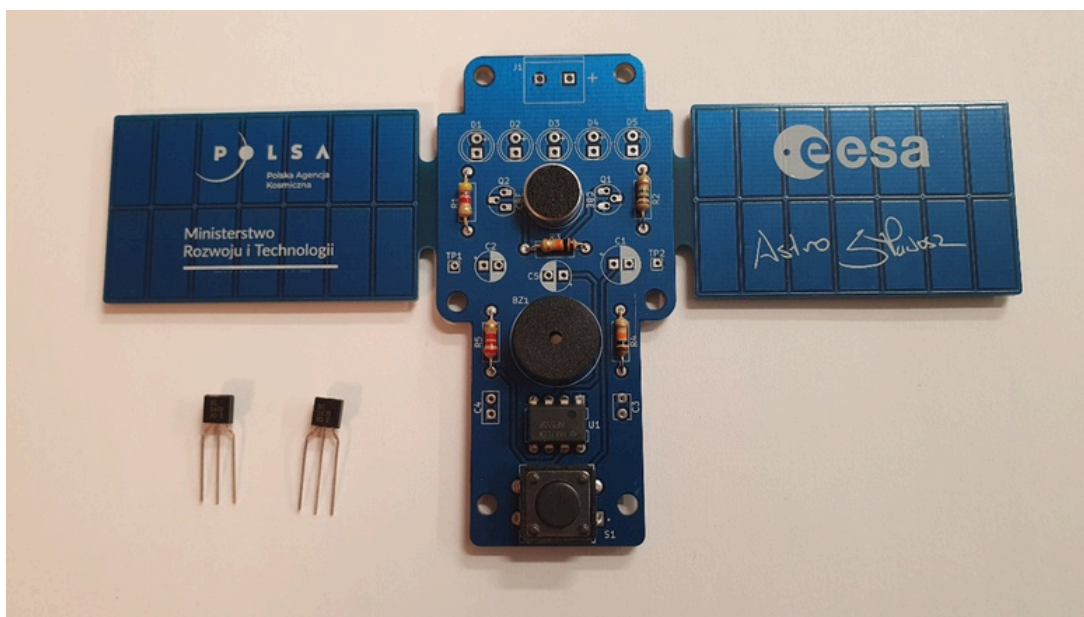
Ilustracja 9. Klucz do Kosmosu - mikrofon i brzęczyk

Teraz przylutujemy brzęczyk oraz mikrofon.

Mikrofon to **MK1** - w przypadku tego elementu ważna jest polaryzacja. Istotne jest aby bieguny + (plus) i - (minus) trafiły do właściwych otworów z takimi oznaczeniami.

Na spodzie mikrofonu odnaleźć można promieniste ścieżki do obudowy – ta strona to „minus”. Mikrofon należy umieścić na płytce w taki sposób, aby odpowiadało to rysunkowi. Miejsce na płytce nie pozostawia wyboru do umieszczenia mikrofonu w innej opcji, niż właściwej.

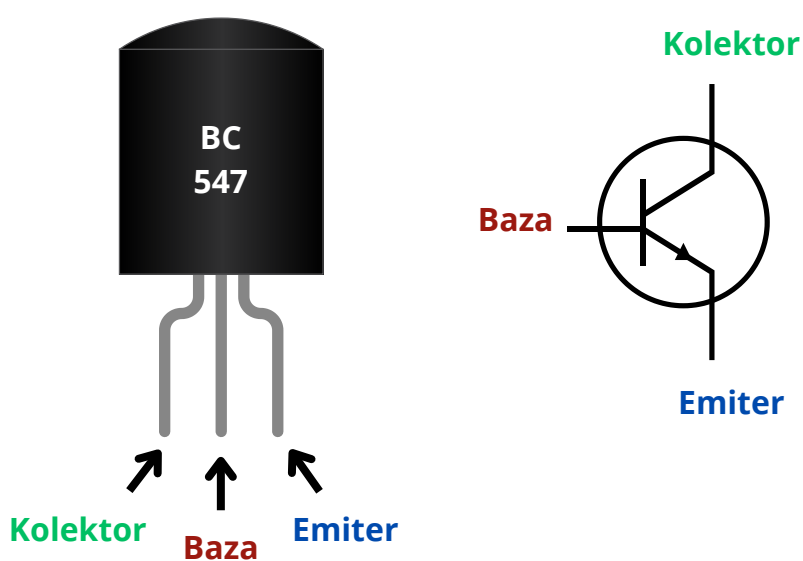
Brzęczyk **BZ1**. Na płytce można przylutować brzęczyk piezoelektryczny lub elektromagnetyczny. Komponenty różnią się średnicą i rozstawem nóżek, stąd dwie pary otworów. W zestawie mamy brzęczyk piezoelektryczny, więc wkładamy do szerzej rozstawionych otworów. Element ma zaznaczony na obudowie znak “+”, nóżkę odpowiadającą plusowi należy umieścić na płytce PCB w oznaczonym “+” punkcie lutowniczym.



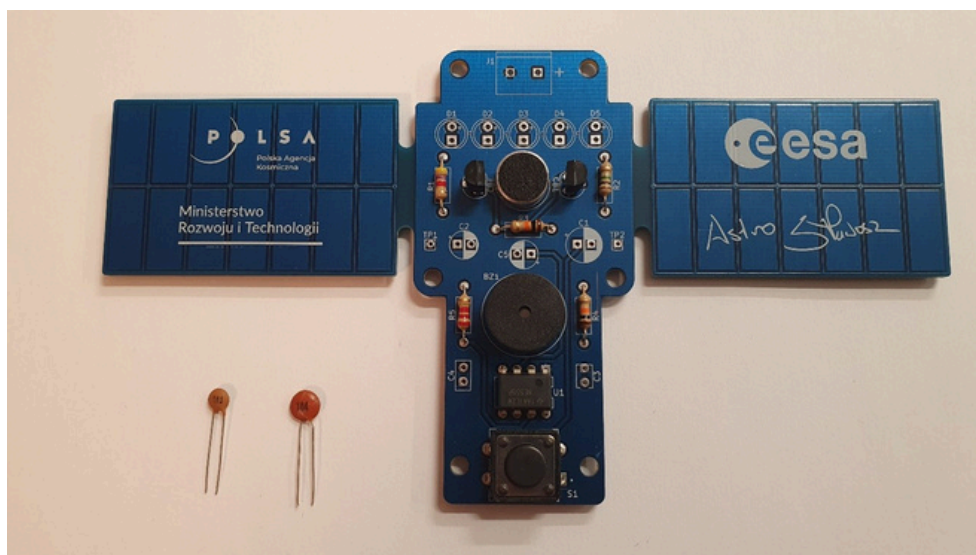
Ilustracja 10. Klucz do Kosmosu - tranzystory

Następnie przylutujemy tranzystory.

Znajdź oznaczenie Q1 i Q2 i przełóż je przez otwory. Musisz nieco rozszerzyć im nóżki. Zwróć uwagę, aby kształt obudowy widziany z góry pokrywał się z rysunkiem elementu na płytce. W przeciwnym wypadku układ nie będzie działał. W razie wątpliwości, na płytce masz oznaczenia jego nóżek CBE (C-kolektor, B-baza, E-emiter), które możesz zweryfikować z rysunkiem obudowy tranzystora:



Ilustracja 11. Budowa tranzystora



Ilustracja 12. Klucz do Kosmosu - kondensatory ceramiczne

Już niemal koniec. Teraz przylutujemy kondensatory. Są one oznaczone Literką C z cyfrą.

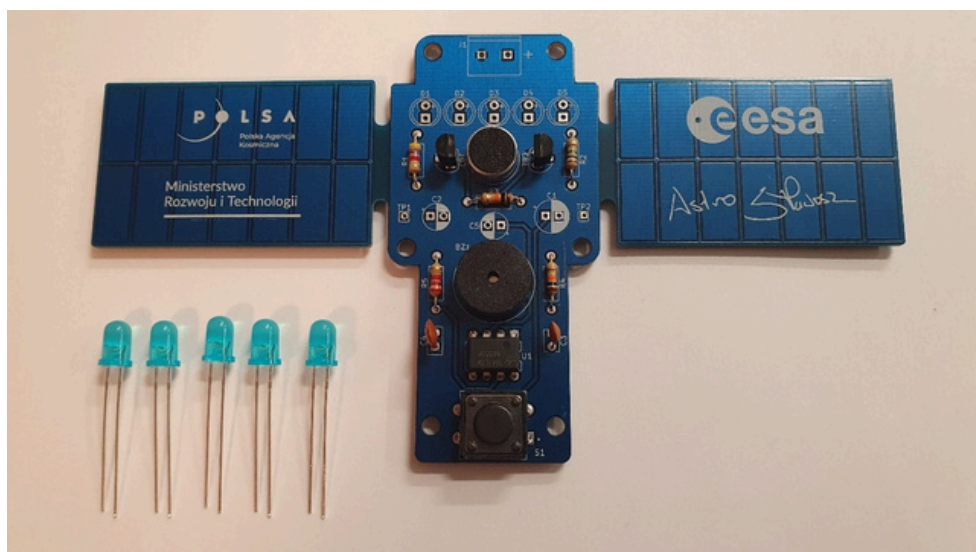
Zacznijmy od tych mniejszych. To kondensatory ceramiczne. Każdy kondensator tego typu ma nadrukowane oznaczenie swojej wartości pojemności, która jest zapisana w postaci kodu. Pierwsza i druga cyfra oznaczają wartość wyrażoną w pF (pikofaradach), a trzecia cyfra oznacza mnożnik (ilość zer w tej wartości). Tabela z przykładowymi wartościami poniżej:

kod	pojemność	pojemność
0,5	0,5pF	0,5pF
1,5	1,5pF	1,5pF
15	15pF	15pF
151	150pF	150pF
152	1500pF	1,5nF
103	10000pF	10nF
154	150000pF	150nF
155	1500000pF	1,5μF
156	15000000pF	15μF
157	150000000pF	150μF
158	1500000000pF	1,5mF
159	15000000000pF	15mF

Ilustracja 13. Przykładowe wartości pojemności kondensatorów

Kondensator **C3** ma pojemność 10nF, zatem powinien mieć kod 103. To ten mniejszy. Kondensator **C4** ma pojemność 100nF, zatem powinien mieć oznaczenie 104. To ten większy.

