



Received: 11.04.2025 4.06.2026

Accepted for printing: 8.07.2026

Published: 3.08.2026

License: CC BY-NC-ND 4.0

DOI: 10.15584/jetacomps.spec.2026.2.9

Others citable

**BEATA BARAN¹, WIKTORIA BATOR²,
TOMASZ WARZOCHA³**

Projekt modelu dydaktycznego przekładni mechanicznej*

Design of a Didactic Model of a Mechanical Gear

¹ Studentka, Uniwersytet Rzeszowski, Wydział Pedagogiki i Filozofii, Instytut Pedagogiki; email: bb126538@stud.ur.edu.pl

² Studentka, Uniwersytet Rzeszowski, Wydział Pedagogiki i Filozofii, Instytut Pedagogiki; email: wb126541@stud.ur.edu.pl

³ ORCID: 0000-0001-8393-3989, dr, Uniwersytet Rzeszowski, Wydział Pedagogiki i Filozofii, Instytut Pedagogiki; email: twarzocho@ur.edu.pl

Streszczenie

Celem artykułu jest przedstawienie procesu projektowania oraz wykonania modelu badawczego pokazującego działanie przekładni mechanicznych. Projekt został wykonany samodzielnie z wykorzystaniem ogólnodostępnych materiałów, jakimi jest drewno, oraz podstawowych elementów montażowych. Głównym założeniem pracy było poznanie zasad działania przekładni mechanicznych, analiza sposobu przekazywania ruchu obrotowego oraz ukazanie możliwości wykorzystania modeli konstrukcyjnych w edukacji technicznej, szczególnie na etapie edukacji wczesnoszkolnej. W artykule omówiono podstawowe rodzaje przekładni mechanicznych, ich zastosowanie w życiu codziennym oraz kolejne etapy realizacji projektu. Przedstawiono również problemy napotkane podczas budowy modelu oraz wnioski wynikające z przeprowadzonych obserwacji.

Słowa kluczowe: przekładnie mechaniczne, edukacja techniczna, model badawczy, mechanika, edukacja wczesnoszkolna

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

Abstract

The purpose of this article is to present the process of designing and constructing a research model that demonstrates the operation of mechanical gears. The project was carried out independently using commonly available materials, such as wood, and basic assembly elements. The main objective of the work was to understand the operating principles of mechanical gears, analyze the methods of rotary motion transmission, and demonstrate the potential of using structural models in technical education, particularly at the early school education level. The article discusses the basic types of mechanical gears, their applications in daily life, and the subsequent stages of the project's implementation. It also presents the problems encountered during the construction of the model and the conclusions drawn from the observations.

Keywords: mechanical gears, technical education, research model, mechanics, early school education

Wstęp

Rozwój techniki oraz mechaniki sprawia, że coraz większe znaczenie ma kształtowanie zainteresowań technicznych już od najmłodszych lat edukacji. Jednym z najskuteczniejszych sposobów nauki zagadnień technicznych jest wykorzystanie modeli dydaktycznych pozwalających na praktyczne poznawanie zasad działania mechanizmów.

Przekładnie mechaniczne należą do podstawowych elementów wielu urządzeń i maszyn wykorzystywanych zarówno w przemyśle, jak i w życiu codziennym (Osiński, 2002). Ich zadaniem jest przenoszenie ruchu oraz siły pomiędzy elementami mechanizmu (Dietrich, 1999). Dzięki nim możliwa jest zmiana prędkości obrotowej, kierunku ruchu lub zwiększenie siły działania urządzenia.

Celem niniejszego artykułu jest przedstawienie autorskiego projektu modelu badawczego przekładni mechanicznych oraz możliwości wykorzystania go jako pomocy dydaktycznej wspierającej edukację techniczną.

Charakterystyka przekładni mechanicznych

Przekładnie mechaniczne stanowią podstawowe mechanizmy wykorzystywane do przekazywania ruchu pomiędzy poszczególnymi elementami maszyn i urządzeń. W zależności od przyjętej konstrukcji umożliwiają one modyfikację parametrów ruchu, takich jak prędkość obrotowa, kierunek obrotu czy wartość momentu obrotowego (Osiński, 2002). Z tego względu odgrywają kluczową rolę w projektowaniu oraz funkcjonowaniu układów mechanicznych.

