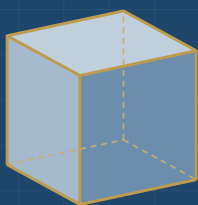


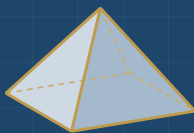
Bryły ze sznurkiem w klasie

szybki przewodnik

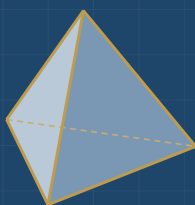
*Jak przygotować i poprowadzić zajęcia z modelami brył: od wydruku, przez organizację sali, po podsumowanie i ocenę.
Gotowe scenariusze dla klas 1-3, 4-6 i 7-8.*



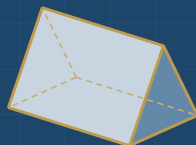
sześcian



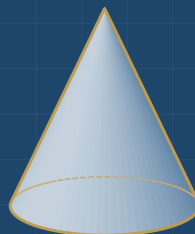
ostrosłup
czworokątny



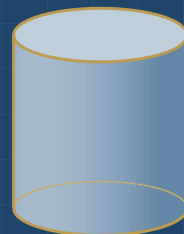
ostrosłup
trójkątny



graniastosłup
trójkątny



stożek



walec

Scenariusze lekcji · organizacja pracy · karty do druku

Dla nauczycieli, wychowawców świetlic i prowadzących warsztaty

Zajęcia w pigułce

Dobre zajęcia z bryłami ze sznurkiem mają trzy części: krótkie przygotowanie, budowę modeli w parach i rozmowę o tym, co widać na gotowych bryłach. Ten przewodnik prowadzi przez każdą z nich.

Pokaz	Instrukcja	Budowa w parach	Obserwacje	Podsumowanie
0'	5'	10'	32'	40'
				45'

Etap	Cel	Rola nauczyciela
Pokaz	Wzbudzić ciekawość: płaska kartka staje się bryłą.	Składa gotowy model na oczach klasy.
Instrukcja	Pokazać zasadę numeracji i kierunek zginania.	Demonstruje pierwsze trzy otwory.
Budowa w parach	Każda para składa własny model.	Krąży po sali, sprawdza punkty kontrolne.
Obserwacje	Policzyć ściany, krawędzie, wierzchołki, znaleźć podstawę.	Zadaje pytania, zapisuje wyniki na tablicy.
Podsumowanie	Nazwać bryłę i jej własności, uporządkować wiedzę.	Prowadzi rozmowę, ocenia pracę.

Trzy zasady udanych zajęć

- 1 Otwory przygotowuje dorosły**
Przebijanie 30 kartek w klasie zajmuje całą lekcję i wymaga ostrych narzędzi.
- 2 Pierwszy model składa nauczyciel**
Kilkusekundowy pokaz wyjaśnia więcej niż pięć minut opowiadania.
- 3 Uczniowie pracują w parach**
Jedna osoba trzyma podstawę, druga ciągnie sznurek. W pojedynkę model łatwo się przewraca.

Spis treści

Zajęcia w pigułce	2
Rozdział 1. Przed lekcją	4
Wybór bryły i poziomu	5
Materiały dla całej klasy	6
Plan przygotowań krok po kroku	7
Organizacja sali i podział ról	8
Rozdział 2. Lekcja krok po kroku	9
Scenariusz uniwersalny: 45 minut	10
Jak zacząć lekcję	11
Prowadzenie budowy	12
Punkty kontrolne i szybkie naprawy	13
Rozmowa po budowie	14
Rozdział 3. Gotowe scenariusze	15
Scenariusz dla klas 1-3: Bryła z niespodzianką	16
Scenariusz dla klas 4-6: Siatka i bryła	17
Scenariusz dla klas 7-8: Pole, objętość, skala	18
Projekt na dwie lekcje: kolekcja brył	19
Praca w stacjach	20
Rozdział 4. Różnicowanie i ocena	21
Różnicowanie pracy	22
Kryteria sukcesu i ocena	23
Karta samooceny ucznia	24
Karta instrukcji dla pary	25
Lista kontrolna nauczyciela	26
Pytania nauczycieli	27

1

ROZDZIAŁ 1

Przed lekcją



Pół godziny przygotowań decyduje o tym, czy uczniowie spędzą lekcję na budowaniu, czy na czekaniu.

W TYM ROZDZIALE

- ❖ Wybór bryły i poziomu
- ❖ Plan przygotowań
- ❖ Materiały dla klasy
- ❖ Organizacja sali i role

Wybór bryły i poziomu

Nie każda bryła pasuje do każdej klasy. Tabela pomaga dobrać model do wieku uczniów i celu lekcji.

