

**Zakres materiału i wymagania podstawy programowej z matematyki
dla II klasy czteroletniego liceum – zakres podstawowy**

Zakres materiału

<p>I Funkcje – powtórka</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Pojęcie funkcji 2. Czytanie wykresów 3. Monotoniczność funkcji 4. Wzór i wykres funkcji liniowej 5. Własności funkcji liniowej 6. Proporcjonalność prosta i odwrotna 	<p>II Równania kwadratowe</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Równania kwadratowe w najprostszej postaci 2. Wyróżnik równania kwadratowego 3. Rozwiązywanie równań kwadratowych
<p>III Funkcja kwadratowa</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Parabola 2. Wzór funkcji kwadratowej w postaci ogólnej i kanonicznej 3. Wzór funkcji kwadratowej w postaci iloczynowej 4. Funkcja kwadratowa – podsumowanie 5. Nierówności kwadratowe 6. Zastosowanie funkcji kwadratowej 	<p>IV Wielomiany</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Przykłady wielomianów 2. Rozkład wielomianu na czynniki 3. Równania wielomianowe 4. Dzielenie wielomianów 5. Twierdzenie Bézouta 6. Równania wielomianowe (cd.)
<p>V Figury na płaszczyźnie. Część 1</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Kąty. Kąty w trójkątach i czworokątach 2. Podstawowe własności trójkątów 3. Twierdzenie Pitagorasa i twierdzenie odwrotne do twierdzenia Pitagorasa 4. Własności trójkątów (cd.) 5. Własności czworokątów 	<p>VI Funkcje</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Wzory i wykresy funkcji 2. Przykłady funkcji i ich własności 3. Funkcja wykładnicza i funkcja logarytmiczna 4. Równania wykładnicze i logarytmiczne 5. Zastosowania funkcji wykładniczych i logarytmicznych 6. Przekształcanie wykresów funkcji 7. Przekształcanie wykresów funkcji (cd.)
<p>VII Figury na płaszczyźnie. Część 2</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Pole koła. Długość okręgu 2. Własności kątów środkowych i kątów wpisanych 3. Proste i okręgi 4. Okrąg opisany na trójkącie. Okrąg wpisany w trójkąt 5. Własności wielokątów. Wielokąty foremne 	<p>VIII Trygonometria</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Tangens kąta ostrego 2. Sinus i cosinus kąta ostrego 3. Obliczenia trygonometryczne 4. Zastosowania trygonometrii 5. Wartości funkcji trygonometrycznych dla kątów $30^\circ, 45^\circ$ i 60° 6. Związki między funkcjami trygonometrycznymi 7. Twierdzenie sinusów 8. Twierdzenie cosinusów
<p>IX Figury w przestrzeni</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Graniastopy 2. Ostrosłupy 3. Walec 4. Stożek 5. Kula 	

Wymagania edukacyjne

W XLIII LO wyróżnia się następujące wymagania programowe zgodne z IV etapem nauczania matematyki:

- **K** – konieczne, obowiązujące na ocenę dopuszczającą, dotyczą zagadnień elementarnych, stanowiących podstawę, zatem powinny być opanowane przez każdego ucznia,
- **P** – podstawowe obowiązujące na ocenę dostateczną, zawierają wymagania z poziomu (K) wzbogacone o typowe problemy o niewielkim stopniu trudności,
- **R** – rozszerzające obowiązujące na ocenę dobrą, zawierające wymagania z poziomów (K) i (P), dotyczą bardziej złożonych i nieco trudniejszych zagadnień,
- **D** – dopełniające obowiązujące na ocenę bardzo dobrą zawierające wymagania z poziomów (K), (P) i (R), dotyczą zagadnień problemowych, wymagających umiejętności przetwarzania przyswojonych informacji,
- **W** – wykraczające (W), których opanowanie uzasadnia wystawienie oceny celującej, dotyczą zagadnień łączących w sobie kilka działów matematyki, zmuszających do twórczej analizy problemu, oryginalnego rozwiązania oraz biegłego posługiwania się nabytą wiedzą.

Przydział wymagań do poszczególnych ocen szkolnych:

- ocena dopuszczająca – wymagania na poziomie (K),
- ocena dostateczna – wymagania na poziomie (K) i (P),
- ocena dobra – wymagania na poziomie (K), (P) i (R),
- ocena bardzo dobra – wymagania na poziomie (K), (P), (R) i (D),
- ocena celująca – wymagania na poziomie (K), (P), (R), (D) i (W),
- klasyfikacja podwójna, np. K-P, oznacza, że prostsze zadania dotyczące danego zagadnienia należy traktować jako wymagane na poziomie K, a trudniejsze — P

Funkcje – powtórka			
	Uczeń zna:	Uczeń rozumie:	Uczeń potrafi:
Pojęcie funkcji	<ul style="list-style-type: none"> • pojęcie funkcji (K) • pojęcia: dziedziną funkcji, argument, wartość funkcji, zbiór wartości funkcji (K) • pojęcie miejsca zerowego (K) • różne sposoby opisywania funkcji (K – P) 	<ul style="list-style-type: none"> • korzyści płynące ze stosowania różnych sposobów opisywania funkcji (P) 	<ul style="list-style-type: none"> • rozpoznawać przyporządkowania, które są funkcjami (P) • określać dziedzinę funkcji, zbiór jej wartości (K – P) oraz liczebność tych zbiorów (P – R) • odczytywać wartości funkcji dla danego argumentu lub argument dla danej wartości z: tabelki, grafu, wykresu, opisu słownego funkcji (K) • wskazywać miejsca zerowe funkcji (K) • podawać argumenty, dla których funkcja przyjmuje wartości dodatnie lub ujemne (P) • wskazywać wartość najmniejszą i największą funkcji (K) • podać argumenty, dla których wartości funkcji spełniają określone warunki (R) • szkicować przykładowe wykresy funkcji spełniających określone własności (R – D)
Czytanie wykresów	<ul style="list-style-type: none"> • sposób opisu funkcji za pomocą wykresu (K) 		<ul style="list-style-type: none"> • odczytywać z wykresów funkcji ciągłych: <ul style="list-style-type: none"> - dziedzinę i zbiór wartości funkcji (K)

