# OPIS WYMAGAŃ EDUKACYJNYCH Z MATEMATYKI

W opisie uwzględniono podział umiejętności pomiędzy klasy oraz klasyfikacje ich na odpowiednie poziomy wymagań (konieczne – ocena dopuszczająca, podstawowe – ocena dostateczna, rozszerzające – ocena dobra, dopełniające – ocena bardzo dobra). Klasyfikacja podwójna, np. K-P, oznacza, że prostsze zadania dotyczące danego zagadnienia należy traktować jako wymagane na poziomie K, a trudniejsze – P.

Za wymagania na poziomie W należy uznać spełnienie wszystkich wymagań z poziomów niższych oraz umiejętność rozwiązywania zadań znacznie wykraczających poza wymagania na poziomie D stopniem trudności lub tematyką.

|  |  |
| --- | --- |
| **Wymagania – zakres podstawowy** | **KLASA** |
| **I** | **II** | **III** | **IV** |
| **Liczby rzeczywiste.** Uczeń: |
| wykonuje działania (dodawanie, odejmowanie, mnożenie, dzielenie, potęgowanie, pierwiastkowanie, logarytmowanie) w zbiorze liczb rzeczywistych | K-P |  |  |  |
| przeprowadza proste dowody dotyczące podzielności liczb całkowitych i reszt z dzielenia | P-R |  |  |  |
| stosuje własności pierwiastków dowolnego stopnia, w tym pierwiastków stopnia nieparzystego z liczb ujemnych | K-P |  |  |  |
| stosuje związek pierwiastkowania z potęgowaniem oraz prawa działań na potęgach i pierwiastkach | K |  |  |  |
| stosuje monotoniczność potęgowania | P-R |  |  |  |
| posługuje się pojęciem przedziału liczbowego, zaznacza przedziały na osi liczbowej | K-P |  |  |  |
| stosuje interpretację geometryczną i algebraiczną wartości bezwzględnej, rozwiązuje równania z wartością bezwzględną | P-R |  |  |  |
| wykorzystuje własności potęgowania i pierwiastkowania w sytuacjach praktycznych, w tym do obliczania procentów składanych, zysków z lokat i kosztów kredytów | P-R |  | P-R |  |
| stosuje związek logarytmowania z potęgowaniem, posługuje się wzorami na logarytm iloczynu, logarytm ilorazu i logarytm potęgi | P-R | P-R |  |  |
| **Wyrażenia algebraiczne.** Uczeń: |
| stosuje wzory skróconego mnożenia: $\left(a+b\right)^{2}$, $\left(a-b\right)^{2}$, $a^{2}-b^{2}$ | P |  |  |  |
| dodaje, odejmuje i mnoży wielomiany jednej i wielu zmiennych | K-P |  |  |  |
| wyłącza poza nawias jednomian z sumy algebraicznej | K | K |  |  |
| mnoży i dzieli wyrażenia wymierne |  |  | K-P |  |
| **Równania i nierówności.** Uczeń: |
| przekształca równania i nierówności w sposób równoważny | K-P | K-D | K-D |  |
| interpretuje równania i nierówności liniowe sprzeczne oraz tożsamościowe | P-R |  |  |  |
| rozwiązuje nierówności liniowe z jedną niewiadomą | K-P |  |  |  |
| rozwiązuje równania i nierówności kwadratowe | K-P | K-P |  |  |
| rozwiązuje równania wielomianowe postaci $W(x)=0$ dla wielomianów doprowadzonych do postaci iloczynowej |  | K-R |  |  |
| **Układy równań.** Uczeń: |
| rozwiązuje układy równań liniowych z dwiema niewiadomymi, podaje interpretację geometryczną układów oznaczonych, nieoznaczonych i sprzecznych | K-P |  |  | K-D |
| stosuje układy równań do rozwiązywania zadań tekstowych | K-R |  |  |  |
| **Funkcje.** Uczeń: |
| określa funkcje jako jednoznaczne przyporządkowanie za pomocą opisu słownego, tabeli, wykresu, wzoru (także różnymi wzorami na różnych przedziałach) | K-R | P-D |  |  |