Etap edukacji	Polecane bryły	Szablon	Cel lekcji
Klasy 1-3	ostrosłup trójkątny, ostrosłup czworokątny, sześcián	L	Rozpoznawanie i nazywanie brył, liczenie ścian i wierzchołków, rozróżnianie figur płaskich i przestrzennych.
Klasy 4-6	wszystkie wielościany, walec	L lub M	Siatki brył, graniastosłupy i ostrosłupy, porównywanie liczby ścian, krawędzi i wierzchołków.
Klasy 7-8	wszystkie sześć brył	M i warianty	Pole powierzchni i objętość, wysokość ostrosłupa, twierdzenie Pitagorasa w bryłach, skala i podobieństwo.
Świetlica, warsztaty	ostrosłupy i sześcián	L	Zabawa konstrukcyjna, praca w parach, sprawność manualna.

Szablon L czy M

Szablon L zajmuje całą kartkę. Łatwiej go wyciąć i nawlec, a model dobrze widać z ostatniej ławki. To najlepszy wybór dla młodszych uczniów i na pierwsze zajęcia.

Szablon M jest mniejszy i szybszy do wycięcia. Sprawdza się w starszych klasach, gdy uczniowie budują kilka brył na jednej lekcji lub porównują skalę L i M.

Pierwsze zajęcia

Na pierwszą lekcję wybierz ostrosłup trójkątny L. Ma tylko sześć otworów, jedno proste cięcie wokół dużego trójkąta i składa się jednym pociągnięciem. Sukces na pierwszych zajęciach buduje zaangażowanie na kolejne.

Związek z programem nauczania

Bryły, ich elementy i siatki pojawiają się w programie matematyki w klasach 4-6, a pole powierzchni i objętość graniastosłupów i ostrosłupów w klasach 7-8. W klasach 1-3 modele wspierają rozpoznawanie kształtów w otoczeniu. Szczegółowe wymagania sprawdź w aktualnej podstawie programowej.

Materiały dla całej klasy

Obliczenia dla szablonów L, gdy każdy uczeń buduje jeden model. Przy pracy w parach potrzebujesz połowy ilości. Liczby zawierają 10% zapasu sznurka i dwie zapasowe kartki.

Klasa 24-osobowa

Bryła	Kartki	Sznurek
Ostrosłup trójkątny	26	15,5 m
Ostrosłup czworokątny	26	16,0 m
Graniastosłup trójkątny	26	16,0 m
Sześcián	26	16,0 m
Walec	26	14,5 m
Stożek	26	14,5 m

Klasa 30-osobowa

Bryła	Kartki	Sznurek
Ostrosłup trójkątny	32	19,5 m
Ostrosłup czworokątny	32	20,0 m
Graniastosłup trójkątny	32	20,0 m
Sześcián	32	20,0 m
Walec	32	18,0 m
Stożek	32	18,0 m

Lista zakupów i sprzętu

Materiał	Ilość na klasę	Uwagi
Papier 180-220 g/m ² , A4	liczba uczniów + 10%	Ryza 250 arkuszy wystarcza na kilka lekcji.
Kordonek bawełniany	1 motek (zwykle 50-100 m)	Jeden kolor dla techniki A, drugi dla techniki B.
Nożyczki	1 na ucznia	Dla klas 1-3 z zaokrąglonymi końcami.
Taśma klejąca	2-3 rolki	Do usztywnienia końcówek sznurka i naprawy otworów.
Szpikulec i podkładka	1 komplet dla nauczyciela	Do przebicia otworów przed lekcją.
Pusty długopis lub bigówka	1 na parę	Do bigowania linii zgięcia.
Spinacze biurowe	2 na model walca lub stożka	Tylko przy technice B.

Sznurek przycięty wcześniej

Przed lekcją przytnij sznurki na długość z tabeli i owiń każdy koniec taśmą. Uczniowie dostają gotowy sznurek razem z szablonem i nie tracą czasu na mierzenie ani plątanie motka.

Plan przygotowań krok po kroku

Rozłożenie przygotowań na trzy terminy sprawia, że w dniu lekcji zostaje tylko rozdanie materiałów.

Tydzień przed lekcją

- ☐ Wybierz bryłę i rozmiar szablonu dla klasy.
- ☐ Wydrukuj stronę testu skali i sprawdź linijkę 100 mm.
- ☐ Zamów lub znajdź papier 180-220 g/m² i sznurek.
- ☐ Złóż jeden model samodzielnie, żeby poznać trudne miejsca.

Dzień przed lekcją

- ☐ Wydrukuj szablony: liczba uczniów lub par plus dwie zapasowe.
- ☐ Przebij otwory na podkładce. Kilka kartek naraz, spiętych spinaczem.
- ☐ Przytnij sznurki i owiń końcówki taśmą.
- ☐ Złóż model pokazowy i zostaw drugi, nawleczony, ale płaski.
- ☐ Przygotuj koperty lub teczki: szablon + sznurek dla każdej pary.

