

Program nauczania biologii  
dla liceum ogólnokształcącego  
i technikum

Zakres rozszerzony

Biologia na czasie

Program został opracowany na podstawie  
programu nauczania Urszuli Poziomek  
z 2012 roku



© Copyright by Nowa Era Sp. z o. o.  
Warszawa 2019

## Spis treści

I. Wstęp .....	3
II. Cele ogólne programu .....	3
III. Cele szczegółowe programu.....	4
IV. Treści nauczania i rozkład materiału .....	5
V. Formy i metody pracy .....	57
VI. Ocenianie osiągnięć uczniów .....	57
VII. Ewaluacja programu.....	58
VIII. Sposoby realizacji programu .....	58
IX. Zapisy w podstawie programowej dotyczące nauczania biologii w zakresie rozszerzonym na III etapie edukacyjnym .....	59
X. Literatura .....	72

## I. Wstęp

Proponowany program nauczania przeznaczony dla III etapu edukacyjnego jest zgodny z głównymi założeniami ogólnymi reformy programowej, w szczególności z *Rozporządzeniem Ministra Edukacji Narodowej z dnia 30 stycznia 2018 roku w sprawie podstawy programowej kształcenia ogólnego dla liceum ogólnokształcącego, technikum oraz branżowej szkoły II stopnia* (Dz.U. z 2018 r. poz. 467).

Program uwzględnia cele kształcenia (wymagania ogólne) i treści nauczania (wymagania szczegółowe), poszerzając te ostatnie o zapisy, które wydawały się konieczne do prawidłowej realizacji procesu dydaktycznego. Program zakłada poszerzanie oraz pogłębianie wiedzy na bazie wiadomości i umiejętności uzyskanych na niższych etapach edukacyjnych. Wskazane jest zatem, by nauczyciel zapoznał się z podstawą programową biologii w szkole podstawowej – wówczas będzie wiedzieć, jakich wiadomości i umiejętności powinien oczekiwać od uczniów. Biologia w liceum ogólnokształcącym i technikum może być nauczana w zakresie podstawowym i w zakresie rozszerzonym. W niniejszym programie dla zakresu rozszerzonego zwraca się szczególną uwagę na integrowanie wiedzy o zjawiskach i procesach zachodzących na różnych poziomach organizacji życia. Istotnym aspektem nauczania biologii w zakresie rozszerzonym jest przygotowanie ucznia do samodzielnego i zespołowego rozwiązywania problemów badawczych, a także kształcenie umiejętności analizy wyników doświadczeń i obserwacji oraz formułowania na ich podstawie wniosków. Powinno temu towarzyszyć nabywanie umiejętności posługiwania się podstawowymi technikami laboratoryjnymi, a także poznawanie metod badawczych związanych z doświadczeniami i obserwacjami. W realizacji programu ważne jest również rozwijanie umiejętności korzystania z różnorodnych źródeł informacji oraz kształcenie nawyku uaktualniania wiedzy.

W programie zaproponowano autorską koncepcję realizacji treści nauczania. Jest on przeznaczony dla szerokiego kręgu odbiorców, umożliwiając w ten sposób zróżnicowanie wymagań edukacyjnych ze względu na potrzeby uczniów. Dla uczniów szczególnie uzdolnionych przydatna będzie ponadto literatura uzupełniająca, stanowiąca wsparcie w indywidualnej nauce. Założeniem programu jest bowiem nacisk na samokształcenie uczniów, zgodnie z intencją twórców podstawy programowej biologii w zakresie rozszerzonym. Zakładają oni, że osoby zainteresowane dalszą edukacją przyrodniczą powinny już na etapie szkoły ponadpodstawowej uczyć się samodzielnego studiowania i realizowania prac badawczych poza szkołą.

## II. Cele ogólne programu

- Rozwijanie ciekawości poznawczej poprzez zachęcanie uczniów do rozwiązywania problemów biologicznych metodami naukowymi; rozwijanie i doskonalenie umiejętności posługiwania się metodą naukową (obserwacją i doświadczeniem) w badaniu przyrody.
- Doskonalenie umiejętności odróżniania wiedzy potocznej od wiedzy potwierdzonej metodami naukowymi, faktów od opinii, a także umiejętności analizy korzyści i zagrożeń wynikających z badań naukowych oraz dylematów etycznych z nimi związanych.