Kondensatory ceramiczne, podobnie jak rezystory nie mają polaryzacji, to znaczy, że nie ma znaczenia, w którą stronę ich wyprowadzenia zostaną zamontowane.



Ilustracja 14. Klucz do Kosmosu - diody LED

Przyszła czas na diody świecące LED, mają oznaczenia **D1-D5**.

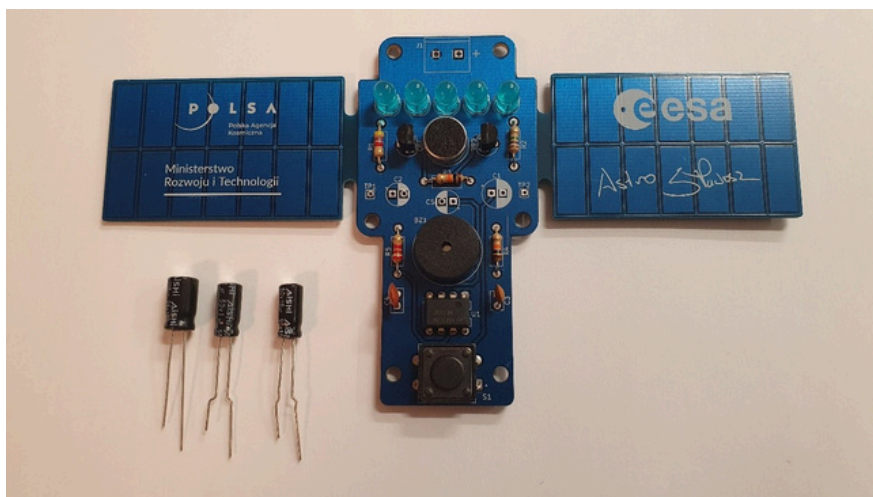
W tym przypadku musisz uważać, aby odpowiednio je umieścić na płytce. Możesz zauważyć, że diody mają nierówne nóżki. Jedna jest krótsza, druga dłuższa. Krótka nóżka to katoda (minus), dłuższa to anoda (plus). Zauważ, że na płytce w oznaczeniu diody widoczne jest spłaszczenie. Jeśli zapomnisz, która nóżka to plus, a która minus, zawsze możesz posłużyć się dopasowaniem spłaszczenia na obudowie diody i rysunku.

Katoda ("minus")



Anoda ("plus")

Ilustracja 15. Biegunowość diody

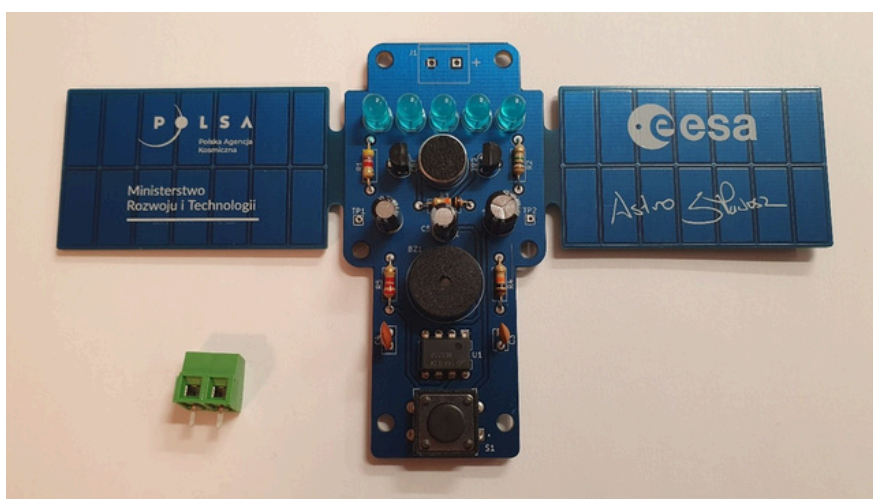


Ilustracja 16. Klucz do Kosmosu - kondensatory elektrolityczne

Teraz zajmijmy się większymi kondensatorami – elektrolitycznymi. Są one również oznaczone literą C z cyfrą. Tutaj także musimy uważać, aby umieścić je w odpowiedni sposób.

Zwróć uwagę, że kondensatory te mają nóżki różnej długości. Dłuższa nóżka to (+) plus, a krótsza to (-) minus. Na płytce znajdziesz odpowiednie oznaczenie, w jaki sposób należy je zamontować. Biegun ujemny (-) jest na płytce zaznaczony białym polem. Kondensatory te mają dodatkowo, z jednej strony na obudowie nadrukowany biały znak (-) minus lub cały biały pasek ze znakami (-).

Na obudowie znajdziesz także informacje o ich pojemności. Uważaj, każdy z nich ma inną wartość: **C1** – 100 μ F, **C2** – 1 μ F, **C5** – 10 μ F. „ μ F” oznacza mikrofarady.

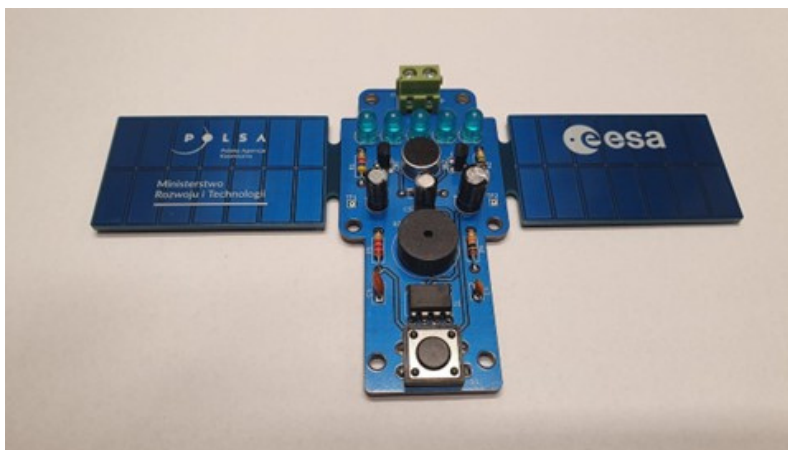


Ilustracja 17. Klucz do Kosmosu - złącze terminalowe

Ostatnim elementem jest złącze terminalowe (J1), do którego podłączymy zasilanie układu.

Brawo! Świetna robota.

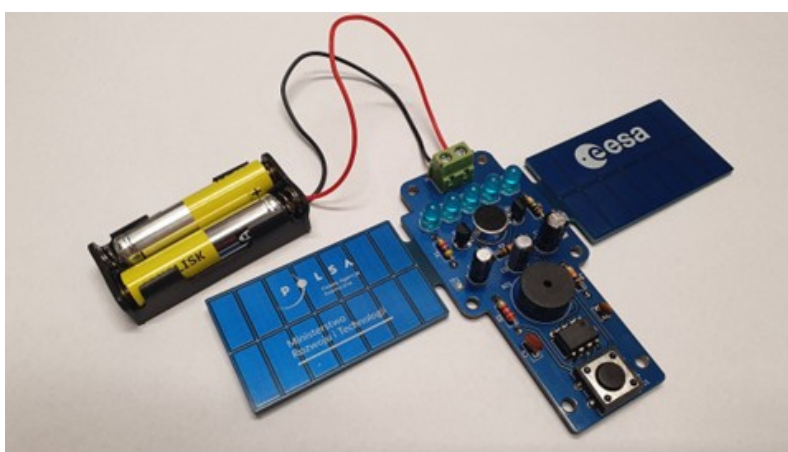
str. 14



Ilustracja 18. Klucz do Kosmosu - płytki z przylutowanymi elementami

Musimy teraz zapewnić naszemu układowi zasilanie. Do złącza możesz podłączyć albo kabel USB, albo **koszyk na baterie**. W zależności od tego, jaki zestaw posiadasz wykonaj odpowiednie czynności.

Weź koszyk na baterie i śrubokręt. Odkręć śruby w złączu. Po stronie oznaczonej plusem włóż czerwony przewód, po drugiej, oznaczonej – czarny. Teraz dokręć śruby. Włóż baterie (plus do plusa, minus do minusa zgodnie z oznaczeniami w koszyku na baterie).



Ilustracja 19. Klucz do Kosmosu - gotowe urządzenie

Jeśli w zestawie znajdują się dystanse (nóżki do płytki), zamontuj je do wszystkich 6 otworów na płytce. Warto to zrobić żeby nie porysować stołu.

Sprawdź czy działa. Wciśnij przycisk – powinieneś usłyszeć dźwięk brzęczyka. Wraz z dźwiękiem brzęczyka powinny zaświecić się diody. Czy wszystko działa?