W technice można wyróżnić wiele rodzajów przekładni mechanicznych. Według Kurmaza i Kurmaza (2021) do najczęściej stosowanych należą:

- przekładnie zębate: cechują się wysoką precyzją działania oraz dużą sprawnością, dlatego są szeroko stosowane w mechanizmach wymagających dokładności;

- przekładnie pasowe: umożliwiają płynne i ciche przenoszenie ruchu, a także kompensację niewielkich odchyłek w ustawieniu elementów;
- przekładnie łańcuchowe: wykorzystywane są w układach wymagających przenoszenia większych obciążeń;
- przekładnie cierne: znajdują zastosowanie tam, gdzie istotna jest prostota konstrukcji;
- przekładnie ślimakowe: pozwalają na uzyskanie dużego przełożenia przy stosunkowo niewielkich wymiarach mechanizmu oraz umożliwiają zmianę kierunku ruchu pod kątem prostym.

Przekładnie mechaniczne znajdują zastosowanie w wielu urządzeniach codziennego użytku oraz w przemyśle. Można je spotkać m.in. w rowerach, samochodach, zegarach mechanicznych, urządzeniach przemysłowych, windach, sprzęcie AGD i maszynach rolniczych. Ich obecność w tak wielu obszarach wynika z możliwości efektywnego przekazywania ruchu oraz dostosowywania parametrów pracy urządzeń do określonych warunków eksploatacyjnych. Zastosowanie przekładni mechanicznych przyczynia się do zwiększenia efektywności pracy maszyn, ograniczenia strat energii oraz zmniejszenia wysiłku potrzebnego do wykonania określonych czynności (Niezgodziński, Niezgodziński, 2017). W związku z tym stanowią one nieodzowny element współczesnych rozwiązań technicznych oraz ważny obszar kształcenia w edukacji technicznej.

Cel i założenia projektu

Głównym celem projektu było zaprojektowanie oraz wykonanie funkcjonalnego modelu edukacyjnego przedstawiającego zasadę działania przekładni mechanicznych, a także analiza sposobu przekazywania ruchu pomiędzy poszczególnymi elementami konstrukcyjnymi.

Przyjęto następujące cele szczegółowe:

- poznanie i usystematyzowanie wiedzy dotyczącej zasad działania przekładni mechanicznych;
- rozwijanie kompetencji technicznych, konstruktorskich oraz modelarskich;
- opracowanie i wykonanie działającego modelu mechanizmu przekładniowego;
- analiza ruchu obrotowego oraz parametrów jego przenoszenia w układzie przekładni,
- ocena możliwości wykorzystania modeli technicznych jako narzędzi dydaktycznych w procesie edukacji technicznej.

Realizacja projektu miała również charakter kształcący w zakresie kompetencji metodologicznych, zwłaszcza w planowaniu kolejnych etapów pracy,

starannym wykonywaniu założeń konstrukcyjnych oraz regularnym analizowaniu uzyskiwanych efektów. Rozwijane były ponadto umiejętności związane z dokładnością, cierpliwością oraz logicznym i sekwencyjnym myśleniem w procesie projektowania i budowy modelu.

Materiały

Do realizacji modelu wykorzystano następujące materiały konstrukcyjne:

- deski drewniane jako podstawowy materiał konstrukcyjny;
- trzpień drewniane pełniące funkcję osi i elementów przenoszących ruch;
- farbę do drewna w celu zabezpieczenia oraz wykończenia powierzchni;
- śruby oraz gwoździe jako elementy łączące;
- metalowe kątowniki wzmacniające stabilność konstrukcji.

W procesie realizacji projektu zastosowano metodę działania praktycznego (*learning by doing*) polegającą na samodzielnym projektowaniu, przygotowaniu oraz montażu elementów konstrukcyjnych modelu. Takie podejście umożliwiło bezpośrednie przełożenie założeń teoretycznych na rozwiązania techniczne w formie fizycznej konstrukcji.

