



Received: 25.05.2026

DOI: 10.15584/jetacomps.spec.2026.2.8

Accepted for printing: 8.07.2026

Others citable

Published: 3.08.2026

License: CC BY-NC-ND 4.0

**KINGA RZĄSA¹, WIKTORIA ŚWIDERSKA²,
WALDEMAR LIB³**

Badanie możliwości wykorzystania siłowników pneumatycznych i hydraulicznych w budowie mostów zwodzonych – propozycja projektu edukacyjnego dla uczniów szkoły podstawowej*

A Study on the Possibility of Using Pneumatic and Hydraulic Cylinders in the Construction of Drawbridges – a Proposal for an Educational Project for Elementary School Students

¹ Studentka, Uniwersytet Rzeszowski, Wydział Pedagogiki i Filozofii, Instytut Pedagogiki; email: kr130456@stud.ur.edu.pl

² Studentka, Uniwersytet Rzeszowski, Wydział Pedagogiki i Filozofii, Instytut Pedagogiki; email: ws126041@stud.ur.edu.pl

³ ORCID: 0000-0002-4559-9198, dr, Uniwersytet Rzeszowski, Wydział Pedagogiki i Filozofii, Instytut Pedagogiki; email: wlib@ur.edu.pl

Streszczenie

Artykuł przedstawia propozycję projektu związanego z możliwością wykorzystania siłowników pneumatycznych i hydraulicznych w budowie modeli mostów zwodzonych w edukacji technicznej na poziomie szkoły podstawowej. Szczególną uwagę poświęcono części praktycznej projektu polegającej na wykonaniu modeli mostów z patyczków drewnianych oraz analizie działania układów hydraulicznych i pneumatycznych. Omówiono podstawy funkcjonowania mostów zwodzonych, charakterystykę obu rodzajów napędów oraz ich zastosowanie w edukacji technicznej. W opracowaniu wskazano też znaczenie nauczania metodą projektu oraz wpływ działań konstrukcyjnych na rozwój kompetencji technicznych, społecznych i poznawczych uczniów.

Słowa kluczowe: dydaktyka techniki, projekt inżynierski, edukacja techniczna, zajęcia techniczne

* Praca powstała przy wykorzystaniu platformy badawczej Laboratorium Zagadnień Społeczeństwa Informacyjnego w Centrum Innowacji i Transferu Wiedzy Techniczno-Przyrodniczej Uniwersytetu Rzeszowskiego.

Abstract

The article presents a project proposal relating of the potential use of pneumatic and hydraulic actuators in the construction of drawbridge models in technical education at the primary school. Particular attention is paid to the practical part of the project, which involves of the constructing bridge models from wooden sticks and the analyzing of hydraulic and pneumatic systems. The paper discusses the operational principles of drawbridges, characteristics of both drive systems and their educational applications. The article also highlights the importance of project-based learning and the impact of construction activities on the development of students' technical, social and cognitive competences.

Keywords: technology education, engineering project, technical education, technical classes

Wstęp

Technika w nauczaniu zintegrowanym ma kształtować zarówno cechy instrumentalne osobowości człowieka, jego wiedzę, zdolności poznawcze i zainteresowania techniczne, jak i postawy, przekonania, motywy i wartości (Skiba, 2015, s. 92).

Ważnym zadaniem nauczyciela jest właściwy dobór treści i odpowiedni sposób ich realizacji, a zatem dobór adekwatnych metod. Jak wykazuje analiza literatury, a także praktyka pedagogiczna, poza tradycyjnymi metodami kształcenia w procesie edukacyjnym uzasadnienie ma wykorzystywanie metod aktywizujących (Ordon, 2015, s. 130).