- Doskonalenie umiejętności poszukiwania, oceny, selekcjonowania i wykorzystywania informacji w zgodzie z naukowym światopoglądem i racjonalnym myśleniem, w tym informacji pozyskiwanych z Internetu.
- Rozwijanie umiejętności rozumowania przyczynowo-skutkowego, wyjaśniania, argumentowania, uzasadniania, wykazywania związków, np. struktury i funkcji, porównywania.
- Kształtowanie postaw i zachowań promujących zdrowy tryb życia, zarówno w aspekcie fizycznym, jak i psychicznym.
- Kształtowanie postaw proekologicznych – szacunku i właściwej postawy wobec przyrody w aspekcie zrównoważonego rozwoju.
- Rozwijanie postaw patriotycznych poprzez nacisk na znajomość gatunków rodzimych, unikatowych ekosystemów krajowych i obszarów chronionych w Polsce.
- Rozwijanie umiejętności pracy w zespole, w szczególności w pracy na lekcji i pracy metodą projektu.
- Rozwijanie umiejętności wykorzystywania technologii informacyjno-komunikacyjnej w kształceniu i samokształceniu.

### III. Cele szczegółowe programu

Cele szczegółowe są spójne z celami kształcenia, które zostały zapisane w podstawie programowej w formie sześciu rozbudowanych punktów.

- I. Pogłębianie wiedzy z zakresu różnorodności biologicznej oraz zjawisk i procesów biologicznych zachodzących na różnych poziomach organizacji życia.
- II. Rozwijanie myślenia naukowego; doskonalenie umiejętności planowania i przeprowadzania obserwacji i doświadczeń oraz wnioskowania w oparciu o wyniki badań.
- III. Posługiwanie się informacjami pochodzącymi z analizy materiałów źródłowych.
- IV. Rozumowanie i zastosowanie nabytej wiedzy do rozwiązywania problemów biologicznych.
- V. Pogłębianie znajomości uwarunkowań zdrowia człowieka.
- VI. Rozwijanie postawy szacunku wobec przyrody i środowiska.

W powyższych punktach określono umiejętności, które są konieczne do prawidłowej realizacji kształcenia przyrodniczego oraz do przeprowadzenia prac badawczych. Umiejętności te warunkują krytyczne i twórcze podejście do rzeczywistości przyrodniczej, które są konieczne na każdym etapie edukacji.

Cele te, potraktowane jako **wymagania uzupełniające**, są dopełnieniem **wymagań koniecznych**, które zostały opisane jako treści kształcenia (wymagania szczegółowe). Założony podział na wymagania konieczne i uzupełniające stanowi podstawę propozycji systemu oceniania uczniów.

## IV. Treści nauczania i rozkład materiału

Treści nauczania podzielono na cztery części, zgodnie z przyjętą liczbą godzin i ramowym planem nauczania biologii w zakresie rozszerzonym w cyklu czteroletnim. Treści nauczania zawarto w 26 rozdziałach (w nawiasach podano liczbę godzin przeznaczonych na realizację rozdziału, z uwzględnieniem sprawdzenia wiedzy).

### Część I – dwie godziny tygodniowo

- I. Badania przyrodnicze (4).
- II. Chemiczne podstawy życia (14).
- III. Komórka – podstawowa jednostka życia (15).
- IV. Metabolizm (20).

Pozostałe godziny są przeznaczone na lekcje powtórzeniowe, sprawdziany, dodatkowe obserwacje i doświadczenia oraz ćwiczenie umiejętności diagnozowanych na egzaminie maturalnym.

### Część II – trzy godziny tygodniowo

- I. Różnorodność wirusów, bakterii, protistów i grzybów (13).
- II. Różnorodność roślin (23).
- III. Funkcjonowanie roślin (13).
- IV. Różnorodność i funkcjonowanie bezkręgowców (19).
- V. Różnorodność i funkcjonowanie strunowców (17).

Pozostałe godziny są przeznaczone na lekcje powtórzeniowe, sprawdziany, dodatkowe obserwacje i doświadczenia oraz ćwiczenie umiejętności diagnozowanych na egzaminie maturalnym.