Dziesięć minut przed lekcją

- ☐ Rozłóż na ławkach nożyczki i bigówki.
- ☐ Ustaw pojemnik na ścinki na każdym stole.
- ☐ Zapisz na tablicy zasadę: nieparzysty do parzystego pod spodem.
- ☐ Połóż model pokazowy w miejscu widocznym dla całej klasy.

Przebijanie wielu kartek naraz

Szpikulcem można przebić jednocześnie 3-4 wydrukowane szablony papieru 200 g/m². Wyrównaj kartki do krawędzi, spnij je dwoma spinaczami i przebijaj w krzyżyki na wierzchniej kartce. Po rozdzieleniu sprawdź dolną kartkę: otwory powinny trafiać w jej krzyżyki. Jeśli drukarka przesuwą wydruk, przebijaj kartki pojedynczo.

Organizacja sali i podział ról

Praca w parach z wyraźnym podziałem ról porządkuje lekcję i sprawia, że każdy uczeń ma zadanie.

Rola	Zadania	Zmiana ról
Konstruktor	Biguje linie, wycina siatkę, wstępnie zagina ściany.	Po wycięciu przekazuje siatkę.
Nawlekacz	Czyta numery, przewleka sznurek, pilnuje strony: pod spodem lub na wierzchu.	Przy ciągnięciu trzyma podstawę.
Kontroler (grupy 3-osobowe)	Sprawdza punkty kontrolne z karty i odhacza kolejne etapy.	Na koniec wiąże kokardkę.

Ustawienie sali

- Ławki złożone po dwie: para siedzi obok siebie, nie naprzeciwko.
- Na każdej ławce jeden pojemnik na ścinki.
- Nauczyciel ma swobodne przejście do każdej pary.
- Model pokazowy na biurku lub zawieszony na sznurku przy tablicy.
- Stanowisko ratunkowe: zapasowe szablony, taśma, sznurek.
- Na tablicy: nazwa bryły, zasada numeracji, czas na każdy etap.
- Miejsce na gotowe modele: parapet lub wolna ławka.

Bezpieczeństwo w klasie

Nożyki do papieru i szpikulce nie trafiają do rąk uczniów. Sznurki odcięte na długość około 60 cm nie stwarzają zagrożeń przy normalnym użyciu, ale przypomnij, że nie owijamy ich wokół szyi ani palców.

Gdy para skończy wcześniej

Para, która skończyła, zostaje pomocnikiem: pomaga sąsiedniej parze albo buduje drugi model w rozmiarze M i porównuje oba modele.

2

ROZDZIAŁ 2

Lekcja **krok po kroku**



Uniwersalny przebieg 45 minut, który pasuje do każdej bryły z techniką pętli. Dla stożka i walca wystarczy wydłużyć etap budowy.

W TYM ROZDZIALE

- ❖ Scenariusz 45 minut
- ❖ Jak zacząć lekcję
- ❖ Prowadzenie budowy
- ❖ Punkty kontrolne
- ❖ Rozmowa po budowie

Scenariusz uniwersalny: 45 minut

Przebieg dla ostrosłupa, sześcienu lub graniastosłupa, gdy otwory i sznurki są przygotowane wcześniej.

Minuty	Etap	Co robią uczniowie	Co robi nauczyciel
0-5	Pokaz	Obserwują składanie modelu, zgadują nazwę bryły.	Składa nawleczoną siatkę jednym pociągnięciem.
5-10	Instrukcja	Dostają szablon i sznurek, słuchają zasad.	Pokazuje bigowanie, kierunek zginania i otwory 1-3.
10-20	Bigowanie i cięcie	Konstruktor biguje i wycina, nawlekacz czyta instrukcję.	Sprawdza cięcie wklęsłych narożników.
20-28	Nawlekanie	Nawlekacz przewleka sznurek według numerów.	Sprawdza pierwsze dwa odcinki każdej pary.
28-32	Składanie	Para odwraca siatkę, ciągnie i wiąże kokardkę.	Pomaga parom, którym ściany nie wstają.
32-40	Obserwacje	Liczą ściany, krawędzie, wierzchołki, wskazują podstawę.	Zbiera wyniki na tablicy w tabeli.
40-45	Podsumowanie	Odpowiadają na pytania, oceniają swój model.	Nazywa bryłę, podsumowuje wnioski.

Gdy czasu jest mniej

Przy 30 minutach rozdaj szablony już wycięte i zbigowane. Uczniowie zaczynają od nawlekania, a obserwacje skrucasz do liczenia ścian i wierzchołków.

Technika B: stożek i walec

Sznurowanie szwu wymaga więcej czasu i precyzji. Zaplanuj 25 minut na budowę i poproś, żeby jedna osoba trzymała zwiniętą powierzchnię, a druga sznurowała. Stożek i walec lepiej sprawdzają się w klasach 5-8.

Jak zacząć lekcję

Pierwsze pięć minut ustawia całe zajęcia. Najlepiej działa pokaz bez słów, a potem pytania.