| oblicza wartość funkcji zadanej wzorem algebraicznym | K | K-R |  |  |
| odczytuje i interpretuje wartości funkcji określonych za pomocą tabel, wykresów, wzorów itp., również w sytuacjach wielokrotnego użycia tego samego źródła informacji lub kilku źródeł jednocześnie | K-P | K-P |  |  |
| odczytuje z wykresu funkcji: dziedzinę, zbiór wartości, miejsca zerowe, przedziały monotoniczności, przedziały, w których funkcja przyjmuje wartości większe (nie mniejsze) lub mniejsze (nie większe) od danej liczby, największe i najmniejsze wartości funkcji (o ile istnieją) w danym przedziale domkniętym oraz argumenty, dla których wartości największe i najmniejsze są przez funkcję przyjmowane | K-R | K-R |  |  |
| interpretuje współczynniki występujące we wzorze funkcji liniowej | P |  |  |  |
| wyznacza wzór funkcji liniowej na podstawie informacji o jej wykresie lub o jej własnościach | K-P |  |  |  |
| szkicuje wykres funkcji kwadratowej zadanej wzorem | P | P |  |  |
| interpretuje współczynniki występujące we wzorze funkcji kwadratowej w postaci ogólnej, kanonicznej i iloczynowej (jeśli istnieje) | P-R |  |  |  |
| wyznacza wzór funkcji kwadratowej na podstawie informacji o tej funkcji lub o jej wykresie | P-R |  |  |  |
| wyznacza największą i najmniejszą wartość funkcji kwadratowej w przedziale domkniętym | P |  |  |  |
| wykorzystuje własności funkcji liniowej i kwadratowej do interpretacji zagadnień geometrycznych, fizycznych itp., także osadzonych w kontekście praktycznym | P-R | P-R |  |  |
| na podstawie wykresu funkcji $y=f(x)$ szkicuje wykresy funkcji, $y=f(x-a)$, $y=f(x)+b$ | K-P | P-R |  |  |
| posługuje się funkcją $f(x)=\frac{a}{x}$, w tym jej wykresem, do opisu i interpretacji zagadnień związanych z wielkościami odwrotnie proporcjonalnymi, również w zastosowaniach praktycznych | P-R |  |  |  |
| posługuje się funkcjami wykładniczą i logarytmiczną, w tym ich wykresami, do opisu i interpretacji zagadnień związanych z zastosowaniami praktycznymi |  | P-R |  |  |
| **Ciągi.** Uczeń: |
| oblicza wyrazy ciągu określonego wzorem ogólnym |  |  | K |  |
| oblicza początkowe wyrazy ciągów określonych rekurencyjnie |  |  | K-P |  |
| w prostych przypadkach bada, czy ciąg jest rosnący, czy malejący |  |  | P |  |
| sprawdza, czy dany ciąg jest arytmetyczny lub geometryczny |  |  | K |  |
| stosuje wzór na $n$*-*ty wyraz i na sumę $n$ początkowych wyrazów ciągu arytmetycznego |  |  | K-P |  |
| stosuje wzór na $n$*-*ty wyraz i na sumę $n$ początkowych wyrazów ciągu geometrycznego |  |  | K-P |  |
| wykorzystuje własności ciągów, w tym arytmetycznych i geometrycznych, do rozwiązywania zadań, również osadzonych w kontekście praktycznym |  |  | P-R |  |
| **Trygonometria** |
| Uczeń: |
| wykorzystuje definicje funkcji: sinus, cosinus i tangens dla kątów od $0°$ do $180°$, w szczególności wyznacza wartości funkcji trygonometrycznych dla kątów $30°$, $45°$, $60°$ |  | K-R |  |  |
| korzysta z wzorów $sin^{2}α+cos^{2}α=1$, $tg α=\frac{\sin(α)}{\cos(α)}$ |  | K-R |  |  |
| stosuje twierdzenie cosinusów oraz wzór na pole trójkąta $P=\frac{1}{2}∙a∙b∙\sin(γ)$ |  | P-R |  |  |