### Część III – trzy godziny tygodniowo

- I. Funkcjonowanie organizmu. Pokrycie ciała (5).
- II. Poruszanie się (9).
- III. Odżywianie się (8).
- IV. Oddychanie (6).
- V. Krążenie (9).
- VI. Odporność (4).
- VII. Regulacja nerwowa (9).
- VIII. Odbiór bodźców (6).
- IX. Regulacja hormonalna (5).
- X. Wydalanie i osmoregulacja (5).
- XI. Rozmnażanie i rozwój (7).

Pozostałe godziny są przeznaczone na lekcje powtórzeniowe, sprawdziany, dodatkowe obserwacje i doświadczenia oraz ćwiczenie umiejętności diagnozowanych na egzaminie maturalnym.

### Część IV – dwie godziny tygodniowo

- I. Genetyka molekularna (12).
- II. Genetyka klasyczna (10).
- III. Biotechnologia (8).
- IV. Ewolucja organizmów (9).

V. Ekologia (9).

VI. Różnorodność biologiczna (4).

Pozostałe godziny są przeznaczone na lekcje powtórzeniowe, sprawdziany, dodatkowe obserwacje i doświadczenia oraz ćwiczenie umiejętności diagnozowanych na egzaminie maturalnym.

Treści nauczania programu realizowane na poszczególnych lekcjach i będące w większości kopią zapisów treści nauczania podstawy programowej, to precyzyjnie opisane osiągnięcia ucznia w postaci wiedzy i konkretnych umiejętności. Czasowniki operacyjne takie jak *wymienia, podaje, określa, opisuje, porównuje* – są przypisane do wymagań koniecznych. Z kolei czasowniki *uzasadnia, wykazuje, wyjaśnia* opisują umiejętności ucznia, które są traktowane jako wymagania uzupełniające.

Lp.	Temat	Cele kształcenia – wymagania ogólne/uzupełniające	Treści nauczania – wymagania szczegółowe/konieczne	Proponowane procedury osiągnięcia celów (metody i formy pracy)	Proponowane środki dydaktyczne
<b>Klasa 1</b>					
<b>Rozdział I. Wprowadzenie do realizacji programu. Badania przyrodnicze</b>					
1	Organizacja pracy na lekcjach biologii	Uczeń potrafi odnaleźć ważne dla niego dokumenty (podstawa programowa, program nauczania, przedmiotowe zasady oceniania) i skorzystać z nich, zna zasady komunikowania się z nauczycielem.	Organizacja pracy na lekcjach biologii.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• prezentacja podstawy programowej, programu nauczania i jego struktury, przedmiotowych zasad oceniania (PZO)</li> <li>• prezentacja obowiązujących podręczników, literatury uzupełniającej; omówienie zasad komunikacji między uczniem a nauczycielem, a także liczby sprawdzianów i zasad poprawiania ocen</li> <li>• wyjaśnienie podstawowych zasad obowiązujących w czasie lekcji, w szczególności zasad BHP w trakcie zajęć laboratoryjnych</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• strony internetowe: <a href="http://www.cke.edu.pl">www.cke.edu.pl</a>, <a href="http://www.men.gov.pl">www.men.gov.pl</a></li> <li>• PZO</li> <li>• program nauczania biologii</li> <li>• zalecane podręczniki do nauki biologii</li> <li>• literatura uzupełniająca</li> </ul>
2	Metodyka badań biologicznych	II.1, II.2, II.3, II.4, II.5, III.1, III.3		<ul style="list-style-type: none"> <li>• pogadanka, burza mózgów</li> <li>• analiza zadań typu maturalnego diagnozujących wiedzę o metodach badawczych (problem badawczy, hipoteza, próba kontrolna, próba badawcza, wnioskowanie)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• zadania typu maturalnego z wykorzystaniem metod badawczych</li> </ul>
3	Obserwacje mikroskopowe	II.6		<ul style="list-style-type: none"> <li>• omówienie budowy mikroskopu optycznego</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• mikroskop optyczny</li> <li>• materiały do</li> </ul>