- 1 Pokaż płaską kartkę**
Podnieś nawleczoną, płaską siatkę. Zapytaj: co to jest? Uczniowie zobaczą wielokąty.
- 2 Połóż ją nadrukiem na stole**
Powiedz: zobaczcie, co się stanie, gdy pociągnę sznurek.
- 3 Pociągnij powoli**
Ściany wstają w kilka sekund. Zatrzymaj się w połowie i zapytaj: co to będzie za bryła?
- 4 Dokończ i zawiąż kokardkę**
Postaw bryłę na biurku. Zapytaj o nazwę i o to, z jakich figur się składa.
- 5 Rozwiąż i rozłóż**
Rozłóż model z powrotem na płasko. Uczniowie widzą, że siatka i bryła to ten sam papier.

Pytania otwierające

- Z jakich figur płaskich składa się ta siatka?
- Ile ścian będzie miała bryła? Sprawdźmy po złożeniu.
- Która część siatki zostanie na stole?
- Dlaczego sznurek podnosi ściany, a nie tylko się przesuwają?
- Gdzie w klasie lub w domu widzieliście taki kształt?
- Czy każdą kartkę można złożyć w bryłę?

Efekt zaskoczenia

Nie mów na początku, jaka bryła powstanie. Pytanie w połowie składania, gdy ściany są w pół drogi, angażuje całą klasę bardziej niż jakakolwiek zapowiedź.

Prowadzenie budowy

Instrukcję podawaj etapami, zawsze najpierw pokazując, potem mówiąc. Następny etap zaczyna się, gdy większość par skończyła poprzedni.

Etap	Co pokazać	Co powiedzieć
Bigowanie	Prowadzenie pustego długopisu wzdłuż linii przerywanej przy linijce.	Linie przerywane dociskamy mocno, żeby papier sam się potem zgiął.
Cięcie	Wycinanie wklęsłego narożnika dwoma cięciami do jednego punktu.	Tniemy po liniach ciągłych. W narożnikach dochodzimy do samego wierzchołka.
Wstępne zgięcie	Zaginanie ściany od nadruku, w dół, i rozkładanie.	Zginamy tak, żeby rysunek był na zewnątrz, i rozkładamy z powrotem.
Nawlekanie	Otwory 1, 2 i 3 na siatce leżącej nadrukiem do góry.	Z nieparzystego do parzystego pod spodem, z parzystego do nieparzystego na wierzchu.
Składanie	Odwroćenie siatki nadrukiem do stołu i ciągnięcie końców do góry.	Jedna osoba trzyma podstawę, druga ciągnie oba końce równo, powoli.

Sygnal do następnego etapu

Umów się z klasą na prosty sygnał, na przykład podniesioną rękę z nożyczkami. Gdy większość par go pokazuje, demonstrujesz kolejny etap. Pary szybsze w tym czasie sprawdzają swoją pracę z kartą kontrolną.

Nawlekanie na głos

Zaproponuj, żeby nawlekacz mówił na głos: jeden, pod spodem, dwa, na wierzchu, trzy. Konstruktor słucha i poprawia pomyłki. Liczba błędów w kolejności wyraźnie spada.

Punkty kontrolne i szybkie naprawy

Chodząc po sali, sprawdzaj cztery punkty. Każdy zajmuje kilka sekund, a wyłapuje większość problemów, zanim model zostanie złożony.

Punkt kontrolny	Na co spojrzeć	Szybka naprawa
Po cięciu	Wklęsłe narożniki docięte do wierzchołka podstawy.	Dwa dodatkowe cięcia nożyczkami.
Po wstępnym zgięciu	Ściany zagięte od nadruku, nie do nadruku.	Zegnij w drugą stronę i rozłóż.
Po dwóch odcinkach	Odcinek 1 do 2 pod spodem, 2 do 3 na wierzchu.	Wyciągnij sznurek do otworu 1 i zacznij od nowa.
Przed ciągnięciem	Siatka odwrócona nadrukiem do stołu, końce wychodzą spod ściany 1.	Odwróć siatkę.

Najczęstsze sytuacje w klasie

Sytuacja	Co zrobić
Uczeń przeciął ścianę	Sklej od spodu taśmą. Model się złoży, szew będzie niewidoczny od zewnątrz.
Pękł otwór	Taśma od spodu i nowy otwór obok, w tej samej odległości od wierzchołka.
Sznurek się poplątał	Wyciągnij go całkowicie i zacznij nawlekanie od otworu 1.
Nadruk w środku bryły	Rozłóż model, odwróć siatkę nadrukiem do stołu, pociągnij ponownie.
Para nie nadaża	Daj jej szablon już wycięty i zbigowany z zapasowego stanowiska.
Para skończyła za wcześnie	Zadanie dodatkowe: rozłożyć, złożyć ponownie na czas, zbudować model M.

