

## UCZENIE (SIĘ) PRZEZ TWORZENIE

Piasecki Jakub,  
Fundacja ALE Nauczanie

**Abstract.** Article shows three examples of using LEGO Education solutions (mainly robotics) in correlation with the “Laboratoria Przyszłości” project for schools, either as a curricular aid or for the after-classes activities. The main focus is on STEAM related topics, with the addition of key competencies and “soft” skills.

### 1. Wstęp

Rozpoczęta pod koniec 2021 roku realizacja programu Laboratoria Przyszłości spowodowała istotne zwiększenie dostępności wszelakich pomocy dydaktycznych w szkołach. Oprócz pakietu obowiązkowego, placówki mogły doposażyć się w różnego rodzaju dodatkowe narzędzia, w tym również w klocki konstrukcyjne i robotykę. Do tej grupy należą – między innymi – rozwiązania LEGO Education. Chciałbym pokazać kilka przykładów na to, jak można wykorzystać klocki razem z innymi pomocami dydaktycznymi, aby efektywnie i kreatywnie wykorzystać sprzęt znajdujący się w szkołach.

### 2. Klocki! Kamera! Akcja!

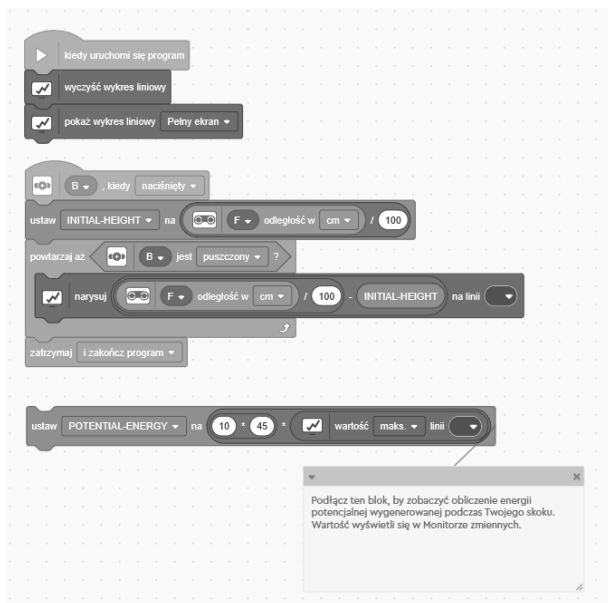
Jak LEGO Education i sprzęt z programu Laboratoria Przyszłości mogą nam pomóc w zachęceniu uczniów do nauki fizyki? Nic nie działa tak dobrze, jak możliwość samodzielnego przeprowadzenia (a jeszcze bardziej – zaprojektowania) eksperymentu, który pozwoli na zrozumienie konkretnej zasady, prawa lub zależności. Na takim podejściu bazuje konstrukcjonizm – koncepcja edukacyjna wprowadzona przez Seymoura Paperta na początku lat osiemdziesiątych ubiegłego wieku w książce „Mindstorms: Children, Computers, and Powerful Ideas” [3].

W materiałach do zestawu robotyki LEGO Education SPIKE Prime znajdziemy – między innymi – pakiet lekcji doświadczalnych, które starają się przybliżyć uczniom zagadnienia związane z zasadą zachowania energii mechanicznej, szczególnie w kontekście zamiany energii kinetycznej ciała na potencjalną i na odwrót. Zaproponowane scenariusze zakładają przeprowadzenie eksperymentów z wykorzystaniem prostych konstrukcji i programów zbierających dane pomiarowe do analizy. Ciekawym uzupełnieniem takiej lekcji może być wykorzystanie aplikacji **Tracker**, która pozwala nam