Jeśli układ nie działa prawidłowo, sprawdź czy poprawnie zamontowałeś wszystkie elementy, sprawdź ich polaryzację oraz swoje luty. Sprawdź, czy masz sprawne baterie. Być może coś należy poprawić. Nie zniechęcaj się tylko znajdź usterkę, usuń ją i uruchom swój układ.

Nie przejmuj się, jeżeli za pierwszym razem nie wszystko wyszło idealnie.
Praktyka czyni mistrza!

str. 15

5. Weryfikacja działania generatora

Pewnie zauważyliście, że w zestawie jest więcej rezystorów i kondensator.

W opisie działania układu klucza telegraficznego wspomniano, że rezystory R4 i R5 oraz kondensator C4 mają bezpośredni wpływ na częstotliwość i współczynnik wypełnienia generowanego sygnału, a zmiana tych parametrów będzie miała wpływ na brzmienie brzęczyka.

Częstotliwość generowanego przebiegu można wyznaczyć zgodnie z zależnością:

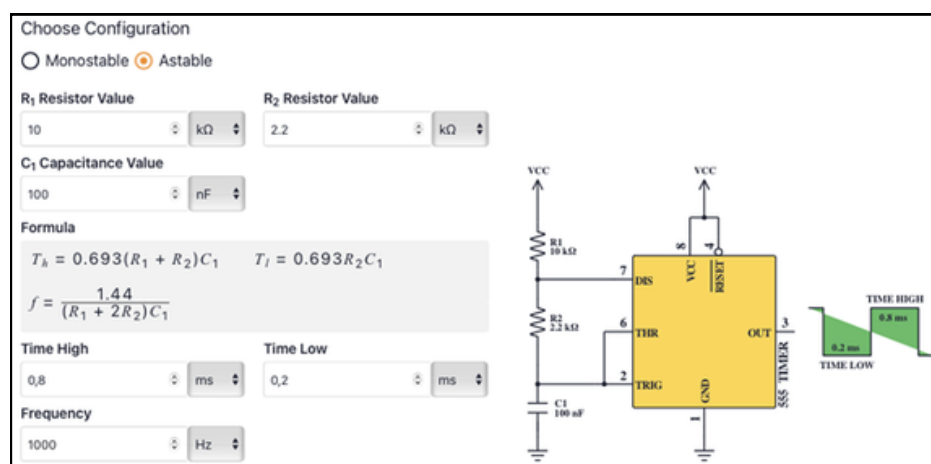
$$f = \frac{1,44}{(R_4 + 2R_5)C_4}$$

Współczynnik wypełnienia generowanego przebiegu:

$$D = \frac{R_4 + R_5}{R_4 + 2R_5}$$

Do wyliczenia parametrów przebiegu można wykorzystać kalkulator – np. <https://www.build-electronic-circuits.com/circuit-calculator-conversion/555-timer-calculator/>

Po wpisaniu właściwych wartości rezystancji i pojemności dostajemy:



Ilustracja 20. Kalkulator parametrów przebiegu

Na płytce są wyprowadzenia oznaczone symbolami TP1 i TP2. Można do nich przylutować przewody, które ułatwią podłączenie oscyloskopu i obserwację przebiegu podawanego z generatora na brzęczyk.

Rzeczywisty przebieg będzie wyglądał podobnie do tego na poniższym obrazku:



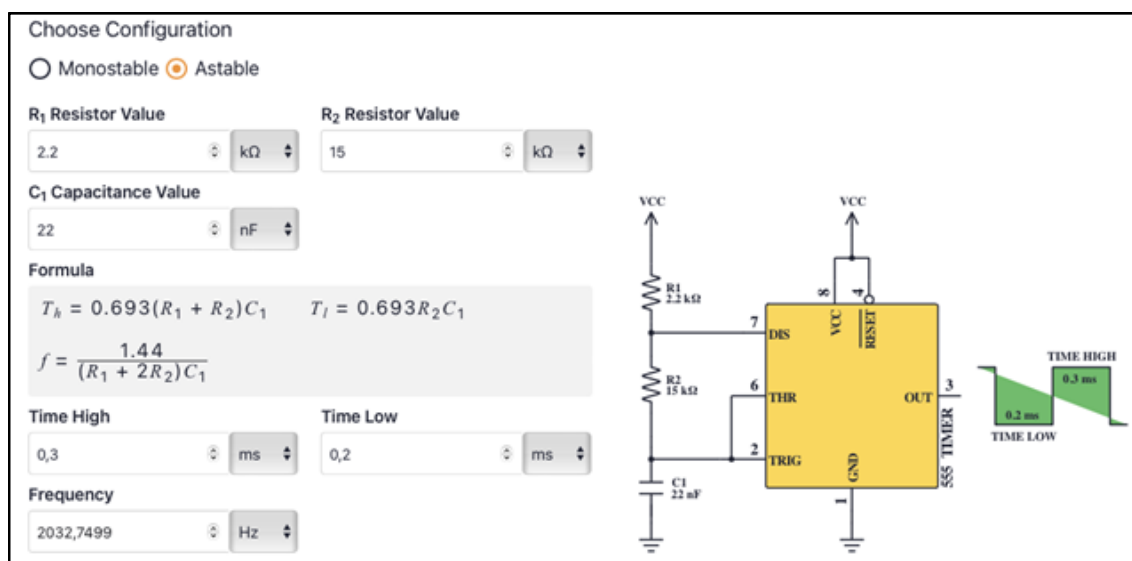
Ilustracja 21. Przebieg sygnału

Wartość częstotliwości przebiegu odczytana z ekranu oscyloskopu różni się od wyliczonej. Czy wiesz z czego to wynika?

Parametry rzeczywistego przebiegu mogą się różnić od wyliczonych ze względu na faktyczne wartości komponentów zastosowanych do budowy układu, które mogą się nieco różnić od nominalnych.

Spróbuj zmienić wartości rezystancji R4 i R5 oraz pojemności C4 i sprawdź jaki wpływ będzie miała ta zmiana na brzmienie brzęczyka. Wykorzystaj do tego lutownicę i odsysacz do cyny. Do wyciągania elementów z płytki PCB pomocne będą szczypce. Przy wyciąganiu należy zachować ostrożność, żeby nie oderwać padów lub fragmentów ścieżek od płytki – nic „na siłę”.

Zamiana rezystancji R4 na 2,2k Ω i R5 na 15k Ω oraz zmniejszenie pojemności C4 do 22nF powoduje zwiększenie częstotliwości generowanego przebiegu i zmniejszenie współczynnika wypełnienia. Może to poprawić brzmienie brzęczyka.



Ilustracja 22. Kalkulator parametrów przebiegu - zmiana wartości

Przebieg rzeczywisty:



Ilustracja 23. Przebieg sygnału po zmianie parametrów

6. Alfabet Morse'a

Alfabet Morse'a – stworzony w 1838 roku przez Samuela Morse'a i Alfreda Vaila sposób reprezentacji alfabetu, cyfr i znaków specjalnych za pomocą dźwięków, błysków światła, impulsów elektrycznych lub znaków popularnie zwanych kreską i kropką.

Wszystkie znaki reprezentowane są przez kilkuelementowe serie sygnałów – krótkich (kropek) i długich (kresek).

A	● —	N	— ●	1	● — — — —
B	— ● ● ●	O	— — —	2	● ● — — —
C	— ● — ●	P	● — — — ●	3	● ● ● — —
D	— ● ●	Q	— — ● —	4	● ● ● ● —
E	●	R	● — ●	5	● ● ● ● ●
F	● ● — ●	S	● ● ●	6	— ● ● ● ●
G	— — ●	T	—	7	— — ● ● ●
H	● ● ● ●	U	● ● —	8	— — — ● ●
I	● ●	V	● ● ● —	9	— — — — ●
J	● — — —	W	● — —	0	— — — — —
K	— ● —	X	— ● ● —		
L	● — ● ●	Y	— ● — —		
M	— —	Z	— — ● ●		

Ilustracja 24. Alfabet Morse'a

Kreska powinna trwać co najmniej tyle czasu, co trzy kropki.

Odstępy:

- odstęp między elementami znaku powinien trwać jedną kropkę,
- odstęp między poszczególnymi znakami – trzy kropki,
- odstęp między grupami znaków (słowami) – siedem kropek.

Znajomość kodu Morse'a może uratować życie Tobie lub osobom, którym chcesz pomóc. Zapamiętaj kod SOS!

Dla naszych celów jednak chcielibyśmy, abyś przygotował(a) kod dla nazwy pierwszej polskiej misji na Międzynarodową Stację Kosmiczną – IGNIS:

● ● — — ● — ● ● ● ●

Propozycje rozbudowy układu dla bardziej ambitnych uczniów

1. Interfejs do wspomagania nauki alfabetu Morse'a

Interfejs wspomagający naukę alfabetu Morse'a może być zbudowany przy użyciu popularnych modułów Arduino lub Raspberry Pi. Arduino lub Raspberry może odbierać sygnał z generatora klucza telegraficznego i przekształcać go na kropki i kreski alfabetu Morse'a i zdekodowane znaki wyświetlane na ekranie LCD. Dodatkowo, oprogramowanie na Arduino lub Raspberry Pi może generować losowe litery lub słowa w alfabecie Morse'a, które uczeń musi odczytać. Po drobnej rozbudowie, wybrany moduł można też wykorzystać do generowania sygnałów akustycznych (sterowanie pracą urządzenia za pomocą wyjścia cyfrowego).

