

**WYMAGANIA EDUKACYJNE Z BIOLOGII REALIZOWANEJ W ZAKRESIE ROZSZERZONYM**

**W KLASIE III LICEUM OGÓLNOKSZTAŁCĄCEGO ( program nauczania i podręcznik „Biologia na czasie 3” Nowa Era)**

Dział programu	L p.	Temat	Poziom wymagań na ocenę				
			dopuszczający	dostateczny	dobry	bardzo dobry	celujący
<b>Mechanizmy dziedziczenia</b>	1.	Budowa i rola kwasów nukleinowych	<p><i>Uczeń:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• omawia budowę pojedynczego nukleotydu DNA i RNA</li> <li>• określa rolę DNA jako nośnika informacji genetycznej</li> <li>• wymienia rodzaje RNA</li> <li>• podaje rolę podstawowych rodzajów RNA</li> <li>• charakteryzuje budowę przestrzenną cząsteczki DNA</li> <li>• wyjaśnia pojęcie <i>podwójna helisa</i></li> </ul>	<p><i>Uczeń:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• przedstawia sposób łączenia się nukleotydów w pojedynczym łańcuchu DNA</li> <li>• wyjaśnia, z czego wynika komplementarność zasad</li> <li>• uzupełnia schemat jednego łańcucha polinukleotydowego DNA o łańcuch komplementarny</li> <li>• charakteryzuje budowę chemiczną i przestrzenną RNA</li> <li>• podaje lokalizację rodzajów RNA w komórkach</li> </ul>	<p><i>Uczeń:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• wyjaśnia, na czym polega różna orientacja łańcuchów polinukleotydowych DNA</li> <li>• rozpoznaje i wskazuje poszczególne wiązania w cząsteczce DNA</li> <li>• wyjaśnia, na czym polega reguła Chargaffa</li> <li>• porównuje budowę i funkcje DNA oraz RNA</li> </ul>	<p><i>Uczeń:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• wyjaśnia zasadę tworzenia nazw nukleotydów</li> <li>• rozróżnia DNA od RNA za pomocą reguły Chargaffa</li> </ul>	<p><i>Uczeń:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• planuje doświadczenie, którego celem jest wykazanie roli DNA jako nośnika informacji genetycznej</li> </ul>

				prokariotycznej i eukariotycznej			
2.	Replikacja DNA	<ul style="list-style-type: none"> <li>definiuje pojęcie <i>replikacja</i></li> <li>wyjaśnia znaczenie replikacji DNA</li> <li>wymienia etapy replikacji DNA</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>wyjaśnia pojęcia: <i>widelki replikacyjne, oczko replikacyjne</i></li> <li>omawia przebieg replikacji</li> <li>wyjaśnia, na czym polega semikonserwatywny charakter replikacji DNA</li> <li>określa rolę polimerazy DNA podczas replikacji</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>charakteryzuje poszczególne etapy replikacji</li> <li>wyjaśnia, skąd pochodzi energia potrzebna do syntezy nowego łańcucha DNA</li> <li>uzasadnia konieczność zachodzenia replikacji przed podziałem komórki</li> <li>określa rolę poszczególnych enzymów w replikacji DNA</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>rozdziela poszczególne modele replikacji</li> <li>wykazuje naprawczą rolę polimerazy DNA w replikacji</li> <li>omawia mechanizmy regulacji replikacji DNA</li> <li>porównuje przebieg replikacji w komórkach prokariotycznych i eukariotycznych</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>wykazuje różnice w syntezie obu nowych łańcuchów DNA</li> <li>wyjaśnia rolę sekwencji telomerowych</li> <li>planuje doświadczenie mające na celu wykazanie, że replikacja DNA jest semikonserwatywna</li> <li>ocenia znaczenie replikacji dla organizmu</li> </ul>	
3.	Geny i genomy	<ul style="list-style-type: none"> <li>wyjaśnia pojęcia: <i>gen, genom, pozagenowy DNA, chromosom, chromatyna, nukleosom</i></li> <li>rozdziela eksony i introny</li> <li>określa lokalizację DNA w komórkach prokariotycznej i eukariotycznej</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>omawia budowę genu</li> <li>rozdziela geny ciągłe i nieciągłe</li> <li>wymienia rodzaje sekwencji wchodzących w skład genomu</li> <li>omawia skład chemiczny chromatyny</li> <li>przedstawia budowę chromosomu</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>charakteryzuje genom wirusa</li> <li>porównuje strukturę genomów prokariotycznego i eukariotycznego</li> <li>wymienia i charakteryzuje etapy upakowania DNA w jądrze komórkowym</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>porównuje heterochromatynę z euchromatyną</li> <li>omawia genom mitochondrialny człowieka</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>wyjaśnia pojęcia: <i>sekwencje powtarzalne, pseudogeny</i></li> <li>rozdziela genom wirusowy ze względu na wybrane kryteria</li> </ul>	

4.	Związek między genem a cechą	<ul style="list-style-type: none"> <li>• wyjaśnia pojęcia: <i>kod genetyczny</i>, <i>ekspresja genu</i>, <i>translacja</i>, <i>transkrypcja</i></li> <li>• wymienia i charakteryzuje cechy kodu genetycznego</li> <li>• nazywa etapy translacji</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• omawia przebieg transkrypcji i translacji</li> <li>• stosuje tabelę kodu genetycznego do zapisu krótkich sekwencji kodonów</li> <li>• wyjaśnia zasadę kodowania informacji organizmu przez kolejne trójki nukleotydów w DNA i mRNA</li> <li>• określa rolę polimerazy RNA w procesie transkrypcji</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• omawia przebieg odwrotnej transkrypcji wirusowego RNA</li> <li>• zapisuje sekwencję aminokwasów łańcucha peptydowego na podstawie sekwencji nukleotydów mRNA</li> <li>• porównuje ekspresję genów w komórkach prokariotycznych i eukariotycznych</li> <li>• określa rolę i sposoby modyfikacji potranskrypcyjnej RNA</li> <li>• ilustruje schematycznie etapy odczytywania informacji genetycznej</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• wymienia przykłady wirusów, u których występuje odwrotna transkrypcja</li> <li>• porównuje przebieg ekspresji genów w jądrze i organellach komórki eukariotycznej</li> <li>• określa rolę aminoacylo-tRNA i rybosomów w translacji</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• określa rolę i sposoby modyfikacji potranslacyjnej białek</li> <li>• wyjaśnia, w jaki sposób dochodzi do tworzenia się polirybosomów</li> <li>• wyjaśnia biologiczne znaczenie polirybosomów</li> </ul>
5.	Regulacja ekspresji genów	<ul style="list-style-type: none"> <li>• wyjaśnia pojęcie <i>operon</i></li> <li>• wskazuje na schemacie sekwencje regulatorowe operonu oraz geny struktury</li> <li>• wymienia poziomy kontroli ekspresji</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• wyjaśnia, na czym polega regulacja ekspresji genów w komórce prokariotycznej na podstawie modelu operonu laktozowego i tryptofanowego</li> <li>• wyjaśnia, jakie znaczenie</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• rozróżnia regulację negatywną od pozytywnej w przypadku działania operonu laktozowego</li> <li>• wyjaśnia na czym polega kontrola negatywna i pozytywna w</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• wyjaśnia, na czym polega regulacja dostępu do genu w komórce eukariotycznej</li> <li>• wyjaśnia, w jaki sposób powstają różne formy białek podczas ekspresji jednego genu</li> <li>• omawia rolę niekodującego RNA</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• wyjaśnia, na czym polega alternatywne składanie RNA</li> <li>• porównuje regulację ekspresji genów w komórkach prokariotycznej i eukariotycznej</li> <li>• porównuje sposób regulacji ekspresji</li> </ul>

