

# ROBOTYKA Z ZESTAWAMI LEGO® EDUCATION

Jakub Piasecki

Trener Akademii LEGO Education

AKCES edukacja sp.j.

[jakub@akcesedukacja.pl](mailto:jakub@akcesedukacja.pl); <http://akcesedukacja.pl>

*Abstract. Some examples of using both LEGO Education MINDSTORMS EV3 and LEGO Education WeDo 2.0 in the classroom environment with focus on the proposed curriculum changes for the computer science school education in Poland are presented.*

## 1. Wstęp

W latach osiemdziesiątych dwudziestego wieku Seymour Papert (MIT) nakreślił zręby nowoczesnej edukacji informatycznej, publikując książkę *Burze mózgów – dzieci i komputery* [2]. Piagetowska wizja edukacji połączona z komputerami zainspirowała powstanie wielu efektywnych narzędzi dydaktycznych i zapoczątkowała – między innymi – proces wprowadzania robotyki do szkół. A wszystko zaczęło się od żółwi sterowanych językiem Logo. W latach dziewięćdziesiątych firma LEGO, przy dużej współpracy z Papertem i jego zespołem, stworzyła system robotyki nazwany – za tytułem książki – MINDSTORMS. Po ogromnym sukcesie pierwszych dwóch generacji (RCX oraz NXT) powstała obecna wersja robota (EV3) w dwóch całkowicie różnych odsłonach – edukacyjnej oraz domowej. Równolegle pojawiła się koncepcja robotów edukacyjnych dla młodszych dzieci – seria WeDo, która przebojem zdobyła kilka prestiżowych nagród dydaktycznych i zagościła na stałe w podstawach programowych ICT w wielu miejscach na świecie.

## 2. Metodyka LEGO Education

W materiałach dydaktycznych, które przygotowuje LEGO Education można odnaleźć wiele wpływów filozofii Piageta i jego uczniów. Każdy scenariusz lekcji zbudowany jest wokół metody nazywanej przez twórców **4Z**, od czterech kolejnych części lekcji: **Zacznij**, **Zbuduj**, **Zastanów się** oraz **Zastosuj**. Stosowany przez nas model czerpie bardzo mocno z metody odwróconej lekcji i kładzie silny nacisk na

pracę w małych grupach oraz wykorzystanie metod aktywizujących – dyskusji, burzy mózgów itd.

## 2.1. Zaczynij

Początek lekcji to moment, w którym najważniejszym zadaniem nauczyciela jest wzbudzenie motywacji wewnętrznej uczniów – ułatwi to dalszą pracę, pozwala również na pokazanie związku między tematem lekcji a rzeczywistością, w której żyją uczniowie.

## 2.2. Zbuduj

Uczniowie wykonują (w oparciu o gotową instrukcję lub własny pomysł) odpowiedni model z klocków. Ta faza wykorzystuje pracę manualną do podniesienia efektywności zdobywania kompetencji określonych w celach kształcenia danej lekcji.

## 2.3. Zastanów się

Uczniowie przeprowadzają samodzielnie ćwiczenia i eksperymenty, wykorzystując zbudowany model i modyfikując go. Nauczyciel pełni rolę przewodnika i mentora, moderując kolejne aktywności prowadzące do zrealizowania celu.

## 2.4. Zastosuj

Kontynuowanie nauki jest zawsze przyjemniejsze i umożliwia większą kreatywność, gdy stawia przed uczniami odpowiednio dopasowane do ich poziomu wiedzy wyzwania. M. Csikszentmihályi wprowadził do psychologii termin **przepływu** [1], który jest bazą dla tego etapu lekcji. Z jednej strony przygotowujemy już grunt pod kolejne zajęcia, z drugiej – mamy możliwość przeprowadzenia ewaluacji i natychmiastowego przekazania uczniom informacji zwrotnych.

