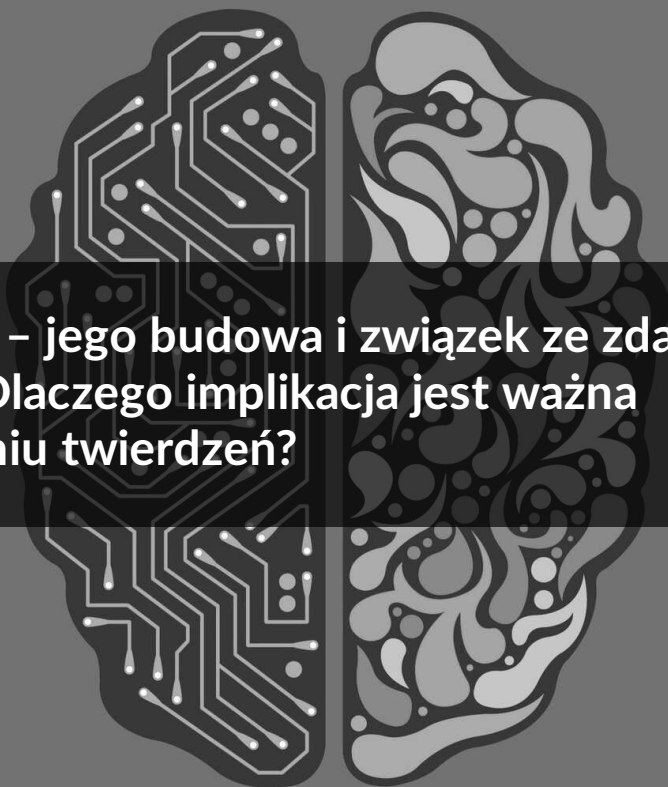




Twierdzenie – jego budowa i związek ze zdaniem logicznym. Dlaczego implikacja jest ważna w dowodzeniu twierdzeń?

- [Wprowadzenie](#)
- [Przeczytaj](#)
- [Prezentacja multimedialna](#)
- [Sprawdź się](#)
- [Dla nauczyciela](#)



Twierdzenie – jego budowa i związek ze zdaniem logicznym. Dlaczego implikacja jest ważna w dowodzeniu twierdzeń?

Źródło: [Seanbatty](#) z [Pixabay](#), domena publiczna.

W matematyce wiele faktów wyraża się za pomocą twierdzeń. Dotyczy to własności liczb, figur geometrycznych i innych zależności między obiektami matematycznymi. Oczywiście, aby mieć pewność, że opisana twierdzeniem własność obiektów matematycznych jest prawdziwa, należy przeprowadzić dowód twierdzenia.

Materiał zawarty w tej lekcji jest materiałem nadobowiązkowym, więc jeśli nie interesuje Cię ta tematyka, możesz po prostu lekcję pominąć.

Twoje cele

- Poznasz określenie twierdzenia.
- Poznasz budowę twierdzenia.
- Wyodrębnisz w twierdzeniu założenie i tezę.
- Pogłębisz swoje wiadomości o implikacji.

Przeczytaj

W literaturze możemy znaleźć kilka określeń twierdzenia.

W *Słowniku Języka Polskiego* czytamy:

((twierdzenie

1. zdanie oznajmujące wyrażające jakiś pewnik lub czyjeś mocne przeświadczenie o czymś
2. *log.* zdanie udowodnione w danej teorii

W Wikipedii czytamy:

((Twierdzenie to **sformalizowana wypowiedź sądu**, stosowana we wszystkich naukach ścisłych, składająca się z **dwóch zbiorów zdań**, które łączy **relacja implikacji**. **Pierwszy zbiór zdań** określa ściśle warunki, dla których dane twierdzenie jest spełnione i **nazywa się założeniem twierdzenia**, a **drugi zbiór zdań** jest właściwym sądem, będącym istotną treścią wypowiedzianego twierdzenia i **zwany jest tezą twierdzenia**.

Natomiast swoimi słowami możemy powiedzieć, że twierdzenie to zdanie udowodnione w danej teorii matematycznej, najczęściej złożone z dwóch zdań, zapisanych w formie implikacji.

Twierdzenie wymaga przeprowadzenia dowodu!