		genów w komórce eukariotycznej	w regulacji ekspresji genów operonu laktozowego mają: gen kodujący represor, operator i promotor	operonie <ul style="list-style-type: none"> <li>omawia regulację inicjacji transkrypcji w komórce eukariotycznej</li> </ul>	w regulacji ekspresji genów w komórce eukariotycznej <ul style="list-style-type: none"> <li>wyjaśnia, w jaki sposób regulacja ekspresji genów u organizmów wielokomórkowych powoduje zróżnicowanie komórek na poszczególne typy</li> </ul>	genów struktury operonu laktozowego i operonu tryptofanowego
6.	Dziedziczenie cech. I prawo Mendla	<ul style="list-style-type: none"> <li>wyjaśnia pojęcia: <i>allel</i>, <i>genotyp</i>, <i>fenotyp</i>, <i>homozygota</i>, <i>heterozygota</i>, <i>allel dominujący</i>, <i>allel recesywny</i></li> <li>zapisuje przebieg i wyniki doświadczeń Gregora Mendla za pomocą kwadratu Punnetta oraz stosuje podstawowe pojęcia genetyczne</li> <li>podaje treść I prawa Mendla</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>omawia prace G. Mendla, na podstawie których sformułował on reguły dziedziczenia</li> <li>wymienia przykłady cech człowieka dziedziczonych zgodnie z I prawem Mendla</li> <li>wykonuje przykładowe krzyżówki jednogenowe</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>wyjaśnia pojęcie <i>linia czysta</i></li> <li>wyjaśnia, jakie znaczenie w doświadczeniach G. Mendla miało wyhodowanie przez niego osobników grochu zwyczajnego należących do linii czystych</li> <li>analizuje wyniki krzyżówek jednogenowych na przykładzie grochu zwyczajnego</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>określa sposób wykonania i znaczenie krzyżówki testowej jednogenowej</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>określa prawdopodobieństwo wystąpienia genotypów i fenotypów u potomstwa w wypadku dziedziczenia jednej cechy</li> </ul>
7.	II prawo Mendla	<ul style="list-style-type: none"> <li>podaje treść II prawa Mendla</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>wykonuje przykładowe krzyżówki dwugenowe</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>analizuje wyniki krzyżówek dwugenowych na przykładzie grochu zwyczajnego</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>określa sposób wykonania i znaczenie krzyżówki testowej dwugenowej</li> <li>ocenia znaczenie badań G. Mendla dla rozwoju genetyki</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>bezbłędnie określa prawdopodobieństwo wystąpienia genotypów i fenotypów u potomstwa w wypadku dziedziczenia dwóch</li> </ul>

							cech niesprzężonych
8.	Chromosomowa teoria dziedziczenia	<ul style="list-style-type: none"> <li>definiuje pojęcia: <i>locus, geny sprzężone, crossing-over</i></li> <li>wymienia główne założenia chromosomowej teorii dziedziczenia</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>wyjaśnia zależność między częstością zachodzenia <i>crossing-over</i> a odległością między dwoma genami w chromosomie</li> <li>wyjaśnia, na czym polega mapowanie genów</li> <li>wykonuje przykładowe krzyżówki dotyczące dziedziczenia genów sprzężonych</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>oblicza częstość <i>crossing-over</i> między dwoma genami sprzężonymi</li> <li>określa prawdopodobieństw o wystąpienia genotypów i fenotypów u potomstwa w wypadku dziedziczenia dwóch cech sprzężonych</li> <li>analizuje wyniki krzyżówek dotyczących dziedziczenia genów sprzężonych</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>wykazuje różnice między genami niesprzężonymi a sprzężonymi</li> <li>wyjaśnia, na czym polega zjawisko sprzężenia genów</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>oblicza odległość między genami</li> </ul>	
9.	Determinacja płci. Cechy sprzężone z płcią	<ul style="list-style-type: none"> <li>definiuje pojęcia: <i>kariotyp, chromosomy płci</i></li> <li>wskazuje podobieństwa i różnice między kariotypem kobiety a kariotypem mężczyzny</li> <li>wyjaśnia sposób determinacji płci u człowieka</li> <li>charakteryzuje</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>wymienia nazwy oraz objawy chorób uwarunkowanych mutacjami genów sprzężonych z płcią</li> <li>wykonuje krzyżówki dotyczące dziedziczenia cech sprzężonych z płcią</li> <li>określa prawdopodobieństwo wystąpienia choroby sprzężonej z płcią</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>wyjaśnia, jaką rolę w determinacji płci odgrywają gen SRY i hormony wytwarzane przez rozwijające się jądra</li> <li>charakteryzuje dwa podstawowe typy genetycznej determinacji płci i podaje przykłady organizmów, u których one</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>wyjaśnia, jakie znaczenie ma proces inaktywacji jednego z chromosomów X w większości komórek organizmu kobiety</li> <li>omawia przykłady środowiskowego mechanizmu determinowania płci</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>analizuje i omawia mechanizm inaktywacji chromosomu X</li> <li>planuje doświadczenie mające na celu wykazanie związku dziedziczenia koloru oczu muszki owocowej z dziedziczeniem płci</li> </ul>	

		<p>kariotyp człowieka</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• określa płeć różnych osób na podstawie analizy ich kariotypu</li> <li>• wymienia przykłady cech sprzężonych z płcią</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• wyjaśnia przyczyny oraz podaje ogólne objawy hemofilii i daltonizmu</li> <li>• rozróżnia cechy sprzężone z płcią i cechy związane z płcią</li> </ul>	<p>występują</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• wyjaśnia powody, dla których daltonizm i hemofilia występują niemal wyłącznie u mężczyzn</li> </ul>		
10	Inne sposoby dziedziczenia cech	<ul style="list-style-type: none"> <li>• wyjaśnia pojęcie <i>allele wielokrotne</i> na przykładzie dziedziczenia grup krwi u człowieka</li> <li>• wykonuje krzyżówki dotyczące dziedziczenia grup krwi i czynnika Rh</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• wyjaśnia pojęcia: <i>dominacja niepełna, kodominacja, geny kumulatywne, geny plejotropowe</i></li> <li>• charakteryzuje relacje między allelami jednego genu oparte na dominacji niepełnej i kodominacji</li> <li>• określa prawdopodobieństwo wystąpienia genotypów i fenotypów u potomstwa w wypadku kodominacji</li> <li>• podaje przykład cechy uwarunkowanej obecnością genów kumulatywnych</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• wyjaśnia pojęcia: <i>geny komplementarne, geny dopełniające się, geny epistatyczne, geny hipostatyczne</i></li> <li>• wyjaśnia, z jakiego powodu geny determinujące barwę kwiatów groszku pachnącego zostały nazwane genami komplementarnymi</li> <li>• określa prawdopodobieństw o wystąpienia genotypów i fenotypów u potomstwa w wypadku dziedziczenia genów dopełniających się</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• wyjaśnia, co to znaczy, że choroba genetyczna jest uwarunkowana przez gen plejotropowy</li> <li>• określa prawdopodobieństwo wystąpienia genotypów i fenotypów u potomstwa w wypadku dziedziczenia genów epistatycznych</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• określa i analizuje prawdopodobieństwo wystąpienia określonego fenotypu u potomstwa w wypadku dziedziczenia alleli wielokrotnych</li> <li>• wyjaśnia, na czym polega działanie genów epistatycznych i hipostatycznych w wypadku dziedziczenia barwy sierści u gryzoni</li> </ul>