| oblicza kąty trójkąta prostokątnego i długości jego boków przy odpowiednich danych (rozwiązuje trójkąty prostokątne, w tym z wykorzystaniem funkcji trygonometrycznych) |  | P-R |  |  |
| **Planimetria.** Uczeń: |
| wyznacza promienie i średnice okręgów, długości cięciw okręgów oraz odcinków stycznych, w tym z wykorzystaniem twierdzenia Pitagorasa |  | K-R |  |  |
| rozpoznaje trójkąty ostrokątne, prostokątne i rozwartokątne przy danych długościach boków (m.in. stosuje twierdzenie odwrotne do twierdzenia Pitagorasa i twierdzenie cosinusów); stosuje twierdzenie: w trójkącie naprzeciw większego kąta wewnętrznego leży dłuższy bok |  | K-P |  |  |
| rozpoznaje wielokąty foremne i korzysta z ich podstawowych własności |  | K-P |  |  |
| korzysta z własności kątów i przekątnych w prostokątach, równoległobokach, rombach i trapezach |  | K |  |  |
| stosuje własności kątów wpisanych i środkowych |  | K-P |  |  |
| stosuje wzory na pole wycinka koła i długość łuku okręgu |  | P |  |  |
| stosuje twierdzenie Talesa |  | P-R | P-R |  |
| korzysta z cech podobieństwa trójkątów |  |  | P |  |
| wykorzystuje zależności między obwodami oraz między polami figur podobnych |  |  | P-R |  |
| wskazuje podstawowe punkty szczególne w trójkącie: środek okręgu wpisanego w trójkąt, środek okręgu opisanego na trójkącie, ortocentrum, środek ciężkości oraz korzysta z ich własności |  | P-R |  |  |
| przeprowadza dowody geometryczne |  | P-D | P-D |  |
| stosuje funkcje trygonometryczne do wyznaczania długości odcinków w figurach płaskich oraz obliczania pól figur |  | P-D |  |  |
| **Geometria analityczna na płaszczyźnie kartezjańskiej.** Uczeń: |
| rozpoznaje wzajemne położenie prostych na płaszczyźnie na podstawie ich równań, w tym znajduje wspólny punkt dwóch prostych, jeśli taki istnieje | P |  |  | K-P |
| posługuje się równaniami prostych na płaszczyźnie, w postaci kierunkowej i ogólnej, w tym wyznacza równanie prostej o zadanych własnościach (takich jak np. przechodzenie przez dwa dane punkty, znany współczynnik kierunkowy, równoległość do innej prostej) |  |  |  | P-R |
| oblicza odległość dwóch punktów w układzie współrzędnych |  |  |  | K |
| posługuje się równaniem okręgu $\left(x-a\right)^{2}+\left(y-b\right)^{2}=r^{2}$ |  |  |  | R-P |
| wyznacza obrazy okręgów i wielokątów w symetriach osiowych względem osi układu współrzędnych, symetrii środkowej (o środku w początku układu współrzędnych) |  |  |  | P |
| **Stereometria.** Uczeń: |
| rozpoznaje wzajemne położenie prostych w przestrzeni, w szczególności proste prostopadłe nieprzecinające się |  |  | P |  |
| posługuje się pojęciem kąta między prostą a płaszczyzną oraz pojęciem kąta dwuściennego między półpłaszczyznami |  |  | P-R |  |
| rozpoznaje w graniastosłupach i ostrosłupach kąty między odcinkami (np. krawędziami, krawędziami i przekątnymi) oraz kąty między ścianami, oblicza miary tych kątów |  | P-R | P-R |  |
| rozpoznaje w walcach i w stożkach kąt między odcinkami oraz kąt między odcinkami i płaszczyznami (np. kąt rozwarcia stożka, kąt między tworzącą a podstawą), oblicza miary tych kątów |  | P-R | P-R |  |