Teraz zajmiemy się przykładowymi twierdzeniami, które już znasz lub nie, ale warto sobie uświadomić, że również te fakty matematyczne, które uważamy za oczywiste w rzeczywistości też są twierdzeniami.

Przykład 1

Przypomnijmy sobie i przeanalizujmy kilka twierdzeń. W przypadku twierdzeń, które znamy, przypomnijmy sobie ich brzmienie i zwróćmy uwagę na budowę. W przypadku twierdzeń nowych dla nas, zwróćmy również uwagę na ich budowę.

a) Twierdzenie Pitagorasa.

b) Twierdzenie o sumie kątów w trójkącie.

c) Lemat Euklidesa – uogólnienie twierdzenia 30. z VII księgi Elementów **Euklidesa**:
Jeżeli liczba naturalna dzieli iloczyn dwóch pewnych liczb naturalnych i jest względnie pierwsza z jedną z nich, to jest dzielnikiem drugiej.

d) Małe twierdzenie Fermata: Jeżeli p jest liczbą pierwszą, to dla dowolnej liczby całkowitej a , liczba $a^p - a$ jest podzielna przez p .

e) Podstawowe twierdzenie arytmetyki: Każdą liczbę naturalną większą od 1, nie będącą liczbą pierwszą, można jednoznacznie przedstawić w postaci iloczynu liczb pierwszych.

f) Suma dwóch liczb nieparzystych jest liczbą parzystą.

Rozwiązanie

a) Znamy kilka sformułowań tego twierdzenia, np:

- W dowolnym trójkącie prostokątnym suma kwadratów długości przyprostokątnych jest równa kwadratowi długości przeciwprostokątnej tego trójkąta.
- Budowa: pojedyncze zdanie oznajmujące.
- Suma pól kwadratów zbudowanych na przyprostokątnych trójkąta prostokątnego jest równa polu kwadratu zbudowanego na przeciwprostokątnej.
- Budowa: pojedyncze zdanie oznajmujące.
- Jeżeli trójkąt jest prostokątny, to suma kwadratów długości przyprostokątnych jest równa kwadratowi długości przeciwprostokątnej tego trójkąta.
- Budowa: zdanie złożone zbudowane w postaci implikacji.

b) W trójkącie suma miar kątów wewnętrznych jest równa 180 stopni.

Budowa: pojedyncze zdanie oznajmujące.

c) Budowa: zdanie złożone zbudowane w postaci implikacji.

d) Budowa: zdanie złożone zbudowane w postaci **implikacji**.

e) Budowa: pojedyncze zdanie oznajmujące.

f) Budowa: pojedyncze zdanie oznajmujące.

Jak widać z powyższych przykładów, nie wszystkie twierdzenia zbudowane są w formie implikacji, ale we wszystkich można wyodrębnić założenie (czyli to, co już wiemy i przyjmujemy za nasz punkt wyjścia) i tezę (czyli nowy fakt, zależność, własność), której prawdziwość trzeba wykazać. Każde twierdzenie można sformułować w postaci implikacji.

Przykład 2

Sformułujmy twierdzenia w postaci implikacji i wskażemy w każdym z nich założenie i tezę.

a) Twierdzenie Pitagorasa.

b) **Twierdzenie** o sumie kątów w trójkącie.

c) **Lemat** Euklidesa – uogólnienie twierdzenia 30. z VII księgi Elementów **Euklidesa**: Jeżeli liczba naturalna dzieli iloczyn dwóch pewnych liczb naturalnych i jest względnie pierwsza z jedną z nich, to jest dzielnikiem drugiej.

d) Małe twierdzenie **Fermata**: Jeżeli p jest liczbą pierwszą, to dla dowolnej liczby całkowitej a , liczba $a^p - a$ jest podzielna przez p .

e) Podstawowe twierdzenie arytmetyki: Każdą liczbę naturalną większą od 1, nie będącą liczbą pierwszą, można jednoznacznie przedstawić w postaci iloczynu liczb pierwszych.

f) Suma dwóch liczb nieparzystych jest liczbą parzystą.

Rozwiązanie

a) Twierdzenie Pitagorasa w postaci implikacji:

Jeżeli trójkąt jest prostokątny, to suma kwadratów długości przyprostokątnych jest równa kwadratowi długości przeciwprostokątnej tego trójkąta.