Wykonany model może służyć jako pomoc dydaktyczna, ponieważ pozwala zobaczyć, jak działają przekładnie i w jaki sposób ruch przenosi się między poszczególnymi elementami.

Opis modelu

Przedstawiony model ilustruje działanie prostego układu mechanicznego opartego na ruchu obrotowym. Konstrukcja została wykonana z drewna i składa się z prostokątnej ramy nośnej, w której umieszczono pionowe trzpień zakończone elementami dekoracyjnymi oraz elementami roboczymi.

W dolnej części modelu zastosowano układ przeniesienia ruchu obrotowego, który umożliwia jednocześnie wprawianie w ruch kilku trzpień. Elementy ruchome osadzone są w sposób pozwalający na obserwację ich pracy oraz zależności pomiędzy poszczególnymi częściami mechanizmu. Całość została umieszczona na stopkach stabilizujących, co zapewnia odpowiednią równowagę oraz ogranicza przemieszczanie się konstrukcji podczas działania.

Opracowany model pełni funkcję dydaktyczną i pozwala na wizualizację podstawowych zasad mechaniki, w szczególności przenoszenia ruchu obrotowego oraz współdziałania elementów w prostym układzie technicznym. Poprzez obserwację działania układu w praktyce uczeń może łatwiej zrozumieć, w jaki sposób przekazywany jest ruch oraz jak poszczególne elementy wpływają na działanie całego mechanizmu.

Zastosowane rozwiązania konstrukcyjne w przygotowanym autorskim modelu mimo swojej prostoty pozwalają na skuteczne zobrazowanie podstawowych zjawisk technicznych, takich jak przenoszenie momentu obrotowego oraz zależność pomiędzy elementami napędowymi i odbiorczymi.

Etapy realizacji projektu

1. Przygotowanie elementów konstrukcyjnych

Pierwszym etapem realizacji projektu było przygotowanie materiałów konstrukcyjnych niezbędnych do budowy modelu. W tym celu drewniane deski oraz trzpienie zostały odpowiednio docięte do wcześniej zaplanowanych wymiarów, zgodnie z założeniami konstrukcyjnymi.

Następnie wykonano elementy geometryczne w postaci okręgów oraz otworów montażowych, które umożliwiły prawidłowe osadzenie i współpracę elementów ruchomych w układzie przekładniowym.

Etap ten wymagał zachowania wysokiej precyzji wykonania, ponieważ nawet niewielkie odchylenia w rozmieszczeniu otworów mogły negatywnie wpłynąć na późniejsze funkcjonowanie mechanizmu, a tym samym na płynność przekazywania ruchu w całym układzie.

Dane wymiarów poszczególnych elementów przedstawiono poniżej. Konstrukcja drewniana posiada dwie podstawy – dolną bez otworów oraz górną z otworami, belkę stabilizującą z otworami oraz zestaw podpór mniejszych i podpór większych oraz ściany boczne. Wymiary wymienionych elementów (długość, wysokość, głębokość) to:

- podstawa dolna, górna i stabilizująca: 490 mm, 10 mm i 70 mm,
- ściany boczne: 245 mm, 10 mm i 70 mm,
- podpory mniejsze: 175 mm, 10 mm i 70 mm,
- podpory większe: 65 mm, 1 mm i 30 mm.