				<ul style="list-style-type: none"> <li>• wykonywanie preparatów mikroskopowych</li> <li>• obserwacja preparatów trwałych i nietrwałych pod mikroskopem</li> </ul>	wykonywania preparatów mikroskopowych <ul style="list-style-type: none"> <li>• preparaty trwałe i nietrwałe do obserwacji pod mikroskopem</li> </ul>
<b>Rozdział II. Chemiczne podstawy życia</b>					
1	Skład chemiczny organizmów		<p>II.1.1. przedstawia znaczenie biologiczne makroelementów, w tym pierwiastków biogennych</p> <p>I.1.2. przedstawia znaczenie biologiczne wybranych mikroelementów (Fe, J, Cu, Co, F)</p> <p>I.1.3. wyjaśnia rolę wody w życiu organizmów, z uwzględnieniem jej właściwości fizycznych i chemicznych</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• praca z materiałem źródłowym na temat makro- i mikroelementów</li> <li>• obserwacja napięcia powierzchniowego wody, kohezji i adhezji w rurkach kapilarnych, doświadczenie – wpływ detergentu na napięcie powierzchniowe wody</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• teksty źródłowe z literatury uzupełniającej</li> <li>• materiały do przeprowadzenia obserwacji, m.in. rurki kapilarne, detergent</li> </ul>
2	Budowa i funkcje sacharydów	II.1.-II.5.	<p>I.2.1. przedstawia budowę węglowodanów (uwzględniając wiązania glikozydowe <math>\alpha</math>, <math>\beta</math>); rozróżnia monosacharydy (glukoza, fruktoza, galaktoza, ryboza, deoksyryboza), disacharydy (sacharoza, laktoza, maltoza), polisacharydy (skrobia, glikogen, celuloza, chityna) i określa znaczenie biologiczne węglowodanów, uwzględniając ich właściwości fizyczne i chemiczne; planuje oraz przeprowadza doświadczenie wykazujące obecność monosacharydów i polisacharydów w materiale biologicznym</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• analiza łańcuchowej i pierścieniowej budowy monosacharydów</li> <li>• praca w grupach nad konstruowaniem schematu podziału sacharydów na monosacharydy, oligosacharydy i polisacharydy wraz z ich przykładami</li> <li>• rozsypanka na temat funkcji poszczególnych sacharydów</li> <li>• wykrywanie cukrów redukujących w soku z winogron</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• arkusze formatu A1, kolorowe flamastry</li> <li>• rozsypanka</li> <li>• materiały do wykrywania cukrów redukujących, m.in. sok z winogron, palnik, odczynnik Fehlinga I i II</li> </ul>
3	Budowa i funkcje lipidów	II.1.-II.5	<p>I.2.3. przedstawia budowę lipidów (uwzględniając wiązania estrowe); rozróżnia lipidy proste i złożone, przedstawia właściwości lipidów oraz określa ich znaczenie biologiczne; planuje i przeprowadza doświadczenie</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• praca w grupach nad budową i funkcjami lipidów</li> <li>• wykrywanie lipidów w nasionach słonecznika</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• materiały do wykrywania lipidów, m.in. odczynnik Sudan III, nasiona słonecznika</li> </ul>



			wykazujące obecność lipidów w materiale biologicznym		
4	Aminokwasy. Budowa i funkcje białek	II.1.-II.5.	I.2.2. przedstawia budowę białek (uwzględniając wiązania peptydowe); rozróżnia białka proste i złożone; opisuje strukturę I-, II-, III- i IV-rzędową białek; planuje i przeprowadza doświadczenie wykazujące obecność białek w materiale biologicznym; przedstawia wpływ czynników fizycznych i chemicznych na białko (zjawisko koagulacji i denaturacji); określa biologiczne znaczenie białek (albuminy, globuliny, histony, kolagen, keratyna, fibrynogen, hemoglobina, mioglobina); przeprowadza obserwacje wpływu wybranych czynników fizycznych i chemicznych na białko	<ul style="list-style-type: none"> <li>• analiza schematu budowy aminokwasu i powstawania wiązania peptydowego</li> <li>• wykrywanie wiązań peptydowych</li> <li>• tworzenie tabeli z podziałem białek ze względu na funkcje</li> <li>• badanie wpływu czynników fizykochemicznych na mieszaninę białka z wodą</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• materiały do wykrywania wiązań peptydowych, m.in. roztwór NaOH o stężeniu 10%, roztwór CuSO<sub>4</sub> o stężeniu 1%</li> <li>• materiały do badania wpływu różnych substancji i wysokiej temperatury na mieszaninę białka z wodą, m.in. etanol, kwas siarkowy(VI), chlorek sodu, palnik</li> </ul>
5	Budowa i funkcje nukleotydów oraz kwasów nukleinowych		I.2.4. porównuje skład chemiczny i strukturę cząsteczek DNA i RNA, z uwzględnieniem rodzajów wiązań występujących w tych cząsteczkach; określa znaczenie biologiczne kwasów nukleinowych	<ul style="list-style-type: none"> <li>• analiza schematów budowy nukleotydów</li> <li>• oglądanie filmu edukacyjnego na temat upakowania DNA w jądrze komórkowym</li> <li>• analiza schematów budowy DNA</li> <li>• omówienie istoty procesu replikacji DNA</li> <li>• porównywanie w tabeli budowy DNA i RNA</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• film edukacyjny na temat upakowania DNA w jądrze komórkowym</li> <li>• schematy budowy DNA i RNA</li> </ul>
<b>Rozdział III. Komórka – podstawowa jednostka życia</b>					
1	Budowa i funkcje komórki. Rodzaje komórek	I.3, II.6	II.1. rozpoznaje elementy budowy komórki eukariotycznej na preparacie mikroskopowym, na mikrofotografii, rysunku lub na schemacie VI.1. przedstawia budowę komórki prokariotycznej [...] II.13. wykazuje różnice w budowie komórki prokariotycznej i eukariotycznej	<ul style="list-style-type: none"> <li>• analiza porównawcza elektronogramów komórek prokariotycznych i eukariotycznych (zwierzęcych, roślinnych, grzybowych) oraz opis elementów ich budowy</li> <li>• analiza schematów budowy komórek prokariotycznych i eukariotycznych</li> <li>• prezentacja ilustracji komórek o różnych</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• elektronogramy komórek prokariotycznych i eukariotycznych (zwierzęcych, roślinnych, grzybowych)</li> <li>• modele i schematy komórek</li> </ul>