			<ul style="list-style-type: none"> - miejsca zerowe funkcji (K) - zbiór argumentów, dla których wartości funkcji są dodatnie lub ujemne (K) - zbiór argumentów, dla których wartości funkcji są mniejsze lub większe od podanej liczby (K – P) - wartość największą i najmniejszą funkcji (K) • odczytywać z wykresów funkcji nieciągłych: - dziedzinę i zbiór wartości funkcji (P – R) - miejsca zerowe funkcji (P) - zbiór argumentów, dla których wartości funkcji są dodatnie lub ujemne (P – R) - zbiór argumentów, dla których wartości funkcji są mniejsze lub większe od podanej liczby (P – R) - wartość największą i najmniejszą funkcji (P – R) • szkicować przykładowe wykresy funkcji spełniających określone własności (R – D)
Monotoniczność funkcji	<ul style="list-style-type: none"> • pojęcia: funkcja rosnąca, malejąca, stała (K) • pojęcie monotoniczności funkcji (P) 	<ul style="list-style-type: none"> • pojęcia: funkcja rosnąca, malejąca, stała (K) 	<ul style="list-style-type: none"> • określać na podstawie wykresów lub opisów funkcji ich monotoniczność (K – P) • wyznaczać przedziały monotoniczności funkcji na podstawie jej wykresu (K – P) • sporządzać przykładowe wykresy funkcji spełniających określone własności (R – D) • rozwiązywać zadania z kontekstem praktycznym z zastosowaniem monotoniczności funkcji (R – D)
Wzór i wykres funkcji liniowej	<ul style="list-style-type: none"> • pojęcie i wzór funkcji liniowej (K) • pojęcie współczynnika kierunkowego (K) • zależność monotoniczności funkcji liniowej od współczynnika kierunkowego (P) • zależność współrzędnych punktu przecięcia wykresu funkcji liniowej z osią y od współczynnika b (P) • warunek równoległości wykresów funkcji liniowej (K) 		<ul style="list-style-type: none"> • sporządzać wykres funkcji liniowej (K) • określać monotoniczność funkcji liniowej na podstawie jej wzoru (K – P) • wyznaczać współrzędne punktu przecięcia wykresu funkcji liniowej z osią y na podstawie wzoru (K) • dopasowywać wzory funkcji do ich wykresów (K – P) • ustalać na podstawie współczynników a i b, przez które ćwiartki układu współrzędnych przechodzi wykres funkcji liniowej (P) • dowodzić określoną własność funkcji (R – D)
Własności funkcji liniowej			<ul style="list-style-type: none"> • obliczać i odczytywać z wykresu miejsce zerowe funkcji liniowej (K – P) • obliczać argument, dla którego funkcja

			<p>liniowa osiąga podaną wartość ($K - P$)</p> <ul style="list-style-type: none"> • obliczać i odczytywać z wykresu argumenty, dla których wartości funkcji są dodatnie lub ujemne (P) • znając wzór funkcji liniowej, określać jej monotoniczność i znajdować współrzędne punktów przecięcia wykresu z osiami (K) • podawać wzór funkcji liniowej, której wykres: <ul style="list-style-type: none"> - przechodzi przez dane dwa punkty (K) - przechodzi przez dany punkt i jest równoległy do wykresu innej funkcji o podanym wzorze (P) - jest narysowany ($P - R$) • obliczać współrzędne punktu przecięcia wykresów funkcji liniowych (P) • sprawdzać, czy trzy podane punkty są współliniowe (R) • obliczać pole trójkąta ograniczonego osiami układu współrzędnych i wykresem funkcji liniowej (P) • rozwiązywać zadania z kontekstem praktycznym dotyczące funkcji liniowej ($P - R$) • rozwiązywać trudniejsze zadania z kontekstem praktycznym dotyczące funkcji liniowej (D)
<p>Proporcjonalność prosta i odwrotna</p>	<ul style="list-style-type: none"> • wzór proporcjonalności prostej i określenie współczynnika proporcjonalności prostej (K) • wzór proporcjonalności odwrotnej i określenie współczynnika proporcjonalności odwrotnej (K) 	<ul style="list-style-type: none"> • różnice między wielkościami wprost proporcjonalnymi a wielkościami odwrotnie proporcjonalnymi (K) 	<ul style="list-style-type: none"> • rozpoznać wielkości wprost proporcjonalne i wielkości odwrotnie proporcjonalne (K) • zapisać zależność między wielkościami wprost proporcjonalnymi wzorem (K) • zapisać zależność między wielkościami odwrotnie proporcjonalnymi za pomocą wzoru ($K - P$) • opisać zależność między wielkościami wprost proporcjonalnymi za pomocą wykresu (P) • opisać zależność między wielkościami odwrotnie proporcjonalnymi za pomocą wykresu (P) • obliczyć współczynnik proporcjonalności prostej i podać jej wzór na podstawie wykresu proporcjonalności ($P - R$) • obliczyć współczynnik proporcjonalności odwrotnej i podać jej wzór na podstawie wykresu proporcjonalności ($P - R$)
Równania kwadratowe			
	Uczeń zna:	Uczeń rozumie:	Uczeń potrafi:

Równania kwadratowe w najprostszej postaci	<ul style="list-style-type: none"> pojęcie równania kwadratowego (K) 		<ul style="list-style-type: none"> rozwiązywać równania kwadratowe postaci: $ax^2 + c = 0$ ($a \neq 0$) (K) $ax^2 + bx = 0$ ($a \neq 0$) (K – P) rozwiązywać zadania tekstowe z zastosowaniem równań postaci: $ax^2 + c = 0$ lub $ax^2 + bx = 0$ ($a \neq 0$) (R – D)
Wyróżnik równania kwadratowego Rozwiązywanie równań	<ul style="list-style-type: none"> wzór na wyróżnik równania kwadratowego (K) wzory na rozwiązania równania kwadratowego (K) zależność pomiędzy wartością wyróżnika równania kwadratowego a liczbą jego rozwiązań (K) 		<ul style="list-style-type: none"> rozwiązywać równania postaci: $(px + q)^2 = r$, ($p \neq 0$) (K – P) przekształcać równania kwadratowe z postaci ogólnej do postaci: $(px + q)^2 = r$, $(p \neq 0)$ (P – R) określać liczbę rozwiązań równania na podstawie wartości wyróżnika (K) rozwiązywać równania kwadratowe z zastosowaniem wzorów na rozwiązania równania kwadratowego (K – P) przekształcać złożone równanie kwadratowe do postaci: $ax^2 + bx + c = 0$ ($a \neq 0$) (P – R) rozwiązywać zadania tekstowe z zastosowaniem równań kwadratowych (R – D) rozwiązywać układy równań, z których jedno jest równaniem kwadratowym (R – D)