11	Zmienność organizmów	<ul style="list-style-type: none"> <li>definiuje pojęcia: <i>zmienność genetyczna</i>, <i>zmienność środowiskowa</i></li> <li>wymienia rodzaje zmienności i wskazuje zależności między nimi</li> <li>wymienia przykłady potwierdzające występowanie zmienności środowiskowej</li> <li>określa źródła zmienności genetycznej (mutacje, rekombinacje)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>wyjaśnia pojęcia: <i>zmienność ciągła</i>, <i>zmienność nieciągła</i></li> <li>wymienia przykłady zmienności ciągłej i nieciągłej</li> <li>omawia przyczyny zmienności genetycznej</li> <li>określa znaczenie zmienności genetycznej i środowiskowej</li> <li>porównuje zmienność genetyczną ze zmiennością środowiskową</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>wyjaśnia, w jaki sposób niezależna segregacja chromosomów, <i>crossing-over</i> oraz losowe łączenie się gamet wpływają na zmienność osobniczą</li> <li>wymienia cechy mutacji, które stanowią jedno z głównych źródeł zmienności genetycznej</li> <li>określa fenotypy zależne od genotypu oraz od wpływu środowiska</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>wyjaśnia znaczenie pojęcia <i>norma reakcji genotypu</i></li> <li>wyjaśnia przyczyny zmienności obserwowanej w wypadku organizmów o identycznych genotypach</li> <li>przedstawia związek między zmiennością cechy a sposobem determinacji genetycznej (jedno locus lub wiele genów)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>porównuje zmienność genetyczną rekombinacyjną ze zmiennością mutacyjną</li> <li>wyjaśnia znaczenie pojęcia <i>transpozony</i> i określa znaczenie transpozonów w rozwoju zmienności osobniczej</li> </ul>
12	Zmiany w informacji genetycznej	<ul style="list-style-type: none"> <li>wyjaśnia pojęcia: <i>mutacja</i>, <i>mutacja genowa</i>, <i>mutacja chromosomowa strukturalna</i>, <i>mutacja chromosomowa liczbowa</i>, <i>czynnik mutagenny</i></li> <li>wymienia przykłady fizycznych, chemicznych i biologicznych</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>wyjaśnia pojęcia: <i>mutacja somatyczna</i>, <i>mutacja generatywna</i>, <i>mutacja spontaniczna</i>, <i>mutacja indukowana</i></li> <li>klasyfikuje mutacje według różnych kryteriów</li> <li>określa ryzyko przekazania mutacji potomstwu</li> <li>wskazuje przyczyny mutacji</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>wyjaśnia pojęcia: <i>mutacje letalne</i>, <i>mutacje subletalne</i>, <i>mutacje neutralne</i>, <i>mutacje korzystne</i>, <i>protoonkogeny</i>, <i>onkogeny</i>, <i>geny supresorowe</i></li> <li>wyjaśnia charakter zmian w DNA typowych dla różnych mutacji</li> <li>określa skutki</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>przedstawia mutacje punktowe i chromosomowe za pomocą odpowiednich przykładów</li> <li>wyjaśnia znaczenie mutacji w przebiegu ewolucji</li> <li>wskazuje różnicę między kariotypami organizmu aneuploidalnego i organizmu</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>przewiduje i ilustruje zmiany kariotypu dowolnego organizmu powstałe w wyniku mutacji chromosomowych liczbowych</li> <li>analizuje zależności między występowaniem mutacji a transformacją nowotworową komórki</li> </ul>

		<p>czynników mutagennych</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>wymienia przykłady mutacji genowych i mutacji chromosomowych</li> <li>wymienia pozytywne i negatywne skutki mutacji</li> </ul>	<p>spontanicznych i mutacji indukowanych</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>uzasadnia konieczność ograniczenia w codziennym życiu stosowania substancji mutagennych</li> </ul>	<p>mutacji genowych dla kodowanego przez dany gen łańcucha polipeptydowego</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>omawia przyczyny powstawania mutacji chromosomowych liczbowych</li> <li>rozpoznaje na schematach różne rodzaje mutacji chromosomowych</li> </ul>	<p>poliploidalnego</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>wymienia przykłady protoonkogenów i genów supresorowych oraz chorób nowotworowych związanych z ich mutacjami</li> </ul>	
13	Choroby jednogenowe	<ul style="list-style-type: none"> <li>wymienia przykłady chorób genetycznych uwarunkowanych obecnością w autosomach zmutowanych alleli dominujących i recesywnych</li> <li>wyjaśnia pojęcie <i>choroby bloku metabolicznego</i></li> <li>wyjaśnia, na czym polegają choroby bloku metabolicznego</li> <li>wymienia przykłady chorób bloku metabolicznego</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>klasyfikuje choroby genetyczne w zależności od sposobu ich dziedziczenia</li> <li>wyjaśnia przyczyny oraz podaje ogólne objawy mukowiscydozy, hemofilii, daltonizmu, fenyloketonurii, choroby Huntingtona, anemii sierpowatej</li> <li>rozpoznaje na rycinie prawidłowe oraz sierpowate eryocyty krwi</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>wyjaśnia przyczyny oraz podaje ogólne objawy albinizmu, alkaptonurii, choroby Parkinsona, dystrofii mięśniowej Duchenne'a, krzywicy odpornej na witaminę D</li> <li>wymienia przykłady stosowanych obecnie metod leczenia wybranych chorób genetycznych oraz ocenia ich skuteczność</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>porównuje strukturę i właściwości hemoglobiny prawidłowej oraz hemoglobiny sierpowatej</li> <li>charakteryzuje choroby człowieka wynikające z mutacji DNA mitochondrialnego</li> <li>wymienia przykłady chorób człowieka wynikających z mutacji mitochondrialnego DNA</li> <li>ustala typy dziedziczenia chorób genetycznych na podstawie analizy</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>uzasadnia znaczenie analizy rodowodów jako metody diagnozowania chorób genetycznych</li> </ul>



			<ul style="list-style-type: none"> <li>wskazuje choroby bloku metabolicznego, których leczenie polega na stosowaniu odpowiedniej diety eliminacyjnej</li> </ul>			rodowodów	
	14	Choroby chromosomalne i wieloczynnikowe	<ul style="list-style-type: none"> <li>wymienia przykłady oraz objawy chorób genetycznych człowieka wynikających z nieprawidłowej struktury chromosomów</li> <li>wymienia 3 przykłady chorób genetycznych człowieka wynikających ze zmiany liczby autosomów i chromosomów płci</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>określa rodzaj zmian kariotypu u chorych z zespołem Downa, zespołem Klinefeltera i zespołem Turnera</li> <li>wymienia objawy zespołu Downa, zespołu Klinefeltera i zespołu Turnera</li> <li>wyjaśnia zależność między wiekiem rodziców prawdopodobieństwem urodzenia się dziecka z zespołem Downa</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>omawia choroby spowodowane mutacjami strukturalnymi na przykładzie przewlekłej białaczki szpikowej</li> <li>określa rodzaj zmian kariotypu u chorych z zespołem Edwardsa i zespołem Patau</li> <li>wymienia objawy zespołu Edwardsa i zespołu Patau</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>analizuje fotografie kariotypów człowieka</li> <li>omawia choroby wieloczynnikowe</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>analizuje zależność między wiekiem rodziców prawdopodobieństwem urodzenia się dziecka z zespołem Downa i wysnuwa odpowiednie wnioski</li> <li>przedstawia inne przykłady chorób genetycznych, np. progeria</li> </ul>
<b>Biotechnologia molekularna</b>	1.	Biotechnologia. Podstawowe techniki inżynierii genetycznej	<ul style="list-style-type: none"> <li>wyjaśnia pojęcia: <i>biotechnologia molekularna, inżynieria genetyczna, elektroforeza DNA, PCR, klonowanie DNA, transformacja genetyczna</i></li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>wyjaśnia pojęcia: <i>sonda molekularna, wektor, sekwencjonowanie DNA, hybrydyzacja DNA</i></li> <li>wyjaśnia, czym się zajmuje inżynieria genetyczna</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>porównuje biotechnologię klasyczną z biotechnologią molekularną</li> <li>charakteryzuje enzymy stosowane w biotechnologii molekularnej</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>sprawdza, jakie produkty powstaną na skutek cięcia DNA przez enzymy restrykcyjne</li> <li>określa zalety i wady łańcuchowej reakcji polimerazy</li> <li>omawia metody</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>analizuje etapy tworzenia bibliotek genomowych i bibliotek cDNA i argumentuje zasadność ich tworzenia</li> <li>wyjaśnia, na czym polega: hybrydyzacja DNA</li> </ul>