Założenie: trójkąt jest prostokątny

Teza: suma kwadratów długości przyprostokątnych jest równa kwadratowi długości przeciwprostokątnej tego trójkąta

b) Twierdzenie o sumie kątów w trójkącie w postaci implikacji:

Jeżeli wielokąt jest trójkątem, to suma miar jego kątów wewnętrznych jest równa 180 stopni.

Założenie: wielokąt jest trójkątem

Teza: suma jego kątów wewnętrznych jest równa 180 stopni

c) Lemat Euklidesa jest sformułowany w postaci implikacji:

Jeżeli liczba naturalna dzieli iloczyn dwóch pewnych liczb naturalnych i jest względnie pierwsza z jedną z nich, to jest dzielnikiem drugiej.

Założenie: liczba naturalna dzieli iloczyn dwóch pewnych liczb naturalnych i jest względnie pierwsza z jedną z nich

Teza: (ta liczba) jest dzielnikiem drugiej

d) Małe twierdzenie Fermata jest zbudowane w postaci implikacji:

Jeżeli p jest liczbą pierwszą, to dla dowolnej liczby całkowitej a , liczba $a^p - a$ jest podzielna przez p .

Założenie: p jest liczbą pierwszą

Teza: dla dowolnej liczby całkowitej a liczba $a^p - a$ jest podzielna przez p

e) Podstawowe twierdzenie arytmetyki w postaci implikacji:

Jeśli liczba naturalna jest większa od 1 i nie jest liczbą pierwszą, to można ją jednoznacznie przedstawić w postaci iloczynu liczb pierwszych.

Założenie: liczba naturalna jest większa od 1 i nie jest liczbą pierwszą

Teza: można ją (tę liczbę) jednoznacznie przedstawić w postaci iloczynu liczb pierwszych

f) Twierdzenie: „Suma dwóch liczb nieparzystych jest liczbą parzystą” w postaci implikacji:

Jeżeli liczby a i b są nieparzyste, to ich suma $a + b$ jest liczbą parzystą.

Założenie: liczby a i b są nieparzyste

Teza: suma $a + b$ jest liczbą parzystą.

Dlaczego warto formułować twierdzenia w postaci implikacji?

Odpowiedź wydaje się być prosta: ponieważ łatwo jest wówczas wyodrębnić **założenie** i tezę a świadomość, co jest założeniem, a co tezą, jest bardzo ważna w dowodzeniu twierdzeń.

W uproszczeniu ten schemat można przedstawić następująco.

Twierdzenie w postaci implikacji:

Jeżeli **założenie**, to **teza**.

Łatwo zauważyć, że założeniem jest zdanie pomiędzy „jeżeli” i „to”, zaś **tezą** jest zdanie, które następuje po słowie „to”.

Jeżeli zdanie stanowiące założenie oznaczmy przez p , a zdanie stanowiące tezę przez q , to możemy zapisać:

$$p \Rightarrow q$$

Rodzi się następne pytanie: dlaczego tak ważne jest prawidłowe rozpoznanie założenia i tezy?

Odpowiedź wynika z praw logiki: nie wolno pomylić tezy z założeniem, ponieważ implikacje $p \Rightarrow q$ i $q \Rightarrow p$ nie są sobie równoważne.

Przypomnijmy sobie wartości logiczne implikacji:

Wartość logiczna zdania p	Wartość logiczna zdania q	Wartość logiczna implikacji zdań $p \Rightarrow q$
1	1	1
1	0	0
0	1	1
0	0	1

A teraz uzupełnijmy tabelę o kolumnę, w której umieścimy wartości logiczne implikacji $q \Rightarrow p$ przy różnych wartościach logicznych zdań p i q :

Wartość logiczna zdania p	Wartość logiczna zdania q	Wartość logiczna implikacji $p \Rightarrow q$	Wartość logiczna implikacji $q \Rightarrow p$
1	1	1	1
1	0	0	1
0	1	1	0
0	0	1	1

Jak widać, wartości logiczne obu implikacji nie są jednakowe, tak więc udowodnienie prawdziwości implikacji $q \Rightarrow p$ nie oznacza udowodnienia naszego wyjściowego twierdzenia $p \Rightarrow q$.

