

Instrukcja

Budowa modelu jednoskrzydłowego mostu zwodzonego z napędem hydraulicznym

Wariant I.

Cel:

Uczniowie samodzielnie konstruują wiedzę, badając jak działa napęd hydrauliczny, jak geometryczne rozwiązania wpływają na stabilność i zakres ruchu mostu, jak projektować i iteracyjnie poprawiać konstrukcję. Kluczowa idea: uczniowie projektują własne rozwiązania, testują, modyfikują i dokumentują wyniki.

Organizacja pracy:

- grupy 3–5 osób,
- czas: 1–2 godziny pracy projektowej oraz testy i prezentacja.

Materiały:

Każda grupa otrzymuje zestaw materiałów o niejednoznacznym przeznaczeniu, aby zachęcić do twórczego użycia.

Materiały konstrukcyjne:

- patyczki laryngologiczne / po lodach,
- karton, drewniane listewki, gumki recepturki, sznurki,
- pudełko, rurki, klej na gorąco lub klej stolarski.

Elementy napędu hydraulicznego: 2 strzykawki (10–20 ml), rurka igielitowa / zestaw do kroplówki, woda.

Przebieg:

Etap 1 — Eksperyment z hydrauliką

Uczniowie dostają tylko strzykawki i rurkę, bez wskazówek.

Polecenie nauczyciela: „Znajdźcie sposób, aby ruch w jednej strzykawce powodował ruch w drugiej. Jakie medium działa najlepiej – powietrze, woda czy olej? Uzasadnijcie, jak do tego doszliście”.

Uczniowie próbują połączyć strzykawki, badają ruch tłoka, dokumentują wnioski.

Nauczyciel – pytania facylitujące np.: „Dlaczego druga strzykawka reaguje słabiej z powietrzem?” „Jak można usprawnić działanie mechanizmu?”

Etap 2 — Projektowanie koncepcji mostu

Uczniowie nie dostają wzoru kratownicy. Mają samodzielnie opracować najprostszą konstrukcję, która pozwala przesuwać się podnosić, wykorzystuje napęd hydrauliczny, nie rozpada się przy testach.

Polecenie nauczyciela, np.: „Zaprojektujcie most, który wykorzysta napęd hydrauliczny do podnoszenia przęsła”

Uczniowie mogą pracować metodą prób i błędów, stosować geometryczne rozwiązania według własnego uznania (trójkąty, belki, zawiasy, kartonowe przeguby), dowolnie interpretować materiały (np. gumka recepturka jako amortyzator).

Nauczyciel: „Co decyduje o tym, czy przęsło jest stabilne?” „Jak zmienia się ruch, gdy zmienicie długość ramienia?” „Dlaczego kąt podparcia ma znaczenie?”

Etap 3 — Budowanie pierwszego prototypu

Nie ma jednej instrukcji. Grupy konstruują najprostszy działający model, nawet jeśli:

- jest krzywy,
- jest mało stabilny,
- opiera się na jednym zawiasie i prowizorycznym siłowniku.

Etap 4 — Iteracje

Polecenie nauczyciela: „Wybierzcie jeden problem, który najbardziej utrudnia działanie mostu. Poprawcie tylko ten aspekt.”

Grupy opracowują rozwiązania.

Etap 5 — Dokumentacja matematyczno-inżynierska

Uczniowie sami decydują, jakie pomiary są im potrzebne, np.: kąt podniesienia przęsła, wysokość prześwitu, czas podnoszenia, objętość wstrzykniętego płynu.

Dokumentacja: tabele, wykresy, zdjęcia prototypu, iteracje (co poprawili i po co).

Nauczyciel: „Jak możecie matematycznie opisać działanie mostu?” „Co pokazuje wykres?” „Jakie dane są ważne?”

Etap 6 — Prezentacja i analiza

Każda grupa przedstawia: model, problemy konstrukcyjne, decyzje projektowe, sposób działania napędu, dane z pomiarów, wnioski matematyczne i fizyczne.

Wariant II.

1. Cel zadania

Uczeń:

- modeluje most zwodzony z kratownicą z patyczków oraz napędem hydraulicznym z dwóch strzykawek,
- obserwuje w praktyce działanie napędu hydraulicznego (różnica między powietrzem a wodą/olejem jako medium),
- dostrzega związki między geometrią konstrukcji, punktem podparcia, zawiasem i ruchem przęsła,
- łączy wiedzę z fizyki, matematyki i techniki w jednym projekcie.

2. Materiały i narzędzia (na 1 model)

Materiały:

- 2 strzykawki o pojemności 10–20 ml,
- rurka igielitowa / fragment zestawu do kroplówki dopasowany średnicą do końcówek strzykawek,
- drewniane patyczki laryngologiczne lub patyczki po lodach (duża garść),
- listewka drewniana o przekroju ok. 10×20 mm (na kloki–zawiasy),
- patyk do szaszłyków lub odcinek prostej szprychy rowerowej (oś zawiasu),
- kartka z narysowanym wzorem kratownicy (trójkąt równoramienny) lub możliwość narysowania na lekcji,
- papier do pieczenia (podkład do klejenia, żeby klej się nie przyklejał),
- ewentualnie: papier ścierny, dodatkowe patyczki do wzmocnień.

Narzędzia (pod kontrolą nauczyciela):

- pistolet do kleju na gorąco i wkłady,
- nożyk / skalpel modelarski,

- wiertarka (stojakowa lub ręczna) z wiertłem ok. 4 mm,
- mała piłka / dremel z tarczą tnącą (do skracania patyczków),
- punktak (lub gwoździak) do zaznaczania środka klocków,
- cienkopis / ołówek.