Przykładowe komponenty:

- Arduino Uno lub Raspberry Pi 4,
- wyświetlacz LCD 16x2 lub monitor w przypadku Raspberry Pi,
- przewody połączeniowe.

Etapy realizacji:

1. Podłączenie generatora do Arduino lub Raspberry Pi:

- podłącz wyjście sygnału z generatora (TP1, TP2 - masa) do jednego z pinów cyfrowych modułu Arduino lub Raspberry Pi (tzw. GPIO),
- skonfiguruj ten pin jako wejście cyfrowe.

2. Programowanie:

- napisz program do wykrywania sygnału z generatora i dekodowania (na podstawie czasu trwania) na litery alfabetu Morse'a – w przypadku Arduino będzie to program napisany w języku C, a zastosowanie Raspberry Pi daje większe możliwości (np. Python),
- wyświetlanie wyników na wyświetlaczu LCD – w przypadku Raspberry można napisać dodatkowy program na komputerze, który odbiera dane z podłączonego do sieci Raspberry Pi (przez Wi-Fi lub Ethernet) i wyświetla je w przyjaznym interfejsie użytkownika (dedykowana aplikacja lub przeglądarka).

3. Testowanie i kalibracja:

- przetestuj układ, sprawdzając, czy poprawnie rozpoznaje sygnały Morse'a,
- dostosuj czułość odczytu, jeśli sygnały są nieczytelne.

2. Rozbudowa układu zasilania

Rozbudowa układu zasilania o panele fotowoltaiczne małej mocy, układ ładowania i akumulator pozwalają na bardziej ekologiczne podejście do zasilania układu klucza telegraficznego.

Przykładowe komponenty:

- panele fotowoltaiczne małej mocy (np. 5V, 1W) - najlepiej dwie sztuki i w rozmiarze pozwalającym na przyklejenie do płytki PCB układu klucza telegraficznego w miejscach, które imitują panele satelity,
- moduł ładowania akumulatorów (np. TP4056),
- akumulator Li-Po lub Li-Ion (3.7V),
- przetwornica DC-DC (jeśli wymagana).

Etapy realizacji:

1. Instalacja paneli fotowoltaicznych:

- podłącz panele do modułu ładowania akumulatorów zgodnie z instrukcją,
- upewnij się, że panele są ustawione w miejscu, gdzie będą miały dostęp do światła słonecznego.

2. Podłączenie akumulatora:

- podłącz akumulator do modułu ładowania,
- upewnij się, że akumulator jest prawidłowo podłączony, aby uniknąć uszkodzeń.

3. Podłączenie układu zasilania:

- podłącz wyjście z modułu ładowania do układu klucza telegraficznego,
- opcjonalnie można użyć przetwornicy DC-DC w celu dostosowania napięcia.

4. Integracja paneli z układem klucza telegraficznego (opcja):

- przymocuj panele fotowoltaiczne do powierzchni płytki PCB (np. w miejscach, które imitują panele satelity).

3. Wykonanie dedykowanej obudowy

Projektowanie obudowy w 3D dla układu szkolnego klucza telegraficznego oraz dodatkowych modułów pozwala na zabezpieczenie komponentów i estetyczne wykończenie całego projektu. Obudowa może być dostosowana do różnych opcji rozbudowy, takich jak interfejs z Arduino lub Raspberry Pi, czy moduł zasilania z panelami fotowoltaicznymi.

Przykładowe komponenty:

- oprogramowanie do projektowania 3D (np. Tinkercad, Fusion 360)

- drukarka 3D,
- filament (np. PLA, PETG).

Etapy realizacji:

1. Projektowanie obudowy:

- użyj oprogramowania do projektowania 3D, aby stworzyć model obudowy, lub wykorzystaj gotowy projekt 3D dostępny na stronie projektu,
- uwzględnij otwory na komponenty i w zależności od ostatecznego rozwiązania wyświetlacz LCD, akumulatory, panele fotowoltaiczne, itp.

2. Drukowanie prototypu:

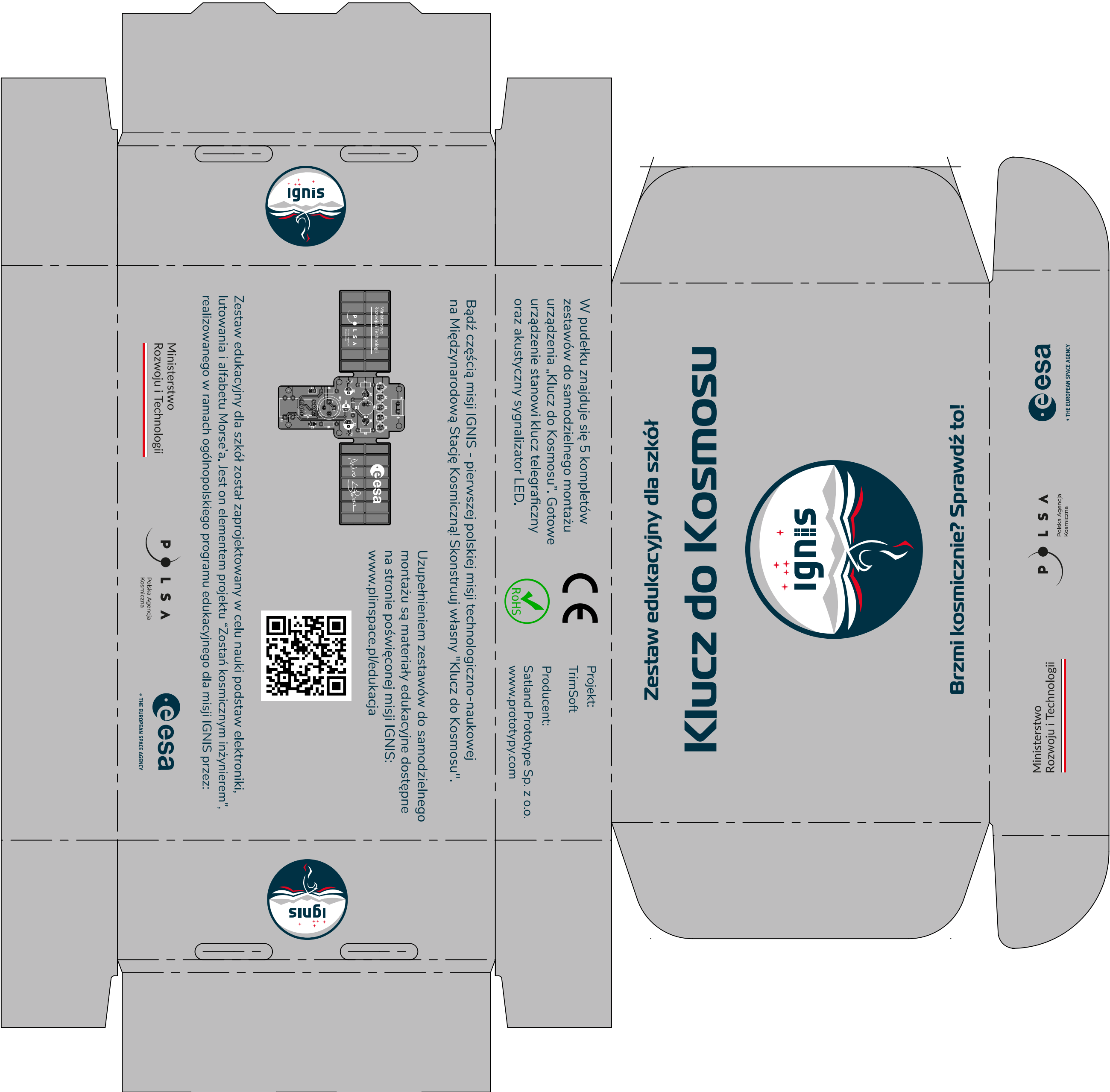
- wydrukuj prototyp obudowy na drukarce 3D,
- sprawdź czy wszystkie komponenty pasują i czy obudowa spełnia swoje zadanie.

3. Modyfikacje i poprawki:

- wprowadź niezbędne poprawki w projekcie i wydrukuj finalną wersję obudowy.

Podsumowanie

Dzięki powyższym propozycjom, ambitni uczniowie mogą rozwijać swoje umiejętności w zakresie elektroniki, programowania i projektowania 3D. Rozbudowa klucza telegraficznego o nowe funkcje nie tylko zwiększa jego funkcjonalność, ale również wprowadza uczniów w świat bardziej zaawansowanych technologii i ekologicznych rozwiązań zasilania.

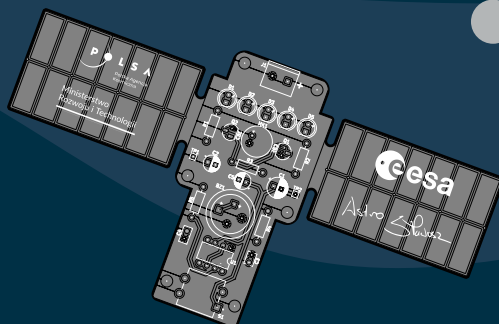


Projekt **Klucz do Kosmosu** jest elementem ogólnopolskiego programu edukacyjnego stworzonego na potrzebę realizacji misji IGNIS. To pierwsza polska technologiczno-naukowa misja na Międzynarodową Stację Kosmiczną, w której udział weźmie polski astronauta projektowy Europejskiej Agencji Kosmicznej dr Sławosz Uznański-Wiśniewski.