Funkcja kwadratowa

	Uczeń zna:	Uczeń rozumie:	Uczeń potrafi:
Parabola	<ul style="list-style-type: none"> pojęcia: parabola, wierzchołek paraboli, ramiona paraboli (K) położenie wykresu funkcji $y = ax^2$ w zależności od wartości współczynnika a: położenia parabol: $y = ax^2 + q$ (K), $y = a(x - p)^2$ (K), $y = a(x - p)^2 + q$ (P) 		<ul style="list-style-type: none"> sporządzać wykresy funkcji $y = ax^2$ (K) wykorzystywać zasady przesuwania wykresów funkcji do rysowania wykresów funkcji o wzorach: $y = ax^2 + q$, $y = a(x - p)^2$ (K), $y = a(x - p)^2 + q$ (P – R) podawać wzór paraboli o danym wierzchołku i przechodzącej przez dany punkt (P) podawać wzór funkcji, której wykresem jest dana parabola (P – R) określać współrzędne wierzchołka parabol podanych wzorem: $y = ax^2 + q$, $y = a(x - p)^2$ (K), $y = a(x - p)^2 + q$ (K – P) określać zbiór wartości i przedziały monotoniczności funkcji kwadratowej podanej wzorem $y = a(x - p)^2 + q$ (P – R) podawać wzór funkcji, kwadratowej, której wykres został przesunięty o podany wektor (R)
Wzór funkcji	<ul style="list-style-type: none"> pojęcie funkcji 	<ul style="list-style-type: none"> związek między 	<ul style="list-style-type: none"> zapisywać wzór funkcji kwadratowej

kwadratowej w postaci ogólnej i kanonicznej	kwadratowej (K) <ul style="list-style-type: none"> wzory określające współrzędne wierzchołka paraboli (K) postać ogólną i postać kanoniczną funkcji kwadratowej (K) 	wzorami określającymi współrzędne wierzchołka paraboli i postacią kanoniczną wzoru funkcji kwadratowej (P)	w postaci kanonicznej (P) <ul style="list-style-type: none"> znajdować współrzędne wierzchołka paraboli (K) badać monotoniczność funkcji kwadratowej (K – P) obliczać największą (najmniejszą) wartość funkcji kwadratowej (P) obliczać punkty przecięcia paraboli z osiami układu współrzędnych (P – R) zapisywać wzór funkcji kwadratowej spełniającej dane warunki (P – R) obliczać, dla jakich argumentów funkcja kwadratowa przyjmuje podaną wartość (P – R) obliczać pola figur umieszczonych w układzie współrzędnych i powiązanych z parabolą (R – D)
Wzór funkcji kwadratowej w postaci iloczynowej	<ul style="list-style-type: none"> wzory na miejsca zerowe funkcji kwadratowej (K) postać iloczynową funkcji kwadratowej (K) wzór na pierwszą współrzędną wierzchołka paraboli wykorzystujący miejsca zerowe funkcji kwadratowej (P) 		<ul style="list-style-type: none"> obliczać miejsca zerowe funkcji kwadratowej (K – P) określać liczbę miejsc zerowych funkcji kwadratowej w zależności od wartości wyróżnika (K – P) odczytywać miejsca zerowe funkcji kwadratowej podanej wzorem w postaci iloczynowym (K – P) zapisywać wzór funkcji kwadratowej, znając jej miejsca zerowe oraz punkt należący do jej wykresu (P) zapisywać wzór funkcji kwadratowej spełniającej dane warunki (P – R)
Funkcja kwadratowa - podsumowanie	Tak, jak we wcześniejszych trzech tematach działu <i>Funkcja kwadratowa</i> i dodatkowo: <ul style="list-style-type: none"> schemat wyznaczania wartości największej (najmniejszej) funkcji kwadratowej w przedziale domkniętym (K) 	Tak, jak we wcześniejszych trzech tematach działu <i>Funkcja kwadratowa</i> i dodatkowo: <ul style="list-style-type: none"> schemat wyznaczania wartości największej (najmniejszej) funkcji kwadratowej w przedziale domkniętym (P) 	Tak, jak we wcześniejszych trzech tematach działu <i>Funkcja kwadratowa</i> i dodatkowo: <ul style="list-style-type: none"> sprawdzać, czy wierzchołek paraboli należy do podanego przedziału domkniętego (K) wyznaczyć wartość największą (najmniejszą) funkcji kwadratowej zapisanej wzorem w postaci ogólnej, kanonicznej i iloczynowej w podanym przedziale (P – R) obliczać pola figur umieszczonych w układzie współrzędnych i powiązanych z parabolą (R – D)
Nierówności kwadratowe	<ul style="list-style-type: none"> pojęcie nierówności kwadratowej (K) 		<ul style="list-style-type: none"> rozwiązywać nierówności kwadratowe (K – P) określać argumenty, dla których wartości jednej funkcji są większe od wartości drugiej funkcji (P – R) rozwiązywać zadania tekstowe prowadzące do nierówności kwadratowych (D – W) rozwiązywać układ dwóch nierówności,

			z których jedna jest kwadratowa (R – D)
Zastosowanie funkcji kwadratowej	<ul style="list-style-type: none"> • schemat rozwiązania zadania optymalizacyjnego wykorzystującego własności funkcji kwadratowej (K) 	<ul style="list-style-type: none"> • schemat rozwiązania zadania optymalizacyjnego wykorzystującego własności funkcji kwadratowej (K) 	<ul style="list-style-type: none"> • opisywać zależności między wielkościami za pomocą funkcji kwadratowej (P) • rozwiązywać typowe zadania tekstowe z kontekstem praktycznym, stosując własności funkcji kwadratowej (P – R) • rozwiązywać typowe zadania optymalizacyjne wykorzystujące własności funkcji kwadratowej (P – R) • opisywać zależności między wielkościami za pomocą funkcji kwadratowej w sytuacjach nietypowych (R – D) • rozwiązywać nietypowe zadania tekstowe z kontekstem praktycznym, stosując własności funkcji kwadratowej (R – W)