		<ul style="list-style-type: none"> <li>wymienia przykłady dziedzin życia, w których można zastosować biotechnologię molekularną</li> <li>wymienia enzymy stosowane w biotechnologii molekularnej</li> <li>wymienia techniki inżynierii genetycznej</li> <li>wymienia etapy modyfikacji genomu</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>omawia wykorzystanie enzymów restrykcyjnych, ligaz i polimeraz DNA</li> <li>wymienia po jednym przykładzie praktycznego wykorzystania technik inżynierii genetycznej</li> <li>wymienia sposoby wprowadzenia obcego genu do komórki</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>omawia poszczególne etapy analizy restrykcyjnej DNA, przebiegu PCR, klonowania DNA</li> <li>określa cel tworzenia bibliotek genomowych i bibliotek cDNA</li> <li>charakteryzuje wektory stosowane do transformacji genetycznej</li> </ul>	<p>pośredniego i bezpośredniego wprowadzenia DNA do komórek roślin i zwierząt</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>analizuje przebieg klonowania DNA na przykładzie genu myszy</li> <li>omawia etapy tworzenia bibliotek genomowych i bibliotek cDNA</li> </ul>	<p>z wykorzystaniem sondy molekularnej, analiza restrykcyjna, elektroforeza DNA, PCR, sekwencjonowanie DNA, klonowanie DNA, transformacja genetyczna</p> <ul style="list-style-type: none"> <li></li> </ul>
2.	Organizmy zmodyfikowane genetycznie	<ul style="list-style-type: none"> <li>wyjaśnia pojęcia: <i>organizm zmodyfikowany genetycznie</i>, <i>organizm transgeniczny</i>, <i>produkt GMO</i></li> <li>wskazuje podobieństwa i różnice między organizmami zmodyfikowanymi genetycznie oraz transgenicznymi</li> <li>wymienia metody otrzymywania organizmów zmodyfikowanych</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>podaje przykłady zmodyfikowanych genetycznie roślin i zwierząt</li> <li>omawia perspektywy praktycznego wykorzystania organizmów zmodyfikowanych genetycznie w rolnictwie, przemyśle, medycynie i nauce</li> <li>omawia sposób oznakowania produktów GMO</li> <li>wskazuje na zagrożenia ze strony</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>charakteryzuje metody otrzymywania bakterii i roślin transgenicznych</li> <li>omawia etapy modyfikacji komórek zarodkowych zwierząt</li> <li>wymienia przykłady produktów GMO</li> <li>podaje przykłady badań stosowanych w wypadku organizmów zmodyfikowanych genetycznie</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>omawia wybrane modyfikacje genetyczne mikroorganizmów, roślin i zwierząt</li> <li>wyjaśnia, w jaki sposób kontroluje się mikroorganizmy zmodyfikowane genetycznie uwolnione do środowiska</li> <li>charakteryzuje sposoby zapobiegania zagrożeniom ze strony GMO</li> <li>analizuje argumenty przemawiające za genetyczną modyfikacją organizmów oraz</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>omawia regulacje prawne dotyczące GMO w Unii Europejskiej</li> <li>samodzielnie podaje odpowiednie argumenty popierające stosowanie GMO oraz argumenty przeciwko stosowaniu GMO</li> </ul>

		<p>genetycznie</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>wymienia przykłady praktycznego wykorzystania mikroorganizmów, roślin i zwierząt zmodyfikowanych genetycznie</li> </ul>	GMO			przeciw niej	
3.	Klonowanie – korzyści i zagrożenia	<ul style="list-style-type: none"> <li>wyjaśnia pojęcia: <i>klon, klonowanie</i></li> <li>wymienia przykłady organizmów będących naturalnymi klonami</li> <li>określa cele klonowania mikroorganizmów, komórek, roślin i zwierząt</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>wyjaśnia, w jaki sposób otrzymuje się klony mikroorganizmów, komórek, roślin i zwierząt</li> <li>wymienia sposoby wykorzystania klonów mikroorganizmów, komórek, roślin i zwierząt w różnych dziedzinach życia człowieka</li> <li>wskazuje na obawy etyczne dotyczące klonowania zwierząt</li> <li>ocenia wady i zalety klonowania</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>omawia rodzaje rozmnażania bezpłciowego jako przykłady naturalnego klonowania</li> <li>omawia sposoby klonowania roślin i zwierząt</li> <li>formułuje argumenty przemawiające za klonowaniem zwierząt oraz przeciw niemu</li> <li>porównuje klonowanie terapeutyczne i klonowanie reprodukcyjne</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>analizuje kolejne etapy klonowania zwierząt metodą transplantacji jąder i rozdzielania komórek zarodka</li> <li>przedstawia wady i zalety klonowania za pomocą odpowiednich argumentów</li> <li>wymienia przykłady osiągnięć w klonowaniu zwierząt</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>planuje doświadczenie, którego celem będzie udowodnienie, że jądro zróżnicowanej komórki może pokierować rozwojem organizmu</li> <li>uzasadnia swoje stanowisko w sprawie klonowania człowieka</li> <li>dyskutuje na temat problemów etycznych związanych z rozwojem biotechnologii, klonowania terapeutycznego człowieka</li> </ul>	
4.	Biotechnologia molekularna w medycynie	<ul style="list-style-type: none"> <li>wyjaśnia pojęcia: <i>diagnostyka molekularna, biofarmaceutyki,</i></li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>wymienia argumenty przemawiające za stosowaniem szczepionek</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>omawia korzyści i zagrożenia wynikające z ustalenia</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>omawia wykorzystanie mikromacierzy w diagnostyce molekularnej</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>planuje doświadczenie mające na celu udowodnienie, że zróżnicowane komórki</li> </ul>	

			<p><i>terapia genowa, komórki macierzyste</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>wymienia korzyści wynikające z poznania genomu człowieka</li> <li>wyjaśnia, czym zajmuje się diagnostyka molekularna</li> <li>wymienia przykłady technik inżynierii genetycznej wykorzystywanych w diagnozowaniu chorób genetycznych</li> </ul>	<p>wytwarzanych metodami inżynierii genetycznej</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>omawia wykorzystanie diagnostyki molekularnej w wykrywaniu chorób genetycznych, zakaźnych, nowotworowych oraz wieloczynnikowych</li> <li>wymienia przykłady leków otrzymanych metodami inżynierii genetycznej</li> <li>wyjaśnia, na czym polega terapia genowa</li> <li>omawia zastosowanie komórek macierzystych w leczeniu chorób człowieka</li> <li>wyjaśnia, czym się zajmuje medycyna molekularna</li> </ul>	<p>sekwencji genomu człowieka</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>wyjaśnia, w jaki sposób otrzymuje się nowoczesne szczepionki</li> <li>porównuje szczepionki rekombinowane ze szczepionkami DNA</li> <li>charakteryzuje techniki inżynierii genetycznej wykorzystywane w diagnostyce molekularnej</li> <li>omawia sposoby wytwarzania biofarmaceutyków</li> <li>wyjaśnia pojęcie <i>przeciwciała monoklonalne</i></li> <li>podaje przykłady wykorzystania przeciwciał monoklonalnych w medycynie</li> <li>wyjaśnia, w jaki sposób biotechnologia może się przyczynić do postępu w transplantologii</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>określa znaczenie wykorzystania komórek macierzystych w leczeniu chorób</li> </ul>	<p>można przekształcić w komórki macierzyste</p>
--	--	--	--	--	---	---	--