			<p>II.14. wykazuje różnice w budowę komórki roślinnej, grzybowej i zwierzęcej</p> <p>II.7. przedstawia błony wewnątrzkomórkowe jako zintegrowany system strukturalno-funkcjonalny oraz określa jego rolę w kompartmentacji komórki</p>	<p>kształtach</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• obserwacja preparatów komórek prokariotycznych (bakterie nazębne) i eukariotycznych (zwierzęcych – komórki nabłonkowe jamy ustnej, roślinnych – komórki skórki liścia spichrzowego cebuli) pod mikroskopem</li> </ul>	<p>prokariotycznych i eukariotycznych</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• mikroskopy świetlne, szkiełka podstawowe i nakrywkowe, patyczki do czyszczenia uszu lub wymazówki, cebula, woda, atrament (w celu zwiększenia kontrastu obrazu)</li> </ul>
2	Błony biologiczne		<p>II.2. wykazuje związek budowy błony komórkowej z pełnionymi przez nią funkcjami</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• praca z tekstem źródłowym na temat transportu przez błony biologiczne</li> <li>• analiza schematów budowy błon biologicznych</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• schematy błon biologicznych do podpisywania ich elementów</li> </ul>
3	Transport przez błony biologiczne	II.1-II.5	<p>II.3. rozróżnia rodzaje transportu do i z komórki (dyfuzja prosta i wspomagana, transport aktywny, endocytoza i egzocytoza)</p> <p>II.4. wyjaśnia rolę błony komórkowej i tonoplastu w procesach osmotycznych; planuje i przeprowadza obserwację zjawiska plazmolizy</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• analiza schematów transportu substancji przez błony biologiczne</li> <li>• pokaz animacji np. osmozy</li> <li>• obserwacja plazmolizy i deplazmolizy w komórkach skórki liścia spichrzowego cebuli pod mikroskopem</li> <li>• odróżnianie substancji osmotycznie czynnych od osmotycznie biernych przy pomocy doświadczenia</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• schematy i animacje dotyczące transportu substancji przez błony biologiczne</li> <li>• materiały do obserwacji, m.in. mikroskop optyczny, cebula, roztwór sacharozy, woda</li> <li>• materiały do doświadczenia, m.in. lejek, zlewka, statyw, kleik skrobiowy, roztwór glukozy, błona półprzepuszczalna</li> </ul>
4	Jądro komórkowe. Cytosol		<p>II.5. przedstawia budowę jądra komórkowego i jego rolę w funkcjonowaniu komórki</p> <p>IV.1. Przedstawia organizację materiału genetycznego w komórce</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• analiza schematu budowy jądra komórkowego</li> <li>• układanie rozsypanki na temat organizacji materiału genetycznego w komórce</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• schemat budowy jądra komórkowego</li> <li>• arkusz szarego papieru, kolorowe flamastry</li> <li>• rozsypanka z pojęciami</li> </ul>