| oblicza objętości i pola powierzchni graniastosłupów, ostrosłupów, walca, stożka i kuli, również z wykorzystaniem trygonometrii |  | K-R | K-R |  |
| wykorzystuje zależność między objętościami brył podobnych |  |  | P |  |
| **Kombinatoryka.** Uczeń: |
| zlicza obiekty w prostych sytuacjach kombinatorycznych |  |  |  | K-P |
| zlicza obiekty, stosując reguły mnożenia i dodawania (także łącznie) dla dowolnej liczby czynności |  |  |  | K-R |
| **Rachunek prawdopodobieństwa i statystyka.** Uczeń: |
| oblicza prawdopodobieństwo w modelu klasycznym |  |  |  | K-R |
| oblicza średnią arytmetyczną i średnią ważoną, znajduje medianę i dominantę |  |  | K-R |  |
| **Optymalizacja i rachunek różniczkowy.** Uczeń: |
| rozwiązuje zadania optymalizacyjne w sytuacjach dających się opisać funkcją kwadratową | P-D |  |  |  |

|  |  |
| --- | --- |
| **Wymagania – zakres rozszerzony** | **KLASA** |
| **I** | **II** | **III** | **IV** |
| **Liczby rzeczywiste.** Uczeń: |
| wykonuje działania (dodawanie, odejmowanie, mnożenie, dzielenie, potęgowanie, pierwiastkowanie, logarytmowanie) w zbiorze liczb rzeczywistych | K-P |  |  |  |
| przeprowadza proste dowody dotyczące podzielności liczb całkowitych i reszt z dzielenia | P-R |  |  |  |
| stosuje własności pierwiastków dowolnego stopnia, w tym pierwiastków stopnia nieparzystego z liczb ujemnych | K-P |  |  |  |
| stosuje związek pierwiastkowania z potęgowaniem oraz prawa działań na potęgach i pierwiastkach | K |  |  |  |
| stosuje monotoniczność potęgowania | P-R |  |  |  |
| posługuje się pojęciem przedziału liczbowego, zaznacza przedziały na osi liczbowej | K-P |  |  |  |
| stosuje interpretację geometryczną i algebraiczną wartości bezwzględnej, rozwiązuje równania z wartością bezwzględną | P-R |  |  |  |
| wykorzystuje własności potęgowania i pierwiastkowania w sytuacjach praktycznych, w tym do obliczania procentów składanych, zysków z lokat i kosztów kredytów | P-R |  | P-R |  |
| stosuje związek logarytmowania z potęgowaniem, posługuje się wzorami na logarytm iloczynu, logarytm ilorazu i logarytm potęgi | P-R | P-R |  |  |
| stosuje wzór na zamianę podstawy logarytmu | P-R | P-R |  |  |
| **Wyrażenia algebraiczne.** Uczeń: |
| stosuje wzory skróconego mnożenia na: $\left(a+b\right)^{2}$, $\left(a-b\right)^{2}$, $a^{2}-b^{2}$ | P |  |  |  |
| dodaje, odejmuje i mnoży wielomiany jednej i wielu zmiennych | K-P |  |  |  |
| wyłącza poza nawias jednomian z sumy algebraicznej | K | K |  |  |
| mnoży i dzieli wyrażenia wymierne |  |  | K-P |  |
| dzieli wielomian jednej zmiennej $W\left(x\right)$ przez dwumian postaci $x-a$ |  | P-R |  |  |
| rozkłada wielomiany na czynniki metodą wyłączania wspólnego czynnika przed nawias oraz metodą grupowania wyrazów |  | P-R |  |  |
| znajduje pierwiastki całkowite wielomianu o współczynnikach całkowitych |  | P-R |  |  |
| stosuje podstawowe własności trójkąta Pascala oraz własności współczynnika dwumianowego (symbolu Newtona) |  |  | K-R |  |
| korzysta ze wzorów na: $a^{3}+b^{3}$, $a^{3}-b^{3}$, $a^{n}-b^{n}$, $\left(a+b\right)^{n}$, $\left(a-b\right)^{n}$ |  |  | R-W |  |
| dodaje i odejmuje wyrażenia wymierne |  |  | K-R |  |