					<ul style="list-style-type: none"> <li>• omawia korzyści i zagrożenia wynikające z terapii genowej</li> </ul>		
	5.	Inne zastosowania biotechnologii molekularnej	<ul style="list-style-type: none"> <li>• wyjaśnia pojęcie <i>profil genetyczny</i></li> <li>• wymienia przykłady praktycznego zastosowania badań DNA w medycynie sądowej, ewolucjonizmie i systematyce</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• przedstawia sposoby zastosowania metod genetycznych w medycynie sądowej, ewolucjonizmie i systematyce</li> <li>• wyjaśnia sposób wykorzystania analizy DNA do określenia pokrewieństwa (np. ustalania lub wykluczania ojcostwa)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• wyjaśnia pojęcie <i>sekwencje mikrosatelitarne</i></li> <li>• uzasadnia znaczenie analizy sekwencji DNA w badaniach ewolucyjnych i taksonomicznych</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• analizuje kolejne etapy ustalania profilu genetycznego</li> <li>• omawia wykorzystanie DNA mitochondrialnego w badaniach ewolucyjnych</li> <li>• wyjaśnia pojęcie <i>filogenetyka molekularna</i></li> <li>• analizuje drzewo filogenetyczne</li> <li>• przedstawia sposoby wykorzystania informacji zawartych w DNA</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• samodzielnie przedstawia projekt poznania genomu ludzkiego i jego konsekwencje dla medycyny, zdrowia, ubezpieczeń społecznych</li> </ul>
<b>Ekologia</b>	1.	Czym się zajmuje ekologia?	<ul style="list-style-type: none"> <li>• wyjaśnia pojęcia: <i>ekologia, ochrona środowiska, ochrona przyrody, siedlisko, nisza ekologiczna</i></li> <li>• określa zakres badań ekologicznych</li> <li>• klasyfikuje czynniki środowiska na biotyczne i abiotyczne</li> <li>• wyjaśnia pojęcia:</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• określa, czym się zajmują ekologia, ochrona środowiska i ochrona przyrody</li> <li>• określa niszę ekologiczną wybranych gatunków</li> <li>• wyjaśnia relacje między siedliskiem a niszą ekologiczną organizmu</li> <li>• omawia prawo</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• wyjaśnia różnicę między zasobami środowiska a warunkami środowiska</li> <li>• podaje przykłady ilustrujące prawo minimum, prawo tolerancji ekologicznej, zasadę współdziałania czynników</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• wyjaśnia pojęcie <i>gatunek kosmopolityczny</i></li> <li>• wykazuje, że pojęcie niszy ekologicznej dotyczy zarówno osobnika, jak i gatunku</li> <li>• omawia zakres tolerancji ekologicznej organizmów wobec konkretnego czynnika</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• analizuje związek zakresu tolerancji ekologicznej z czynnikami środowiskowymi i genetycznymi</li> <li>• planuje doświadczenie mające na celu zbadanie zakresu tolerancji wybranego gatunku rośliny na działanie określonego czynnika</li> </ul>

		<p><i>zasoby środowiska, warunki środowiska, podaje odpowiednie przykłady</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• wyjaśnia pojęcia: <i>nisza ekologiczna, gatunki wskaźnikowe</i></li> <li>• wymienia przykłady praktycznego zastosowania gatunków wskaźnikowych</li> </ul>	<p>minimum i prawo tolerancji ekologicznej</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• wyjaśnia, na czym polega zasada współdziałania czynników środowiska</li> <li>• wyjaśnia, dlaczego porosty wykorzystuje się do oceny stanu czystości powietrza</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• wymienia podobieństwa i różnice między prawem minimum a prawem tolerancji ekologicznej</li> <li>• uzasadnia, że istnieje związek między zakresem tolerancji organizmów a ich rozmieszczeniem na Ziemi</li> <li>• charakteryzuje zasady wyodrębniania form ekologicznych organizmów</li> <li>• wyjaśnia pojęcia: <i>eurybionty, stenobionty</i></li> <li>• interpretuje wykres ilustrujący zakres tolerancji różnych gatunków wobec wybranego czynnika środowiska</li> </ul>	<p>środowiska</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• wskazuje różnice między gatunkami kosmopolitycznymi a wskaźnikowymi</li> <li>• charakteryzuje formy ekologiczne roślin wyodrębnione ze względu na wymagania dotyczące ilości wody</li> <li>• przedstawia wykres zależności tolerancji ekologicznej i oddziałującego czynnika środowiskowego</li> </ul>	<p>środowiska</p>
2.	Ekologia populacji	<ul style="list-style-type: none"> <li>• wyjaśnia pojęcie <i>populacja lokalna gatunku</i></li> <li>• wymienia dwa podstawowe typy oddziaływania</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• wyjaśnia pojęcia: <i>rozrodczość, śmiertelność, migracja, struktura wiekowa populacji, struktura płciowa</i></li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• wyjaśnia pojęcia: <i>opór środowiska, tempo wzrostu populacji</i></li> <li>• charakteryzuje oddziaływania</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• wskazuje różnice między rozrodczością fizjologiczną i ekologiczną oraz śmiertelnością fizjologiczną</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• porównuje podstawowe modele wzrostu populacji i podaje przykłady gatunków, które reprezentują każdy z</li> </ul>

		<p>między osobnikami w populacji</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>wymienia cechy charakteryzujące populację</li> <li>omawia znaczenie liczebności i zagęszczenia jako parametrów opisujących populację</li> <li>wymienia czynniki wpływające na liczebność populacji</li> </ul>	<p><i>populacji, zasięg przestrzenny, rozmieszczenie, emigracja, imigracja</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>charakteryzuje podstawowe typy rozmieszczenia populacji i podaje przykłady gatunków, które reprezentują każdy z nich</li> <li>przedstawia trzy podstawowe typy krzywej przeżywania, podaje przykłady gatunków, dla których są one charakterystyczne</li> <li>charakteryzuje niezależne od zagęszczenia czynniki ograniczające liczebność populacji</li> </ul>	<p>między członkami populacji</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>omawia regułę Alleego i podaje przykłady jej działania</li> <li>wymienia czynniki wpływające na przebieg krzywej przeżywania organizmów</li> <li>analizuje piramidę obrazującą strukturę wiekową i strukturę płciową populacji</li> <li>określa możliwości rozwoju danej populacji</li> <li>wymienia zalety i wady życia w grupie</li> </ul>	<p>i ekologiczną</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>porównuje strategie rozrodu typu <math>r</math> oraz typu <math>K</math></li> <li>charakteryzuje czynniki wpływające na liczebność populacji</li> <li>omawia formy rozmieszczenia skupiskowego populacji</li> <li>omawia trzy podstawowe okresy w życiu każdego osobnika</li> </ul>	<p>nich</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>analizuje wykresy i przedstawia graficznie cechy populacji</li> <li>przedstawia w sposób graficzny wzrost wykładniczy i wzrost logistyczny populacji</li> </ul>
3.	Oddziaływania antagonistyczne między organizmami	<ul style="list-style-type: none"> <li>klasyfikuje oddziaływania międzygatunkowe na antagoniczne i nieantagonistyczne</li> <li>wymienia przykłady oddziaływań antagonistycznych</li> <li>wymienia skutki konkurencji</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>charakteryzuje oddziaływania międzygatunkowe w relacjach: ofiara – drapieżnik, roślina – roślinożerca, żywiciel – pasożyt</li> <li>charakteryzuje mechanizmy adaptacyjne: ofiar</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>wyjaśnia, na czym polega zasada konkurencyjnego wypierania</li> <li>omawia skutki konkurencji blisko spokrewnionych gatunków na podstawie eksperymentu</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>analizuje doświadczenie mające na celu wykazanie istnienia konkurencyjnego wypierania</li> <li>charakteryzuje skutki konkurencji wewnątrzgatunkowej</li> <li>określa skutki działania substancji</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>planuje doświadczenie mające na celu wykazanie istnienia konkurencyjnego wypierania</li> <li>przewiduje skutki masowego pojawiania się organizmów w środowisku</li> <li>ocenia konsekwencje</li> </ul>