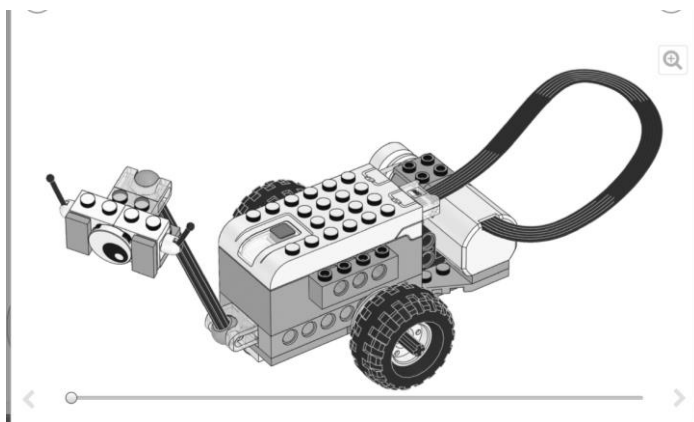
# 3. Robotyka w edukacji wczesnoszkolnej

Zestaw LEGO Education WeDo 2.0 pojawił się w styczniu 2016 roku jako narzędzie umożliwiające wykorzystanie technologii informacyjno-komunikacyjnej w edukacji przyrodniczej i technicznej na I etapie edukacyjnym. Przy użyciu typowych klocków LEGO oraz prostej elektroniki nauczyciele mają możliwość łatwego realizowania z uczniami projektów, mogą wprowadzać podstawy myślenia komputacyjnego i programowania.

## Przykład lekcji – Łazik naukowy Milo

Zadaniem uczniów będzie zbudowanie modelu łazika badawczego, zaprogramowanie go i przygotowanie dokumentacji z jego wyprawy. Ćwiczenie zakłada

wykorzystanie zestawów LEGO WeDo 2.0 oraz tabletów lub laptopów, najbardziej efektywna będzie praca w parach.



Rysunek 1. Gotowy model łożyka Milo

## Wprowadzenie

Naukowcy i inżynierowie zawsze pragnęli badać odległe miejsca i dokonywać nowych odkryć. Nie wszędzie jednak można się dostać osobiście, dlatego zaprojektowaliśmy i stworzyliśmy statki kosmiczne, łożyki, satelity i roboty. Urządzenia te umożliwiają oglądanie i badanie miejsc, które dotychczas były niedostępne. Nasza historia składa się z wielu sukcesów, ale ludzkość poniosła też wiele – czasami spektakularnych – porażek. Musimy zawsze pamiętać, że niepowodzenie to szansa, aby się czegoś nauczyć.

## Przebieg lekcji

Uczniowie rozpoczynają zajęcia od obejrzenia krótkiego filmu, pokazującego różne maszyny wykorzystywane przez naukowców w pracy badawczej. Następnie przeprowadzamy dyskusję o różnych metodach i sposobach dostawania się w miejsca niedostępne.

Kolejnym krokiem będzie zbudowanie robota (według gotowej instrukcji) a następnie zaprogramowanie go według pokazanego wzorca.

Programowanie robotów WeDo 2.0 odbywa się w bardzo prostym środowisku graficznym. Uczniowie układają ikony reprezentujące konkretne komendy w sekwencji,



Rysunek 2. Maks i Maja - przewodnicy po świecie robotyki WeDo 2.0



**Rysunek 3.** Przykładowy program w języku graficznym WeDo 2.0

które później można przetestować na urządzeniu. Po wykonaniu przykładowego programu zachęcamy do wprowadzenia modyfikacji i sprawdzenia, jak wpłyną one na zachowanie modelu. Przykładowo, w tym projekcie uczniowie mogą wprowadzić dźwięki, które będzie wydawał robot, zmienić czas, prędkość lub kierunek jego ruchu.

W czasie programowania i testowania robota zadaniem uczniów jest wykonanie dokumentacji pracy. Wykorzystując wbudowane w aplikację narzędzia dzieci mogą przygotować prezentację składającą się ze zdjęć, filmów, opisów i zrzutów ekranu. Ostatnią częścią lekcji jest przedstawienie swojej pracy na forum klasy i wspólna dyskusja podsumowująca zajęcia.

## 4. EV3

### Przykład lekcji – robotyka i funkcja liniowa

Z funkcjami liniowymi (a raczej z ich wykresami) uczniowie spotykają się podczas lekcji matematyki w gimnazjum, by potem pogłębić swoją wiedzę na ten temat na IV etapie edukacyjnym. Nieczęsto jednak wykorzystuje się wiedzę na temat funkcji liniowej w sytuacjach praktycznych.