Twierdzenie zapisane w postaci $q \Rightarrow p$ jest twierdzeniem odwrotnym do twierdzenia $p \Rightarrow q$.

Twierdzenie odwrotne do danego nie zawsze jest prawdziwe!

Przykład 3

Rozważmy twierdzenie: Suma dwóch liczb nieparzystych jest liczbą parzystą. Sformułujmy twierdzenie odwrotne do niego. Czy jest ono prawdziwe?

Rozwiązanie

Twierdzenie odwrotne: Liczba parzysta jest sumą dwóch liczb nieparzystych. Nie jest ono prawdziwe, ponieważ liczba parzysta może być sumą dwóch liczb parzystych.

Niektóre twierdzenia sformułowane są w postaci równoważności.

Przykład 4

Przeanalizujmy twierdzenie: Jeżeli dwa kąty są wpisane w ten sam okrąg, to są równe wtedy i tylko wtedy, gdy są oparte na równych łukach.

Jak tutaj wyodrębnić założenie i tezę?

Rozwiązanie

Takie twierdzenie można zapisać w formie dwóch implikacji:

Jeżeli dwa kąty są wpisane w ten sam okrąg i są równe, to są oparte na równych łukach.

Założenie: dwa kąty są wpisane w ten sam okrąg i są równe

Teza: (te kąty) są oparte na równych łukach

i

Jeżeli dwa kąty są wpisane w ten sam okrąg i są oparte na równych łukach, to są równe.

Założenie: dwa kąty są wpisane w ten sam okrąg i są oparte na równych łukach

Teza: (te kąty) są równe.

Aby udowodnić twierdzenie zapisane w postaci równoważności, należy przeprowadzić dowody obu implikacji.

Ciekawostka

Węgierski matematyk Paul Erdős, jeden z najwybitniejszych matematyków XX wieku często odwoływał się do „księgi ksiąg”, w której Bóg przechowuje perfekcyjne dowody twierdzeń matematycznych. Martin Aigner i Gunter M. Ziegler napisali słynną książkę „*Dowody z Księgi*”, w której zawarli 32 dowody twierdzeń z różnych działów matematyki, wybierając te przykłady tak, aby były zrozumiałe dla każdego, nie tylko dla matematyków. Książkę tę zadedykowali właśnie Paulowi Erdősowi, który tak często do boskiej Księgi się odwoływał.

Słownik

lemat

twierdzenie pomocnicze, którego głównym zastosowaniem jest uproszczenie dowodów innych, bardziej istotnych twierdzeń

Euklides

matematyk grecki (ok. 365 – 270 r. p. n. e.) przez większość życia działający w Aleksandrii, autor Elementów, jednego z najsłynniejszych dzieł matematycznych w historii, w którym usystematyzował i nadał jednolitą postać podstawowej części ówczesnej wiedzy z geometrii płaskiej, przestrzennej i arytmetyki

Pierre de Fermat

matematyk francuski (1601 – 1665), dokonał wielu odkryć w różnych gałęziach matematyki, m. in. teorii liczb, analizie matematycznej, geometrii analitycznej

implikacja

zdanie złożone mające postać „jeśli p to q ”, gdzie p , q są zdaniami logicznymi

twierdzenie

zdanie udowodnione w danej teorii

teza

teza to element budowy twierdzenia

założenie

zbiór warunków, dla których dane twierdzenie jest spełnione

twierdzenie odwrotne

twierdzenie, w którym założenie zamieniono z tezą wyjściowego twierdzenia

Prezentacja multimedialna

Polecenie 1

Zapoznaj się z prezentacją multimedialną, w której sformułowane są różne twierdzenia mówiące o własnościach przykładowych wielokątów. W każdym twierdzeniu wyodrębnione jest założenie i teza.

Polecenie 2

Używając nazw wielokątów widocznych w prezentacji, uzupełnij poniższe zdania tak, aby powstały twierdzenia prawdziwe. W każdym z nich wyodrębnij założenie i tezę.