		<p>wewnątrzgatunkowe</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>wymienia przykłady oddziaływań międzygatunkowych ograniczających liczebność populacji</li> <li>wymienia główne przyczyny i skutki konkurencji międzygatunkowej</li> </ul>	<p>i drapieżników, roślin i roślinożerców, pasożytów i żywicieli</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>klasyfikuje pasożyty według wskazanych kryteriów</li> </ul>	<p>przeprowadzonego przez Gieorgija Gausego</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>wymienia konsekwencje zawężenia nisz ekologicznych konkurujących gatunków</li> <li>analizuje cykliczne zmiany liczebności populacji zjadającego i populacji zjadanego</li> <li>porównuje drapieżnictwo, roślinożerność i pasożytnictwo</li> </ul>	<p>allelopatycznych</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>wyjaśnia, jakie znaczenie dla funkcjonowania biocenozy mają pasożyty, drapieżniki i roślinożercy</li> <li>przewiduje skutki masowych pojawów organizmów w środowisku</li> <li>wyjaśnia znaczenie wektorów w rozprzestrzenianiu się pasożytów</li> </ul>	<p>konkurencji między gatunkowej na wybranych przykładach</p>
4.	Oddziaływania nieantagonistyczne między organizmami	<ul style="list-style-type: none"> <li>wymienia nieantagonistyczne interakcje międzygatunkowe</li> <li>wyjaśnia pojęcia: <i>mutualizm</i>, <i>komensalizm</i></li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>charakteryzuje mechanizmy adaptacyjne organizmów pozostających w związku mutualistycznym</li> <li>wymienia przykłady zachowań mutualistycznych i komensalistycznych</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>porównuje mutualizm obligatoryjny i mutualizm fakultatywny</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>omawia przykłady mutualizmu i komensalizmu (np. na przykładzie mikoryzy, porostów, współżycia bakterii azotowych z korzeniami roślin, transport pyłku przez owady żywiące się nektarem)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>ocenia skutki mutualizmu i komensalizmu dla organizmów</li> </ul>
5.	Struktura ekosystemu	<ul style="list-style-type: none"> <li>wyjaśnia pojęcia: <i>ekosystem</i>, <i>biocenoza</i>, <i>biotop</i>,</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>klasyfikuje rodzaje ekosystemów</li> <li>klasyfikuje elementy</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>określa kryteria podziału ekosystemów</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>określa kryteria podziału sukcesji ekologicznej</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>ocenia skutki eutrofizacji jezior za pomocą odpowiednich</li> </ul>



			<p><i>struktura troficzna ekosystemu, struktura przestrzenna ekosystemu, sukcesja ekologiczna</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>wymienia biotyczne i abiotyczne elementy ekosystemu</li> <li>podaje rolę producentów, konsumentów i destruentów w biocenozie</li> </ul>	<p>ekosystemu na biotyczne i abiotyczne</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>charakteryzuje strukturę przestrzenną i troficzną ekosystemu</li> <li>wyjaśnia, na czym polega sukcesja</li> <li>wyjaśnia, na czym polega eutrofizacja jezior</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>charakteryzuje rodzaje ekosystemów</li> <li>wyjaśnia, na czym polega rola biocenozy w kształtowaniu biotopu</li> <li>wyjaśnia, od czego zależy struktura przestrzenna ekosystemu</li> <li>charakteryzuje procesy glebotwórcze</li> <li>omawia przebieg sukcesji pierwotnej i wtórnej</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>omawia rolę organizmów w procesach glebotwórczych</li> <li>charakteryzuje poziomy glebowe</li> <li>omawia wpływ biocenozy na mikroklimat</li> <li>omawia etapy eutrofizacji jezior</li> </ul>	argumentów
6.	Przepływ energii i krążenie materii w ekosystemie	<ul style="list-style-type: none"> <li>wyjaśnia pojęcia: <i>łańcuch troficzny, poziom troficzny, sieć troficzna</i></li> <li>wskazuje zależności między poziomami troficznymi</li> <li>wymienia czynniki, które mogą ograniczać produktywność ekosystemów</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>konstruuje proste łańcuchy troficzne i sieci troficzne</li> <li>nazywa poziomy troficzne w łańcuchu troficznym i sieci troficznej</li> <li>wyjaśnia zjawisko krążenia materii i przepływu energii w ekosystemie</li> <li>porównuje produkcję pierwotną różnych ekosystemów na</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>wyróżnia i porównuje dwa typy łańcuchów troficznych</li> <li>wyjaśnia pojęcia: <i>produkcja pierwotna (brutto, netto), produkcja wtórna (brutto, netto)</i></li> <li>wyjaśnia, dlaczego ekosystem autotroficzny jest samowystarczalny</li> <li>omawia przyczyny zaburzenia</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>analizuje produkcję pierwotną i wtórną wybranego ekosystemu</li> <li>rysuje i porównuje trzy typy piramid troficznych: piramidę energii, piramidę liczebności, piramidę biomasy</li> <li>wyjaśnia, dlaczego lasy równikowe i rafy koralowe są ekosystemami o najwyższej produktywności</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>analizuje i ocenia skutki wpływu gradacji (masowego pojawiania się) roślinożerców w różnych ekosystemach</li> </ul>	

			<p>podanych przykładach</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• wyjaśnia, czym jest równowaga w ekosystemie</li> </ul>	<p>równowagi w ekosystemach</p>		
7.	<p>Obieg węgla i azotu w przyrodzie</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• wyjaśnia pojęcie <i>cykle biogeochemiczne</i></li> <li>• wyjaśnia, na czym polegają obieg węgla i obieg azotu w przyrodzie</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• wymienia źródła węgla w przyrodzie</li> <li>• wyjaśnia, jaki wpływ na obieg pierwiastków chemicznych w przyrodzie ma działalność gospodarcza człowieka</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• omawia schematy obiegu węgla i obiegu azotu w przyrodzie</li> <li>• wyjaśnia, na czym polega nityfikacja, amonifikacja oraz denityfikacja</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• określa rolę organizmów w obiegu pierwiastków</li> <li>• omawia przebieg reakcji nityfikacji</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• przedstawia na schemacie krążenie azotu i węgla w środowisku przyrodniczym</li> <li>• formułuje odpowiednie wnioski i oceny sytuacji</li> </ul>
8.	<p>Różnorodność biologiczna</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• wyjaśnia pojęcia: <i>biom, różnorodność biologiczna</i></li> <li>• omawia poziomy różnorodności biologicznej</li> <li>• wymienia główne biomy lądowe i podaje nazwy stref klimatycznych, w których się one znajdują</li> <li>• wymienia główne biomy wodne</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• omawia kryteria, na podstawie których wyróżniono biomy</li> <li>• charakteryzuje biomy lądowe oraz obszary gór wysokich, uwzględniając takie czynniki, jak warunki klimatyczne, warunki glebowe, przeważającą roślinność i towarzyszące jej zwierzęta</li> <li>• charakteryzuje warstwy lasu występujące w biomach leśnych</li> <li>• omawia strefowość</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• omawia różnice w rozmieszczeniu gatunków na Ziemi</li> <li>• wyjaśnia pojęcie <i>ogniska różnorodności biologicznej</i></li> <li>• określa warunki życia w porównywalnych strefach jeziora i morza lub oceanu</li> <li>• charakteryzuje biomy wodne, uwzględniając takie czynniki, jak warunki tlenowe, świetlne, głębokość, przeważającą</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• wyjaśnia rozmieszczenie biomów na kuli ziemskiej odwołując się do zróżnicowania czynników klimatycznych</li> <li>• ocenia stopień poznania różnorodności gatunkowej Ziemi</li> <li>• porównuje różnorodność gatunkową poszczególnych biomów</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• dowodzi trudności w określaniu różnorodności gatunkowej na Ziemi</li> <li>• ocenia różnorodność biomów oraz ich równowagę biologiczną</li> </ul>

				biomów wodnych na przykładzie jeziora i oceanu	roślinność oraz towarzyszące jej zwierzęta		
9.	Czynniki kształtujące różnorodność biologiczną	<ul style="list-style-type: none"> <li>wymienia czynniki geograficzne wpływające na bioróżnorodność</li> <li>omawia przykłady negatywnego wpływu człowieka na bioróżnorodność</li> <li>wymienia powody ochrony przyrody</li> <li>wymienia przykłady działań podejmowanych w celu ochrony gatunków i ekosystemów</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>klasyfikuje czynniki kształtujące różnorodność biologiczną</li> <li>omawia wpływ czynników geograficznych i antropogenicznych na różnorodność biologiczną</li> <li>wyjaśnia, na czym polega ochrona przyrody czynna i bierna</li> <li>podaje przykłady działań z zakresu ochrony czynnej i biernej</li> <li>uzasadnia konieczność stosowania ochrony czynnej dla zachowania wybranych gatunków i ekosystemów</li> <li>wyjaśnia, na czym polega introdukcja i reintrodukcja gatunku</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>wymienia przykłady gatunków, których introdukcja w niektórych regionach Polski spowodowała zmniejszenie różnorodności gatunkowej</li> <li>określa wpływ zlodowaceń i ukształtowania powierzchni na różnorodność biologiczną</li> <li>wyjaśnia pojęcia: <i>relikt</i>, <i>ostoja</i>, <i>endemit</i></li> <li>uzasadnia konieczność ochrony dawnych odmian roślin i ras zwierząt</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>wskazuje konsekwencje zmniejszenia różnorodności biologicznej</li> <li>wymienia przykłady gatunków, których populacje zostały odtworzone</li> <li>określa wpływ gatunków inwazyjnych na gatunki rodzime</li> <li>określa znaczenie korytarzy ekologicznych</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>analizuje konsekwencje pojawienia się gatunków obcych, inwazyjnych w danym ekosystemie oraz proponuje sposoby ochrony bioróżnorodności</li> </ul>	
10	Elementy ochrony	<ul style="list-style-type: none"> <li>klasyfikuje zasoby</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>wymienia skutki</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>wyjaśnia pojęcie</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>przedstawia założenia</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>podaje odpowiednie</li> </ul>	