**Rysunek 4.** Model robota wykorzystywany w zadaniu

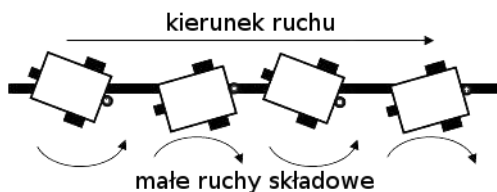
W scenariuszu przyjrzymy się śledzeniu linii przez robota i zaprzęgniemy matematykę do poprawienia działania podstawowego algorytmu wykorzystywanego w takich przypadkach. Wykorzystamy w tym celu jedną z klasycznych konstrukcji edukacyjnego robota LEGO MINDSTORMS EV3 oraz graficzny język programowania stworzony przez firmę National Instruments do pracy z robotami LEGO. Ćwiczenie przeznaczone jest dla uczniów III lub IV etapu edukacyjnego.

### Wprowadzenie

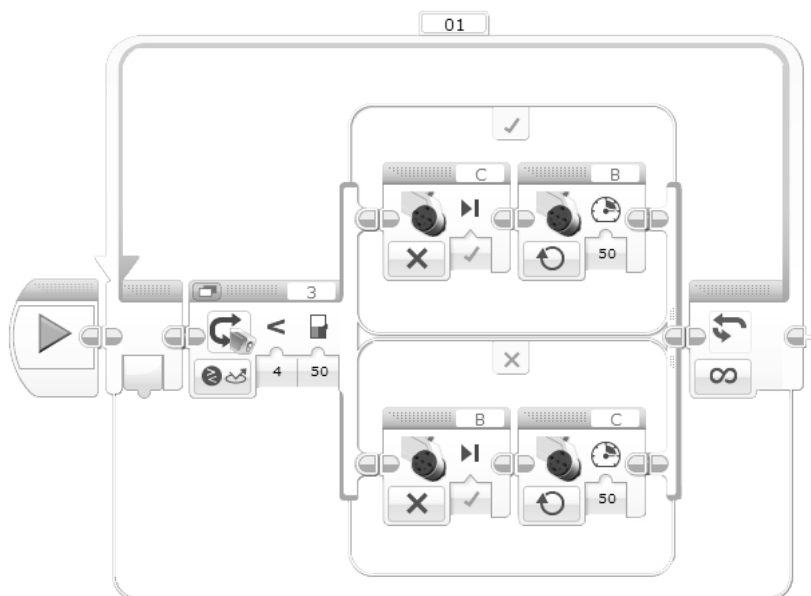
Robot poruszający się po trasie wyznaczonej na podłożu to codzienność w wielu zautomatyzowanych fabrykach. Kluczem do najbardziej wydajnego działania systemu jest takie zaprogramowanie robota, żeby jego ruch był najbardziej płynny, możliwie najszybszy oraz odporny na zakłócenia. Przyjrzymy się bliżej temu problemowi.

## Algorytm zig-zap

Najprostszym algorytmem poruszania się po linii jest metoda zwana **zig-zap**, od ruchu, jaki wykonuje robot podczas śledzenia trasy. Skierowany w dół czujnik światła odbitego sprawdza zaczerwienie obszaru, a na ruch postępowy robota nałożone zostają kolejne zakręty w jedną lub drugą stronę, w zależności od odczytu sygnału z czujnika. Taki robot poruszać się będzie „wężykiem” wzdłuż krawędzi narysowanej linii.