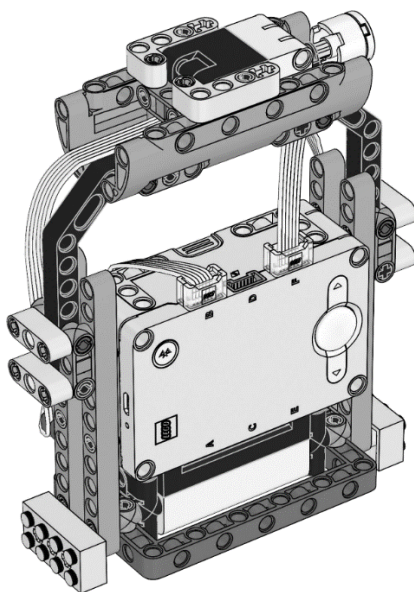
przeprowadzać pomiary przy użyciu nagranych materiałów wideo. Uczniowie wykorzystują w tym celu film dokumentujący przebieg doświadczenia.

Po przeprowadzeniu kalibracji i oznaczeniu, który fragment całego nagrania jest dla nas kluczowy, możemy przystąpić do analizy, korzystając z wygenerowanej tabeli pomiarów. Mamy dostępne różne narzędzia i tryby pracy, tworzenie serii pomiarowych może być też wspierane przez proste narzędzie SI, które pomaga np. w automatycznym znalezieniu środka masy obiektu poruszającego się na kolejnych klatkach filmu. Efekty pracy możemy wyeksportować – mamy tabelę danych pomiarowych, materiał wideo z nałożonymi znacznikami pokazującymi ruch obiektu i dowolnie konfigurowane wykresy, pozostaje tylko sprawdzić, czy wyniki z pomiarów rzeczywistych pokrywają się z tymi z analizy obrazu wideo. Dodatkową zaletą jest możliwość bezproblemowego wykorzystania technologii w przypadku zajęć zdalnych – aplikacja **Tracker** nie wymaga nawet lokalnej instalacji, wystarczy nowoczesna przeglądarka internetowa.

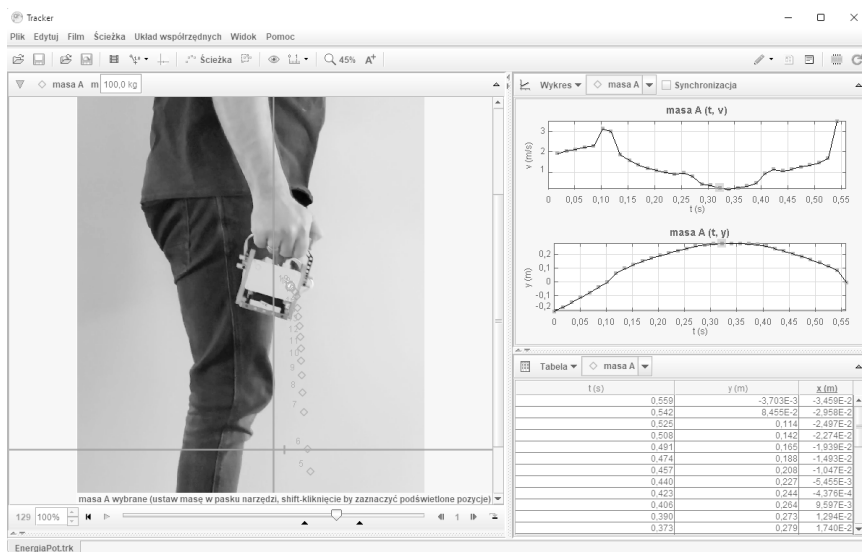
A jak to wygląda w praktyce? Poniżej przykładowy program (w języku Scratch) służący do przeprowadzenia eksperymentu z zestawem SPIKE Prime oraz gotowe urządzenie używane w ćwiczeniu, dalej efekt pracy z materiałem wideo. Jeśli uczniowie dobrze skalibrują film i starannie przeprowadzą eksperyment, powinni uzyskać w obu przypadkach podobne wyniki.