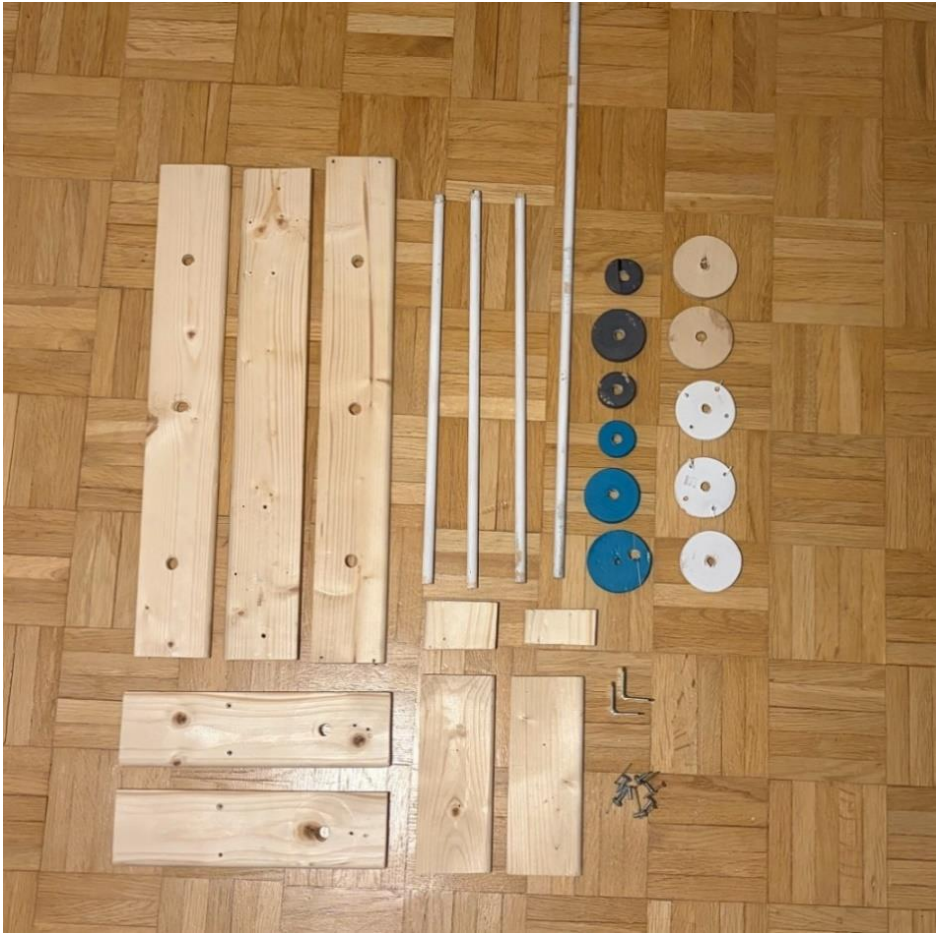
W belce stabilizującej oraz górnej podstawie zostały wykonane otwory. Średnica otworów wynosi 12 mm. Ich położenie osiowe względem krótszego boku wynoszą kolejno: 95 mm, 150 mm i 150 mm. Środkowy otwór stanowi punkt symetrii belki.

Wymiary zestawu trzpieni (wysokość, średnica) to:

- krótszych: 295 mm i 12 mm,
- dłuższych: 615 mm i 12 mm.

Na potrzeby konstrukcji drewnianej wykonano zestaw dysków z otworami o średnicy 12 mm. Ich średnice wynoszą:

- okręgi boczne: 65 mm,
- okręgi białe: 60 mm,
- okręgi ciemnoszare: 35 mm, 35 mm i 50 mm,
- okręgi turkusowe: 35 mm, 55 mm i 60 mm.