| **Równania i nierówności.** Uczeń: |
| przekształca równania i nierówności w sposób równoważny | K-P | K-D | K-D |  |
| interpretuje równania i nierówności sprzeczne oraz tożsamościowe | P-R |  |  |  |
| rozwiązuje nierówności liniowe z jedną niewiadomą | K-P |  |  |  |
| rozwiązuje równania i nierówności kwadratowe | K-P | K-P |  |  |
| rozwiązuje równania wielomianowe postaci $W(x)=0$ dla wielomianów doprowadzonych do postaci iloczynowej |  | K-R |  |  |
| rozwiązuje równania wielomianowe $W(x)=0$ oraz nierówności wielomianowe typu $W\left(x\right)>0$, $W\left(x\right)\geq 0$, $W\left(x\right)<0$, $W\left(x\right)\leq 0$ dla wielomianów doprowadzonych do postaci iloczynowej lub takich, które dają się doprowadzić do postaci iloczynowej metodą wyłączania wspólnego czynnika przed nawias lub metodą grupowania |  | P |  |  |
| rozwiązuje równania i nierówności wymierne, które dadzą się sprowadzić do równania lub nierówności liniowej lub kwadratowej |  |  | K-R |  |
| stosuje wzory Viète’a dla równań kwadratowych | K-P |  | P-R |  |
| rozwiązuje równania i nierówności z wartością bezwzględną | K-W |  |  |  |
| analizuje równania i nierówności liniowe z parametrami oraz równania i nierówności kwadratowe z parametrami, w szczególności: wyznacza liczbę rozwiązań w zależności od parametrów, podaje warunki, przy których rozwiązania mają określone znaki bądź należą do określonego przedziału, wyznacza rozwiązania w zależności od parametrów | K-W |  | P-W |  |
| rozwiązuje równania wielomianowe, które dają się doprowadzić do równania kwadratowego, w szczególności równania dwukwadratowe |  | P |  |  |
| rozwiązuje równania wymierne postaci $\frac{V\left(x\right)}{W\left(x\right)}=0$, gdzie wielomiany $V\left(x\right)$ i $W\left(x\right)$ są zapisane w postaci iloczynowej |  |  | K-R |  |
| **Układy równań.** Uczeń: |
| rozwiązuje układy równań liniowych z dwiema niewiadomymi, podaje interpretację geometryczną układów oznaczonych, nieoznaczonych i sprzecznych | K-P |  | K-D |  |
| stosuje układy równań do rozwiązywania zadań tekstowych | K-R |  |  |  |
| rozwiązuje układy równań liniowych i kwadratowych z dwiema niewiadomymi, które można sprowadzić do równania kwadratowego lub liniowego | K-R |  | K-R |  |
| **Funkcje.** Uczeń: |
| określa funkcje jako jednoznaczne przyporządkowanie za pomocą opisu słownego, tabeli, wykresu, wzoru (także różnymi wzorami na różnych przedziałach) | K-R | P-D |  |  |
| oblicza wartość funkcji zadanej wzorem algebraicznym | K | K-R |  |  |
| odczytuje i interpretuje wartości funkcji określonych za pomocą tabel, wykresów, wzorów itp., również w sytuacjach wielokrotnego użycia tego samego źródła informacji lub kilku źródeł jednocześnie | K-P | K-P |  |  |
| odczytuje z wykresu funkcji: dziedzinę, zbiór wartości, miejsca zerowe, przedziały monotoniczności, przedziały, w których funkcja przyjmuje wartości większe (nie mniejsze) lub mniejsze (nie większe) od danej liczby, największe i najmniejsze wartości funkcji (o ile istnieją) w danym przedziale domkniętym oraz argumenty, dla których wartości największe i najmniejsze są przez funkcję przyjmowane | K-R | K-R |  |  |