Wśród wytycznych do nowej podstawy programowej (Ustawa, 2026) można znaleźć zalecenia dotyczące edukacji wczesnoszkolnej i rozwijania kompetencji przekrojowych (rozwiązywanie problemów, współpraca i dbanie o innych, myślenie krytyczne oraz kreatywne, dbanie o siebie i kierowanie sobą) oraz sprawczości, czyli działań idealnie wpisujących się w edukację techniczną poprzez realizację zadań i projektów technicznych związanych działaniami praktycznymi. Również w klasach IV–VIII zaleca się rozwijanie u uczniów umiejętności praktycznych oraz interpersonalnych, integrowanie wiedzy z różnych przedmiotów oraz naukę współpracy. Istotna jest realizacja projektów edukacyjnych polegających na rozwiązaniu konkretnego problemu, co umożliwi uczniom aktywne doświadczanie wiedzy zamiast jej biernego przyswajania. Wszystko to ma przygotowywać uczniów do lepszego funkcjonowania w zmieniającym się świecie (MEN, 2026).

Biorąc pod uwagę powyższe, należy założyć, że współczesna edukacja techniczna wymaga stosowania metod aktywizujących uczniów oraz umożliwiających zdobywanie wiedzy poprzez doświadczenie. Duże znaczenie mają zatem projekty praktyczne, które pozwalają uczniom samodzielnie projektować, budować i analizować działanie urządzeń technicznych.

Jednym z przykładów takich działań są modele mostów zwodzonych wykorzystujące napędy hydrauliczny oraz pneumatyczny. Konstrukcje te stanowią atrakcyjne narzędzie dydaktyczne, ponieważ integrują wiedzę z zakresu techniki, mechaniki, fizyki oraz podstaw automatyki.

Budowa modeli mostów rozwija zdolności manualne, logiczne myślenie oraz kompetencje społeczne uczniów. Projekty tego typu pozwalają też na lepsze zrozumienie zasad działania współczesnych konstrukcji inżynierskich.

Teoretyczne założenia projektu

Historia mostów zwodzonych i ich wpływ na społeczeństwo i rozwój techniki

Mosty zwodzone pojawiły się już w średniowieczu i początkowo były wykorzystywane głównie jako elementy obronne zamków oraz twierdz. Konstrukcje te umożliwiały kontrolowanie dostępu do obiektów obronnych i chroniły mieszkańców przed atakami przeciwników. Most był opuszczany w czasie pokoju lub handlu, natomiast podczas zagrożenia podnoszono go, uniemożliwiając przedostanie się wrogów do wnętrza zamku.

Pierwsze mosty zwodzone wykonywano głównie z drewna. Mechanizmy podnoszenia opierały się na linach, przeciwwagach oraz prostych układach mechanicznych. Wraz z rozwojem inżynierii i techniki konstrukcje te zaczęły być coraz bardziej zaawansowane.

W XIX i XX w. rozwój transportu wodnego oraz przemysłu doprowadził do powstania nowoczesnych mostów zwodzonych w miastach portowych. Konstrukcje takie umożliwiały jednoczesny rozwój komunikacji drogowej i żeglugi. Dzięki możliwości podnoszenia przęsła statki mogły przepływać przez kanały i rzeki bez konieczności budowania bardzo wysokich mostów.

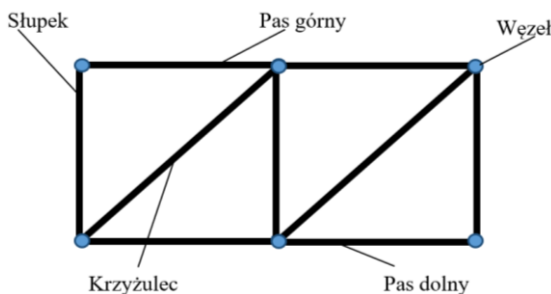
Mosty zwodzone miały ogromny wpływ na rozwój gospodarczy miast portowych. Usprawniły handel, transport oraz komunikację pomiędzy różnymi częściami miast. Stały się również symbolem rozwoju technologicznego i możliwości inżynierskich człowieka.