Rysunek 1 Program do przeprowadzenia eksperymentu



Rysunek 2 Klockowy ciężarek, służący jako stacja pomiarowa



Rysunek 3 Efekt przeprowadzenia eksperymentu w programie Tracker – widzimy klatkę wideo ze śladem ruchu, wykresy prędkości i przesunięcia od czasu oraz tabelę pomiarów

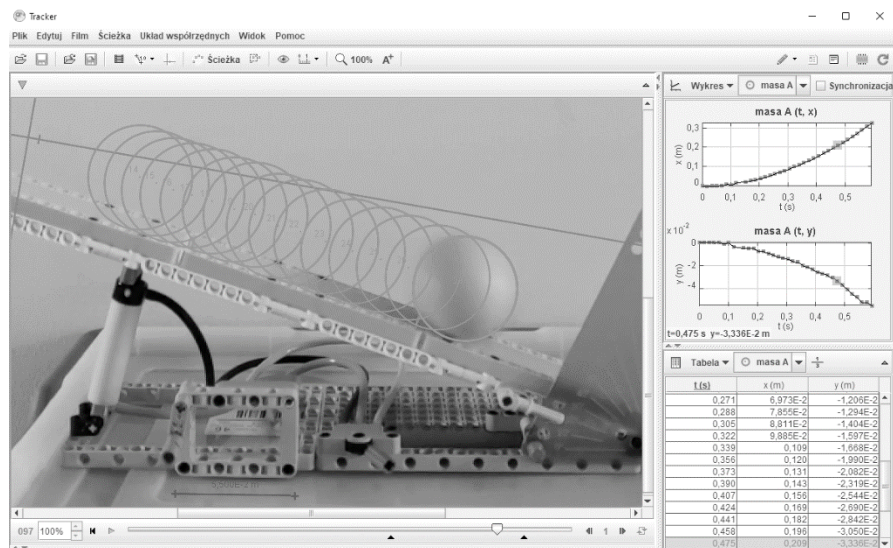
Co jest potrzebne do przeprowadzenia takich zajęć?

- Jeden zestaw LEGO Education SPIKE Prime.
- Kamera wideo (najlepiej z możliwością nagrywania z prędkością min. 60 klatek na sekundę) i statyw.
- Komputer lub tablet z zainstalowanym oprogramowaniem SPIKE Prime oraz urządzenie do przeprowadzenia analizy wideo.

Przydać mogą się też: waga do pomiaru masy, dedykowane oświetlenie i tło, które nie będzie utrudniało kalibracji oraz oznaczenia toru ruchu ciała na kolejnych klatkach.

W idealnych warunkach zajęcia odbywają się w zespołach 3-6 osobowych, każda grupa ma swój pakiet sprzętu, część uczniów jest odpowiedzialna za eksperyment fizyczny, część za przygotowanie nagrania i jego analizę. Doświadczenie zostaje podsumowane po porównaniu otrzymanych wyników i wyciągnięciu wniosków.

Poniżej jeszcze jeden przykład wykorzystania oprogramowania **Tracker** – tym razem do badania ruchu kulki po równi pochyłej. Model został wykonany przez uczniów z zestawu LEGO Education BricQ Motion Prime, na podstawie gotowej instrukcji. Konstrukcja pozwala na regulację kąta nachylenia równi, konfigurację zmienia się przy pomocy prostego systemu pneumatycznego, a wbudowany w model kątomierz pozwala na natychmiastowy sprawdzenie ustawionego kąta.



Rysunek 4 Równia pochyła – analiza w programie Tracker

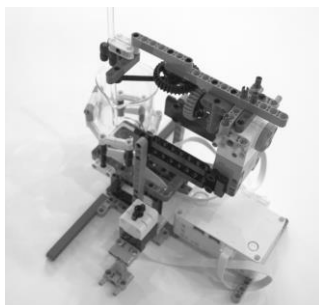
Zaproponowane połączenie klocków edukacyjnych i oprogramowania pozwala na realizację większości ćwiczeń i eksperymentów związanych z mechaniką i kinematyką, ale to nie koniec możliwości ich wykorzystania. Więcej informacji i inspiracji można znaleźć na stronie autorów oprogramowania [5] i w naszym repozytorium scenariuszy zajęć lekcyjnych [4].