			II.12. przedstawia znaczenie cytoszkieletu w ruchu komórek, transporcie wewnątrzkomórkowym, podziałach komórkowych oraz stabilizacji struktury komórki; dokonuje obserwacji mikroskopowych ruchów cytoplazmy w komórkach roślinnych	<ul style="list-style-type: none"> <li>• wykonanie schematu upakowania DNA w jądrze komórkowym</li> <li>• pogadanka na temat składu cytoplazmy</li> <li>• praca w grupach eksperckich nad elementami cytoszkieletu cytoplazmy</li> </ul>	i ilustracjami etapów upakowania materiału genetycznego
5	Mitochondria i plastydy. Teoria endosymbiozy		II.8. opisuje budowę mitochondriów i plastydów ze szczególnym uwzględnieniem chloroplastów; dokonuje obserwacji mikroskopowych plastydów w materiale biologicznym II.9. przedstawia argumenty przemawiające za endosymbiotycznym pochodzeniem mitochondriów i chloroplastów	<ul style="list-style-type: none"> <li>• opisywanie budowy chloroplastu i mitochondrium</li> <li>• analiza porównawcza budowy chloroplastów i mitochondriów pod kątem podobieństwa budowy</li> <li>• analiza tekstu źródłowego i schematu na temat endosymbiozy</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• elektronogramy komórek z zaznaczonymi mitochondriami i chloroplastami</li> <li>• schematy budowy mitochondrium oraz chloroplastu</li> <li>• tekst źródłowy na temat teorii endosymbiozy</li> </ul>
6	Struktury komórkowe otoczone jedną błoną i rybosomy		II.6. opisuje budowę rybosomów, ich powstawanie i pełnioną funkcję oraz określa ich rolę w komórce II.7. przedstawia błony wewnątrzkomórkowe jako zintegrowany system strukturalno-funkcjonalny oraz określa jego rolę w kompartmentacji komórki II.11. przedstawia znaczenie wakuoli w funkcjonowaniu komórki roślinnej	<ul style="list-style-type: none"> <li>• analizowanie schematu przedstawiającego syntezę i modyfikację białek</li> <li>• tworzenie mapy mentalnej na temat struktur komórkowych otoczonych jedną błoną</li> <li>• analizowanie schematu zasady działania lizosomu</li> <li>• przeprowadzenie doświadczenia dotyczącego badania aktywności katalazy w komórkach bulwy ziemniaka</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• schemat przedstawiający syntezę i modyfikację białek</li> <li>• materiały do mapy mentalnej</li> <li>• materiały niezbędne do wykonania doświadczenia mającego na celu zbadanie aktywności katalazy w komórkach bulwy ziemniaka, m.in. próbki, bulwy ziemniaka, palnik, woda utleniona</li> </ul>
7	Ściana komórkowa. Połączenia	III.2	II.10. wykazuje związek budowy ściany komórkowej z pełnioną funkcją oraz wskazuje grupy organizmów, u których ona	<ul style="list-style-type: none"> <li>• tworzenie mapy mentalnej dotyczącej budowy i roli ściany komórkowej roślin</li> <li>• analizowanie schematu budowy ściany</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• materiały do mapy mentalnej</li> <li>• schemat budowy ściany</li> </ul>