- a) Przekątne ... przecinają się pod kątem prostym.
- b) Jeśli czworokąt ma jedną parę boków równoległych, to jest ...
- c) Jeśli wielokąt jest prostokątem, to jego przekątne są ...
- d) Pięciokąt ma ... przekątnych.
- e) Jeśli wielokąt ma wszystkie boki równe i wszystkie kąty przystające, to jest wielokątem ...

Sprawdź się

Pokaż ćwiczenia:   

Ćwiczenie 1



Dane jest twierdzenie:

„Jeśli n^3 jest liczbą nieparzystą, to n jest liczbą nieparzystą.”

Wyodrębnij w tym twierdzeniu założenie i tezę. Jak Ci się wydaje, czy to twierdzenie jest prawdziwe? Określ to intuicyjnie, bez dowodzenia. Dlaczego tak lub dlaczego nie? Przeciągnij w odpowiednie miejsca wyrazy lub jednomiany.

Założenie: jest liczbą .

Teza: jest liczbą .

Twierdzenie jest , co wynika z własności mnożenia trzech liczb przez siebie.

Ćwiczenie 2



Dane jest twierdzenie: „ $\sqrt{p}$ jest liczbą niewymierną, jeśli p jest liczbą pierwszą.” Wyodrębnij w tym twierdzeniu założenie i tezę. Jak Ci się wydaje, czy to twierdzenie jest prawdziwe? Określ to intuicyjnie, bez dowodzenia. Dlaczego tak lub dlaczego nie?

☐ Teza: p jest liczbą pierwszą.

☐ Założenie: $\sqrt{p}$ jest liczbą niewymierną.

☐ Założenie: p jest liczbą pierwszą.

☐ Teza: $\sqrt{p}$ jest liczbą niewymierną.

Ćwiczenie 3



Dane jest twierdzenie:

„ q^n jest liczbą wymierną dla wszystkich dodatnich liczb naturalnych n , gdy q jest liczbą wymierną.”

Wypowiedz to twierdzenie swoimi słowami. Wyodrębnij w nim założenie i tezę. Jak Ci się wydaje, czy to twierdzenie jest prawdziwe? Określ to intuicyjnie, bez dowodzenia. Dlaczego tak lub dlaczego nie? Sformułuj to twierdzenie w postaci implikacji, gdzie założenie jest poprzednikiem, a teza następnikiem. Połącz w pary.

Założenie:

jeśli q jest liczbą wymierną, to q^n jest liczbą wymierną dla wszystkich dodatnich liczb naturalnych n

Teza:

q jest liczbą wymierną

Twierdzenie w postaci implikacji:

q^n jest liczbą wymierną dla wszystkich dodatnich liczb naturalnych n

Ćwiczenie 4



Dane jest twierdzenie:

„ $\sqrt{2}$ jest liczbą niewymierną.”

Znajdź założenie i tezę w tym twierdzeniu. Przedstaw je w postaci implikacji. Przeciągnij elementy w odpowiednie miejsca.

Założenie: Liczba $a =$.

Teza: jest liczbą .

Twierdzenie w postaci implikacji: Jeśli $a =$, to a jest liczbą .

wymierną

$\sqrt{2}$

a

$\sqrt{4}$

2

wymierną

niewymierną

$\sqrt{2}$

$\sqrt{4}$

niewymierną

Ćwiczenie 5



Dane jest twierdzenie:

„Kąt wpisany jest równy połowie kąta środkowego opartego na tym samym łuku.”

Znajdź założenie i tezę w tym twierdzeniu. Zapisz je w postaci implikacji.

Ćwiczenie 6



W czworokąt wypukły $ABCD$ można wpisać okrąg wtedy i tylko wtedy, gdy $|AD| + |BC| = |AB| + |CD|$.

To twierdzenie (zapisane w postaci równoważności) zapisz w postaci dwóch twierdzeń, w każdym z nich wyodrębnij założenie i tezę.

Ćwiczenie 7



W trójkącie prostokątnym jedna przyprostokątna jest 4 razy większa od drugiej. Wykaż, że wysokość opuszczona na przeciwprostokątną dzieli ją na odcinki, z których jeden jest 16 razy większy od drugiego.

Przedstaw to zadanie w postaci twierdzenia w formie implikacji, wyodrębnij w nim założenie i tezę. Wpisz prawidłowe liczby.