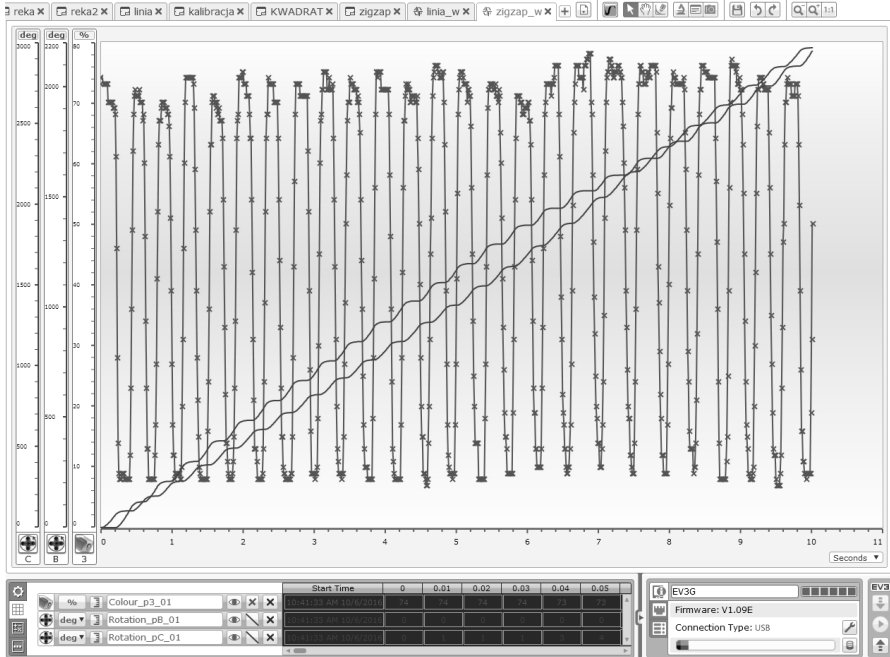
Rysunek 5. Algorytm zig-zap w działaniu



Rysunek 6. Przykładowy program realizujący algorytm zig-zap

Na rysunku 6 jest przedstawiony program realizujący algorytm zig-zap w języku graficznym LEGO Mindstorms EV3. Jeśli odczyt z czujnika pokazuje zbyt wysoką wartość (robot zjechał z linii), to skręcamy w lewo, jeśli odczyt pokazuje wartość zbyt niską (robot za mocno najechał na linię) – to skręcamy w prawo. Poprawne działanie algorytmu zależy od odpowiedniego dobrania wartości granicznej (w tym przypadku ustawionej na 50).

Uczniowie zaczynają od zbudowania prostego robota z czujnikiem światła (według instrukcji) i testują działanie robota na przykładowym torze.



**Rysunek 7.** Zobrazowane na wykresie parametry ruchu robota dla algorytmu zig-zap

Efekt pracy programu można zobrazować na wykresie (rysunek 7), wykorzystując wbudowane w aplikację LEGOM MINDSTORMS Education EV3 narzędzie akwizycji danych. Na osi odciętych umieszczamy czas mierzony w sekundach, na osi rzędnych umieszczamy kąty obrotu obu serwomotorów oraz jasność odczytana przez czujnik światła. Można zauważyć, że robot porusza się zygzakiem, a sygnał mierzony przez czujnik zmienia się znacznie w czasie.

Czy i jak można poprawić płynność ruchu naszego robota?

## Optymalizacja

Zaczynamy od określenia optymalnej wartości granicznej odczytu z czujnika światła dla naszego toru. Uczniowie mogą wyznaczyć ją na kilka sposobów, najprostsza (i najczęściej również wykorzystywana) jest metoda polegająca na wyznaczeniu średniej z „najciemniejszego” i „najjaśniejszego” odczytu. W naszym przypadku są to odpowiednio: 8% oraz 76%. Wyliczona wartość graniczna to 42% – taką jasność będzie miała dla czujnika krawędź linii i to po niej robot powinien się

poruszać. Im bardziej odczyt będzie się różnił od wartości granicznej, tym robot szybciej będzie korygował swój ruch, aby wrócić na zadany tor. Parametry sterowania możemy wyznaczyć z prostego układu równań lub korzystając z narzędzia Linia trendu w arkuszu kalkulacyjnym. Do wykonania tego ćwiczenia uczniowie mogą wykorzystać blok ruchu sterowanego, który umożliwi określenie kierunku jazdy robota w postaci parametru liczbowego: wartości 0 odpowiada jazda prosto, wartości dodatnie powodują, że robot skręca w prawo (im większa wartość, tym zakręt ostrzejszy, aż przy 100 robot zaczyna obracać się w miejscu), analogicznie – wartości ujemne powodują skręcanie w lewo. Żeby ruch robota był płynniej-