Dzięki pokazanemu powyżej podejściu mamy możliwość wykorzystania ćwiczenia na kilku różnych lekcjach: realizujemy zapisy podstawy programowej z fizyki, informatyki, techniki, matematyki i – przy okazji – wychowania fizycznego. Prowadzone w kraju i na świecie badania pokazują, że podejście interdyscyplinarne i wykorzystanie robotyki wpływają pozytywnie na motywację uczniów i zwiększają efektywność przyswajania wiedzy, stymulują także rozwój kompetencji kluczowych. Warto np. zapoznać się z publikacjami pod kierownictwem prof. Eugenii Smyrnowej-Trybulskiej, (np. [1]), prowadzącej badania dotyczące wykorzystania robotyki w edukacji w szkołach w Polsce i w Ukrainie.

### 3. A może trochę chemii?

Zestawy LEGO Education SPIKE Prime są wyposażone w całkiem przydatny pakiet czujników, który może nam pomóc w powtarzalnym przeprowadzaniu doświadczeń chemicznych. Już w 2012 roku naukowcy z University of Cambridge wykorzystali zbudowane przez siebie roboty LEGO Mindstorms do zautomatyzowania procesu produkcji syntetycznych kości [2]. Podobne podejście zastosowaliśmy w naszym przykładzie.

W zestawie bazowym robota mamy do dyspozycji: czujnik światła/koloru, który może nam pomóc w rozpoznawaniu oraz określaniu barw substancji, czujnik dotyku/nacisku, który można wykorzystać jako włącznik lub w roli prostej wagi, znajdziemy też klocki i silniki, niezbędne do stworzenia całego urządzenia. Poniżej przykładowa konstrukcja, której główną funkcją może być przyspieszanie reakcji chemicznej przez mieszanie substancji.



**Rysunek 5 Przykład gotowej konstrukcji wspierającej realizację doświadczeń chemicznych.**

Mamy tu miejsce na wstawienie małej (100 ml) zlewki, uchwyt do szklanej bagietki, czujnik światła potrafiący określić kolor substancji i czujnik dotyku w roli włącznika / wyłącznika. Taki system może mieć kilka zastosowań na lekcjach. Da się eksperymentalnie sprawdzić wpływ mieszania na szybkość reakcji, uczniowie mogą też np. badać kolor i/lub przejrzystość substancji będących produktami reakcji chemicznych. Po drobnych modyfikacjach można cały system uzupełnić o mechanizm badania pH np. przy pomocy papierka lakmusowego, albo stworzyć bardziej rozbudowany system, który będzie sam przeprowadzać reakcje chemiczne i zbierać wyniki pomiarów.

Po raz kolejny uczniowie są zaangażowani nie tylko w przeprowadzenie eksperymentu, ale też w jego przygotowanie i zorganizowanie. Zdobywają i rozwijają umiejętności związane nie tylko z chemią, ale uczą się np. pracować metodami inżynierskimi, budują kompetencje komunikacyjne i te związane z kreatywnym rozwiązywaniem problemów.

#### **4. Gdzie ten robot ma przycisk „FIRE”?**

Jednym z najciekawszych zastosowań robotyki LEGO jest – już od ponad dwudziestu lat – światowy konkurs *FIRST LEGO League*. Firma LEGO Education, we współpracy z *FIRST* – amerykańską fundacją zajmującą się promocją edukacji STEAM, organizują cykliczny konkurs dla dzieci i młodzieży. Co roku mamy inny temat przewodni, związany z wyzwaniem otaczającego nas świata. Konkurs odbywa się na trzech poziomach – *Discover* dla przedszkolaków, *Explore* dla dzieci z edukacji wczesnoszkolnej oraz *Challenge* dla najstarszej grupy – w wieku od 10 do 16 lat.