Rozmowa po budowie

Gotowe modele w rękach uczniów to najlepszy moment na matematykę. Pytania są ułożone od najprostszych do najtrudniejszych: wybierz te, które pasują do klasy.

Poziom	Pytania
Nazywanie	Jak nazywa się ta bryła? Które ściany są podstawą? Z jakich figur składa się bryła?
Liczenie	Ile ścian, krawędzi i wierzchołków ma model? Ile ścian spotyka się w jednym wierzchołku?
Porównywanie	Czym różni się ostrosłup od graniastoslupa? Która bryła ma najwięcej krawędzi?
Siatka a bryła	Które krawędzie powstały ze zgięć, a które ze złączenia dwóch krawędzi cięcia? Ile jest zgięć?
Zależności	Oblicz $W - K + S$ dla każdej bryły. Co zauważasz? Czy tak będzie zawsze?
Obliczenia	Zmierz krawędzie modelu i oblicz pole powierzchni. Porównaj z polem siatki.

Tabela na tablicy

Bryła	Ściany S	Krawędzie K	Wierzchołki W	$W - K + S$

Narysuj tę tabelę przed lekcją. Każda para dopisuje wiersz dla swojej bryły. Gdy w klasie powstało kilka różnych brył, ostatnia kolumna za każdym razem daje 2, a uczniowie sami odkrywają wzór Eulera.

Zakończenie lekcji

Poproś, żeby każda para rozłożyła model na płasko, zostawiając sznurek w otworach. Siatki trafiają do teczki klasy, a na następnej lekcji można je złożyć w kilka sekund i od razu przejść do gier z bonusu 3.

3

ROZDZIAŁ 3

Gotowe scenariusze



Pięć scenariuszy dopasowanych do wieku uczniów i czasu zajęć. Każdy można poprowadzić bez dodatkowych materiałów poza szablonami i sznurkiem.

W TYM ROZDZIALE

- ❖ Klasy 1-3
- ❖ Klasy 4-6
- ❖ Klasy 7-8

- ❖ Projekt 2 x 45 minut
- ❖ Praca w stacjach

Scenariusz dla klas 1-3: Bryła z niespodzianką

CZAS	BRYŁA	PRACA	PRZYGOTOWANIE
45 minut	ostrosłup trójkątny L	w parach	otwory, sznurki

Cel: uczniowie nazywają bryłę, odróżniają figurę płaską od przestrzennej i liczą ściany, krawędzie oraz wierzchołki na własnym modelu.

- 1 **Zagadka (5 minut)**
Nauczyciel pokazuje płaską siatkę i pyta, ile trójkątów na niej widać. Potem składa model. Ile trójkątów widać teraz?
- 2 **Trójkąty w siatce (5 minut)**
Uczniowie na swojej siatce pokazują palcem cztery trójkąty i wodzą po liniach przerywanych.
- 3 **Wycinanie (10 minut)**
Szablon z otworami przygotowanymi wcześniej. Uczniowie wycinają duży trójkąt i zaginają narożne trójkąty.
- 4 **Nawlekanie z liczeniem (10 minut)**
Nawlekacz liczy na głos. Nauczyciel pokazuje na tablicy: kropka pod kartką, kropka nad kartką.
- 5 **Czary-mary (5 minut)**
Na hasło nauczyciela wszystkie pary jednocześnie ciągną sznurki. Kto pierwszy postawi ostrosłup?
- 6 **Liczymy (7 minut)**
Uczniowie kładą palec na każdym wierzchołku i liczą: 4. Potem ściany: 4. Potem krawędzie, przesuwając palec: 6.
- 7 **Gdzie to widziałem (3 minuty)**
Uczniowie podają przykłady podobnych kształtów z otoczenia.

Język dla najmłodszych

Zamiast słowa wierzchołek można na początku mówić czubek lub róg, a zamiast krawędzi kant. Pod koniec lekcji wprowadź nazwy matematyczne i poproś, żeby uczniowie je powtórzyli, pokazując na modelu.

Scenariusz dla klas 4-6: Siatka i bryła

CZAS	BRYŁY	PRACA	PRZYGOTOWANIE
45 minut	ostrośłup i graniastosłup	w parach	otwory, sznurki

Cel: uczniowie rozpoznają ostrośłup i graniastosłup, wskazują podstawy i ściany boczne, łączą elementy siatki z elementami bryły.

- 1 Dwie siatki (5 minut)**
Połowa par dostaje ostrośłup czworokątny, połowa graniastosłup trójkątny. Przed budową każda para przewiduje: ile ścian będzie miała bryła?
- 2 Budowa (20 minut)**
Pary budują modele według instrukcji z rozdziału 2.
- 3 Porównanie (8 minut)**
Pary z różnymi bryłami siadają razem. Wypełniają tabelę: ściany, krawędzie, wierzchołki, kształt podstawy, liczba podstaw.
- 4 Pułapka z podstawą (5 minut)**
Nauczyciel pyta: na której ścianie leży graniastosłup? Czy to jego podstawa? Uczniowie odkrywają, że podstawami są trójkąty.
- 5 Zgięcia i złączenia (5 minut)**
Ile zgięć ma siatka? Ile krawędzi powstało ze złączenia? Suma powinna dać liczbę krawędzi bryły.
- 6 Wniosek (2 minuty)**
Ostrośłup ma jedną podstawę i ściany trójkątne, graniastosłup dwie podstawy i ściany prostokątne.