| interpretuje współczynniki występujące we wzorze funkcji liniowej | P |  |  |  |
| wyznacza wzór funkcji liniowej na podstawie informacji o jej wykresie lub o jej własnościach | K-P |  |  |  |
| szkicuje wykres funkcji kwadratowej zadanej wzorem | P | P |  |  |
| interpretuje współczynniki występujące we wzorze funkcji kwadratowej w postaci ogólnej, kanonicznej i iloczynowej (jeśli istnieje) | P-R |  |  |  |
| wyznacza wzór funkcji kwadratowej na podstawie informacji o tej funkcji lub o jej wykresie | P-R |  |  |  |
| wyznacza największą i najmniejszą wartość funkcji kwadratowej w przedziale domkniętym | P |  |  |  |
| wykorzystuje własności funkcji liniowej i kwadratowej do interpretacji zagadnień geometrycznych, fizycznych itp., także osadzonych w kontekście praktycznym | P-R | P-R |  |  |
| na podstawie wykresu funkcji $y=f(x)$ szkicuje wykresy funkcji $y=f(x-a)$, $y=f(x)+b$ | K-P | P-R |  |  |
| posługuje się funkcją $f(x)=\frac{a}{x}$, w tym jej wykresem, do opisu i interpretacji zagadnień związanych z wielkościami odwrotnie proporcjonalnymi, również w zastosowaniach praktycznych | P-R |  |  |  |
| posługuje się funkcjami wykładniczą i logarytmiczną, w tym ich wykresami, do opisu i interpretacji zagadnień związanych z zastosowaniami praktycznymi |  | P-R |  |  |
| na podstawie wykresu funkcji $y=f(x)$ rysuje wykres funkcji $y=-f\left(x\right)$, $y=f\left(-x\right)$ | K-R |  |  |  |
| posługuje się złożeniami funkcji | P-R |  |  | P-R |
| dowodzi monotoniczności funkcji zadanej wzorem |  |  | P-R |  |
| **Ciągi.** Uczeń: |
| oblicza wyrazy ciągu określonego wzorem ogólnym |  |  | K |  |
| oblicza początkowe wyrazy ciągów określonych rekurencyjnie |  |  | K-P |  |
| w prostych przypadkach bada, czy ciąg jest rosnący, czy malejący |  |  | P |  |
| sprawdza, czy dany ciąg jest arytmetyczny lub geometryczny |  |  | K |  |
| stosuje wzór na $n$-ty wyraz i na sumę $n$ początkowych wyrazów ciągu arytmetycznego |  |  | K-P |  |
| stosuje wzór na $n$-ty wyraz i na sumę $n$ początkowych wyrazów ciągu geometrycznego |  |  | K-P |  |
| wykorzystuje własności ciągów, w tym arytmetycznych i geometrycznych, do rozwiązywania zadań, również osadzonych w kontekście praktycznym |  |  | P-R |  |
| oblicza granice ciągów, korzystając z granic ciągów typu $\frac{1}{n}$, $\sqrt[n]{a}$ oraz twierdzeń o granicach sumy, różnicy, iloczynu i ilorazu ciągów zbieżnych, a także twierdzenia o trzech ciągach |  |  | K-R |  |
| rozpoznaje zbieżne szeregi geometryczne i oblicza ich sumę |  |  | K-R |  |
| **Trygonometria.** Uczeń: |
| wykorzystuje definicje funkcji: sinus, cosinus i tangens dla kątów od $0°$ do $180°$, w szczególności wyznacza wartości funkcji trygonometrycznych dla kątów $30°$, $45°$, $60°$ |  | K-R |  |  |
| korzysta z wzorów $sin^{2}α+cos^{2}α=1$, $tgα=\frac{sinα}{cosα}$ |  | K-R |  |  |
| stosuje twierdzenie cosinusów oraz wzór na pole trójkąta $P=\frac{1}{2}∙a∙b∙\sin(γ)$ |  | P-R |  |  |
| oblicza kąty trójkąta i długości jego boków przy odpowiednich danych (rozwiązuje trójkąty prostokątne, w tym z wykorzystaniem funkcji trygonometrycznych) |  | P-R |  |  |
| stosuje miarę łukową, zamienia stopnie na radiany i odwrotnie |  |  | K-P |  |