3. Kroki wykonania (propozycja przebiegu dla nauczyciela)

Krok 1 – Krótkie doświadczenie wprowadzające (hydraulika)

1. Połącz dwie puste strzykawki rurką.
2. Poproś uczniów, by wcisnęli tłok jednej – obserwują słabą reakcję drugiej (powietrze).
3. Następnie napełnij układ wodą (lub olejem), odpowietrz i powtórz doświadczenie – ruch tłoka przenosi się niemal 1:1.
4. Wyjaśnij, że na tej zasadzie będzie działał napęd mostu.

To dobry moment, by krótko odwołać się do napędów hydraulicznych w technice (podnośniki, hamulce, prasy).

Krok 2 – Budowa kratownicy przęsła mostu

1. Na papierze do pieczenia narysuj (lub poproś uczniów, by narysowali) trójkąt równoramienny o bokach równych długości patyczka – będzie to szablon. Uczniowie układają patyczki na wzorze i skleją cztery identyczne trójkąty kratownicy.
2. Do każdego trójkąta dokleją od spodu dodatkowy patyczek – podstawę.
3. Po wyschnięciu łączą trójkąty w pary za pomocą poprzecznych patyczków – powstają dwie równoległe kratownice boczne.
4. Dodają kolejne poprzeczki (wzdłużne i górne), aby otrzymać sztywną ramę przęsła.
5. Wystające końcówki patyczków można skrócić (dremel/piłka) i lekko wyrównać papierem ściernym.

Krok 3 – Budowa przyczółków (brzegów mostu)

1. Na papierze do pieczenia uczniowie skleją element „L”: dwa patyczki pod kątem prostym + trzeci łączący je tak, aby z dwóch patyczków zostawały wolne końce.

2. Do spodu doklejają patyczek–podstawę.
3. Powtarzają wzór, aż powstaną cztery identyczne elementy.
4. Łączą je w pary dodatkowym patyczkiem, tworząc dwa przyczółki (lewy i prawy brzeg „fosy”).

Krok 4 – Wykonanie zawiasów

1. Z listewki 10×20 mm odetnij 4 klocki o długości ok. 15 mm.
2. Zaznacz środek każdego klocka (punktak/cienkopis).
Wywierć otwór (ok. 4 mm) w każdym klocku.
3. Sprawdź, czy klocki swobodnie obracają się na patyku od szaszłyków – to będzie oś zawiasu.

Krok 5 – Połączenie przęsła z przyczółkami

1. Dwa klocki zawiasu przyklej do spodu kratownicy z jednej strony przęsła (oś – patyk – w otworach klocków dla zachowania prostopadłości).
Pozostałe dwa klocki załóż na patyk, „przymierz” je między przyczółkami, a następnie przyklej do wewnętrznych stron przyczółków tak, aby przęsło mogło się swobodnie podnosić.
Połącz przyczółki dodatkowymi poprzecznymi patyczkami (od dołu i od góry), tworząc stabilną ramę, na której opiera się przęsło.
2. Upewnij się, że przęsło obraca się jak skrzydło mostu zwodzonego.

Krok 6 – Gniazdo dla tłoka (mocowanie ruchomej końcówki strzykawki)

1. Odmierz na spodzie przęsła ok. 100 mm od osi zawiasu – tam będzie pracować tłok.
Z trzech odcinków patyczka (ok. 40 mm każdy) zbuduj „literę U”, otwartą w stronę zawiasu – to gniazdo tłoka.
2. Przyklej element pionowo do spodu przęsła tak, aby końcówka tłoka mogła się w nim przesuwąć, nie wypadając podczas ruchu.

Krok 7 – Suport dla cylindra strzykawki (mocowanie nieruchomej części)

1. Z patyczka/szpatułki przygotuj krótki element, który zostanie wklejony między przyczółkami – będzie trzymał cylinder strzykawki.

2. W środku tego elementu wywierć otwór dopasowany do średnicy wężyka/końcówki strzykawki.
3. Wklej element pomiędzy przyczółkami w takiej pozycji, aby strzykawka po połączeniu z wężykiem ustawiała się pod mostem w odpowiednim miejscu i kierunku.

Krok 8 – Montaż układu hydraulicznego

1. Połącz dwie strzykawki rurką, napełnij układ wodą (lub olejem), starannie odpowietrz.
2. Jedną strzykawkę zamocuj w supportcie między przyczółkami (to cylinder roboczy).
3. Końcówkę tłoka tej strzykawki wsuwaj w gniazdo na spodzie przęsła.
4. Sprawdź „na sucho”, czy przy wsuwaniu i wysuwaniu tłoka przęsło się podnosi i opuszcza.

Krok 9 – Testowanie i korekta

1. Poproś uczniów, aby wykonali serię prób: powolne wciskanie i szybkie wciskanie tłoka, częściowe podnoszenie, pełne podnoszenie.
2. Jeśli układ „nie reaguje” – sprawdź:
 - czy nie ma bąbli powietrza w rurce,
 - czy strzykawki są szczelne,
 - czy tłok nie wypada z gniazda.
3. Zachęć uczniów do drobnych modyfikacji konstrukcji (wzmocnienie, inne miejsce mocowania, zmiana kąta).

Krok 10 – Zakończenie i refleksja

Na koniec warto zaproponować, by model posłużył jako pomoc na lekcji fizyki (ciśnienie, ściśliwość cieczy i gazów, działanie siły na tłok), odnieść projekt do prawdziwych mostów zwodzonych i infrastruktury transportowej, zadać uczniom pytania, np.:

- „Co w tym modelu naprawdę działa jak w prawdziwym moście?”
- „Jakie błędy lub ograniczenia ma nasza konstrukcja?”
- „Dlaczego do napędów hydraulicznych w technice częściej używa się oleju niż wody?”