Dwie pierwsze kategorie wiekowe są – z racji wieku uczestników – wystawami, podczas których dzieci przedstawiają swoje konstrukcje i pomysły. Natomiast poziom *Challenge* to już pełnoprawny i rozbudowany konkurs. Zadaniem uczestników jest:

- Zbudowanie oraz zaprogramowanie autonomicznego robota, który w określonym czasie będzie rozwiązywał zadania na macie konkursowej (konkurencja Robot Game).
- Zdiagnozowanie problemu związanego z tematem konkursu i zaproponowanie jego rozwiązania, np. poprzez stworzenie prototypu lub modelu (konkurencja Innowacyjny Projekt).
- Wytłumaczenie – podczas konkursu – jak powstał i jak został zaprogramowany robot (konkurencja Projekt Robota).

Oprócz tego sędziowie będą również oceniać postawę uczestników w czasie konkursu, ze szczególnym naciskiem na Wartości Podstawowe *FIRST*.

Zacznijmy od robota i maty. Pierwszym zadaniem drużyny będzie przygotowanie maty, na której powstają zbudowane z klocków objekty. Każdy z tych obiektów związany jest z konkretną misją, której poprawne wykonanie przynosi drużynie punkty.



**Rysunek 6 Przykładowy stół *FIRST LEGO League Challenge* – wyzwanie z roku 2021, temat Cargo Connect**

Częścią materiałów konkursowych jest szczegółowy opis warunków potrzebnych do zdobycia punktów w poszczególnych misjach Robot Game. Podczas zawodów każda

drużyna ma trzy próby przejazdu na macie, liczy się najlepszy z uzyskanych wyników. Największym wyzwaniem jest ograniczenie czasowe – jedna próba przejazdu to nie więcej niż dwie minuty i trzydzieści sekund. Trzeba dobrze zastanowić się, które ćwiczenia wybrać do realizacji, bo czasu nie jest dużo. Oczywiście roboty nie mogą być zdalnie sterowane, a za dotknięcie robota poza obszarem startowym i „Domem” drużyna traci punkty precyzji. Dla początkujących drużyn znajdziemy w materiałach przygotowanych przez producenta przykładowe rozwiązanie jednego z zadań. Nie jest jednak ono optymalne, by nadal pozostała przestrzeń do wprowadzenia poprawek i poprawienia efektywności. Co ważne – robot do tej konkurencji nie musi być budowany z najnowszego dostępnego zestawu, można wykorzystać dowolną wersję LEGO MIND-STORMS lub SPIKE PRIME. Wiele szkół ma w swoich pracowniach starsze wersje robotów, a na konkursach widzimy, że oparte o nie konstrukcje radzą sobie całkiem nieźle.

Innowacyjny projekt jest konkurencją, w której mamy najwięcej przestrzeni na pokazanie swojej kreatywności. Drużyna zaczyna od zapoznania się z tematem przewodnim konkursu (np. w roku szkolnym 2020/21 tematem był sport, rok później zajmowaliśmy się transportem, a w roku szkolnym 2022/23 wyzwanie będzie związane z energią). W ramach założonej tematyki należy znaleźć problem, z którym musi mierzyć się lokalna społeczność i zastanowić się nad jego innowacyjnym rozwiązaniem. Drużyna powinna skontaktować się ze specjalistami w danej dziedzinie, aby skonsultować swój pomysł, dobrze jest też przeprowadzić ankiety lub badania z potencjalnymi odbiorcami i użytkownikami. Następnym krokiem jest przygotowanie modelu (w postaci cyfrowej albo fizycznej) lub – jeśli jest taka możliwość – działającego prototypu. Dobrze się sprawdzają tutaj komponenty obowiązkowe z programu Laboratoria Przyszłości – mikrokontrolery można wykorzystać do ożywienia prototypu, drukarka 3D pomoże stworzyć fizyczny model a studio foto-wideo przyda się do dokumentowania całej pracy. Ostatnim krokiem jest przygotowanie prezentacji, którą drużyna przedstawia w dniu konkursu. Prezentacja może mieć dowolną formę, od klasycznego pokazu slajdów do krótkiego występu teatralnego.