| posługuje się wykresami funkcji trygonometrycznych: sinus, cosinus, tangens |  |  | K-R |  |
| wykorzystuje okresowość funkcji trygonometrycznych |  |  | P-R |  |
| stosuje wzory redukcyjne dla funkcji trygonometrycznych |  |  | P-D |  |
| korzysta z wzorów na sinus, cosinus i tangens sumy i różnicy kątów, a także na funkcje trygonometryczne kątów podwojonych |  |  | P-D |  |
| rozwiązuje równania trygonometryczne |  |  | K-D |  |
| stosuje twierdzenie sinusów |  | P-R |  |  |
| oblicza kąty trójkąta i długości jego boków przy odpowiednich danych (rozwiązuje trójkąty) |  |  | P-R |  |
| **Planimetria.** Uczeń: |
| wyznacza promienie i średnice okręgów, długości cięciw okręgów oraz odcinków stycznych, w tym z wykorzystaniem twierdzenia Pitagorasa |  | K-R |  |  |
| rozpoznaje trójkąty ostrokątne, prostokątne i rozwartokątne przy danych długościach boków (m.in. stosuje twierdzenie odwrotne do twierdzenia Pitagorasa i twierdzenie cosinusów); stosuje twierdzenie: w trójkącie naprzeciw większego kąta wewnętrznego leży dłuższy bok |  | K-P |  |  |
| rozpoznaje wielokąty foremne i korzysta z ich podstawowych własności |  | K-P |  |  |
| korzysta z własności kątów i przekątnych w prostokątach, równoległobokach, rombach i trapezach |  | K |  |  |
| stosuje własności kątów wpisanych i środkowych |  | K-P |  |  |
| stosuje wzory na pole wycinka koła i długość łuku okręgu |  | P |  |  |
| stosuje twierdzenie Talesa |  | P-R | P-R |  |
| korzysta z cech podobieństwa trójkątów |  |  | P |  |
| wykorzystuje zależności między obwodami oraz między polami figur podobnych |  |  | P-R |  |
| wskazuje podstawowe punkty szczególne w trójkącie: środek okręgu wpisanego w trójkąt, środek okręgu opisanego na trójkącie, ortocentrum, środek ciężkości oraz korzysta z ich własności |  | P-R |  |  |
| przeprowadza dowody geometryczne | P-D | P-D | P-D |  |
| stosuje funkcje trygonometryczne do wyznaczania długości odcinków w figurach płaskich oraz obliczania pól figur |  | P-D |  |  |
| stosuje własności czworokątów wpisanych w okrąg i opisanych na okręgu |  | K-R |  |  |
| stosuje twierdzenie odwrotne do twierdzenia Talesa |  | P-R | P-R |  |
| **Geometria analityczna na płaszczyźnie kartezjańskiej.** Uczeń: |
| rozpoznaje wzajemne położenie prostych na płaszczyźnie na podstawie ich równań, w tym znajduje wspólny punkt dwóch prostych, jeśli taki istnieje | P |  | K-P |  |
| posługuje się równaniami prostych na płaszczyźnie, w postaci kierunkowej i ogólnej, w tym wyznacza równanie prostej o zadanych własnościach (takich jak np. przechodzenie przez dwa dane punkty, znany współczynnik kierunkowy, równoległość do innej prostej) |  |  | P-R |  |
| oblicza odległość dwóch punktów w układzie współrzędnych |  |  | K |  |
| posługuje się równaniem okręgu $\left(x-a\right)^{2}+\left(y-b\right)^{2}=r^{2}$ |  |  | R-P |  |
| wyznacza obrazy okręgów i wielokątów w symetriach osiowych względem osi układu współrzędnych, symetrii środkowej (o środku w początku układu współrzędnych) |  |  | P |  |
| znajduje punkty wspólne prostej i okręgu |  |  | P-R |  |
| znajduje punkty wspólne dwóch okręgów |  |  |  |  |