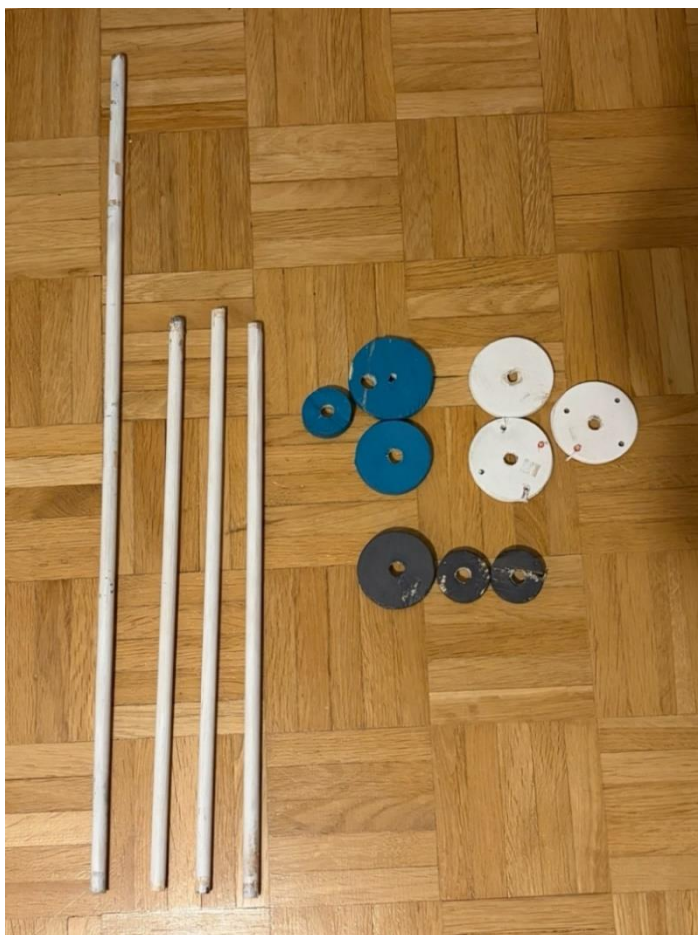
Rys. 1. Przedstawienie zestawu elementów

Źródło opracowanie własne.

2. Malowanie elementów konstrukcyjnych

Drugim etapem realizacji projektu było malowanie trzpieni oraz drewnianych okręgów. Celem tego działania było podniesienie walorów estetycznych modelu, a także pokrycie powierzchni farbą do drewna, która tworzy dodatkową warstwę ochronną przed uszkodzeniami, co zwiększyło trwałość powierzchni oraz odporność na ściernie.

W trakcie realizacji tego etapu szczególną uwagę zwrócono na równomierne nanoszenie warstwy farby, tak aby uzyskać jednolite pokrycie powierzchni. Istotnym elementem procesu było również zapewnienie odpowiedniego czasu schnięcia poszczególnych elementów, co miało wpływ na trwałość powłoki malarskiej oraz możliwość dalszego montażu konstrukcji.



Rys. 2. Przedstawienie malowanych elementów

Źródło: opracowanie własne.

3. Budowa głównej konstrukcji

Kolejnym etapem realizacji projektu było złożenie wszystkich wcześniej przygotowanych elementów drewnianych w jedną spójną konstrukcję nośną w kształcie prostokąta. W centralnej części modelu zamontowano dodatkową deskę pełniącą funkcję wspornika, którego zadaniem było zwiększenie sztywności oraz stabilności całej konstrukcji.

Poszczególne elementy zostały połączone przy użyciu śrub oraz metalowych kątowników, co zagwarantowało odpowiednią trwałość połączeń oraz odporność na obciążenia mechaniczne powstające podczas pracy modelu. Zastosowane rozwiązania montażowe zapewniły też stabilność układu, co wpłynęło na prawidłowe funkcjonowanie mechanizmu.



Rys. 3. Główna konstrukcja

Źródło: opracowanie własne.



Rys. 4. Główna konstrukcja dodatkowy element wzmacniający

Źródło: opracowanie własne.

4. Montaż elementów stabilizujących

W kolejnym etapie realizacji projektu zamontowano stopki stabilizujące konstrukcję. Ich podstawową funkcją było zapewnienie odpowiedniej równowagi modelu oraz zapobieganie jego przesuwaniu się podczas wykonywania obserwacji i przeprowadzania doświadczeń.

Zastosowanie dodatkowych elementów stabilizujących wpłynęło na poprawę warunków pracy modelu, umożliwiając jego bardziej bezpieczne funkcjonowanie. Dzięki temu uzyskano lepszą płynność działania mechanizmu oraz zwiększono jego niezawodność podczas eksploatacji.



Rys. 5. Przedstawienie dodatkowych elementów stabilizujących

Źródło: opracowanie własne.