Wielomiany

	Uczeń zna:	Uczeń rozumie:	Uczeń potrafi:
Przykłady wielomianów	<ul style="list-style-type: none"> • definicję jednomianu stopnia n (K) • definicję wielomianu stopnia n (P) • pojęcie trójmianu kwadratowego (K) 	<ul style="list-style-type: none"> • kiedy wielomiany tej samej zmiennej są równe (P) 	<ul style="list-style-type: none"> • określić stopień wielomianu (K) • nazwać współczynniki wielomianu (K) • porządkować wielomiany i doprowadzić je do najprostszej postaci (K–R) • obliczyć sumy, różnice, iloczyny wielomianów (K–P) • obliczyć wartość wielomianu dla danej wartości zmiennej (K–P) • określić, kiedy dwa wielomiany tej samej zmiennej są równe (K–P) • obliczyć wartości współczynników, dla których dwa wielomiany tej samej zmiennej są równe (P–R) • podawać przykłady wielomianów określonego stopnia (P–R) • rozwiązać nietypowe zadania z zastosowaniem wielomianów (D–W) • podać przykłady wielomianów spełniających określone warunki (R–D)
Rozkład wielomianu na czynniki	<ul style="list-style-type: none"> • wzory skróconego mnożenia (K) • procedury wyłączenia wspólnego czynnika przed nawias (K–P) • algorytm rozkładu trójmianu kwadratowego na czynniki (K) 	<ul style="list-style-type: none"> • zasadę rozkładu wielomianu na czynniki (K) • własność rozkładu wielomianu na czynniki (P) 	<ul style="list-style-type: none"> • rozłożyć wielomiany na czynniki, stosując: <ul style="list-style-type: none"> – wyłączenie czynnika poza nawias (K) – wzory skróconego mnożenia (K–P) – rozkład trójmianu kwadratowego na czynniki w zależności od znaku wyróżnika Δ (K–R) – metodę grupowania wyrazów (P–R) • rozłożyć wielomian na czynniki jak najniższego stopnia (P–R) • stosować wzory skróconego mnożenia do rozkładu wielomianu na czynniki (R–D)

			<ul style="list-style-type: none"> • uzasadnić wskazane tezy (R–D) • wykorzystać rozkład wielomianu na czynniki do prostszego zapisu wyrażenia (R–D)
Równania wielomianowe	<ul style="list-style-type: none"> • pojęcie równania wielomianowego (K) • pojęcie pierwiastka wielomianu (K) 		<ul style="list-style-type: none"> • rozwiązać równanie wielomianowe typu $W(x)=0$ dla wielomianów doprowadzonych do postaci iloczynowej (K) • rozwiązać równanie wielomianowe typu $W(x)=0$ dla wielomianów, które da się doprowadzić do postaci iloczynowej metodą wyłączania wspólnego czynnika przed nawias lub grupowania (P–R) • podać liczbę pierwiastków równania wielomianowego (P–R) • rozwiązać nietypowe równania wielomianowe (R–D) • uzasadnić wskazane tezy (R–D) • ustalić liczbę rozwiązań równania wielomianowego (R–D) • ustalić wartości parametrów, dla których dany wielomian ma określoną liczbę pierwiastków (R–D) • rozwiązać zadania tekstowe z zastosowaniem równań wielomianowych (R–D)
Dzielenie wielomianów	<ul style="list-style-type: none"> • algorytm dzielenia wielomianu jednej zmiennej przez dwumian (K) • definicję podzielności wielomianu przez dwumian (P) • pojęcie reszty z dzielenia wielomianu przez dwumian (P) • schemat Hornera (R–D) 		<ul style="list-style-type: none"> • podzielić wielomian przez dwumian i podać wynik dzielenia (K–P) • wskazać wielomiany, przez które podzielny jest wielomian przedstawiony w postaci iloczynowej (K) • zapisać dzielony wielomian w postaci iloczynu (K–R) • wykonać dzielenie z resztą (P–R) • podać resztę z dzielenia wielomianu przez dwumian (P) • rozwiązać zadania tekstowe z zastosowaniem dzielenia wielomianów (R–D)
Twierdzenie Bézouta	<ul style="list-style-type: none"> • twierdzenie Bézouta (P) • wzór na resztę z dzielenia wielomianu przez dwumian (P) 	<ul style="list-style-type: none"> • twierdzenie Bézouta (P) • wzór na resztę z dzielenia wielomianu przez dwumian (P) 	<ul style="list-style-type: none"> • sprawdzić, czy wielomian jest podzielny przez dany dwumian (K) • podać resztę z dzielenia wielomianu przez dwumian bez wykonywania dzielenia (P) • obliczyć pierwiastki równania wielomianowego, znając jeden z nich (P–R) • rozwiązać zadania z zastosowaniem twierdzenia Bézouta (R–D) • obliczyć wartość parametru, dla którego wielomian jest podzielny przez dany dwumian (R–D)

Równania wielomianowe (cd.)	<ul style="list-style-type: none"> • algorytm szukania całkowitych pierwiastków równania (K) • twierdzenie o rozwiązaniach całkowitych (P) 	<ul style="list-style-type: none"> • dowód twierdzenia o rozwiązaniach całkowitych (R) 	<ul style="list-style-type: none"> • znaleźć pierwiastki całkowite wielomianu o współczynnikach całkowitych (P–R) • określić liczbę pierwiastków całkowitych wielomianu (K–R) • znaleźć pierwiastki całkowite wielomianu (R–D)
Figury na płaszczyźnie. Część 1			
	Uczeń zna:	Uczeń rozumie:	Uczeń potrafi:
Kąty. Kąty w trójkątach i czworokątach	<ul style="list-style-type: none"> • oznaczenia stosowane w geometrii (K) • pojęcia kątów: wierzchołkowych, przyległych, odpowiadających, naprzemianległych oraz własności tych kątów (K) • twierdzenie o sumie miar kątów wewnętrznych trójkąta i czworokąta (K) • twierdzenia dotyczące własności kątów w trapezach i równoległobokach (K) 		<ul style="list-style-type: none"> • wskazać kąty wierzchołkowe, przyległe, odpowiadające i naprzemianległe (K) • obliczyć na podstawie rysunku miary kątów (K–P) • sprawdzić, czy trzy punkty są współliniowe (P) • stosować własności kątów w zadaniach (K–P) • obliczyć miary kątów trójkątów i czworokątów (K–P) • stosować własności kątów w zadaniach (K–R) • obliczyć miary kątów trójkątów i czworokątów (R–D) • stosować własności kątów w zadaniach (R–D) • uzasadnić cechy wskazanego trójkąta (D)
Podstawowe własności trójkątów	<ul style="list-style-type: none"> • nierówność trójkąta (K) • pojęcie wysokości trójkąta (K) • wzór na pole trójkąta (K) 	<ul style="list-style-type: none"> • że, najdłuższy bok leży naprzeciwko kąta o największej mierze (K) • sposoby obliczania pól trójkątów (K) 	<ul style="list-style-type: none"> • wskazać najdłuższe (najkrótsze) boki trójkąta (K) • wskazać w trójkącie kąty o największej (najmniejszej) mierze (K) • ocenić, czy z odcinków o danej mierze można zbudować trójkąt (P) • obliczyć pole trójkąta (K–P) • obliczyć długość boku (wysokość) trójkąta, mając dane jego pole i wysokość (długość boku) (P) • stosować nierówność trójkąta w zadaniach (R–D)
Twierdzenie Pitagorasa i twierdzenie odwrotne do twierdzenia Pitagorasa	<ul style="list-style-type: none"> • twierdzenie Pitagorasa i twierdzenie do niego odwrotne (K) • wzór na pole i wysokość trójkąta równobocznego (P) • zależność między bokami trójkąta o kątach 90°, 45°, 45° oraz 90°, 30°, 60° (P) 	<ul style="list-style-type: none"> • dowód twierdzenia odwrotnego do twierdzenia Pitagorasa (P) 	<ul style="list-style-type: none"> • obliczyć długość trzeciego boku trójkąta prostokątnego, mając dane długości dwóch jego boków (K–P) • obliczyć długość boku (wysokość) trójkąta równobocznego, mając dane pole (długość boku) (K–P) • obliczyć pole (obwód) trójkąta o kątach 90°, 45°, 45°, mając daną długość jednego boku (P–R) • obliczyć pole (obwód) trójkąta o kątach 90°, 30°, 60°, mając daną długość jednego