Zapis w zeszycie

Uczniowie rysują w zeszycie siatkę swojej bryły i zaznaczają kolorem pary krawędzi, które się spotkały. To dobre zadanie domowe dla uczniów, którzy nie skończyli na lekcji.

Scenariusz dla klas 7-8: Pole, objętość, skala

CZAS	BRYŁY	PRACA	PRZYGOTOWANIE
45 minut	sześcian L i M	w czwórkach	otwory, sznurki, linijki

Cel: uczniowie obliczają pole powierzchni i objętość na podstawie pomiarów, a następnie odkrywają, jak te wielkości zmieniają się przy zmianie skali.

- Podział zadań (3 minuty)**
W czwórce jedna para buduje sześcian L, druga sześcian M.
- Budowa (17 minut)**
Szablony M składają się szybciej, więc para M może dodatkowo zbudować pudełko otwarte.
- Pomiary (5 minut)**
Każda para mierzy krawędź swojego modelu z dokładnością do 1 mm.
- Obliczenia (10 minut)**
Pole powierzchni $6a^2$ i objętość a^3 dla obu modeli. Wyniki wpisujemy do wspólnej tabeli czwórki.
- Odkrycie skali (7 minut)**
Uczniowie obliczają stosunki: krawędzi, pól i objętości. Porównują je z k , k^2 i k^3 .
- Wniosek (3 minuty)**
Gdy krawędź zmniejsza się o około jedną czwartą, objętość spada o ponad połowę.

Wartości kontrolne

Dla szablonów L (52 mm) i M (38 mm): $k \approx 0,731$, $k^2 \approx 0,534$, $k^3 \approx 0,390$. Pola: $162,2 \text{ cm}^2$ i $86,6 \text{ cm}^2$. Objętości: $140,6 \text{ cm}^3$ i $54,9 \text{ cm}^3$. Niewielkie odchylenia wynikają z dokładności pomiaru.

Rozszerzenie

Dla ostrosłupa czworokątnego uczniowie mogą obliczyć wysokość bryły z twierdzenia Pitagorasa i porównać ją z pomiarem wykonanym linijką ustawioną pionowo obok modelu.

Projekt na dwie lekcje: kolekcja brył

CZAS
2 × 45 minut

BRYŁY
wszystkie sześć

PRACA
grupy 4-5 osób

PRZYGOTOWANIE
komplet szablonów na grupę

Cel: każda grupa buduje pełną kolekcję sześciu brył i przygotowuje krótką prezentację porównującą wielościany z bryłami obrotowymi.

Lekcja 1: budowa

- 1 **Podział (5 minut)**
Grupa dzieli bryły między pary. Najtrudniejsze, stożek i walec, dostają najsprawniejsi.
- 2 **Budowa (35 minut)**
Pary budują swoje bryły. Kto skończy, pomaga innym w grupie.
- 3 **Porządek (5 minut)**
Modele trafiają na tacę grupy, podpisane karteczką.

Lekcja 2: badanie i prezentacja

- 1 **Tabela grupy (15 minut)**
Dla każdej bryły: rodzina (wielościan lub bryła obrotowa), podstawy, ściany, krawędzie, wierzchołki.
- 2 **Pytanie badawcze (10 minut)**
Grupa wybiera jedno pytanie: która bryła ma największą objętość? Które bryły toczą się? Które mają wzór Eulera?
- 3 **Prezentacja (15 minut)**
Każda grupa ma 3 minuty na pokazanie odpowiedzi na swoich modelach.
- 4 **Podsumowanie (5 minut)**
Nauczyciel zbiera wnioski na tablicy.

Wystawa

Kolekcje brył ustawione na parapecie z kartkami opisującymi ich własności tworzą wystawę, z której korzystają także inne klasy.

Praca w stacjach

Sześć stacji, po jednej dla każdej bryły. Grupy przechodzą między stacjami co 7 minut. Na każdej stacji czeka gotowy model i jedno krótkie zadanie. Uczniowie nie budują, tylko badają.