5. Montaż elementów ruchomych i uruchomienie modelu

Ostatnim etapem realizacji projektu było osadzenie okręgów oraz trzpieni w ich docelowych miejscach montażowych. Po prawidłowym zamocowaniu wszystkich elementów możliwe było uruchomienie modelu oraz obserwacja pracy mechanizmu.

Etap ten umożliwił weryfikację poprawności wykonania całej konstrukcji, a także ocenę skuteczności zastosowanych rozwiązań technicznych. Przeprowadzona obserwacja pozwoliła na analizę sposobu przekazywania ruchu oraz ocenę funkcjonalności wykonanego modelu.



Rys. 6. Przygotowanie elementów ruchomych

Źródło: opracowanie własne.



Rys. 7. Usytuowanie elementów ruchomych w głównej konstrukcji

Źródło: opracowanie własne.



Rys. 8. Finalny wygląd konstrukcji

Źródło: opracowanie własne.

Tworzenie przekładni mechanicznej z wykorzystaniem metody STEAM

W ramach wprowadzenia zagadnienia przekładni mechanicznej dla dzieci można wykorzystać elementy metody STEAM (*Science, Technology, Engineering, Arts, Mathematics*), które umożliwiają interdyscyplinarne podejście do analizy oraz projektowania przekładni mechanicznej (zob. Bator, Lib, 2025). Metoda ta umożliwia wykorzystywanie wiedzy z zakresu fizyki, mechaniki i projektowania podczas wykonywania modelu przekładni mechanicznej. W trakcie pracy wykorzystano zasady fizyki i mechaniki, wykonano obliczenia techniczne, zaprojektowano model przekładni oraz zadbane o estetyczną i czytelną prezentację wyników. Wprowadzenie metody STEAM pozwoliło również na rozwój kluczowych kompetencji, takich jak:

- umiejętność pracy zespołowej,
- rozwiązywanie problemów inżynierskich,
- krytyczne myślenie,
- łączenie wiedzy z różnych dziedzin.

Analiza działania modelu

Wykonana przekładnia mechaniczna funkcjonuje na zasadzie przenoszenia ruchu obrotowego pomiędzy kołami oraz trzpieniami konstrukcji. Obrót jednego elementu inicjuje ruch kolejnych części układu, umożliwiając transmisję energii mechanicznej w całym mechanizmie.

Na efektywność oraz prędkość działania przekładni wpływają przede wszystkim następujące czynniki:

- wielkość zastosowanych kół,
- dokładność wykonania poszczególnych elementów,
- poziom tarcia występującego w układzie,
- prawidłowe osiowanie kół oraz elementów ruchomych.

W trakcie obserwacji stwierdzono, że koła o mniejszej średnicy osiągają wyższą prędkość obrotową, natomiast elementy o większej średnicy umożliwiają uzyskanie większego momentu siły. Uwagę poświęcono także precyzyjnemu montażowi wszystkich elementów, ponieważ nawet niewielkie odchylenia od osi mogły powodować zakłócenia w pracy mechanizmu oraz zwiększać opory ruchu.

Problemy napotkane podczas realizacji projektu

Podczas realizacji projektu zidentyfikowano m.in. trudności o charakterze technicznym, które dotyczyły przede wszystkim nałożenia nierównomiernej warstwy farby do drewna, ale też niewłaściwie dobranego rodzaju farby (miała ona właściwości matujące, co także negatywnie wpłynęło na pracę konstrukcji). Zastosowana warstwa farby spowodowała zwiększenie oraz nierównomierność tarcia w układzie, co w konsekwencji negatywnie wpłynęło na płynność pracy mechanizmu. Wskazuje to na istotny wpływ doboru właściwości farby i precyzji jej nałożenia.

Zidentyfikowane problemy stanowiły podstawę do wnioskowania, że w konstrukcjach mechanicznych znaczenie ma zarówno precyzja wykonania, dobór elementów zabezpieczających, jak i odpowiednie dopasowanie elementów ruchomych. Doświadczenie to miało charakter analityczno-eksperymentalny i pozwoliło na pogłębienie wiedzy dotyczącej wpływu siły tarcia oraz jakości wykonania poszczególnych elementów na efektywność działania mechanizmów technicznych.