			boku (P–R) <ul style="list-style-type: none"> • rozpoznać trójkąt prostokątny na podstawie długości jego boków (P) • stosować twierdzenie Pitagorasa i twierdzenie do niego odwrotne w zadaniach (P–R) • rozwiązać zadania z zastosowaniem twierdzenia Pitagorasa i twierdzenia do niego odwrotnego (R–D)
Własności trójkątów (cd.)	<ul style="list-style-type: none"> • cechy przystawiania trójkątów (bbb, bkb, kbk) (K) • pojęcie i własności symetralnej odcinka (K–P) • twierdzenie o symetralnych boków trójkąta (P) • pojęcie i własności dwusiecznej kąta (K–P) • twierdzenie o dwusiecznych kątów trójkąta (P) • twierdzenie o dwusiecznej (P) • pojęcia: środkowa trójkąta, środek ciężkości trójkąta, ortocentrum (K–P) 	<ul style="list-style-type: none"> • dowód twierdzenia o dwusiecznej (P) 	<ul style="list-style-type: none"> • rozpoznać trójkąty przystające (K–P) • uzasadnić przystawanie trójkątów (P–R) • zastosować własności symetralnych odcinków w zadaniach (P–R) • zastosować własności dwusiecznych kątów w zadaniach (P–R) • zastosować własności środkowych trójkąta w zadaniach (P–R) • uzasadnić wskazane cechy trójkątów (R–D) • rozwiązać zadania z zastosowaniem poznanych twierdzeń (R–D)
Własności czworokątów	<ul style="list-style-type: none"> • własności kwadratu, prostokąta, rombu, równoległoboku i trapezu (K) • wzory na obliczanie pól czworokątów (K) 	<ul style="list-style-type: none"> • twierdzenie o przekątnych równoległoboku (P) • klasyfikację czworokątów (P) 	<ul style="list-style-type: none"> • obliczyć pola (obwody) czworokątów: <ul style="list-style-type: none"> - na podstawie rysunku (K–P), - znając jego obwód (pole) i stosunki miarowe (K–P), - opisu (P–R) • stosować twierdzenie Pitagorasa w zadaniach (P–R) • rozwiązać zadania konstrukcyjne z zastosowaniem twierdzenia Pitagorasa (R–D) • uzasadnić wskazane tezy (R–D)
Funkcje			
	Uczeń zna:	Uczeń rozumie:	Uczeń potrafi:
Wzory i wykresy funkcji	<ul style="list-style-type: none"> • różne sposoby zapisu tej samej funkcji (P) 		<ul style="list-style-type: none"> • ustalić dziedzinę funkcji danej wzorem (P–R) • sprawdzić, czy dany punkt należy do funkcji o podanym wzorze (P) • sprawdzić, czy podana liczba jest miejscem zerowym funkcji (P) • na podstawie wzoru znajdować

			<p>współrzędne punktów należących do wykresu funkcji (P–R)</p> <ul style="list-style-type: none"> • dopasować wykres funkcji do jej wzoru (P–R) • analizować zależności między dwiema wielkościami opisane za pomocą wzoru lub wykresu funkcji (P–R) • sporządzić wykres funkcji określonej wzorem (P) • przedstawić funkcje za pomocą wzoru (R) • sporządzić wykres funkcji określonej wzorem (R–D) • dopasować wykres funkcji do jej opisu słownego (R) • uzasadnić wskazane tezy (R–D)
Przykłady funkcji i ich własności	<ul style="list-style-type: none"> • pojęcia: funkcja rosnąca, malejąca, stała (K) • pojęcie przedziałów monotoniczności funkcji (K) • własności funkcji liniowej (K) • własności funkcji kwadratowej (K) 		<ul style="list-style-type: none"> • podać wzór funkcji liniowej, której wykres: <ul style="list-style-type: none"> -przechodzi przez dane dwa punkty, przechodzi przez dany punkt i jest równoległy do wykresu innej funkcji o znanym wzorze (K–P) - jest dany (P–R) • dopasować wykres funkcji do jej wzoru (P–R) • podać wzór funkcji kwadratowej, której wykres: <ul style="list-style-type: none"> -przechodzi przez dane trzy punkty (P), -przechodzi przez dany punkt oraz znany jest wierzchołek paraboli (P–R) - jest dany (R) • podać dziedzinę, zbiór wartości funkcji określonej przedziałami przy pomocy różnych wzorów (P–R) • sporządzić wykres funkcji określonej przedziałami przy pomocy różnych wzorów (P–R) • określić przedziały monotoniczności funkcji określonej wzorem (P–R) • podać wzór funkcji, której wykres przedstawiono na rysunku (P–D)
Funkcja wykładnicza i funkcja logarytmiczna	<ul style="list-style-type: none"> • definicję i własności funkcji wykładniczej (P) • definicję i własności funkcji logarytmicznej (P) • związek logarytmowania z potęgowaniem (P) 	<ul style="list-style-type: none"> • pojęcie asymptoty (P) 	<ul style="list-style-type: none"> • sporządzić wykres i określić własności funkcji wykładniczej (P–R) • dopasować wzór do wykresu funkcji wykładniczej i logarytmicznej (K–R) • określić dziedzinę funkcji logarytmicznej (P) • określić wzory funkcji wykładniczych i logarytmicznych spełniających określone warunki (R–D) • rozwiązać zadania z zastosowaniem funkcji wykładniczych oraz

