

I LO im. Tadeusza Kościuszki w Wieluniu

Wytrzymałość

Szymon Pawlak
Paulina Szwed
Karolina Stolarczyk

Praca wykonana pod kierunkiem mgr. Zenony Stojeckiej

W poniższej pracy przedstawiamy kilka eksperymentów pokazujących wytrzymałe konstrukcje z materiałów mało wytrzymałych, takich jak papier czy makaron. Przeanalizujemy od czego zależy wytrzymałość materiałów, a także proces rozchodzenia się pęknięć. Prezentujemy linę z papieru toaletowego, makaronowe konstrukcje oparte na kratownicach, a także wykonany z makaronu "spaghetti-most". Dodatkowo zamieszczamy przykłady bardzo wytrzymałych materiałów.

Lina z papieru

Opis doświadczenia:

Poprzez zawieszanie obciążników, ciężarków na linkach oraz całej linie skręconej z papieru toaletowego będziemy sprawdzać ich wytrzymałość.

Cała lina składa się z czterech modułów, a każdy z modułów z szesnastu linek, natomiast każda linka skręcona została z dwóch pasm papieru o długości 4,5 metra każdy.

Linka wytrzymała obciążenie ok. 5 do 8 kg w zależności od siły skręcenia i jakości papieru. W pracy wykorzystany został papier, który nie jest podzielony na kostki. Linkę można bez dużych problemów zerwać w rękach, czując już przy tym opór stawiany przez papier.

Cały moduł ($\frac{1}{4}$ liny) wytrzymała obciążenie 35kg.
Cała lina utrzymała ciężar człowieka o masie ok. 70kg.

Celem doświadczenia było pokazanie wytrzymałości pozornie nietrwałej rzeczy – papieru toaletowego i pokazanie jego nietypowego użycia.

Wniosek:

Zauważamy, że wytrzymałość na rozrywanie (siła potrzebna do naddarcia krawędzi papieru) i rozciąganie (długość, na jaką rozciągnie się papier przed ostatecznym zerwaniem) rosną wraz ze wzrostem ilości warstw, czyli ilości linek. Widzimy także, że im mocniej papier jest skręcony, tym mocniejsza jest lina. Duże znaczenie ma także to, że papier nie był dzielony na kostki.

Papier składa się z włókien, które nakładają się na siebie i krzyżują w kierunku poprzecznym (kierunek poprzeczny wyznaczają włókna ułożone obok siebie). Tak duża wytrzymałość została uzyskana dzięki skręceniu włókien papieru prostopadle do kierunku podłużnego (włókna ułożone wzdłuż, jedno za drugim) Gdybyśmy skręcili papier równoległe do położenia

włókien, to łatwo byłoby go rozerwać, ponieważ w kierunku podłużnym papier jest słabszy, niż w poprzecznym.

Kratownice

Kratownica to układ złożony z prętów, których końce połączone są przegubowo, mający niezmienną postać geometryczną. Wykorzystywane są w wielu konstrukcjach ze względu na lekkość i prostotę wykonania. Prezentuje oparte na kratownicach konstrukcje, które ze względu na materiały, z których są wykonane pozornie są mało wytrzymałe, ale dzięki zastosowaniu kratownic wytrzymują duże obciążenia.

Wieże z makaronu

Opis doświadczenia:

Z makaronu spaghetti przy pomocy kleju na gorąco budujemy wieże złożone z czterech ścianek będących kratownicami. Każda z wieżyczek ma masę około 120 g. Wieżyczki obciążamy, badając maksymalny ciężar, pod wpływem którego nie następuje pęknięcie.

Dwie wieżyczki utrzymują obciążniki o masie 29 kg!
9 wieżyczek utrzymało dorosłego człowieka.

Most z makaronu

Opis doświadczenia:

Przygotowujemy projekt mostu na podstawie obserwacji struktur często wykorzystywanych w architekturze. Następnie sklejamy most wykorzystując klej na gorąco. Most obciążamy badając ciężar, jaki może on utrzymać.

Most o masie około 200 gram utrzymał obciążenie ponad 3,5 kg.

Wniosek:

Zastosowanie kratownic znacznie zwiększyło wytrzymałość makaronowych konstrukcji, dzięki rozkładowi sił na poszczególne pręty kratownicy.

Scenariusz czasowy

1. Wprowadzenie teoretyczne do problemu wytrzymałości i pęknięć. - 4 min
2. Zaprezentowanie papierowej liny - 2 min
3. Objasnienie pojęcia kratownicy 1 min
4. Obciążenie mostu z makaronu - 1 min
5. Obciążenie makaronowych wież - 1-2 min

Pokaz nie zawiera elementów niebezpiecznych (materiałów wybuchowych, substancji żrących, wysokich lub niskim temperatur itp).