W ramach projektu, do 10 000 szkół w Polsce trafiają zestawy edukacyjne Key to Space. Zestaw zawiera 5 kompletów części do samodzielnego montażu urządzenia.

Gotowe urządzenie stanowi klucz telegraficzny oraz akustyczny sygnalizator LED.

Kształt urządzenia – satelita, nawiązuje do charakteru misji i sektora kosmicznego.



Klucz do Kosmosu



Zestaw edukacyjny dla szkół przeznaczony jest do nauki podstaw elektroniki, lutowania i alfabetu Morse'a. Uzupełnieniem zestawów do samodzielnego montażu są materiały dostępne na stronie poświęconej misji IGNIS: www.plinspace.pl/edukacja:

- Videotutorial ze Sławoszem Uznańskim-Wiśniewskim
- Szczegółowa instrukcja lutowania zestawu
- Instrukcje i sugestie wykorzystania urządzenia oraz jego rozbudowy
- Projekt do wydruku w technologii 3D – nakładka telegraficzna do klucza.

Strona projektu:



**Wejdź na stronę projektu
i zobacz co jeszcze dla Ciebie
przygotowaliśmy**

Zestaw jest częścią polskiego programu edukacyjnego dla misji IGNIS stworzonego przez Ministerstwo Rozwoju i Technologii, Polską Agencję Kosmiczną oraz Europejską Agencję Kosmiczną.

Uwaga!

- Podczas montażu urządzenia należy zachować niezbędne środki ostrożności oraz przestrzegać ogólnych zasad BHP.
- Montaż zestawów musi odbywać się wyłącznie pod nadzorem osoby dorosłej.
- Podczas lutowania wydzielają się dym i opary. Pomieszczenie, w którym następuje montaż zestawów musi mieć zapewnioną odpowiednią wentylację. W pomieszczeniu nie powinny znajdować się czujniki dymu, gdyż istnieje wysokie ryzyko bezzasadnego włączenia alarmu przeciwpożarowego.
- Uczniowie korzystający z lutownicy powinni znajdować się w bezpiecznej (na długość ramienia) odległości od siebie. Uczniowie powinni podczas lutowania mieć założone okulary ochronne. Lutownicy należy używać zgodnie z instrukcją obsługi. Nie wolno trzymać lutownicy za metalową część! Grozi poparzeniem!

Do **montażu urządzenia** należy przygotować, poza zawartością pudełka następujące przedmioty:

- stacja lutownicza lub lutownica
- cyna i kalafonia
- odsysacz oraz cążki (obcinak boczny)
- mata silikonowa
- wąski śrubokręt
- dwie baterie AAA
- wydrukowany na drukarce 3D projekt nakładki telegraficznej na urządzenie

Lista elementów w jednym zestawie (5 zestawów w pudełku):

	Element	Symbol	Liczba
1	Płytki PCB		1
2	Rezystor (opornik) 2.2kΩ	CF1/4W-2K2	1
3	Rezystor (opornik) 4.7kΩ	CF1/4W-4K7	1
4	Rezystor (opornik) 10kΩ	CF1/4W-10K	2
5*	Rezystor (opornik) 15kΩ	CF1/4W-15K	1
6	Rezystor (opornik) 1MΩ	CF1/4W-1M	1
7	Kondensator ceramiczny 10nF	CC-10N	1
8*	Kondensator ceramiczny 22nF	CC-22N	1
9	Kondensator ceramiczny 100nF	CC-100N	1
10	Kondensator elektrolityczny 1μF	EW H1HM010D11X25T	1
11	Kondensator elektrolityczny 10μF	EW H1HM100D11X25T	1
12	Kondensator elektrolityczny 100μF	EW H1EV101E11OT	1
13	Tranzystor bipolarny NPN	BC547B	2
14	Układ scalony (timer)	NE555P	1
15	Dioda LED (niebieska)	L-7113QBDEL-D	5
16	Mikrofon	OEM	1
17	Buzzer piezoelektryczny (brzęczyk)	AT-1438-TWT-R	1
18	Przycisk (mikroprzełącznik)	TACT-24N	1
19	Złącze terminalowe (na śruby)	282837-2	1
20	Koszyk z kablami, na dwie baterie AAA		1
21**	Dystanse		6
22**	Nylonowe śruby		6

* Elementy dodatkowe

** 1 komplet na pudełko

Regulamin projektu „Klucz do Kosmosu”

§1 Postanowienia ogólne

1. Projekt „Klucz do Kosmosu” jest jednym z elementów Ogólnopolskiego Programu Edukacyjnego dla misji IGNIS, którego stworzeniem i realizacją zajmuje się Polska Agencja Kosmiczna (POLSA). Pomiotami odpowiedzialnymi za misję IGNIS są Ministerstwo Rozwoju i Technologii (MRiT), Europejska Agencja Kosmiczna (ESA) i Polska Agencja Kosmiczna. Celem Projektu jest wsparcie procesu kształcenia umiejętności inżynierskich wśród polskiej młodzieży szkolnej wykorzystując potencjał historycznego momentu – realizacji pierwszej polskiej misji na Międzynarodową Stację Kosmiczną. W ramach projektu POLSA (zwana dalej: „Organizatorem”) dostarczy w roku szkolnym 2025/2026 do ok. 10 000 szkół i instytucji edukacyjnych łącznie 19 500 zestawów „Klucz do Kosmosu”. W pojedynczym zestawie znajduje się 5 kompletów urządzeń elektronicznych do własnego montażu, ulotka oraz 1 komplet dodatkowych elementów do montażu. Za produkcję zestawów odpowiada Europejska Agencja Kosmiczna, na podstawie umowy zawartej z MRiT na organizację misji IGNIS.
2. Program obejmuje przekazanie bezpłatnych zestawów edukacyjnych wybranym szkołom w Polsce.

§ 2 Uczestnicy

1. Uczestnikami naboru mogą być wyłącznie działające na terenie Rzeczypospolitej Polskiej:
 - 1) jednostki wchodzące w skład systemu oświaty w rozumieniu ustawy z dnia 14 grudnia 2016 r. Prawo oświatowe (t.j. Dz.U. z 2024 r. poz. 737) (np. publiczne i niepubliczne szkoły podstawowe i ponadpodstawowe) lub
 - 2) jednostki prowadzące działalność kulturalną w rozumieniu ustawy z dnia 25 października 1991 r. o organizowaniu i prowadzeniu działalności kulturalnej (t.j. Dz.U. z 2024 r. poz. 87) (np. domy kultury)zwane dalej: „instytucją” lub „szkołą”.

2. Zgłoszenia może dokonać wyłącznie dyrektor/organ zarządzający instytucji (zwany dalej „dyrektorem”) lub osoba przez niego upoważniona (z dołączonym pełnomocnictwem).
3. Jedna instytucja może złożyć jedno zgłoszenie na maksymalnie 5 zestawów.

§3 Zasady naboru

1. Nabór ma charakter otwarty i trwa od dnia opublikowania formularza zgłoszeniowego, dostępnego na stronie <https://plinspace.pl/edukacja/aktualnosci-edukacyjne> do wyczerpania limitu dostępnych zestawów.
2. O przyznaniu zestawów decyduje kolejność poprawnie wypełnionych i zweryfikowanych zgłoszeń.
3. Organizator przewiduje rozdysponowanie zestawów dla maksymalnie 10 000 szkół.

§ 4 Proces zgłoszenia

1. Zgłoszenia należy dokonać wyłącznie poprzez formularz elektroniczny dostępny na stronie internetowej <https://plinspace.pl/edukacja/aktualnosci-edukacyjne>.
2. W formularzu należy wypełnić następujące pola:
 - 1) Nazwa instytucji;
 - 2) Województwo;
 - 3) Miejscowość;
 - 4) Ulica i numer;
 - 5) E-mail szkoły;
 - 6) Numer telefonu do instytucji;
 - 7) Liczba uczniów w instytucji (jeśli dotyczy);
 - 8) Imię i nazwisko koordynatora projektu w szkole;
 - 9) Adres e-mail i numer telefonu do koordynatora projektu;
 - 10) Ile zestawów instytucja chciałaby otrzymać? (1-5)
 - 11) Jakie zaplecze techniczne posiada instytucja?
 - 12) Opisz działania szkoły/instytucji w zakresie edukacji inżynierskiej

§ 5 Obowiązki szkół

1. Szkoły zobowiązują się do:
 - 1) wykorzystania zestawów zgodnie z przeznaczeniem edukacyjnym,
 - 2) przeprowadzenia zajęć zgodnie z dostarczonymi materiałami,

- 3) złożenia raportu z realizacji projektu.
2. Zestawy nie mogą być odsprzedawane ani przekazywane osobom trzecim.
3. Za realizację projektu w szkole odpowiada wskazany w formularzu koordynator.
4. Koordynator ma za zadanie:
 - 1) wybrać uczniów, z którymi przeprowadzi zajęcia
 - 2) przygotować stanowiska do lutowania, z uwzględnieniem wszystkich wymagań BHP oraz zapewniając dostęp do niezbędnego sprzętu opisanego w instrukcji;
 - 3) zapewnić wsparcie merytoryczne, na wypadek braku doświadczenia własnego;
 - 4) przeprowadzić zajęcia wstępne: podstawy elektroniki, budowa i elementy układu, wstęp do lutowania, alfabet Morse'a;
 - 5) przeprowadzić zajęcia, podczas których uczniowie bezpiecznie i właściwie zmontują otrzymane zestawy;
 - 6) wydrukować nakładki na klucz telegraficzny, wg załączonego projektu;
 - 7) przeprowadzić zajęcia z użyciem klucza telegraficznego i alfabetem Morse'a;
 - 8) opcjonalnie przeprowadzić zajęcia dla zaawansowanych uczniów, dokonując rozbudowy lub zmian w układach, wg propozycji POLSA lub własnych;
 - 9) przygotować raport z realizacji Projektu;
 - 10) opublikować na stronie szkoły oraz mediach społecznościowych szkolnych artykuły/wpisu opisujące realizację Projektu. W artykułach i mediach społecznościowych należy właściwie i wyraźnie oznaczyć informację o Organizatorach Projektu oraz misji IGNIS.