Stacja	Model	Zadanie na 7 minut
1	Ostrosłup trójkątny	Postaw bryłę na każdej ścianie. Czy zawsze wygląda tak samo? Policz krawędzie.
2	Ostrosłup czworokątny	Rozwiąż kokardkę i rozłóż model. Narysuj siatkę w zeszytcie. Złóż z powrotem.
3	Graniastosłup trójkątny	Wskaż podstawy. Na której ścianie leży model? Zapisz, czym się różnią.
4	Sześćcian	Znajdź trzy pary ścian równoległych. Ile krawędzi wychodzi z jednego wierzchołka?
5	Walec	Przetocz walec po ławce. Co zakreśla szew? Zmierz obwód podstawy nitką.
6	Stożek	Przetocz stożek po ławce. Jaką figurę zakreśla? Porównaj z walcem.

Organizacja

- Karta zadań leży przy każdym modelu. Grupa zapisuje odpowiedzi na wspólnej karcie wyników.
- Sygnał zmiany stacji: dzwonek lub klaśnięcie co 7 minut. Pełny obieg trwa 42 minuty.
- Przy klasie ponad 30 osób przygotuj dwa komplety stacji i podziel salę na dwie części.

Stacje na drugą lekcję

Stacje świetnie sprawdzają się jako druga lekcja po budowie. Uczniowie znają już modele i mogą skupić się na obserwacji, a nauczyciel ma czas na rozmowę z każdą grupą.

4

ROZDZIAŁ 4

Różnicowanie i ocena



Jak dopasować zadanie do możliwości każdego ucznia i jak sprawdzić, czego się nauczył.

W TYM ROZDZIALE

- ❖ Różnicowanie pracy
- ❖ Kryteria i ocena
- ❖ Karta samooceny

Różnicowanie pracy

Ten sam model może być zadaniem prostym albo wymagającym. Wystarczy zmienić bryłę, rozmiar szablonu lub zakres przygotowania.

Uczniowie	Wsparcie lub wyzwanie	Przykład
Potrzebujący wsparcia	Szablon wycięty i zbigowany, sznurek nawleczony do otworu 3.	Uczeń kończy nawlekanie i składa model: sukces jest pewny.
Z trudnościami manualnymi	Szablon L, papier 180 g/m ² , praca w parze z podziałem ról.	Uczeń jest nawlekaczem, a cięcie wykonuje partner.
Pracujący w tempie klasy	Standardowy scenariusz, pełna budowa.	Ostrosłup lub graniastosłup L.
Szybcy i zdolni	Szablon M, stożek lub walec, dodatkowe obliczenia.	Obliczenie wysokości ostrosłupa i porównanie z pomiarem.
Szczególnie zainteresowani	Zadania otwarte bez gotowej odpowiedzi.	Czy da się zbudować ostrosłup pięciokątny tą techniką? Zaprojektuj siatkę.

Uczniowie z orzeczeniami i opiniami

- Dla uczniów z trudnościami w koncentracji podziel instrukcję na krótkie kroki i pokazuj jeden krok naraz.
- Uczniowie słabowidzący pracują na szablonach L z pogrubionymi liniami: obrysuj linie flamastrem przed lekcją.
- Dla uczniów z trudnościami w czytaniu numery otworów zastąp kolorami: otwór 1 czerwony, 2 niebieski i tak dalej.

Dlaczego to działa

Technika sznurka daje natychmiastowy efekt: ściany wstają w kilka sekund. Nawet uczeń, który wykonał tylko ostatni etap, doświadcza sukcesu i ma w rękach własny, działający model.

Kryteria sukcesu i ocena

Przedstaw uczniom kryteria na początku lekcji. Wiedzą wtedy, na co zwrócić uwagę, a ocena jest przewidywalna i sprawiedliwa.

Kryteria sukcesu dla ucznia

- Buduję model według instrukcji, zachowując kolejność numerów.
- Nazywam bryłę i wskazuję jej podstawę lub podstawy.
- Liczę ściany, krawędzie i wierzchołki na własnym modelu.
- Wskazuję, które elementy siatki stały się którymi elementami bryły.

Arkusz oceny

Obszar	Poziom podstawowy	Poziom rozszerzony	Poziom wysoki
Wykonanie modelu	Model złożony z pomocą.	Model złożony samodzielnie, krawędzie domknięte.	Model starannie wykonany, gotowy do pokazu.
Nazewnictwo	Nazywa bryłę.	Nazywa bryłę i jej elementy.	Rozróżnia podstawę i ściany boczne w każdej bryle.
Liczenie elementów	Liczy ściany.	Liczy ściany, krawędzie i wierzchołki.	Sprawdza wzór Eulera.
Siatka i bryła	Wskazuje podstawę na siatce.	Wskazuje zgięcia i łączone krawędzie.	Wyjaśnia, dlaczego siatka ma $S - 1$ zgięć.
Współpraca	Wykonuje swoją rolę w parze.	Pomaga partnerowi.	Pomaga innym parom po skończeniu pracy.

Ocena bez stopni

Arkusz można wykorzystać jako informację zwrotną: zaznacz osiągnięty poziom w każdym obszarze i dopisz jedno zdanie o tym, co uczeń może poprawić przy następnym modelu.