	.	środowiska	<p>przyrody</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>wymienia skutki eksploatacji zasobów nieodnawialnych</li> <li>wyjaśnia pojęcia: <i>efekt cieplarniany, kwaśne opady, smog, dziura ozonowa, alternatywne źródła energii, recykling</i></li> <li>podaje przykłady racjonalnego gospodarowania zasobami przyrody</li> </ul>	<p>eksploatacji zasobów odnawialnych</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>wymienia przyczyny globalnego ocieplenia klimatu, powstawania kwaśnych opadów, smogu i dziury ozonowej</li> <li>wyjaśnia, w jaki sposób niewłaściwa eksploatacja zasobów przyrody wpływa na środowisko</li> <li>omawia skutki kwaśnych opadów dla środowiska i zdrowia człowieka</li> <li>wymienia skutki powstawania dziury ozonowej</li> <li>wymienia sposoby utylizacji odpadów</li> </ul>	<p><i>rekultywacja</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>omawia skutki eksploatacji zasobów odnawialnych</li> <li>wyjaśnia, w jaki sposób dochodzi do powstania efektu cieplarnianego</li> <li>uzasadnia konieczność racjonalnego gospodarowania zasobami przyrody</li> <li>omawia proces powstawania kwaśnych opadów</li> <li>podaje pozytywne przykłady zrównoważonej gospodarki i ochrony środowiska</li> </ul>	<p>koncepcji rozwoju zrównoważonego</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>odróżnia rodzaje smogu</li> <li>wyjaśnia zależność między dziurą ozonową a powstawaniem nowotworów</li> <li>uzasadnia konieczność gospodarowania odpadami</li> </ul>	<p>argumenty uzasadniające konieczność ochrony przyrody, racjonalnej gospodarki odpadami</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>ocenia wpływ różnych metod utylizacji odpadów na środowisk</li> </ul>
<b>Ewolucja organizmów</b>	1.	Rozwój myśli ewolucyjnej	<ul style="list-style-type: none"> <li>wyjaśnia pojęcia: <i>ewolucja biologiczna, ewolucjonizm, dobór naturalny, dobór sztuczny</i></li> <li>omawia główne założenia teorii doboru naturalnego Karola Darwina</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>przedstawia główne założenia teorii Jeana Baptiste'a Lamarcka i kreacjonistów</li> <li>wyjaśnia, dlaczego teoria J.B. Lamarcka odegrała ważną rolę w rozwoju myśli ewolucyjnej</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>porównuje dobór naturalny i dobór sztuczny</li> <li>omawia główne założenia syntetycznej teorii ewolucji</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>charakteryzuje teorie dotyczące życia na Ziemi głoszone do XIX w.</li> <li>omawia założenia teorii Georges'a Cuviera</li> <li>ocenia wpływ podróży K. Darwina na rozwój jego teorii ewolucji</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>porównuje różne teorie ewolucjonizmu</li> </ul>

				<ul style="list-style-type: none"> <li>• wyjaśnia relacje między teorią doboru naturalnego K. Darwina a syntetyczną teorią ewolucji</li> <li>• wyjaśnia pojęcie <i>walka o byt</i></li> </ul>			
2.	Dowody ewolucji	<ul style="list-style-type: none"> <li>• wymienia bezpośrednio i pośrednio dowody ewolucji oraz podaje ich przykłady</li> <li>• wyjaśnia pojęcia: <i>skamieniałości przewodnie, anatomia porównawcza</i></li> <li>• wymienia cechy anatomiczne organizmów potwierdzające jedność ich planu budowy</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• wyjaśnia, jakie warunki środowiska sprzyjały przetrwaniu skamieniałości do czasów współczesnych</li> <li>• wyjaśnia przyczyny podobieństw i różnic w budowie narządów homologicznych</li> <li>• wyjaśnia powody, dla których pewne grupy organizmów nazywa się żywymi skamieniałościami</li> <li>• wymienia przykład metody pozwalającej na ocenę względnego wieku skał osadowych</li> <li>• wyjaśnia różnicę między atawizmem a narządem szczątkowym</li> <li>• wymienia przykłady atawizmów i</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• wymienia przykłady zwierząt zaliczanych do form przejściowych oraz podaje cechy tych zwierząt</li> <li>• podaje przykład metody pozwalającej na ocenę bezwzględnego wieku skał osadowych</li> <li>• wyjaśnia pojęcia: <i>dywergencja, konwergencja</i></li> <li>• wymienia przykłady dywergencji i konwergencji</li> <li>• wymienia przykłady dowodów ewolucji z zakresu embriologii, biogeografii oraz biochemii</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• wyjaśnia pojęcie <i>formy przejściowe</i></li> <li>• wyjaśnia, na czym opierają się radioizotopowe i biostratygraficzne metody datowania</li> <li>• analizuje budowę przednich kończyn przedstawicieli różnych gatunków ssaków i wskazuje cechy świadczące o ich wspólnym pochodzeniu oraz środowisku ich życia</li> <li>• ocenia przydatność znajomości faktów do tworzenia zależności i interpretacji związków</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• wyjaśnia znaczenie budowy cytochromu c u wybranych gatunków w ustalaniu stopnia pokrewieństwa między nimi</li> <li>• wyjaśnia przyczyny niekompletności zapisu kopalnego</li> </ul>	

				<p>narządów szczątkowych</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• wyjaśnia, czym się zajmuje paleontologia</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• wymienia techniki badawcze z zakresu biochemii i biologii molekularnej, umożliwiające skonstruowanie drzewa filogenetycznego organizmów</li> </ul>		
3.	Dobór naturalny – główny mechanizm ewolucji	<ul style="list-style-type: none"> <li>• wyjaśnia pojęcia: <i>dymorfizm płciowy</i>, <i>dobór płciowy</i>, <i>dobór krewniaczy</i>, <i>dobór stabilizujący</i>, <i>dobór kierunkowy</i>, <i>dobór rozrywający</i></li> <li>• wymienia przykłady dymorfizmu płciowego</li> <li>• charakteryzuje sposób działania doboru stabilizującego, kierunkowego oraz rozrywającego</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• wyjaśnia, na czym polega zmienność wewnątrzgatunkowa</li> <li>• wyjaśnia, który z rodzajów zmienności organizmów ma znaczenie ewolucyjne</li> <li>• omawia rolę mutacji w kształtowaniu zmienności genetycznej populacji</li> <li>• wyjaśnia pojęcie <i>preferencje w krzyżowaniu</i></li> <li>• wymienia przykłady występowania preferencji w krzyżowaniu w przyrodzie</li> <li>• podaje przykłady utrzymywania się w populacji człowieka alleli warunkujących choroby genetyczne</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• wymienia przykłady działania różnych form doboru naturalnego w przyrodzie</li> <li>• wyjaśnia znaczenie zachowań altruistycznych w przyrodzie</li> <li>• omawia występowanie genu anemii sierpowatej w populacjach ludzi żyjących na obszarach dotkniętych malarią</li> <li>• charakteryzuje sposób i przewiduje efekty działania doboru stabilizującego, kierunkowego oraz rozrywającego</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• omawia dymorfizm płciowy jako wynik istnienia preferencji w krzyżowaniu</li> <li>• wyjaśnia, dlaczego mimo działania doboru naturalnego w populacji człowieka utrzymują się allele warunkujące choroby genetyczne</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• przedstawia adaptacje środowiskowe wybranych gatunków jako efektu różnych doborów</li> </ul>	