§ 6 Bezpieczeństwo i ochrona interesu organizatora

1. POLSA zastrzega sobie prawo do:
 - 1) weryfikacji danych szkół i osób zgłaszających,
 - 2) odrzucenia zgłoszenia w przypadku nieprawidłowości lub braku zgodności z regulaminem,
 - 3) żądania zwrotu zestawów w przypadku naruszenia warunków udziału.
2. Liczba zestawów przypadających na jedną szkołę może być ograniczona proporcjonalnie do zainteresowania.
3. POLSA zastrzega sobie prawo do modyfikacji treści i materiałów edukacyjnych.

§ 7 Materiały dodatkowe

1. POLSA przygotowała niezbędne w realizacji Projektu materiały dodatkowe, dostępne na stronie plinspace.pl.
2. Lista materiałów dodatkowych:
 - 1) film instruktażowy z udziałem Sławosza Uznańskiego-Wiśniewskiego (videotutorial);
 - 2) instrukcja lutowania wraz z opisem urządzenia, propozycją zmian w układzie dla uczniów zaawansowanych oraz wprowadzeniem do lutowania, z opisanymi ćwiczeniami, a także częścią poświęconą alfabetowi Morse'a. – w wersji do wyświetlenia oraz w wersji do wydruku;
 - 3) plik do wydruku w 3D nakładki klucza telegraficznego;
 - 4) propozycje rozszerzeń układu dla uczniów zaawansowanych.

§8 Odpowiedzialność

1. POLSA nie ponosi odpowiedzialności za:
 - 1) działanie zestawów edukacyjnych po ich przekazaniu instytucji, w tym za ewentualne usterki, błędy w działaniu lub niewłaściwe działanie komponentów,
 - 2) przebieg i jakość zajęć przeprowadzonych przez instytucje, koordynatorów, nauczycieli lub osoby trzecie,
 - 3) jakiegokolwiek wypadki lub incydenty, które mogą wystąpić w związku z użytkowaniem zestawów przez uczniów, koordynatorów, nauczycieli lub osoby trzecie, w tym urazy fizyczne, uszkodzenia mienia lub szkody wynikające z korzystania z zestawów.
2. Instytucje, nauczyciele, koordynatorzy i uczniowie biorący udział w Programie „Klucz do Kosmosu” zobowiązują się do przestrzegania zasad bezpieczeństwa przy użytkowaniu zestawów edukacyjnych oraz do stosowania się do instrukcji lutowania dostarczonych przez POLSA.

§9 Postanowienia końcowe

1. Udział w programie jest dobrowolny i bezpłatny.
2. Złożenie zgłoszenia jest równoznaczne z akceptacją niniejszego regulaminu.
3. Regulamin wchodzi w życie z dniem jego ogłoszenia.
4. W sprawach nieuregulowanych niniejszym regulaminem decyduje POLSA.

Raport z realizacji projektu „Klucz do kosmosu”

1. Nazwa szkoły
2. Imię i nazwisko nauczyciela, który przeprowadził zajęcia.
3. Liczba uczestników zajęć „Klucz do kosmosu”
4. Wiek uczestników zajęć „Klucz do kosmosu”
5. Czas trwania zajęć związanych z projektem „Klucz do kosmosu”
6. Przebieg zajęć (proszę podać w punktach poruszone tematy)
7. Czy w przyszłości wzięłby/wzięłaby Pan/Pani udział w podobnym projekcie?

TAK/NIE

Proszę napisać, dlaczego?
8. Proszę podać korzyści z wzięcia udziału w projekcie „Klucz do kosmosu”
9. Proszę napisać, co należałoby zmienić, by ulepszyć projekt (by przyniósł więcej korzyści na dowolnym poziomie).

Podpis Dyrektora Placówki

Cytaty z raportów oraz wiadomości e-mailowych od szkół realizujących projekt „Klucz do Kosmosu”.

Dzięki programowi uczniowie dowiedzieli się jak zostać astronautą, oraz to, że polska aktywnie uczestniczy w programach kosmicznych. Dodatkowo samodzielnie zbudowali zestaw elektroniczny do nauki alfabetu Morse'a, dzięki czemu uczyli się poprzez działanie, eksperymentowanie i zabawę. Połączenie praktyki, technologii i tematyki kosmicznej sprawiło, że zajęcia były dla nich atrakcyjne, angażujące i pełne emocji. Projekt ten to ciekawa alternatywa dla metody podającej wiedzę i siedzenia w ławce.

Szkoła Podstawowa nr 37 w Bytomiu

Korzyści z udziału w projekcie można dostrzec na kilku płaszczyznach:

- *Wymiar praktyczny i techniczny - uczniowie nabyli realne umiejętności manualne i techniczne, wykraczające poza standardową podstawę programową. Nauczyli się podstaw tworzenia układów elektronicznych, bezpiecznej pracy z narzędziami termicznymi (lutownica), rozpoznawania komponentów na płytce PCB oraz czytania schematów technicznych.*
- *Rozwój interdyscyplinarny i kompetencje przyszłości - projekt doskonale wpisuje się w ideę edukacji STEAM. Oprócz podstaw elektroniki i mechaniki, opanowali podstawy alfabetu Morse'a. Nauka nadawania sygnałów świetlnych i dźwiękowych rozwinęła ich logiczne myślenie oraz uświadomiła praktyczne zastosowanie kodyfikacji w sytuacjach kryzysowych.*
- *Umożliwienie wzrostu zaangażowania w nauki ścisłe - tematyka kosmiczna pomogła odczarować trudne zagadnienia z fizyki i elektryczności. Praca metodą projektu rozbudziła w uczniach ciekawość świata, kreatywność oraz determinację (np. przy samodzielnym szukaniu błędów w źle zlutowanym obwodzie).*
- *Powiązanie zadań praktycznych z realną misją kosmiczną IGNIS oraz postacią polskiego astronauty Sławosza Uznańskiego działa na uczniów niezwykle inspirująco. Świadomość, że wykonują to samo zadanie i korzystają z tego samego urządzenia, które było używane na Międzynarodowej Stacji Kosmicznej (ISS), podnosi rangę zajęć w oczach młodzieży i motywuje ich do działania.*

- Projekt dostarcza nie tylko sprzęt, ale kompletne, profesjonalne zaplecze – od dedykowanych płytek PCB w kształcie satelity, przez tutoriale wideo prowadzone przez astronautę, aż po instruktaże techniczne i plany druku 3D. Dla nauczyciela to ogromne wsparcie merytoryczne i organizacyjne. Ponadto placówka zyskała cenne materiały dydaktyczne i unikalne modele urządzeń, które będą służyć kolejnym rocznikom jako pomoc naukowa podczas lekcji fizyki.
- Projekt umożliwia rozwój własnych kompetencji. Jako koordynator miałam okazję poszerzyć warsztat pracy i zintegrować wiedzę z fizyki, historii i techniki w ramach jednych zajęć. Dla uczniów był możliwością do zdobycia nowej umiejętności technicznej.

Szkoła Podstawowa nr 2 z Oddziałami Integracyjnym im. Nauczycieli Tajnego Nauczania w Świebodzicach

Zajęcia z lutowania stały się dzięki zestawom „Klucz do Kosmosu” wyjątkowo popularne. Chciałabym również dodać, że wykorzystywaliśmy zestawy podczas zajęć z doradztwa zawodowego w ramach warsztatów.

Dzięki możliwości złapania bakcyła elektroniki część młodych ludzi złożyła dokumenty do szkół, w których będą mogli w przyszłości zostać elektrykami, elektromechanikami, mechatronikami, a także planują dalszą edukację na Politechnice Opolskiej. Jestem ogromnie wdzięczna za wsparcie i liczę na dalszą współpracę.

Publiczna Szkoła Podstawowa nr 31 im. UNICEF w Opolu

Zajęcia spotkały się z bardzo entuzjastycznym odbiorem zarówno wśród uczniów, jak i ich rodziców. Uczestnicy byli zachwyceni możliwością poznawania nowych zagadnień poprzez praktyczne działania, eksperymentowanie oraz naukę połączoną z zabawą. Szczególne zainteresowanie wzbudziły aktywności związane z nadawaniem sygnałów alfabetem Morse’a, które pozwoliły rozwijać kreatywność, umiejętność współpracy oraz ciekawość świata w angażujący i atrakcyjny sposób.

Jesteśmy bardzo wdzięczni za stworzenie przestrzeni do nauki poprzez doświadczenie i odkrywanie. Tego rodzaju projekty stanowią dla dzieci cenną okazję do rozwijania pasji, zdobywania nowych umiejętności oraz budowania pewności siebie.