Współcześnie mosty zwodzone są wyposażone w nowoczesne systemy hydrauliczne, elektryczne i komputerowe, które umożliwiają precyzyjne sterowanie ruchem konstrukcji oraz zwiększają bezpieczeństwo użytkowników. Są one symbolem nowoczesnej inżynierii oraz rozwoju technologii. Wykorzystanie układów hydraulicznych, pneumatycznych i elektronicznych pokazuje, jak wiedza z zakresu mechaniki i automatyki znajduje zastosowanie w codziennym życiu.

Tematyka mostów zwodzonych może być również bardzo wartościowa w edukacji technicznej. Uczniowie poznają praktyczne zastosowanie praw fizyki, zasad mechaniki oraz konstrukcji inżynierskich. Dzięki temu nauka staje się bardziej praktyczna i atrakcyjna.

Znaczenie kratownicy w konstrukcji mostu

Kratownica jest jednym z najważniejszych elementów konstrukcyjnych mostów. To układ połączonych ze sobą prętów tworzących najczęściej trójkątne figury geometryczne. Konstrukcje kratownicowe są szeroko stosowane w budownictwie mostowym, ponieważ umożliwiają równomierne rozłożenie sił działających na konstrukcję.



Rys. 1. Budowa kratownicy

Źródło: Lib (2025), s. 61.

Największą zaletą kratownicy jest jej wysoka wytrzymałość przy stosunkowo niewielkiej masie. Trójkąty wykorzystywane w kratownicy należą do najbardziej stabilnych figur geometrycznych. W przeciwieństwie do prostokątów, nie zmieniają swojego kształtu (nie ulegają odkształceniom sprężystym) pod wpływem obciążenia.

W mostach zwodzonych kratownica pełni bardzo ważną funkcję, ponieważ:

- zwiększa sztywność konstrukcji,
- ogranicza odkształcenia,
- równomiernie rozkłada obciążenia,
- zmniejsza ryzyko uszkodzenia mostu,
- umożliwia budowę lżejszych przęseł.

W projekcie wykonanym z drewnianych patyczków zastosowano właśnie konstrukcję kratownicową opartą na układzie trójkątów. Rozwiązanie to pozwoliło zwiększyć stabilność modelu oraz poprawić jego sztywność w trakcie podnoszenia przęsła.

Podczas testów zaobserwowano, że konstrukcja wykorzystująca trójkąty była znacznie bardziej odporna na wyginanie niż układ prostokątny. Dzięki temu most mógł utrzymać większe obciążenie i pracował stabilniej podczas działania siłowników hydraulicznych oraz pneumatycznych.

Kratownice są wykorzystywane nie tylko w mostach, ale także w budowie dachów hal sportowych, wież energetycznych, dźwigów oraz konstrukcji przemysłowych (por. Lib, 2025, s. 60–61; Stewart, Denison, 2015, s. 44–47). Ich zastosowanie pokazuje, jak duże znaczenie ma odpowiednie rozłożenie sił w projektowaniu konstrukcji inżynierskich.

Charakterystyka mostów zwodzonych

Mosty zwodzone są konstrukcjami ruchomymi umożliwiającymi przepływ statków lub innych jednostek wodnych pod przęsłem mostu. Mechanizm działania polega na podnoszeniu lub rozsuwaniu fragmentu konstrukcji.

W praktyce inżynierskiej mosty zwodzone wykorzystywane są głównie w miastach portowych oraz w miejscach o dużym natężeniu ruchu wodnego. Konstrukcje tego typu muszą charakteryzować się dużą wytrzymałością, stabilnością oraz niezawodnością działania.

Najczęściej stosowane są trzy rodzaje napędów:

- mechaniczne,
- hydrauliczne,
- elektryczne.

W nowoczesnych rozwiązaniach inżynierskich dominują układy hydrauliczne, ponieważ umożliwiają podnoszenie bardzo ciężkich konstrukcji przy zachowaniu wysokiej stabilności i precyzji ruchu (Internet 1).

Podstawy działania układów pneumatycznych

Układy pneumatyczne wykorzystują sprężone powietrze jako medium robocze. Pod wpływem wzrostu ciśnienia powietrze powoduje przesuwanie tłoka wewnątrz siłownika.