			logarytmicznych i ich własności (R–D)
Równania wykładnicze i logarytmiczne	<ul style="list-style-type: none"> • sposoby rozwiązywania prostych równań wykładniczych i logarytmicznych (K) • definicję logarytmu (K) • własności logarytmów (P) 		<ul style="list-style-type: none"> • rozwiązać proste równanie wykładnicze (P–R) • zapisać założenia do równania logarytmicznego (P) • rozwiązać proste równanie logarytmiczne (P–R) • rozwiązać równanie wykładnicze (R–D) • rozwiązać równanie logarytmiczne (R–D)
Zastosowania funkcji wykładniczych i logarytmicznych		<ul style="list-style-type: none"> • potrzebę stosowania potęg i logarytmów do opisu różnych zjawisk (R-W) 	<ul style="list-style-type: none"> • rozwiązać zadania dotyczące zjawisk opisanych funkcjami wykładniczymi i logarytmicznymi (P–R) • stosować model wykładniczy do opisu wielkości, które zmieniają się w stałym tempie (R–W)
Przekształcanie wykresów funkcji	<ul style="list-style-type: none"> • zasady sporządzania wykresów funkcji: <ul style="list-style-type: none"> - $y = f(x) + q$ (K) - $y = f(x + p)$ (K) - $y = f(x + p) + q$ (P) gdy dany jest wykres funkcji $y = f(x)$ 		<ul style="list-style-type: none"> • na podstawie wykres funkcji $y = f(x)$ sporządzić wykres funkcji: <ul style="list-style-type: none"> - $y = f(x) + q$ i $y = f(x - p)$ (K–P) - $y = f(x - p) + q$ (P–R) • zapisać wzory funkcji powstałych w wyniku przesunięcia wykresu danej funkcji (P–R) • określić sposób przesunięcia wykresu jednej funkcji tak, aby otrzymać wykres drugiej funkcji (R) • podać dziedzinę, zbiór wartości i miejsca zerowe funkcji powstałej w wyniku przesunięcia wykresu innej funkcji (R–D) • uzasadnić wskazane tezy (R–D)
Przekształcanie wykresów funkcji (cd.)	<ul style="list-style-type: none"> • zasady sporządzania wykresów funkcji: $y = f(-x)$, $y = -f(x)$, na podstawie wykresu funkcji $y = f(x)$ (P) 		<ul style="list-style-type: none"> • na podstawie wykresu funkcji $y = f(x)$ sporządzić wykres funkcji: <ul style="list-style-type: none"> - $y = f(-x)$ i $y = -f(x)$ (K), - $y = -f(-x)$, (P) - $y = -f(x - p)$, $y = -f(x) + q$, $y = f(-x) + q$, $y = -f(x - p) + q$ (P–R) • zapisać wzory funkcji, których wykresy powstały przez symetrię wykresu innej funkcji względem obu osi (P) • określić związek między przekształceniem wykresu funkcji a wzorem funkcji, której wykres otrzymano w wyniku przekształcenia (R–D)

Figury na płaszczyźnie. Część 2

	Uczeń zna:	Uczeń rozumie:	Uczeń potrafi:
Pole koła. Długość okręgu	<ul style="list-style-type: none"> • pojęcia koła i okręgu oraz kąta środkowego (K) • wzory na obliczanie 	<ul style="list-style-type: none"> • uzasadnienie wzoru na pole koła (R) 	<ul style="list-style-type: none"> • obliczyć pole i obwód koła (K–P) • obliczyć długość łuku i pole wycinka koła (P) • obliczyć pole i obwód figur, których

	<p>obwodu i pola koła (K)</p> <ul style="list-style-type: none"> wzory na obliczanie długości łuku i pola wycinka kołowego (K) 		<p>elementami są koła, okręgi lub ich części (P–R)</p> <ul style="list-style-type: none"> rozwiązać zadania na obliczanie pól i obwodów kół oraz długości łuków i pól wycinków kół (D–W)
<p>Własności kątów środkowych i kątów wpisanych</p>	<ul style="list-style-type: none"> pojęcia kąta wpisanego i kąta środkowego (K) twierdzenia dotyczące kątów wpisanych i środkowych (K–P) 	<ul style="list-style-type: none"> pojęcie kąta wpisanego i środkowego opartego na danym łuku (K) 	<ul style="list-style-type: none"> obliczać miarę kąta wpisanego (środkowego), mając daną miarę kąta środkowego (wpisanego) opartego na tym samym łuku (K) stosować twierdzenia dotyczące kątów wpisanych i środkowych (K–P) rozwiązać zadania wykorzystujące wzajemne zależności pomiędzy kątami wpisanymi i środkowymi opartymi na tym samym łuku (R–D)
<p>Proste i okręgi</p>	<ul style="list-style-type: none"> możliwe wzajemne położenia prostej i okręgu na płaszczyźnie (K) fakt prostopadłości stycznej do promienia łączącego środek okręgu z punktem styczności (K) własności stycznej do okręgu (P) twierdzenie o kącie między styczną a cięciwą (P) twierdzenie o związkach miarowych między odcinkami stycznymi (R) możliwe wzajemne położenia dwóch okręgów na płaszczyźnie (K) pojęcie okręgów rozłącznych, przecinających się i stycznych (K) 		<ul style="list-style-type: none"> rozwiązać zadania dotyczące wzajemnego położenia prostej i okręgu oraz wzajemnego położenia dwóch okręgów na płaszczyźnie (P) korzystać z własności stycznej do okręgu (P) korzystać z twierdzenia o związkach miarowych między odcinkami stycznymi (R) określić wzajemne położenie dwóch okręgów, znając ich promienie i odległość między ich środkami (P) obliczyć odległość między środkami okręgów, znając ich promienie i położenie (P) rozwiązać zadanie dotyczące wzajemnego położenia prostej i okręgu oraz wzajemnego położenia dwóch okręgów na płaszczyźnie (R) rozwiązać zadanie tekstowe związane ze wzajemnym położeniem okręgów (R–D)
<p>Okrąg opisany na trójkącie. Okrąg wpisany w trójkąt</p>	<ul style="list-style-type: none"> pojęcia: symetralna odcinka, wielokąt wpisany w okrąg (K) twierdzenie o okręgu opisanym na trójkącie (K) pojęcia: dwusieczna kąta, wielokąt opisany na okręgu (K) twierdzenie o okręgu wpisanym w trójkąt (K) 		<ul style="list-style-type: none"> narysować dowolny trójkąt wpisany w okrąg (K) narysować dowolny trójkąt opisany na okręgu (K) obliczyć promień okręgu opisanego na trójkącie prostokątnym o danych przyprostokątnych (P) obliczyć miary kątów w trójkątach opisanych na okręgu (wpisanych w okrąg): - na podstawie rysunku (P) - na podstawie opisu (P–R) rozwiązać zadania związane z okręgami

