# Zagięta wieża

## Cel doświadczenia:

Duże ciężary wymagają mocnych podpór. Ale czy zawsze „mocne” konstrukcje muszą być duże i masywne? W tym doświadczeniu klubowicze sprawdzą, kiedy i dlaczego cienkie podpory są wystarczające do udźwignięcia obiektów o wielkiej masie.

## Problem do rozwiązania

Duże ciężary wymagają mocnych podpór. Ale czy zawsze „mocne” konstrukcje muszą być duże i masywne? W tym doświadczeniu klubowicze sprawdzą, kiedy i dlaczego cienkie podpory są wystarczające do udźwignięcia obiektów o wielkiej masie.

**Wskazówki dla opiekuna**

Podczas doświadczenia można realizować elementy Podstawy Programowej wychowania przedszkolnego:

- Obszar I, pkt 6, 7
- Obszar III, pkt 9
- Obszar IV, pkt 13

**Wiodące pytanie/a**

- Jak można podnosić ciężary?
- Jak podnieść ciężar za pomocą papieru?

**Sprawdzanie przedwiedzy klubowiczów**

Przed przystąpieniem do właściwego doświadczenia należy pokazać młodszym klubowiczom wszystkie dostępne materiały i je nazwać. Na największą uwagę zasługuje tektura falista i różnica w jej budowie w porównaniu ze zwykłą tekturą. Warto też wskazać podobieństwo tektury falistej do pęczka słomek (do napojów) lub źdźbeł słomy (materiał naturalny).

**Pytanie/a służące zaciekawieniu klubowiczów (do wyboru przez opiekuna)**

- Z jakich materiałów można zbudować wieżę?
- Jakie widać różnice między tekturą zwykłą a tekturą falistą?
- Co ciężkiego można zamontować na solidnej wieży?

## Spis materiałów

1. kartki papieru A4
2. słomki (plastikowe lub ekologiczne) bez kolanek
3. inne dostępne materiały (tektura, tektura falista, bibuła, krepina, papier kolorowy, blok techniczny, cienka sklejka)
4. książka w twardej okładce lub przedmiot o podobnym kształcie (np. ciężka deska)

**Planowanie doświadczenia wspólnie z klubowiczami**

Przed wykonaniem doświadczenia warto pokazać klubowiczom wizerunki różnych ażurowych konstrukcji (np. wieża Eiffla, maszty radiowe, okoliczny maszt) i porozmawiać z nimi o tym, w jaki sposób takie lekkie, puste w środku konstrukcje utrzymują ciężar np. anten czy przewodów. Klubowicze sami mogą wskazać zalety takich konstrukcyjnych rozwiązań (szybka budowa, łatwa naprawa). Warto także zwrócić im uwagę na wytrzymałość tego typu konstrukcji.

## Etapy przeprowadzania doświadczenia

1. Ustaw kartkę pionowo i połóż na niej książkę. Czy książka utrzyma się na kartce?
2. Zegnij kartkę w harmonijkę i ustaw tę konstrukcję pionowo, tworząc wieżę. Połóż na górze książkę. Trzyma się?
3. Sprawdź, czy podobnie zachowa się słomka. Ustaw słomkę pionowo na stole, a następnie połóż na niej książkę.
4. Związ garść słomek w pęczek. Ustaw związane słomki pionowo na stole i połóż na nich książkę. Czy teraz książka się trzyma?

## Pytania do doświadczenia

- Czy inne materiały (tektura, bibuła, krepina itp.) mogą utrzymać książkę?
- Jak duży ciężar może utrzymać kartka A4 złożona w harmonijkę?
- Jaką widzisz różnicę w budowie między tekturą zwykłą a tekturą falistą?

## Opis zjawiska

Doświadczenie pozwala na dużą dowolność w konstruowaniu podpory dla ciężkiej książki. Warto zaznaczyć cechę wspólną udanych pomysłów – im więcej punktów podparcia ma konstrukcja, tym lepiej utrzymuje książkę. Klubowicze mogą policzyć, z ilu zagięć lub elementów składają się ich podpory, i porównać budowle, by wybrać najbardziej wytrzymałą na obciążenie konstrukcję.

## Ciekawostki

*Końskie kopyto*

Róg rureczkowy, który jest jedną z warstw końskiego kopyta, ma podobną strukturę co tektura falista. Dzięki licznym pofalowaniom tworzy on wiele miejsc styku kopyta z podłożem, a każde z tych miejsc dźwiga niewielką część ciężaru całego konia. Puste przestrzenie umożliwiają drobne przemieszczanie się struktur wewnętrznych, dopasowujących się elastycznie do miejscowego nacisku lub ukształtowania nierównego terenu. Dlatego końskie kopyto jest niezwykle wytrzymałą strukturą.

**Powiązane doświadczenia**

- Czy tarcie ma znaczenie?
- Słomkowy dziurkacz
- Kopuły ze skorupek od jajek

## Źródła


- „Jak wykombinowali most z papieru, czyli przygoda magnatów kleju” (historia studentów Politechniki Warszawskiej, którzy wygrali w konkursie „wyKOMBinuj mOst 2016”, wykonując najlżejszą i najbardziej wytrzymałą konstrukcję jedynie z papieru i kleju) [dostęp z 18.06.2025]
- „Stalowy papier” na portalu *pl* [dostęp z 18.06.2025]
- „Właściwości papieru i jego różne możliwości wykorzystania” [dostęp z 18.06.2025]