Najważniejsze zalety układów pneumatycznych to:

- prostota konstrukcji,
- bezpieczeństwo użytkowania,
- szybkie działanie,
- niski koszt wykonania,
- łatwość konserwacji (Internet 2).

Wadą pneumatyki jest mniejsza siła działania oraz niższa precyzja ruchu wynikająca ze ściśliwości powietrza (Internet 2).

Układy pneumatyczne najlepiej sprawdzają się w lekkich konstrukcjach oraz tam, gdzie istotna jest szybkość działania mechanizmu. W edukacji technicznej są bardzo dobrym rozwiązaniem ze względu na bezpieczeństwo i możliwość łatwego wykonywania doświadczeń (Internet 3).

Podstawy działania układów hydraulicznych

Układy hydrauliczne wykorzystują ciecz jako medium robocze. Ich działanie opiera się na prawie Pascala, zgodnie z którym ciśnienie działające na ciecz rozchodzi się równomiernie we wszystkich kierunkach.

Najważniejsze zalety hydrauliki to:

- możliwość uzyskania bardzo dużej siły,
- płynność ruchu,
- wysoka stabilność działania,
- duża precyzja sterowania.

Wadami są:

- większy koszt wykonania,

- bardziej skomplikowana budowa,
- możliwość wycieków cieczy (Internet 4).

Układy hydrauliczne najlepiej sprawdzają się w konstrukcjach wymagających dużej siły podnoszenia oraz stabilnego działania. Dlatego są często stosowane w prawdziwych mostach zwodzonych, maszynach budowlanych oraz urządzeniach przemysłowych (Internet 5).

Porównanie pneumatyki i hydrauliki

Porównując oba rozwiązania, można zauważyć istotne różnice w sposobie działania oraz możliwościach zastosowania.

Układy pneumatyczne działają szybciej i są łatwiejsze w wykonaniu, jednak generują mniejszą siłę. Powietrze jako medium robocze jest ściśliwe, dlatego ruch mechanizmu może być mniej stabilny (Internet 3).

Hydraulika zapewnia większą siłę oraz dokładniejszą kontrolę ruchu. Dzięki wykorzystaniu cieczy możliwe jest uzyskanie płynniejszej pracy mechanizmu (Beer, 2020).

W projektach edukacyjnych pneumatyka lepiej sprawdza się podczas prostych doświadczeń i nauki podstaw automatyki, ponieważ taki układ jest łatwiejszy do wykonania przez uczniów, nie występują tu problemy z wyciekami wody, a więc utrzymaniem czystości w klasie. Hydraulika natomiast pozwala uczniom lepiej zrozumieć zasady działania profesjonalnych konstrukcji technicznych.

W praktyce inżynierskiej mosty zwodzone częściej wykorzystują napędy hydrauliczne, ponieważ są wytrzymalsze i generują większy moment siły, dzięki czemu są skuteczniejsze przy dużych obciążeniach.

Cele projektu

Głównym celem projektu jest zapoznanie uczniów z zasadą działania siłowników pneumatycznych i hydraulicznych poprzez samodzielne projektowanie oraz budowę modeli mostów zwodzonych. Projekt ma umożliwić praktyczne wykorzystanie wiedzy technicznej i fizycznej w działaniu oraz rozwijać zainteresowania inżynierskie uczniów szkoły podstawowej.

Do celów szczegółowych projektu należą:

- poznanie budowy i działania układów pneumatycznych oraz hydraulicznych;
- rozwijanie umiejętności projektowania prostych konstrukcji technicznych;
- kształcenie umiejętności pracy zespołowej i komunikacji;
- rozwijanie logicznego myślenia oraz umiejętności rozwiązywania problemów;
- doskonalenie umiejętności wykonywania pomiarów i analizy wyników;
- kształtowanie kreatywności i samodzielności uczniów;

- rozwijanie zainteresowań techniką, mechaniką i automatyką;
- pokazanie praktycznego zastosowania praw fizyki i zasad mechaniki w codziennym życiu.