			<p>opisanymi na trójkątach (R–D)</p> <ul style="list-style-type: none"> • rozwiązać zadania związane z okręgami wpisanymi w trójkąty (R–D)
<p>Własności wielokątów. Wielokąty foremne</p>	<ul style="list-style-type: none"> • pojęcia: wielokąt wypukły i wielokąt niewypukły (P) • twierdzenie o sumie miar kątów n-kąta (P) • twierdzenie o liczbie przekątnych w n-kącie • pojęcie: wielokąt foremny (K) • twierdzenie o mierze kąta n-kąta foremnego (P) 		<ul style="list-style-type: none"> • obliczyć sumę miar wielokąta (K) • obliczyć liczbę przekątnych wielokąta (P) • obliczyć promień okręgu wpisanego w trójkąt równoboczny o danym boku lub opisanego na takim trójkącie (P) • obliczyć długość boku trójkąta równobocznego, znając promień okręgu wpisanego (opisanego) w ten trójkąt (na tym trójkącie) (P–R) • obliczyć miarę kąta wielokąta foremnego (K) • rozwiązać zadanie związane z okręgami opisanymi na wielokątach foremnych (R–D) • rozwiązać zadanie związane z okręgami wpisanymi w wielokąty foremne (R–D) • uzasadnić wskazane tezy (R–D)
Trygonometria			
	Uczeń zna:	Uczeń rozumie:	Uczeń potrafi:
Tangens kąta ostrego	<ul style="list-style-type: none"> • pojęcie tangensa kąta ostrego w trójkącie prostokątnym (K) • związek między procentowym nachyleniem drogi a wartością tangensa kąta nachylenia drogi do poziomu (P–R) 		<ul style="list-style-type: none"> • obliczyć tangens kąta ostrego (K) • obliczyć długości boków trójkąta prostokątnego, mając wśród danych tangens jednego z kątów ostrych (K–P) • konstruować kąt ostry, znając jego tangens (P) • porządkować wartości tangensów kątów ostrych (P) • rozwiązać zadania tekstowe, wykorzystując wiadomości o tangensie (R)
Sinus i cosinus kąta ostrego	<ul style="list-style-type: none"> • pojęcia: sinus kąta ostrego i cosinus kąta ostrego w trójkącie prostokątnym (K) 		<ul style="list-style-type: none"> • obliczyć tangens, sinus, cosinus kąta ostrego (K) • konstruować kąt, znając jego sinus (cosinus lub tangens) (P–R) • konstruować trójkąt prostokątny, znając sinus (cosinus lub tangens) jednego kąta oraz bok (P–R) • rozwiązać trójkąty <ul style="list-style-type: none"> - prostokątne i równoramienne (P), - dowolne (R) • porządkować wartości funkcji trygonometrycznych kątów ostrych (R–D)
Obliczenia trygonometryczne			<ul style="list-style-type: none"> • odczytać z tablic lub obliczyć za pomocą kalkulatora przybliżoną wartość tangensa (sinusa lub cosinusa) danego kąta lub

			<p>miarę kąta, mając daną wartość funkcji trygonometrycznej (K)</p> <ul style="list-style-type: none"> • obliczyć miary kątów (długości boków) trójkąta, znając długości jego boków (miarę jednego z kątów) (P–R) • rozwiązać zadania tekstowe, wykorzystując wiadomości o poznanych funkcjach trygonometrycznych (R)
Zastosowania trygonometrii			<ul style="list-style-type: none"> • rozwiązać zadania tekstowe osadzone w kontekście praktycznym, wykorzystując wiadomości o sinusie, cosinusie oraz tangensie (P) • rozwiązać zadania tekstowe osadzone w kontekście praktycznym, wykorzystując wiadomości o sinusie, cosinusie oraz tangensie (R–D)
Wartości funkcji trygonometrycznych dla kątów $30^\circ, 45^\circ$ i 60°	<ul style="list-style-type: none"> • wartości funkcji trygonometrycznych dla kątów $30^\circ, 45^\circ$ i 60° (K) 	<ul style="list-style-type: none"> • sposób wyznaczania wartości funkcji trygonometrycznych kątów $30^\circ, 45^\circ$ i 60° (P) 	<ul style="list-style-type: none"> • rozwiązać trójkąty prostokątne (P) • rozwiązać zadania tekstowe, wykorzystując wiadomości o funkcjach trygonometrycznych kątów $30^\circ, 45^\circ$ i 60° (R)
Związki między funkcjami trygonometrycznymi	<ul style="list-style-type: none"> • podstawowe tożsamości trygonometryczne (K) • związki między funkcjami trygonometrycznymi kąta α i kąta $90^\circ - \alpha$ (K) 		<ul style="list-style-type: none"> • obliczyć wartości funkcji trygonometrycznych, mając daną wartość jednej z nich (P) • przekształcać wyrażenia, stosując tożsamości trygonometryczne (P–R) • sprawdzić tożsamość trygonometryczną (P–R) • przekształcić wyrażenia, stosując tożsamości trygonometryczne (D) • sprawdzać tożsamości trygonometryczne (D)
Funkcje trygonometryczne kątów od 0° do 180°	<ul style="list-style-type: none"> • pojęcia: funkcje trygonometryczne kąta rozwartego (K) • wzory redukcyjne (P) • związek między tangensem kąta nachylenia prostej $y = ax + b$ do osi x a jej współczynnikiem kierunkowym (K) • wzór na pole trójkąta $P = \frac{1}{2} ab \sin \alpha$ (K) • sposób zaznaczania kątów w układzie współrzędnych (P) 	<ul style="list-style-type: none"> • pojęcia: funkcje trygonometryczne kąta rozwartego (P) 	<ul style="list-style-type: none"> • obliczyć sinusy, cosinusy i tangensy kątów rozwartych (P) • odczytać z tablic lub obliczać za pomocą kalkulatora wartość sinusa, cosinusa i tangensa danego kąta lub miarę kąta, mając dany jego sinus, cosinus lub tangens (P) • konstruować kąt, znając jego sinus (cosinus lub tangens) (P–R) • obliczyć pole trójkąta, znając długości dwóch boków oraz kąt pomiędzy nimi (P–R) • wyznaczyć miarę kąta, pod jakim jest nachylona prosta $y = ax + b$ do osi x a oraz zapisywać wzór funkcji liniowej, znając jej wykres i kąt nachylenia do osi x (P–R) • rozwiązać zadania, wykorzystując wiadomości o sinusie, cosinusie i tangensie (R–D)
Twierdzenie	<ul style="list-style-type: none"> • twierdzenie sinusów 		<ul style="list-style-type: none"> • rozwiązać trójkąty, stosując twierdzenie