	między komórkami		występuje	komórkowej • obserwowanie pod mikroskopem ściany komórkowej	komórkowej • mikroskop oraz materiały niezbędne do obserwacji mikroskopowej, m.in. cebula
8	Cykl komórkowy. Mitoza		IV.3. opisuje cykl komórkowy, z uwzględnieniem zmian ilości DNA w poszczególnych jego etapach; uzasadnia konieczność replikacji DNA przed podziałem komórki IV.4. opisuje przebieg kariokinezy podczas mitozy [...] IV.5. rozpoznaje (na preparacie mikroskopowym, na schemacie, rysunku, mikrofotografii) poszczególne etapy mitozy [...] IV.7. przedstawia znaczenie mitozy [...] w zachowaniu ciągłości życia na Ziemi IV.6. porównuje przebieg cytokinezy w komórkach roślinnych i zwierzęcych IV.9. przedstawia apoptozę jako proces warunkujący prawidłowy rozwój i funkcjonowanie organizmów wielokomórkowych	• analizowanie schematu cyklu komórkowego • analizowanie przebiegu mitozy • gra dydaktyczna <i>Memory</i> dotycząca przebiegu mitozy • metoda kosza i walizki do podsumowania wiadomości dotyczących etapów cyklu komórkowego	• schemat cyklu komórkowego • kolorowe kartki z nazwami poszczególnych etapów cyklu komórkowego i ich krótką charakterystyką • schemat dotyczący przebiegu mitozy • ilustracje i nazwy poszczególnych etapów mitozy do gry dydaktycznej <i>Memory</i> • zdania charakteryzujące poszczególne etapy cyklu komórkowego do metody kosza i walizki
9	Mejoza		IV.4. opisuje przebieg kariokinezy podczas [...] mejozy IV.5. rozpoznaje (na preparacie mikroskopowym, na schemacie, rysunku, mikrofotografii) poszczególne etapy [...] mejozy IV.7. przedstawia znaczenie [...] mejozy w zachowaniu ciągłości życia na Ziemi	• analizowanie przebiegu mejozy • gra dydaktyczna <i>Memory</i> dotycząca przebiegu mejozy • analiza schematu przebiegu <i>crossing-over</i>	• schemat przebiegu mejozy • ilustracje i nazwy poszczególnych etapów mejozy do gry dydaktycznej <i>Memory</i>

			II.8. wyjaśnia znaczenie procesu <i>crossing-over</i> i niezależnej segregacji chromosomów jako źródeł zmienności rekombinacyjnej i różnorodności biologicznej		
<b>Rozdział IV. Metabolizm</b>					
1	Podstawowe zasady metabolizmu	IV.1	<p>III.1.2. porównuje istotę procesów anabolicznych i katabolicznych oraz wykazuje, że są ze sobą powiązane</p> <p>III.2.1. wykazuje związek budowy ATP z jego rolą biologiczną</p> <p>III.5.3. przedstawia, na czym polega fosforylacja substratowa</p> <p>III.4.4./III.5.4. wyjaśnia mechanizm powstawania ATP w procesie chemiosmozy [...]</p> <p>III.2.2. przedstawia znaczenie NAD<sup>+</sup>, FAD, NADP<sup>+</sup> w procesach utleniania i redukcji</p> <p>III.1.1. wyjaśnia, na przykładach, pojęcia: szlaku i cyklu metabolicznego</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• porównanie reakcji anabolicznych z katabolicznymi metodą aktywnego opisu porównującego</li> <li>• omówienie budowy ATP</li> <li>• omówienie rodzajów fosforylacji ADP metodą aktywnego opisu porównującego</li> <li>• wyjaśnienie przebiegu reakcji utleniania-redukcji z udziałem np. NAD<sup>+</sup></li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• tabele z rodzajami reakcji metabolicznych do uzupełnienia</li> <li>• ilustracja przedstawiająca budowę ATP</li> <li>• tabele z rodzajami fosforylacji ADP do uzupełnienia</li> <li>• ilustracja przedstawiająca reakcję redoks z udziałem np. NAD<sup>+</sup></li> </ul>
2	Budowa i działanie enzymów	III.2	<p>III.3.1. przedstawia charakterystyczne cechy budowy enzymu</p> <p>III.3.2. wyjaśnia, na czym polega swoistość substratowa enzymu oraz opisuje katalizę enzymatyczną</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• charakteryzowanie budowy enzymu na podstawie schematu lub modelu</li> <li>• wyjaśnienie mechanizmu działania enzymów na podstawie animacji lub schematu</li> <li>• omówienie przebiegu szlaku liniowego i cyklicznego metodą aktywnego opisu porównującego</li> <li>• analiza przebiegu fosforylacji</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• schemat lub model budowy enzymu</li> <li>• ilustracja lub animacja przedstawiająca mechanizm działania enzymów</li> <li>• ilustracja przedstawiająca przebieg szlaków metabolicznych</li> <li>• tabele do uzupełnienia dotyczące porównania szlaków metabolicznych</li> </ul>
3	Regulacja aktywności		III.3.5. wyjaśnia wpływ czynników fizykochemicznych (temperatury, pH,	<ul style="list-style-type: none"> <li>• analiza wykresów przedstawiających wpływ wybranych czynników na szybkość</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• wykresy przedstawiające wpływ</li> </ul>