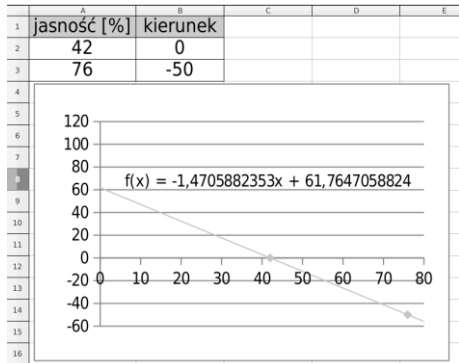


Rysunek 8. Blok ruchu sterowanego – różne konfiguracje

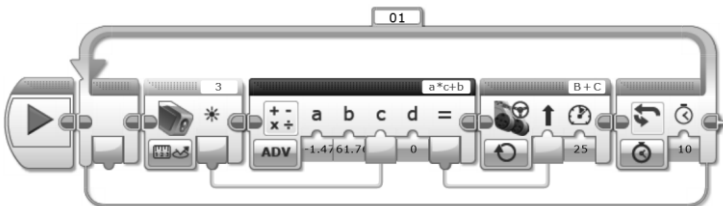
szy, zakładamy graniczne parametry kierunku na +50% dla czerni i (-50%) dla czujnika nad białym polem.

Na rysunku 10 jest pokazany przykładowy program realizujący opisany algorytm sterowania. Funkcja liniowa, której parametry zostały wyznaczone, zapisana jest w bloku matematycznym, a wynik obliczeń jest przekazywany bezpośrednio do parametru kierunku w bloku ruchu. Moc silników ustawiamy na konkretną wartość (np. 25%).

Żeby ruch robota był płynniej-

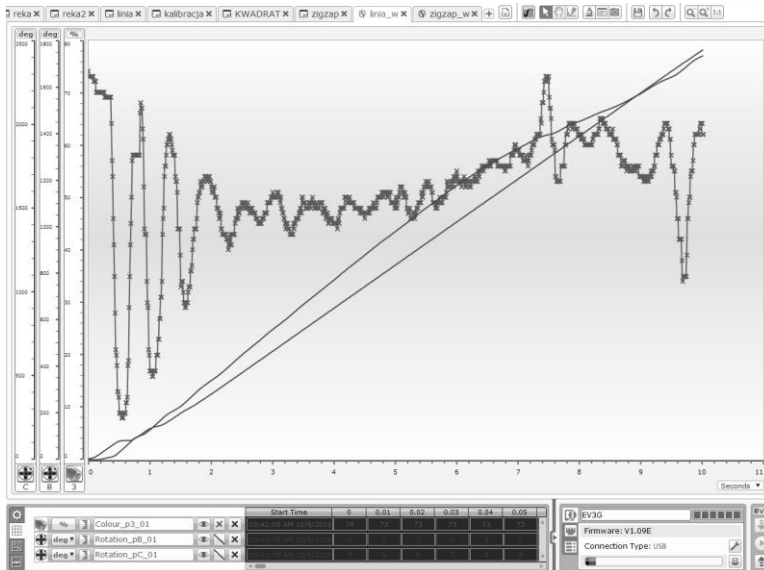


Rysunek 9. Arkusz kalkulacyjny wykorzystany do wyznaczenia parametrów sterowania



Rysunek 10. Przykładowy program realizujący sterowanie z wykorzystaniem funkcji liniowej

Po raz kolejny wykorzystujemy moduł eksperymentów, żeby pokazać na wykresie ruch silników oraz odczyty z czujnika światła – tym razem tor ruchu jest wygładzony, a wartości „widziane” przez czujnik są znacznie bliższe obliczonej wartości granicznej.



**Rysunek 11.** Zobrazowane na wykresie parametry ruchu robota dla algorytmu „liniowego”

Po sprawdzeniu algorytmu zadaniem uczniów jest dalsza optymalizacja, np. poprzez lepsze dopasowanie parametrów, zwiększenie lub zmniejszenie mocy, wybór innej funkcji sterującej albo określenie dodatkowej zależności wpływającej również na moc silników.

## Literatura

1. Csíkszentmihályi M., *Przeptyw. Psychologia optymalnego doświadczenia*, STUDIO EMKA, Warszawa 1997.
2. Papert S., *Burze mózgow – dzieci i komputery*, PWN, Warszawa 1996.