Twierdzenie: Jeśli w trójkącie prostokątnym jedna przyprostokątna jest razy większa od drugiej, to wysokość opuszczona na przeciwprostokątną dzieli ją na odcinki, z których jeden jest razy większy od drugiego.

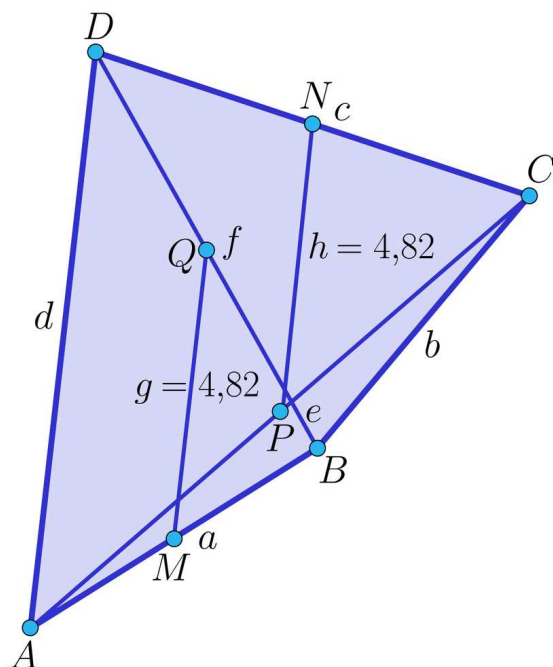
Założenie: W trójkącie prostokątnym jedna przyprostokątna jest razy większa od drugiej.

Teza: Wysokość opuszczona na przeciwprostokątną dzieli ją na odcinki, z których jeden jest razy większy od drugiego.

Ćwiczenie 8



Dany jest czworokąt wypukły $ABCD$ niebędący równoległobokiem. Punkty M , N są odpowiednio środkami boków AB i CD . Punkty P , Q są odpowiednio środkami przekątnych AC i BD . Uzasadnij, że $MQ \parallel PN$.



Sformułuj twierdzenie wynikające z treści zadania.

Dla nauczyciela

Autor: Anna Rybak

Przedmiot: Matematyka

Temat: Twierdzenie – jego budowa i związek ze zdaniem logicznym. Dlaczego implikacja jest ważna w dowodzeniu twierdzeń?

Grupa docelowa:

III etap edukacyjny, liceum ogólnokształcące, technikum, zakres rozszerzony

Podstawa programowa:

Cele kształcenia – wymagania ogólne

II. Wykorzystanie i tworzenie informacji.

2) Używanie języka matematycznego do tworzenia tekstów matematycznych, w tym do opisu prowadzonych rozumowań i uzasadniania wniosków.

IV. Rozumowanie i argumentacja.

1) Przeprowadzanie rozumowań, także kilkietapowych, podawanie argumentów uzasadniających poprawność rozumowania.

Treści nauczania – wymagania szczegółowe

I. Liczby rzeczywiste.

Zakres podstawowy. Uczeń:

2) przeprowadza proste dowody dotyczące podzielności liczb całkowitych i reszt z dzielenia nie trudniejsze niż:

- a) dowód podzielności przez 24 iloczynu czterech kolejnych liczb naturalnych,
- b) dowód własności: jeśli liczba przy dzieleniu przez 5 daje resztę 3, to jej trzecia potęga przy dzieleniu przez 5 daje resztę 2;

VIII. Planimetria.

Zakres podstawowy. Uczeń:

- 3) rozpoznaje wielokąty foremne i korzysta z ich podstawowych własności;
- 4) korzysta z własności kątów i przekątnych w prostokątach, równoległobokach, rombach i trapezach;
- 5) stosuje własności kątów wpisanych i środkowych;

Kształtowane kompetencje kluczowe:

- kompetencje w zakresie rozumienia i tworzenia informacji;
- kompetencje matematyczne oraz kompetencje w zakresie nauk przyrodniczych, technologii i inżynierii;
- kompetencje cyfrowe;
- kompetencje osobiste, społeczne i w zakresie umiejętności uczenia się.

Cele operacyjne:

Uczeń:

- zna zasady budowy twierdzeń;
- wyodrębnia założenie i tezę w twierdzeniu;
- formułuje twierdzenia w formie implikacji;
- intuicyjnie określa prawdziwość lub nieprawdziwość twierdzenia, argumentując swoje zdanie – bez dowodzenia.