Ostatnia – techniczna – konkurencja to Projekt Robota. Tu drużyna powinna pokazać proces powstawania robota, opowiedzieć o tym, jak działają programy i przedstawić strategię, która została wybrana do realizacji misji na macie. Dobrze jest stworzyć dokumentację pokazującą, jak zmieniała się w trakcie przygotowań konstrukcja robota oraz czego drużyna nauczyła się, jeśli chodzi o programowanie i korzystanie z czujników.

Klasyfikacja generalna konkursu zakłada, że uzyskane w poszczególnych konkurencjach punkty sumują się. Najlepsze drużyny zostają zaproszone do kolejnego etapu. Po przejściu przez finał krajowy następnym krokiem są zawody międzynarodowe, zwykle są trzy lub cztery takie wydarzenia w sezonie.





**Rysunek 7 Zdjęcie z zakończenia sezonu Cargo Connect w Polsce.  
Final w Warszawie – kwiecień 2022**

Kalendarz konkursu *FIRST LEGO League* jest tak ułożony, że na przygotowanie do zawodów regionalnych drużyny mają prawie cały semestr jesienny, natomiast finały narodowe i konkursy międzynarodowe odbywają się od przełomu marca i kwietnia do końca roku szkolnego. Trener prowadzący drużynę otrzymuje pakiet materiałów, które pomagają w przygotowaniu do startu. Zajęcia są rozpisane na spotkania trwające po ok. 90-120 minut, więc ich wykorzystanie np. do prowadzenia koła zainteresowań lub pozalekcyjnego kółka robotyki sprawdza się bardzo dobrze. Podczas zajęć uczniowie – oprócz robotyki i programowania – uczą się podstaw przedsiębiorczości, ćwiczą auto-prezentację, rozwijają kompetencje komunikacyjne, umiejętności związane z zarządzaniem czasem i zasobami, uczą się również rozwiązywania problemów i radzenia sobie z konfliktami. Warto spróbować swoich sił i przystąpić do programu, zapisy na kolejny sezon są dostępne zawsze od początku czerwca. W Polsce konkurs jest prowadzony od sezonu 2014/15 przez Fundację ALE Nauczanie [6].

## 5. Podsumowanie

W artykule pokazane zostały trzy wybrane pomysły wykorzystania sprzętu, który pojawił się w szkołach w efekcie działania programu Laboratoria Przyszłości. Te przykłady nie wyczerpują oczywiście listy wszystkich możliwych zastosowań, mogą natomiast stanowić inspirację do rozpoczęcia własnej przygody z rozwiązaniami LEGO Education.

## Literatura

1. E. Smyrnova-Trybulska, et al. (2016) Educational robots in primary school teachers' and students' opinion about stem education for young learners, International Conferences ITS, ICEduTech and STE 2016.

2. LEGO MINDSTORMS used to automate tedious laboratory tasks, <https://hackaday.com/2012/04/19/lego-mindstorms-used-to-automate-tedious-laboratory-tasks/>, ostatni dostęp 05.2015 r.
3. Papert, S. (1980). *Mindstorms: Children, Computers, and Powerful Ideas*. New York: Basic Books.
4. Repozytorium gotowych scenariuszy zajęć – AKCES edukacja, <https://akcesedukacja.pl/baza-wiedzy/scenariusze-zajec>, ostatni dostęp 3.06.2022 roku.
5. Strona domowa programu Tracker, <https://physlets.org/tracker/>, ostatni dostęp 06.2022 r.
6. Zapisy do programu *FIRST* LEGO League i informacje o konkursie, <https://fil.edu.pl/>, ostatni dostęp 3.06.2022 roku