Główne założenia projektu

Projekt opiera się na metodzie pracy praktycznej oraz nauczaniu przez doświadczenie. Zakłada aktywny udział uczniów na każdym etapie realizacji zadania – od planowania konstrukcji, przez wykonanie modeli, aż po testowanie i analizę działania mechanizmów.

Najważniejsze założenia projektu obejmują:

- wykonywanie modeli mostów zwodzonych z wykorzystaniem powszechnych i łatwo dostępnych materiałów;
- zastosowanie dwóch rodzajów napędów: pneumatycznego i hydraulicznego;
- pracę uczniów w zespołach projektowych;
- łączenie wiedzy z zakresu techniki, fizyki, matematyki i podstaw automatyki;
- prowadzenie obserwacji oraz badań porównawczych działania modeli;
- rozwijanie kompetencji praktycznych poprzez eksperymentowanie;
- kształtowanie odpowiedzialności za bezpieczeństwo pracy i właściwe korzystanie z narzędzi;
- wykorzystanie projektu jako formy aktywizującej uczniów i zwiększającej ich zaangażowanie w proces nauczania.

Projekt zakłada też, że nauka poprzez budowanie i testowanie modeli technicznych zwiększa skuteczność przyswajania wiedzy oraz pomaga uczniom lepiej rozumieć zależności między teorią a praktyką.

Praktyczna realizacja projektu

W ramach projektu wykonano modele mostów zwodzonych z wykorzystaniem drewnianych patyczków do lodów. Konstrukcja została zaprojektowana w formie kratownicy opartej na układzie trójkątów.

Zastosowanie konstrukcji trójkątnej miało na celu zwiększenie wytrzymałości mostu oraz równomierne rozłożenie obciążeń. Trójkąty są jednymi z najbardziej stabilnych figur geometrycznych wykorzystywanych w budownictwie mostowym.

Do budowy modeli wykorzystano:

- drewniane patyczki do lodów;
- klej na gorąco – umożliwia szybkie i trwałe łączenie elementów, jest także wytrzymały mechanicznie;
- strzykawki o pojemności 50 ml;

- rurki silikonowe stosowane w akwarystyce lub medyczne, o przekroju umożliwiającym nałożenie na łącznik stożkowy;
- wodę oraz powietrze jako medium robocze.

Etapy wykonania modelu mostu zwodzonego

Model mostu zwodzonego wykonywany jest z wykorzystaniem patyczków do lodów, strzykawek, rurek silikonowych oraz kleju na gorąco. Konstrukcja umożliwia praktyczne przedstawienie działania układów pneumatycznych lub hydraulicznych oraz zasad funkcjonowania mostów zwodzonych.

1. Przygotowanie projektu

Pierwszym etapem jest zaplanowanie wyglądu oraz sposobu działania mostu. Uczniowie wykonują prosty szkic konstrukcji, określają długość przęsła oraz miejsce montażu siłowników wykonanych ze strzykawek.

Na tym etapie planuje się: kształt mostu, sposób podnoszenia przęsła, rozmieszczenie elementów ruchomych, punkt mocowania siłowników (strzykawek).

2. Przygotowanie materiałów

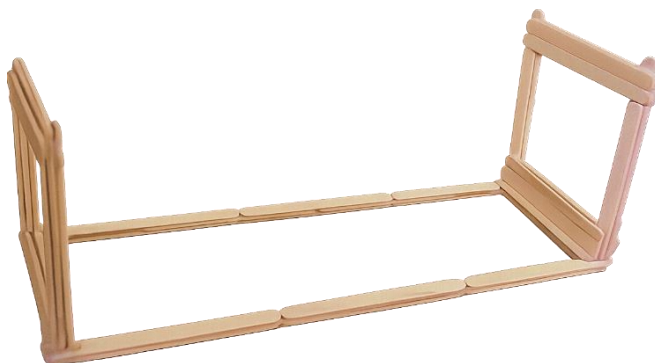
Następnie przygotowujemy wszystkie potrzebne materiały i narzędzia. Do wykonania modelu wykorzystuje się: patyczki do lodów, rurki silikonowe, klej na gorąco, nożyczki, wodę jako medium robocze.