	4. Ewolucja na poziomie populacji	<ul style="list-style-type: none"> <li>• wyjaśnia pojęcia: <i>genetyka populacyjna, pula genowa populacji</i></li> <li>• wyjaśnia, dlaczego populacja jest podstawową jednostką ewolucji</li> <li>• wymienia czynniki ewolucji</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• wyjaśnia, na czym polega zjawisko dryfu genetycznego i wymienia skutki jego działania w przyrodzie</li> <li>• wymienia warunki, które spełnia populacja znajdująca się w stanie równowagi genetycznej</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• omawia regułę Hardy’ego–Weinberga</li> <li>• oblicza częstość występowania genotypów i fenotypów w populacji</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• wyjaśnia rolę dryfu genetycznego w kształtowaniu puli genetycznej populacji na przykładach efektu założyciela oraz efektu wąskiego gardła (szyjki butelki)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• sprawdza, czy populacja znajduje się w stanie równowagi genetycznej</li> </ul>
	5. Powstawanie gatunków – specjacja	<ul style="list-style-type: none"> <li>• przedstawia biologiczną koncepcję gatunku</li> <li>• wyjaśnia pojęcia: <i>mechanizmy izolacji rozrodczej, specjacja</i></li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• omawia znaczenie mechanizmów izolacji rozrodczej w przyrodzie</li> <li>• klasyfikuje mechanizmy izolacji rozrodczej</li> <li>• wymienia rodzaje specjacji</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• wyjaśnia, dlaczego biologicznej koncepcji gatunku nie można stosować wobec gatunków rozmnażających się bezpłciowo</li> <li>• charakteryzuje rodzaje specjacji, biorąc pod uwagę typ pierwotnej bariery izolacyjnej</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• charakteryzuje prezygotyczne i postzygotyczne mechanizmy izolacji rozrodczej oraz podaje przykłady ich działania</li> <li>• omawia powstawanie gatunków na drodze poliploidyzacji</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• analizuje schematy i ocenia skutki występowania mechanizmów izolacji rozrodczej oraz czynników zewnętrznych wpływających na różnorodność gatunkową (np. wędrówki kontynentów, zlodowacenia)</li> </ul>
	6. Prawidłowości ewolucji. Koewolucja	<ul style="list-style-type: none"> <li>• wyjaśnia pojęcie <i>prawidłowości ewolucji</i></li> <li>• wymienia prawidłowości ewolucji</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• wyjaśnia pojęcia: <i>mikroewolucja, makroewolucja, kierunkowość ewolucji, nieodwracalność ewolucji, koewolucja</i></li> <li>• wymienia prawdopodobne</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• wymienia czynniki, które wpływają na tempo ewolucji</li> <li>• charakteryzuje sposoby określania tempa ewolucji</li> <li>• wymienia przykłady koewolucji</li> <li>• omawia skutki</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• wymienia przykłady przemian w skali mikro- i makroewolucji</li> <li>• wyjaśnia wpływ doboru naturalnego na kierunek ewolucji</li> <li>• omawia zjawisko radiacji adaptacyjnej</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• przedstawia na wybranych przykładach radiację adaptacyjną</li> </ul>

				przyczyny nieodwracalności ewolucji	doboru naturalnego w postaci powstawania różnych strategii życiowych organizmów		
7.	Historia życia na Ziemi	<ul style="list-style-type: none"> <li>wymienia etapy rozwoju życia na Ziemi</li> <li>wymienia warunki środowiska, które umożliwiły samorzutną syntezę pierwszych związków organicznych</li> <li>charakteryzuje środowisko oraz tryb życia pierwszych organizmów jednokomórkowych</li> <li>wymienia główne założenia teorii endosymbiozy</li> <li>charakteryzuje zmiany prowadzące do powstania organizmów wielokomórkowych</li> <li>nazywa erę i okres, w których pojawiły się pierwsze rośliny</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>charakteryzuje warunki klimatyczne i fizykochemiczne panujące na Ziemi ok. 4 mld lat temu</li> <li>wyjaśnia pojęcie <i>makrocząsteczka</i></li> <li>charakteryzuje warunki sprzyjające powstawaniu pierwszych makrocząsteczek na Ziemi</li> <li>wyjaśnia, jak się zmieniał sposób odżywiania pierwszych organizmów jednokomórkowych</li> <li>wyjaśnia, na czym polegają sposoby odżywiania chemoautotrofów i fotoautotrofów</li> <li>wyjaśnia, w jaki sposób wędrówka kontynentów</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>wyjaśnia, na czym polega teoria samorzutnej syntezy związków organicznych</li> <li>przedstawia przebieg i wyniki doświadczenia Stanley'a Millera i Harolda Ureya</li> <li>wyjaśnia pojęcia: <i>bulion pierwotny</i>, <i>pizza pierwotna</i> w nawiązaniu do etapów ewolucji chemicznej</li> <li>wyjaśnia rolę kwasów nukleinowych w powstaniu życia na Ziemi</li> <li>wymienia argumenty przemawiające za słusnością teorii endosymbiozy</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>ocenia znaczenie doświadczenia S. Millera i H. Ureya w postępie badań nad powstaniem życia na Ziemi</li> <li>wyjaśnia, w jaki sposób pierwsze fotoautotrofy zmieniły warunki na Ziemi</li> <li>wyjaśnia, jakie korzyści adaptacyjne miało wykształcenie się form wielokomórkowych</li> <li>wymienia okresy, w których nastąpiły masowe wymierania organizmów</li> <li>określa prawdopodobne przyczyny wielkich wymierań organizmów w historii Ziemi</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>wyjaśnia, dlaczego odkrycie rybozymów miało duże znaczenie w rozwoju teorii powstania życia na Ziemi</li> <li>ocenia konsekwencje wymierania gatunków w skali mikro i makro</li> </ul>	



		<ul style="list-style-type: none"> <li>• nazywa grupy zwierząt, które jako pierwsze pojawiły się w środowisku lądowym</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• wyjaśnia, jakie dane można uzyskać dzięki analizie tabeli stratygraficznej</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• wskazuje bezpośrednią przyczynę stopniowych i nieodwracalnych zmian warunków panujących na Ziemi</li> </ul>		
8.	Antropogeneza	<ul style="list-style-type: none"> <li>• wyjaśnia pojęcia: <i>antropogeneza</i>, <i>antropologia</i></li> <li>• określa stanowisko systematyczne człowieka</li> <li>• wymienia kilka cech wspólnych naczelnych</li> <li>• wymienia główne cechy budowy ciała charakterystyczne dla człowieka</li> <li>• określa chronologię występowania przedstawicieli rodzaju <i>Homo</i></li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• wymienia korzyści wynikające z pionizacji ciała, redukcji owłosienia oraz zwiększania masy i objętości mózgu</li> <li>• omawia warunki, w których doszło do powstania bezpośrednich przodków człowieka</li> <li>• omawia zmiany, które zaszły podczas ewolucji rodzaju <i>Homo</i></li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• uzasadnia przynależność człowieka do królestwa: zwierzęta, typu: strunowce, podtypu: kręgowce, gromady: ssaki, rzędu: naczelne</li> <li>• wymienia rodzaje człekokształtnych</li> <li>• wymienia zmiany w budowie szkieletu wynikające z pionizacji ciała oraz stopniowego zwiększania masy i objętości mózgowia</li> <li>• charakteryzuje budowę oraz tryb życia bezpośrednich przodków człowieka</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• analizuje cechy z zakresu anatomii, immunologii, genetyki i zachowania świadczące o powiązaniu człowieka z innymi człekokształtnymi</li> <li>• wymienia drobne cechy morfologiczne właściwe tylko człowiekowi</li> <li>• omawia drogi rozprzestrzeniania się rodzaju <i>Homo</i> z Afryki na pozostałe kontynenty</li> <li>• omawia negatywne skutki pionizacji ciała</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• analizuje i ocenia skutki pionizacji ciała u człowieka</li> <li>• przedstawia antropogenezę w porządku chronologicznym</li> </ul>