Szkoła Podstawowa nr 34 im. Obrońców Poczty Polskiej w Gdańsku w Krakowie

Jestem głęboko wdzięczna za tę inicjatywę oraz za możliwość objęcia projektem naszych uczniów. Pragnę również wyrazić uznanie dla jakości i wartości merytorycznej projektu. „Klucz do Kosmosu” w wyjątkowy sposób łączy naukę z praktycznym działaniem, rozbudzając w młodych ludziach ciekawość świata, kreatywność i kompetencje przyszłości. To przedsięwzięcie, które pozostawia trwały ślad w edukacji uczestników. Dziękuję za Państwa zaangażowanie oraz troskę o rozwój młodego pokolenia.

Szkoła Podstawowa nr 30 w Lublinie

Dzięki projektowi młodzież z chęcią i zaangażowaniem uczyła się podstaw elektroniki i budowy układów scalonych poprzez montaż autentycznych komponentów. Opanowali praktyczną technikę łączenia elementów, co w szkole podstawowej rzadko jest spotykane. Atrakcyjności zajęciom dodawał fakt, że uczniowie pracowali na specjalnych płytkach w kształcie satelity lub stacji ISS oraz sprzęcie, którego wersja testowa towarzyszyła polskiemu astronautce na ISS. Zmotywowało to niektórych uczniów do planowania przyszłej kariery w sektorze kosmicznym oraz do zawodu elektryka/elektronika/elektromontera. Możliwość wdrożenia innowacyjnej metody projektowej opartej na eksperymentach podniosło atrakcyjność prowadzonych zajęć. Natomiast udział w ogólnopolskim programie wspieranym przez kluczowe instytucje państwowe i międzynarodowe (POLSA, ESA) zbudowało nowoczesny wizerunek szkoły stawiającej na innowacje.

Szkoła Podstawowa w Paczynie

W imieniu całej społeczności naszego technikum elektronicznego serdecznie dziękujemy za możliwość udziału w projekcie „Klucz do Kosmosu”. Jako szkoła o profilu elektronicznym niezwykle cenimy sobie każdą możliwość pracy na profesjonalnym sprzęcie i modułach. Nasi uczniowie mają mnóstwo pomysłów na ich kreatywne zastosowanie podczas zajęć praktycznych i projektów dodatkowych. Tego typu inicjatywy to dla nich doskonała okazja do rozwijania pasji i zdobywania unikalnych, kosmicznych umiejętności.

Zespół Szkół Elektryczno-Elektronicznych im. prof. Maksymiliana Tytusa Hubera w Szczecinie

Uczniowie w tym roku szkolnym bardzo się cieszyli, gdy na zajęciach praktycznych z elektroniki, każdy z nich mógł zlutować ten sam układ elektroniczny. Czysta przyjemność było ich zobaczyć, jak działają i jeszcze większa, gdy sami cieszyli się ze swoich zlutowanych i działających kluczy. Bawili się też w odbiór i nadawanie sygnałów alfabetem Morse'a. Dlatego jestem wdzięczny za ten pomysł, aby w ten sposób urozmaicać zajęcia.

Bielskie Centrum Edukacji

Bardzo cenny i potrzebny projekt. Z grupy licealistów tylko 20% umiało wcześniej posługiwać się lutownicą, a w grupie uczniów szkoły podstawowej - 10%. Wszyscy byli zainteresowani zajęciami praktycznymi i twierdzili, że „to najfajniejsze zajęcia”. Nauczyli się też pracy zespołowej przy jednakowym obciążeniu zadaniami każdego członka zespołu- czyli nie było „Ja zrobię całość, a ty sobie popatrz”.

Zespół Szkół STO w Słupsku

Wdrożenie zajęć z wykorzystaniem Państwa zestawów udowodniło, że konstrukcja klucza telegraficznego posiada unikalne i niezwykle wysokie walory dydaktyczne. Projekt ten nie jest jedynie prostym ćwiczeniem manualnym - stanowi on komplementarny, interdyscyplinarny pomost łączący prawa fizyki (transmisja fali, przepływ prądu) , historię telekomunikacji oraz nowoczesną inżynierię kosmiczną, której symbolem w projekcie jest misja polskiego astronauty Sławosza Uznańskiego-Wiśniewskiego. Z perspektywy dydaktyka, obecność tak silnego kontekstu motywacyjnego drastycznie podnosi zaangażowanie młodzieży, która rezygnuje z roli biernego odbiorcy na rzecz aktywnego twórcy (tzw. learning by doing).

Projekt "Klucz do Kosmosu", stał się w naszej jednostce językiem komunikacji. Młodzież ze szkoły podstawowej, szkoły ponadpodstawowej, kształcenia zawodowego i ogólnokształcącego rozmawiają „językiem techniki”. Otrzymane zestawy posłużyły nie tylko naszym uczniom, ale także Seniorom i uczniom z Instytutu Głuchoniemych z którymi realizowaliśmy wspólne zajęcia do kolejnych wspólnie spędzonych chwil, szukania rozwiązań i planowania kolejnych działań sięgających gwiazd z „Kluczem do Kosmosu”.

Centrum Kształcenia Branżowego w Siedlcach

Projekt połączył rozwijanie praktycznych umiejętności technicznych (takich jak motoryka mała, koordynacja i skupienie) z silnym efektem terapeutycznym i rewalidacyjnym. Obserwowanie ogromnego zaangażowania uczniów, ich radości z samodzielnie stworzonego, działającego urządzenia oraz postępów w komunikacji i integracji rówieśniczej pokazuje, że tego typu innowacyjne zajęcia są niezwykle wartościowe i potrzebne w szkolnictwie specjalnym.

Korzyści:

Inkluzja technologiczna i przełamywanie barier: Zapoznanie uczniów z zaawansowaną, z pozoru niedostępną dla nich tematyką (elektronika, druk 3D, technologie kosmiczne) i pokazanie, że nauki ścisłe są dla każdego.

- Wzrost poczucia własnej wartości: Ogromna satysfakcja i wiara we własne możliwości dzięki samodzielnemu stworzeniu działającego urządzenia „kosmicznego”.
- Rozwój motoryki małej i koordynacji: Precyzyjne ćwiczenie sprawności dłoni oraz koordynacji ręka-oko podczas lutowania i montażu elementów.
- Stymulacja sensoryczna i poznawcza: Wielozmysłowe poznawanie techniki poprzez dotyk materiałów oraz słuchowo-wzrokowy odbiór sygnałów klucza telegraficznego.
- Rozwój komunikacji i integracji: Wykorzystanie kodu Morse'a jako formy komunikacji alternatywnej oraz budowanie relacji rówieśniczych w czasie wspólnych misji nadawczych.
- Trening skupienia i bezpieczeństwa: Nauka koncentracji uwagi, cierpliwości i odpowiedzialności przy pracy z gorącą lutownicą.

Specjalny Ośrodek Szklono-Wychowawczy im. M. Grzegorzewskiej w Siedlcach

Udział w projekcie "Klucz do kosmosu" przyniósł uczestnikom wiele korzyści edukacyjnych. Uczniowie pracując z rzadko spotykanym zaangażowaniem, rozwinęli zainteresowania związane z kosmosem, techniką i elektroniką, a także zdobyli podstawowe umiejętności lutowania oraz montażu prostych układów elektronicznych. Poznali alfabet Morse'a i historię komunikacji, dzięki czemu mogli lepiej zrozumieć rozwój technologii wykorzystywanych również we współczesnych misjach kosmicznych. Realizacja projektu sprzyjała rozwijaniu logicznego myślenia, umiejętności rozwiązywania problemów oraz kształtowaniu cierpliwości, dokładności i odpowiedzialności podczas wykonywania zadań technicznych. Zajęcia przyczyniły się także do wzrostu motywacji do nauki przedmiotów ścisłych i technicznych oraz

pozwoły uczniom odkrywać własne zainteresowania i predyspozycje związane z przyszłą edukacją i karierą zawodową.

Udział w projekcie „Klucz do kosmosu” przyniósł korzyści również szkole. Pozwolił wzbogacić ofertę edukacyjną o nowoczesne i atrakcyjne zajęcia rozwijające kompetencje techniczne. Realizacja projektu umożliwiła promowanie nauk ścisłych i nowoczesnych technologii, a także wspieranie uczniów w odkrywaniu ich zainteresowań i predyspozycji edukacyjno-zawodowych. Szkoła zyskała możliwość uczestnictwa w ogólnopolskiej inicjatywie związanej z polskim sektorem kosmicznym, co pozytywnie wpłynęło na jej wizerunek jako placówki otwartej na innowacje i nowoczesne metody nauczania. Dodatkową korzyścią było zaangażowanie rodziców w realizację projektu. Wspólne zainteresowanie działaniami podejmowanymi przez uczniów sprzyjało budowaniu współpracy między szkołą a rodziną, a także wzmacniało motywację dzieci do nauki i rozwijania swoich pasji. Możliwość prezentowania efektów swojej pracy rodzicom była dla uczniów źródłem dumy i satysfakcji, a udział rodziców podkreślił wartość wspólnego wspierania rozwoju młodych ludzi.