Karta samooceny ucznia

Imię i nazwisko: Klasa: Data:

Moja bryła:

Co potrafię	Tak	Prawie	Jeszcze nie
Zbudowałem lub zbudowałam model według numerów.	☐	☐	☐
Wiem, jak nazywa się moja bryła.	☐	☐	☐
Pokazuję podstawę mojej bryły.	☐	☐	☐
Umiem policzyć ściany, krawędzie i wierzchołki.	☐	☐	☐
Wiem, które linie siatki stały się krawędziami bryły.	☐	☐	☐
Pomagałem lub pomagałam partnerowi.	☐	☐	☐

Moja bryła ma:

Ściany	Krawędzie	Wierzchołki	Podstawy

Najtrudniejsze było dla mnie:

Następnym razem chcę zbudować:

Karta instrukcji dla pary: technika pętli

Wydrukuj po jednej karcie na parę. Karta zastępuje powtarzanie instrukcji przez nauczyciela.

- 1 Bigujemy**
Pustym długopisem przy linijce dociskamy wszystkie linie przerywane.
- 2 Wycinamy**
Tniemy po liniach ciągłych. W narożnikach dochodzimy do samego wierzchołka.
- 3 Zaginamy**
Każdą ścianę zaginamy od rysunku, w dół, i rozkładamy.
- 4 Nawlekamy**
Siatka leży rysunkiem do góry. Sznurek wchodzi w otwór 1 z góry.
- 5 Pilnujemy strony**
Z nieparzystego do parzystego: pod spodem. Z parzystego do nieparzystego: na wierzchu.
- 6 Odwracamy**
Siatka rysunkiem do stołu. Końce sznurka wychodzą spod ściany z napisem START.
- 7 Ciągniemy**
Jedna osoba trzyma podstawę, druga ciągnie oba końce równo do góry.
- 8 Wiążemy**
Kokardka na ścianie START. Gotowe!

Sprawdź, zanim pociągniesz

- Czy sznurek przeszedł przez wszystkie otwory po kolei?
- Czy siatka leży rysunkiem do stołu?
- Czy partner trzyma podstawę?

Lista kontrolna nauczyciela

Jedna strona do powieszenia przy biurku. Odhacz kolejne punkty w dniu lekcji.

Materiały

- ☐ Szablony z przebitymi otworami (+2 zapasowe)
- ☐ Sznurki przycięte, końcówki owinięte taśmą
- ☐ Nożyczki i bigówki na każdej ławce
- ☐ Pojemniki na ścinki
- ☐ Model pokazowy złożony i drugi nawleczony płasko
- ☐ Stanowisko ratunkowe: taśma, szablony, sznurek

Tablica

- ☐ Nazwa bryły (lub znak zapytania, jeśli to niespodzianka)
- ☐ Zasada: nieparzysty do parzystego pod spodem
- ☐ Plan lekcji z czasem etapów
- ☐ Pusta tabela: S, K, W, W - K + S

Po lekcji

- ☐ Modele rozłożone płasko, sznurek w otworach
- ☐ Siatki w teczce klasy, podpisane
- ☐ Zapasowe szablony odłożone na następne zajęcia
- ☐ Notatka: co poprawić następnym razem

Pytania nauczycieli

Czy uczniowie klas 1-3 poradzą sobie z nawlekaniem?

Tak, jeśli otwory są przygotowane, a nauczyciel pokaże pierwsze trzy odcinki. Najlepiej sprawdza się ostrosłup trójkątny: sześć otworów to liczba, którą dzieci łatwo ogarniają.

Ile modeli zdąży zbudować klasa w ciągu jednej lekcji?

Przy przygotowanych otworach: jeden model na parę w klasach 1-3, jeden na ucznia w klasach 4-8. Szybkie pary zdążą zbudować drugi model w rozmiarze M.

Co zrobić z modelami po lekcji?

Rozłożyć na płasko ze sznurkiem w otworach i przechowywać w teczce. Na kolejnej lekcji składa się je w kilka sekund, co daje czas na gry z bonusu 3.

Czy mogę zastąpić sznurek gumką recepturką?

Nie. Gumka ciągnie ściany w nieprzewidywalnych kierunkach i nie pozwala zablokować kształtu. Kordonek jest tani, a jeden motek wystarcza na kilka klas.

Jak uniknąć chaosu przy 30 uczniach?

Trzy rzeczy: materiały w kopertach dla każdej pary, stały sygnał do przejścia do kolejnego etapu i jasno podzielone role w parze. Nauczyciel pokazuje, uczniowie powtarzają, nikt nie czeka na materiały.

Czy zajęcia sprawdzą się na lekcji zdalnej?

Tak, jeśli uczniowie mają w domu drukarkę lub otrzymali wydruki wcześniej. Nauczyciel pokazuje każdy etap do kamery, zbliżając siatkę. Otwory można przebić grubą igłą na złożonym ręczniku.