Uczniowie uczą się bezpiecznego korzystania z narzędzi oraz organizacji stanowiska pracy.

3. Budowa podstawy mostu

Z patyczków do lodów wykonywana jest podstawa konstrukcji oraz podpory mostu. Elementy łączone są za pomocą kleju na gorąco, co pozwala uzyskać stabilną konstrukcję.

Na tym etapie wykonuje się podstawę mostu, przygotowuje podpory, wzmacnia miejsca najbardziej obciążone, sprawdza stabilność konstrukcji.



Rys. 2. Montaż podstawy mostu

Źródło: opracowanie własne.

4. Wykonanie ruchomego przęsła

Kolejnym etapem jest wykonanie części ruchomej, czyli przęsła mostu zwozonego. Patyczki do lodów są sklejane w taki sposób, aby przęsło było sztywne (nie ulegało odkształceniom) oraz możliwe było swobodne podnoszenie i opuszczanie konstrukcji.

Ważne jest zachowanie odpowiedniej lekkości przęsła, wykonanie stabilnych i mocnych połączeń, przygotowanie osi obrotu przęseł mostu.



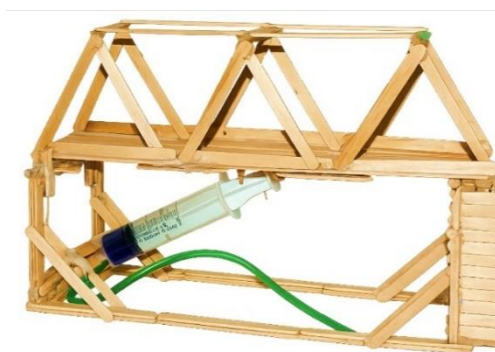
Rys. 3. Przęsło kratownicowe wykorzystujące trójkąt jako element konstrukcyjny

Źródło: opracowanie własne.

5. Montaż siłowników

Do podnoszenia mostu wykorzystywane są strzykawki połączone silikonowymi rurkami. Jedna strzykawka pełni funkcję pompy sterującej, a druga siłownika (elementu wykonawczego). Nacisk na tłok pompy powoduje przepływ powietrza lub cieczy ze strzykawki sterującej do siłownika i ruch przęsła mostu.

Podczas montażu mocuje się strzykawki do konstrukcji, łączy je przewodami (rurkami silikonowymi), sprawdza szczelność układu, testuje zakres ruchu przęsła.



Rys. 4. Zamontowany siłownik przęsła

Źródło: opracowanie własne.

6. Ostateczny montaż mostu

Wszystkie elementy konstrukcji są łączone ze sobą. Szczególną uwagę należy zwrócić na miejsca łączenia ruchomych części oraz mocowanie siłowników.

Można wykonać most z pojedynczym przęsłem lub podwójnym, w zależności od czasu realizacji projektu. Proponowany projekt jest oparty na dwóch jednocześnie podnoszących się przęsłach, zatem wszystko trzeba wykonać dwa razy.



Rys. 5. Gotowy most z dwoma ruchomymi przęsłami podnoszonymi siłownikami hydraulicznymi
Źródło: opracowanie własne.

7. Testowanie działania mostu

Po zakończeniu montażu uczniowie sprawdzają działanie modelu. Testują płynność podnoszenia i opuszczania przęsła oraz wytrzymałość konstrukcji. Analizie poddawana jest szybkość działania, płynność ruchu, stabilność konstrukcji, skuteczność działania układu siłowników.



Rys. 6. Podnoszenie przęsła mostu zwodzonego siłownikami hydraulicznymi
Źródło: opracowanie własne.

8. Weryfikacja poprawności działania, wprowadzenie ulepszeń i prezentacja modelu

Na końcowym etapie uczniowie dokonują ewentualnych poprawek oraz prezentują gotowy model. Omawiają sposób działania mostu i opisują zastosowane rozwiązania techniczne.