sinusów	(K) • twierdzenie sinusów dla trójkątów wpisanych w okrąg (R)		sinusów (P) • znaleźć związki miarowe w wielokątach, stosując twierdzenie sinusów (P–R) • sprawdzić tożsamości, wykorzystując twierdzenie sinusów (P–R) • rozwiązać zadania tekstowe, wykorzystując twierdzenie sinusów (D)
Twierdzenie cosinusów	• twierdzenie cosinusów (K) • uogólnione twierdzenie odwrotne do twierdzenia Pitagorasa (R)		• rozwiązać trójkąty, stosując twierdzenie cosinusów (P) • znaleźć związki miarowe w figurach płaskich, stosując twierdzenie cosinusów (P) • obliczyć pole trójkąta i czworokąta, stosując twierdzenia sinusów i cosinusów (P–R) • klasyfikować trójkąty wg kątów, wykorzystując uogólnione twierdzenie odwrotne do twierdzenia Pitagorasa (R) • rozwiązać zadania tekstowe, wykorzystując twierdzenie sinusów i twierdzenie cosinusów (D–W)

Figury w przestrzeni

	Uczeń zna:	Uczeń rozumie:	Uczeń potrafi:
Graniastosłupy	• pojęcia: graniastosłup prosty, graniastosłup pochyły, graniastosłup prawidłowy (K) • sposób obliczania pola powierzchni graniastosłupa (K) • wzór na objętość graniastosłupa (K)	• sposób obliczania pola powierzchni graniastosłupa (K) • wzór na objętość graniastosłupa (K)	• określić cechy graniastosłupów (K–P) • obliczyć długości odcinków w graniastosłupie (P–R) • obliczyć pole powierzchni i objętość graniastosłupa (K–R) • rozwiązać zadanie dotyczące praktycznego zastosowania wiadomości o graniastosłupach (R–W)
Ostrosłupy	• pojęcia: wierzchołek ostrosłupa, spodek wysokości, ostrosłup prawidłowy, czworościan, czworościan foremny (K) • sposób obliczania pola powierzchni ostrosłupa (K) • wzór na obliczanie objętość ostrosłupa (K)	• sposób obliczania pola powierzchni ostrosłupa (K) • wzór na obliczanie objętość ostrosłupa (K)	• określić cechy ostrosłupów (K–P) • obliczyć długości odcinków w ostrosłupie (P–R) • obliczyć pole powierzchni i objętość ostrosłupa (K–R) • rozwiązać zadanie na praktyczne zastosowanie wiadomości o ostrosłupach (R–W)
Walec	• własności walca (K) • pojęcia: tworząca walca, podstawa walca, promień podstawy, wysokość walca, oś obrotu, przekrój osiowy walca (K) • wzór na pole powierzchni walca (K)	• jak powstaje walec (P) • pojęcia: tworząca walca, podstawy, promień podstawy, wysokość walca, oś obrotu, przekrój osiowy walca (K) • uzasadnienie	• rysować rzut walca (K) • rysować siatkę walca (K) • obliczyć pole powierzchni i objętość walca (K–R) • rozwiązać zadanie dotyczące praktycznego zastosowania wiadomości o walcach (R–D)

	• wzór na objętość walca (K)	wzorów na pole powierzchni i objętości walca (P)	
Stożek	<ul style="list-style-type: none"> • definicję stożka (K) • pojęcia: podstawa, promień podstawy, tworząca, wysokość stożka (K) • pojęcia: oś obrotu, przekrój osiowy stożka, spodek wysokości, kąt rozwarcia stożka (K) • wzory na obliczanie pola powierzchni i objętości stożka (K) 	<ul style="list-style-type: none"> • jak powstaje stożek (P) • pojęcia: podstawa, promień podstawy, tworząca, wysokość stożka (K) • pojęcia: oś obrotu, przekrój osiowy stożka, spodek wysokości, kąt rozwarcia stożka (K) • uzasadnienie wzorów na pole powierzchni i objętości stożka (P) 	<ul style="list-style-type: none"> • rysować rzut stożka (K) • obliczyć pole powierzchni i objętość stożka (K–R) • rozwiązać zadanie dotyczące praktycznego zastosowania wiadomości o stożkach (R–D) • obliczyć objętość brył powstałych ze sklejenia ze sobą stożków i walców, w wyniku wycięcia stożków lub walców z innych stożków lub walców (R–D) • obliczyć objętość bryły powstałej z obrotu trójkąta lub czworokąta (R–D)
Kula	<ul style="list-style-type: none"> • pojęcia: kula, sfera (K) • pojęcia: środek, promień, średnica, koło wielkie kuli (K) • wzory na obliczanie pola powierzchni i objętości kuli (K) 	<ul style="list-style-type: none"> • różnice pomiędzy kulą i sferą (K) • pojęcia: środek, promień, średnica, koło wielkie kuli (K) • uzasadnienie wzorów na pole powierzchni i objętości kuli (P) 	<ul style="list-style-type: none"> • rysować rzut kuli (K) • obliczyć pole powierzchni i objętość kuli (K–R) • obliczyć pole przekroju kuli (P –R) • obliczyć pole powierzchni i objętość kuli (R–D) • rozwiązać zadania na obliczanie pól powierzchni i objętości brył wpisanych w kulę i opisanych na kuli (R–W) • obliczyć objętość brył powstałych ze sklejenia brył obrotowych (R–D) • obliczyć objętość bryły powstałej z obrotu figury geometrycznej (R–D) • uzasadnić wskazane tezy (R–D)