Zajęcia były angażujące, a możliwość wykonania działającego urządzenia dawała uczestnikom dużą satysfakcję. Uczniowie mieli możliwość rozwijania swoich zainteresowań oraz odkrywania własnych predyspozycji i talentów. Projekt poszerzył ich wiedzę o różnych ścieżkach edukacyjnych i zawodowych, inspirując młodych ludzi do bardziej świadomego myślenia o swojej przyszłości. Dodatkową wartością było rozwijanie umiejętności technicznych, kreatywności i rozwiązywania problemów, które będą przydatne zarówno w dalszej edukacji, jak i przyszłej pracy zawodowej.

SP 2 w Suchym Lesie

Pragnę bardzo serdecznie podziękować, zarówno w imieniu własnym, jak i uczniów za przekazane zestawy. Dla uczniów były one ogromną atrakcją, niektórzy uznali te zajęcia za „najlepszą lekcję informatyki w historii szkoły”.

Łączenie teorii z praktyką: Zajęcia nie ograniczają się do suchej teorii. Uczniowie szybko przechodzą od oglądania filmu instruktażowego do realnego działania, co pozwala im natychmiast przetestować zdobytą wiedzę w praktyce.

Rozwój umiejętności manualnych i technicznych: Lutowanie to konkretna, rzemieślnicza umiejętność, która rozwija motorykę małą, precyzję, cierpliwość oraz koordynację wzrokową. Nauka logicznego myślenia i czytania dokun1entacji: Praca z

instrukcją montażu uczy uczniów analizowania schematów technicznych, planowania kolejności działań oraz wyciągania wniosków z popełnionych błędów.

Szkoła Podstawowa im. Kawalerów Orderu Uśmiechu w Kobylnicy

Korzyści z realizacji projektu:

- *Dla wszystkich uczestników zdobycie nowej wiedzy oraz nabycie umiejętności praktycznych i manualnych,*
- *u niektórych uczniów odkrycie nowych zainteresowań i pragnienie zgłębienia tajników elektroniki oraz rozwoju w dziedzinie nauk ścisłych,*
- *poznanie alfabetu Morse'a, znalezienie sposobów na łatwe nauczenie się poszczególnych znaków,*
- *zabawa polegająca na pierwszych próbach przekazania i odbierania prostych wiadomości kodem Morse'a,*
- *dobra okazja do rozwoju i nowych doświadczeń dla nauczyciela.*

Szkoła Podstawowa nr 58 im. Tadeusza Kościuszki w Krakowie

Tego typu zajęcia praktyczne są bardzo interesujące dla uczniów i nauczyciela. Stanowią przestrzeń do samodzielnego eksperymentowania, nabywania nowych umiejętności, uczenia się od siebie, współpracy, popełniania błędów i ich analizowania. Nauczyciel otrzymuje nieodpłatnie ciekawe materiały do pracy z uczniami, które pozwalają mu odkrywać nowe zainteresowania i wdrażać je na zajęciach.

Szkoła Podstawowa nr 409 w Warszawie

Projekt „Klucz do Kosmosu” był bardzo wartościowy, ponieważ w praktyczny i atrakcyjny sposób łączył wiedzę z zakresu elektroniki, techniki i edukacji kosmicznej. Uczniowie samodzielnie wykonali działające urządzenie, co dało im dużą satysfakcję, wzrost wiary w swoje możliwości, a także zwiększyło motywację do nauki. Dodatkowym atutem była możliwość pracy z materiałem przygotowanym przez Sławosza Uznańskiego-Wiśniewskiego , co stanowiło dla uczniów inspirację i podniosło prestiż projektu.

Szkoła Podstawowa nr 2 im. Szarych Szeregów w Gorzowie Wlkp.

Projekt bardzo dobrze wpisuje się treści realizowane na lekcjach fizyki. Uczniowie przy okazji montażu elementów elektronicznych na płytce stykają się z praktycznymi aspektami wielu zagadnień fizyki, takimi jak: topnienie i krzepnięcie, budowa i działanie obwodu elektrycznego, rozchodzenie się fal akustycznych i elektromagnetycznych. Widzą „po co się tego uczą” na lekcjach.

Szkoła Podstawowa im. Marii Konopnickiej w Czeladzi

Projekt przyniósł wiele korzyści zarówno uczniom, jak i szkole. Uczniowie mieli możliwość zdobycia praktycznych umiejętności związanych z podstawami elektroniki, lutowaniem oraz pracą z prostymi układami elektronicznymi. Ważnym elementem była również nauka alfabetu Morse'a i poznanie historycznych metod komunikacji. Ogromną wartością projektu było połączenie nauki z praktyką. Uczniowie samodzielnie montowali urządzenia, ćwiczyli cierpliwość, dokładność i rozwijali umiejętności techniczne. Projekt zwiększył także zainteresowanie tematyką kosmiczną, elektroniką oraz kierunkami technicznymi. Dodatkową korzyścią była możliwość pokazania młodzieży, że nauka przedmiotów technicznych może być ciekawa i angażująca. Projekt stał się także impulsem do organizacji dodatkowych inicjatyw edukacyjnych w szkole. Sam projekt był bardzo dobrze zaplanowany i przemyślany.

Mazowieckie Technikum Innowacji

Projekt pozwala opanować od podstaw naukę lutowania oraz tworzenia prostych obwodów elektronicznych. Uczniowie nie tylko czytają o technologii, ale samodzielnie montują i składają działające urządzenia elektroniczne w kształcie satelity. W namacalny sposób stosują teorię dotyczącą prądu elektrycznego w realiach inżynierskich. Młodzież widzi, jak sucha teoria z lekcji fizyki (np. o prądzie elektrycznym) przekłada się na działanie prawdziwych, nowoczesnych technologii.

Realizacja tego projektu stanowi wartościowe urozmaicenie lekcji fizyki. Jest on szczególnie rekomendowany moim zdaniem dla uczniów drugich klas technikum, ponieważ idealnie wpisuje się w realizowaną wtedy podstawę programową dotyczącą prądu elektrycznego. Praktyczny charakter tych zajęć sprawia, że powinny być one wdrażane w każdej klasie na tym etapie edukacji.

Zespół Szkół Technicznych w Nysie

Nietypowa forma zajęć, oparta w dużej mierze na działaniach praktycznych, przyciąga zainteresowanych uczniów i pozwala im zdobywać wiedzę poprzez własne doświadczenie. Przy okazji realizacji projektu można było przekazać istotne treści dotyczące misji kosmicznych oraz udziału Polaków w badaniach i lotach kosmicznych, co sprzyja również budowaniu świadomości i tożsamości narodowej.

Udział w projekcie pozwolił uczniom rozwijać pasję i zainteresowania związane z techniką, elektroniką oraz nowoczesnymi technologiami. Szczególnie ważny był praktyczny charakter zajęć, dzięki któremu uczniowie mogli doskonalić umiejętności manualne, poznawać podstawy lutowania i elektroniki oraz samodzielnie wykonać działający układ.

Projekt pokazał również, jak duże znaczenie mają nauka, wiedza techniczna i umiejętności inżynierskie w badaniach kosmosu oraz w realizacji ambitnych przedsięwzięć podejmowanych przez człowieka.

Projekt był bardzo trafiony tematycznie, szczególnie w kontekście wydarzeń związanych

z misją IGNIS. Zajęcia miały ciekawą, praktyczną formę, która skutecznie przyciągała uwagę uczniów. Dodatkowym atutem był udział Sławosza Uznańskiego-Wiśniewskiego w filmie instruktażowym. Jego obecność działała motywująco i nadawała projektowi większą rangę - uczniowie chętnie podejmowali pracę nie kwestionowali sensu wykonywanych zadań.

Szkoła Podstawowa im. Jana Pawła II w Żydowie

Przykładowe relacje szkół i placówek edukacyjnych, które zrealizowały projekt.

<https://sp3pruszkow.edupage.org/a/klucz-do-kosmosu#>

<https://sp310.ursynow.warszawa.pl/index.php/2026/03/06/nasz-klucz-do-kosmosu-juz-dziala/>

<https://sp78poznan.pl/2026/02/08/projekt-klucz-do-kosmosu/>

<https://sp51gdynia.pl/klucz-do-kosmosu.1062.pl>

<https://zsprabino.edu.pl/index.php/2025/12/16/klucz-do-kosmosu/>

<https://www.spstrzyzowice.pl/wydarzenia/793-ogolnopolski-projekt-edukacyjny-klucz-do-kosmosu-w-naszej-szkole>

<https://sp5.edu.pl/klucz-do-kosmosu-w-akcji,1952,pl>

<https://sobieski.edu.pl/uczniowie-naszego-liceum-realizowali-program-polskiej-agencji-kosmicznej-klucz-do-kosmosu,537,pl>

<https://zse-zdwola.pl/klucz-do-kosmosu-sprawozdanie-z-realizacji-projektu-edukacyjnego/>

<https://zs33.pl/aktualnosci/klucz-do-kosmosu-sprawozdanie-z-realizacji-projektu-edukacyjnego>

<https://zychlin.edu.pl/aktualnosci/1740-klucz-do-kosmosu>

<https://pawlowice.edu.pl/kosmiczny-final-podsumowanie-projektu-klucz-do-kosmosu/>

<https://moa.edu.pl/klucz-do-kosmosu/>

<https://www.facebook.com/PlanetariumSlaskie/posts/klucz-do-kosmosu-akademii-planetarium-uczestnicy-naszej-akademii-planetarium-ten/1396739358924530/>

<https://www.1lo.pl/?news=50669>

<https://sp91.poznan.pl/projekt-klucz-do-kosmosu/>