Strategie nauczania:

- konstruktywizm.

Metody i techniki nauczania:

- burza mózgów;
- praca z tekstem matematycznym;
- dyskusja;
- ćwiczenia.

Formy pracy:

- praca indywidualna;
- praca całego zespołu klasowego.

Środki dydaktyczne:

- komputery z dostępem do Internetu;
- zasoby multimedialne zawarte w e-materiale;
- tablica interaktywna/tablica, pisak/kreda.

Przebieg lekcji

Faza wstępna:

1. Uczniowie metodą burzy mózgów określają, co rozumieją pod pojęciami „twierdzenie”, podają przykłady znanych im twierdzeń.
2. Nauczyciel przedstawia uczniom temat – „Twierdzenie – jego budowa i związek ze zdaniem logicznym. Dlaczego implikacja jest ważna w dowodzeniu twierdzeń?”,

wskazuje cele zajęć oraz ustala z nimi kryteria sukcesu.

Faza realizacyjna:

1. Uczniowie wspólnie zapoznają się z informacjami w sekcji „Przeczytaj”. Czynią to partiami i w połączeniu z dyskusją nad poszczególnymi zagadnieniami. Analizują twierdzenia z Przykładu 1, po czym przypominają swoje wiadomości na temat implikacji. Następnie formułują twierdzenia z Przykładu 1 w formie implikacji, wyodrębniają założenie i tezę w każdym z nich, sprawdzają poprawność swoich wyników analizując Przykład 2.
2. Następnie analizują resztę materiału z sekcji „Przeczytaj”, zwracając uwagę na budowę twierdzenia odwrotnego do danego i na to, że twierdzenie odwrotne do danego (prawdziwego) nie musi być prawdziwe.
3. Omawiają Przykład 3 (twierdzenie odwrotne do danego nie jest prawdziwe) i Przykład 4 (twierdzenie w postaci równoważności).
4. Uczniowie indywidualnie analizują materiał przedstawiony w sekcji „Prezentacja multimedialna” i wykonują Polecenie 2. Podsumowują w formie dyskusji tę część pracy.
5. Uczniowie wykonują ćwiczenia 1 i 2 z sekcji „Sprawdź się”, następnie dyskutują o rozwiązaniach sprawdzając ich poprawność i uzasadniając swoje decyzje. Wspólnie wypełniają tabelę umieszczoną pod ćwiczeniem 5. Dyskutują nad ćwiczeniem 8, proponując swoje sformułowania twierdzenia.

Faza podsumowująca:

1. Nauczyciel zadaje uczniom pytania: Co było w lekcji trudne? Co było w lekcji interesujące? Co chcielibyście zmienić, gdyby lekcja miała być przeprowadzona jeszcze raz? Jeszcze raz krótko odnosi się do elementów wskazanych jako trudne, komentuje propozycje zmian w lekcji.
2. Uczniowie krótko podsumowują swoje osiągnięcia, rozwijając zdanie: Na dzisiejszych zajęciach można było dowiedzieć się ...

Praca domowa:

- Uczniowie wykonują ćwiczenia 6 i 7 z sekcji „Sprawdź się”.

Materiały pomocnicze:

- [Twierdzenia i ich rodzaje](#)

Wskazówki metodyczne:

- Prezentację multimedialną można też wykorzystać do przeprowadzenia następującej gry w parach:
Uczeń/uczenica wybiera figurę i opisuje jej własności nie wymieniając nazwy, zaś kolega/koleżanka z pary ma za zadanie określić, jaka figura (z pokazanych

w prezentacji) posiada te własności oraz sformułować twierdzenie dotyczące którejś z własności tej figury. Następnie osoby z pary zamieniają się rolami. Przykład: Figura posiada cztery równe boki, jej kąty nie są równe, przekątne przecinają się w połowie pod kątem prostym. Opis dotyczy rombu. Przykładowe twierdzenie: Jeśli czworokąt jest rombem, to jego przekątne przecinają się pod kątem prostym. Można wzbogacić grę o element rywalizacji: kto sformułuje więcej twierdzeń dotyczących własności danej figury.