Projekt pozwala uczniom zdobyć praktyczne doświadczenie, rozwija kreatywność, a także ułatwia zrozumienie podstaw mechaniki i działania układów hydraulicznych oraz pneumatycznych.

W przypadku młodszych uczniów projekt zostaje dostosowany do ich możliwości manualnych oraz poziomu umiejętności technicznych. Nauczyciel wcześniej przygotowuje podstawowe elementy konstrukcji, takie jak: odpowiednio przycięte patyczki do lodów, fragmenty podstawy mostu czy miejsca mocowania siłowników. Zadaniem uczniów jest samodzielne łączenie gotowych elementów, montowanie konstrukcji oraz obserwowanie działania mechanizmu podnoszenia mostu (projekt został zrealizowany podczas zajęć edukacji technicznej w klasie I szkoły podstawowej).



Rys. 7. Konstruowanie mostów zwodzonych podczas zajęć edukacji technicznej w klasie I szkoły podstawowej

Źródło: opracowanie własne.

Takie rozwiązanie pozwala skupić się przede wszystkim na zrozumieniu zasady działania mostu zwodzonego oraz współpracy podczas wykonywania zadania. Uczniowie nadal aktywnie uczestniczą w projekcie, jednocześnie pracując w sposób bezpieczny i dostosowany do ich wieku. Dzięki temu nawet młodsze dzieci mogą zdobywać doświadczenia techniczne, rozwijać sprawność manualną oraz poznawać podstawowe zasady mechaniki i działania układów hydraulicznych lub pneumatycznych.

Znaczenie dydaktyczne projektu

Projekt budowy mostu zwodzonego posiada duże znaczenie dydaktyczne i wychowawcze. Uczniowie zdobywają wiedzę poprzez doświadczenie, obserwację oraz samodzielne rozwiązywanie problemów.

Praca nad projektem rozwija:

- kompetencje techniczne,
- zdolności manualne,
- kreatywność,
- umiejętność pracy zespołowej,
- logiczne myślenie,
- kompetencje komunikacyjne.

Istotnym elementem projektu była możliwość samodzielnego eksperymentowania oraz analizowania błędów konstrukcyjnych. Dzięki temu uczniowie uczyli się wyciągania wniosków i poprawiania własnych rozwiązań.

Działania praktyczne zwiększają motywację uczniów oraz rozwijają zainteresowanie techniką i inżynierią.

Podczas wykonywania modeli szczególną uwagę zwrócono na bezpieczeństwo pracy. Uczniowie korzystali z narzędzi pod nadzorem nauczyciela.

Największą ostrożność zachowano podczas:

- używania kleju na gorąco,
- cięcia elementów konstrukcyjnych,
- montażu rurek silikonowych i strzykawek.

Odpowiednia organizacja stanowiska pracy pozwoliła ograniczyć ryzyko urazów oraz usprawniła realizację projektu.

Podsumowanie

Analiza możliwości wykorzystania siłowników pneumatycznych i hydraulicznych w budowie modeli mostów zwodzonych wskazuje, że oba rozwiązania posiadają duży potencjał edukacyjny.

Układy pneumatyczne są prostsze, tańsze oraz łatwiejsze w wykonaniu, dlatego dobrze sprawdzają się podczas pierwszych doświadczeń technicznych. Hydraulika umożliwia natomiast uzyskanie większego momentu siły oraz bardziej stabilnej pracy mechanizmu.

W praktyce inżynierskiej lepszym rozwiązaniem dla mostów zwodzonych są układy hydrauliczne, ponieważ zapewniają większą wytrzymałość i możliwość podnoszenia ciężkich konstrukcji.

Projekty techniczne oparte na budowie modeli mostów zwodzonych rozwijają kompetencje techniczne, społeczne oraz poznawcze uczniów. Nauczanie metodą projektu skutecznie łączy teorię z praktyką i zwiększa zainteresowanie uczniów zagadnieniami inżynierskimi.