| zna pojęcie wektora i oblicza jego współrzędne oraz długość, dodaje wektory i mnoży wektor przez liczbę, oba te działania wykonuje zarówno analitycznie, jak i geometrycznie | K-D |  |  |  |
| wyznacza równanie prostej prostopadłej do zadanej prostej i prostej stycznej do zadanego okręgu |  |  | P-R |  |
| **Stereometria.** Uczeń: |
| rozpoznaje wzajemne położenie prostych w przestrzeni, w szczególności proste prostopadłe nieprzecinające się |  |  | P |  |
| posługuje się pojęciem kąta między prostą a płaszczyzną oraz pojęciem kąta dwuściennego między półpłaszczyznami |  |  | P-R |  |
| rozpoznaje w graniastosłupach i ostrosłupach kąty między odcinkami (np. krawędziami, krawędziami i przekątnymi) oraz kąty między ścianami, oblicza miary tych kątów |  | P-R | P-R |  |
| rozpoznaje w walcach i w stożkach kąt między odcinkami oraz kąt między odcinkami i płaszczyznami (np. kąt rozwarcia stożka, kąt między tworzącą a podstawą), oblicza miary tych kątów |  | P-R | P-R |  |
| oblicza objętości i pola powierzchni graniastosłupów, ostrosłupów, walca, stożka i kuli, również z wykorzystaniem trygonometrii |  | K-R | K-R |  |
| wykorzystuje zależność między objętościami brył podobnych |  |  | P |  |
| zna i stosuje twierdzenie o prostej prostopadłej do płaszczyzny i o trzech prostopadłych |  |  | P-R |  |
| wyznacza przekroje sześcianu i ostrosłupów prawidłowych oraz oblicza ich pola, także z wykorzystaniem trygonometrii |  |  | P-D |  |
| **Kombinatoryka.** Uczeń: |
| zlicza obiekty w prostych sytuacjach kombinatorycznych |  |  |  | K-P |
| zlicza obiekty, stosując reguły mnożenia i dodawania (także łącznie) dla dowolnej liczby czynności |  |  |  | K-R |
| oblicza liczbę możliwych sytuacji, spełniających określone kryteria, z wykorzystaniem reguły mnożenia i dodawania (także łącznie) oraz wzorów na liczbę: permutacji, kombinacji i wariacji |  |  |  | K-D |
| stosuje współczynnik dwumianowy (symbol Newtona) i jego własności przy rozwiązywaniu problemów kombinatorycznych |  |  |  | P-D |
| **Rachunek prawdopodobieństwa i statystyka.** Uczeń: |
| oblicza prawdopodobieństwo w modelu klasycznym |  |  |  | K-R |
| oblicza średnią arytmetyczną i średnią ważoną, znajduje medianę i dominantę |  | K-R |  |  |
| oblicza prawdopodobieństwo warunkowe i stosuje wzór Bayesa, stosuje twierdzenie o prawdopodobieństwie całkowitym |  |  |  | P-D |
| stosuje schemat Bernoullego |  |  |  | P-D |
| **Optymalizacja i rachunek różniczkowy.** Uczeń: |
| rozwiązuje zadania optymalizacyjne w sytuacjach dających się opisać funkcją kwadratową | P-D |  |  |  |
| oblicza granice funkcji (w tym jednostronne) |  |  |  | K-R |
| stosuje własność Darboux do uzasadniania istnienia miejsca zerowego funkcji |  |  |  | R-D |
| stosuje definicję pochodnej funkcji, podaje interpretację geometryczną i fizyczną pochodnej |  |  |  | P |
| oblicza pochodną funkcji potęgowej o wykładniku rzeczywistym oraz oblicza pochodną, korzystając z twierdzeń o pochodnej sumy, różnicy, iloczynu, ilorazu i funkcji złożonej |  |  |  | K-R |
| stosuje pochodną do badania monotoniczności funkcji |  |  |  | P-R |
| rozwiązuje zadania optymalizacyjne z zastosowaniem pochodnej |  |  |  | P-W |