Możliwości wykorzystanie projektu w edukacji wczesnoszkolnej

Modele przekładni mechanicznych mogą stanowić istotne narzędzie dydaktyczne wspierające proces kształcenia w edukacji wczesnoszkolnej. Zastosowanie metod opartych na doświadczeniu oraz bezpośredniej obserwacji działania mechanizmów sprzyja aktywizacji uczniów oraz ułatwia im przyswajanie złożonych zagadnień z zakresu techniki i mechaniki (Yakman, 2008). Działania o charakterze praktyczno-konstrukcyjnym sprzyjają również kształtowaniu cech osobowościowych istotnych w procesie uczenia się, takich jak cierpliwość, dokładność oraz samodzielność w podejmowaniu działań i decyzji.

Podsumowanie

Realizacja projektu umożliwiła praktyczne poznanie zasad działania przekładni mechanicznych oraz pogłębienie rozumienia konstrukcji prostych układów mechanicznych.

Wykonany model potwierdził, że nawet prosta i nieskomplikowana konstrukcja może w sposób efektywny ilustrować podstawowe zjawiska z zakresu mechaniki oraz stanowić wartościowe narzędzie dydaktyczne wspierające proces edukacyjny. Przygotowanie projektu wymagało zachowania wysokiej precyzji wykonawczej, cierpliwości oraz umiejętności analizy i rozwiązywania problemów technicznych pojawiających się w trakcie realizacji. Obserwacje dokonane podczas pracy modelu potwierdziły znaczenie dokładności wykonania elementów konstrukcyjnych, a także wpływ siły tarcia na efektywność działania mechanizmu.

Sformułowane na podstawie realizacji projektu wnioski wskazują, że wykorzystanie modeli konstrukcyjnych w procesie dydaktycznym może skutecznie wspierać przyswajanie wiedzy technicznej, rozwijać zainteresowania w obszarze mechaniki oraz ułatwiać zrozumienie podstawowych zasad działania układów mechanicznych.

Literatura

- Bequette, J.W., Bequette, M.B. (2012). A Place for Art and Design Education in the STEM Conversation. *Art Education*, 65(2), 40–47.
- Bator, W., Lib, W. (2025). Porównanie efektywności produkcji jednostkowej i seryjnej na przykładzie budowy samochodów wyścigowych z materiałów z recyklingu. W: E. Baron-Polańczyk, A. Klementowska (red.), *Wyzwania i dylematy edukacyjno-zawodowe*. T. 11 (s. 239–249). Zielona Góra: Wyd. UZ.
- Dietrich, M. (red.) (1999). *Podstawy konstrukcji maszyn*. T. 1–3. Warszawa: Wydawnictwa Naukowo-Techniczne.
- Honey, M., Pearson, G., Schweingruber, H. (red.) (2044). *STEM Integration in K-12 Education: Status, Prospects, and an Agenda for Research*. Washington: National Academies Press.
- Kurmaz, L.V., Kurmaz, O.L. (2021). *Projektowanie węzłów i części maszyn*. Warszawa: Wyd. Naukowe PWN.
- Leyko, J. (2012). *Mechanika ogólna*. T. 1–2. Warszawa: Wyd. Naukowe PWN.
- Niezgodziński, M.E., Niezgodziński, T. (2017). *Wzory, wykresy i tablice mechaniczne*. Warszawa: Wyd. Naukowe PWN.
- Norton, R.L. (2013). *Machine Design: An Integrated Approach*. Boston: Pearson.
- Osiński, Z. (2002). *Podstawy konstrukcji maszyn*. Warszawa: Wyd. Naukowe PWN.
- Shigley, J.E., Mischke, C.R. (2001). *Mechanical Engineering Design*. New York: McGraw-Hill.
- Yakman, G. (2008). *STEAM Education: An Overview of Creating a Model of Integrative Education*. Virginia Polytechnic Institute and State University.