Literatura

- Beer, M., (2020). *Pneumatyka kontra Hydraulika*. Pobrano z: <https://mechatronikadlawnastawczych.pl/tematy/mechanika/pneumatyka-i-hydraulika/pneumatyka-kontra-hydraulika> (19.05.2026).
- Internet 1. *Lifting the Way: The Unbeatable Advantages of Hydraulic Bridge Systems*. Pobrano z: <https://whyp.com/lifting-the-way-the-unbeatable-advantages-of-hydraulic-bridge-systems> (25.05.2026).
- Internet 2. *E-materiały do kształcenia zawodowego. Układy pneumatyczne*. Pobrano z: <https://zpe.gov.pl/a/wstep/DSVZ5B0Gb> (20.05.2026).
- Internet 3. *Pneumatyka czy hydraulika?* Pobrano z: <https://www.pneumat.com.pl/pneumatyka-a-hydraulika> (20.05.2026).
- Internet 4. *Zalety i wady układów hydraulicznych, pneumatycznych i elektrycznych*. Pobrano z: <https://www.studocu.com/pl/document/politechnika-gdanska/mechatronika/zalety-i-wady-ukladow-hydraulicznych-pneumatycznych-i-elektrycznych-mech-101/148506189> (20.05.2026).
- Internet 5. *Hydraulika siłowa*. Pobrano z: https://bps.info.pl/aktualnosci/hydraulika-silowa?utm_source=chatgpt.com (23.05.2026).
- Lib, W. (2025). Poszukiwanie optymalnych rozwiązań – konstruowanie techniczne. W: W. Lib, W. Walat, T. Warchoł (red.), *Edukacja techniczna w przedszkolu i klasach I–III szkoły podstawowej. Część I. Podstawy techniki* (s. 49–66). Rzeszów: Wydawnictwo UR.
- MEN (2026). Nowe podstawy programowe wychowania przedszkolnego i kształcenia ogólnego dla szkoły podstawowej wraz ze zmianami w ramowych planach nauczania dla publicznych szkół podstawowych – rozporządzenia podpisane. Pobrano z: <https://www.gov.pl/web/edukacja/nowe-podstawy-programowe-wychowania-przedszkolnego-i-ksztalcenia-ogolnego-dla-szkoly-podstawowej-wraz-ze-zmianami-w-ramowych-planach-nauczania-dla-publicznych-szkol-podstawowych--rozporzadzenia-podpisane> (18.05.2026).
- Ordon, U. (2015). Wykorzystanie metod aktywizujących przez nauczycieli przedszkoli i klas I–III – raport z badań. *Edukacja Elementarna w Teorii i Praktyce*, 10(37/3), 129–143. DOI: 10.14632/eetp_37.9
- Rozporządzenie Ministra Edukacji z dnia 11 marca 2026 r. w sprawie podstawy programowej wychowania przedszkolnego oraz podstawy programowej kształcenia ogólnego dla szkoły podstawowej, w tym dla uczniów z niepełnosprawnością intelektualną w stopniu umiarkowanym lub znacznym. Dz.U. 2026 poz. 378. Pobrano z: <https://isap.sejm.gov.pl/isap.nsf/DocDetails.xsp?id=WDU20260000378> (25.06.2026).
- Skiba, M. (2015). Zajęcia techniczne w edukacji wczesnoszkolnej. *Edukacja Elementarna w Teorii i Praktyce*, 10(37/3), 87–103. DOI: 10.14632/eetp_37.6
- Stewart, I., Denison, E. (2015). *Jak czytać mosty. Konstrukcje łączące stulecia*. Warszawa: Arkady.
- Walat, W. (2025). Koncepcja edukacji technicznej w klasach I–III. W: W. Lib, W. Walat, T. Warchoł (red.), *Edukacja techniczna w przedszkolu i klasach I–III szkoły podstawowej. Część II. Metodyka edukacji technicznej* (s. 11–27). Rzeszów: Wyd. UR.