	enzymów		<p>stężenia substratu) na przebieg katalizy enzymatycznej; planuje i przeprowadza doświadczenie badające wpływ różnych czynników na aktywność enzymów (katalaza, proteinaza)</p> <p>III.3.3. przedstawia sposoby regulacji aktywności enzymów (aktywacja, inhibicja)</p> <p>III.3.4. wyjaśnia mechanizm sprzężenia zwrotnego ujemnego jako sposobu regulacji przebiegu szlaków metabolicznych</p>	<p>reakcji enzymatycznej</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>określanie powinowactwa enzymów do substratów na podstawie wartości stałej Michaelisa-Menten</li> <li>porównanie rodzajów inhibicji na podstawie animacji lub ilustracji</li> <li>badanie wpływu pH na aktywność pepsyny</li> <li>badanie wpływu wysokiej i niskiej temperatury na aktywność katalazy</li> </ul>	<p>stężenia substratu, temperatury, wartości pH na szybkość reakcji enzymatycznej</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>ilustracja lub animacja przedstawiająca rodzaje inhibicji</li> <li>materiały do doświadczenia, m.in. roztwór HCl, roztwór NaHCO<sub>3</sub>, CuSO<sub>4</sub>, NaOH</li> <li>materiały do doświadczenia, m.in. homogenat wątroby wieprzowej, roztwór H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>, palnik</li> </ul>
4	Autotroficzne odżywianie się organizmów – fotosynteza	III.2	<p>III.4.1. wykazuje związek budowy chloroplastu z przebiegiem procesu fotosyntezy</p> <p>III.4.2. przedstawia rolę barwników i fotosystemów w procesie fotosyntezy</p> <p>III.4.3. analizuje na podstawie schematu przebieg fazy zależnej od światła oraz fazy niezależnej od światła; wyróżnia substraty i produkty obu faz; wykazuje rolę składników siły asymilacyjnej w fazie niezależnej od światła</p> <p>III.4.4. wyjaśnia mechanizm powstawania ATP w procesie chemiosmozy w chloroplastach</p> <p>III.4.5. porównuje na podstawie schematu fotofosforylację cykliczną i niecykliczną</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>przedstawienie miejsca zachodzenia faz fotosyntezy</li> <li>określenie rodzajów fotosyntezy</li> <li>omówienie barwników biorących udział w fotosyntezie</li> <li>analiza budowy cząsteczki chlorofilu</li> <li>analizowanie budowy fotosystemów</li> <li>omówienie przebiegu fazy jasnej i niezależnej od światła fotosyntezy</li> <li>badanie syntezy skrobi asymilacyjnej w liściach pelargonii</li> <li>przedstawienie znaczenia fotosyntezy</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>ilustracja chloroplastu</li> <li>schemat widma absorpcyjnego barwników fotosyntetycznych</li> <li>ilustracja budowy cząsteczki chlorofilu</li> <li>animacja lub schematy przebiegu fotosyntezy</li> <li>materiały do doświadczenia, m.in. liście pelargonii, lampa, czarna papierowa torebka, palnik, etanol, płyn Lugola</li> </ul>

5	Autotroficzne odżywianie się organizmów – chemosynteza	III.2	VI.3. przedstawia czynności życiowe bakterii: odżywianie (chemoautotrofizm [...]); oddychanie beztlenowe (denitryfikacja) [...]	<ul style="list-style-type: none"> <li>• analizowanie (w grupach) przebiegu reakcji utleniania związków mineralnych w pierwszym etapie chemosyntezy u bakterii</li> <li>• przedstawienie reakcji przeprowadzanych przez bakterie nitryfikacyjne</li> <li>• omówienie znaczenia chemosyntezy</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• zapisy reakcji utleniania związków mineralnych w pierwszym etapie chemosyntezy u bakterii</li> <li>• teksty źródłowe na temat znaczenia chemosyntezy</li> </ul>
6	Oddychanie komórkowe. Oddychanie tlenowe	III.2	<p>III.5.1. wykazuje związek budowy mitochondrium z przebiegiem procesu oddychania komórkowego</p> <p>III.5.2. analizuje na podstawie schematu przebieg glikolizy, reakcji pomostowej i cyklu Krebsa, wyróżnia substratu i produkty tych procesów</p> <p>III.5.3. przedstawia, na czym polega fosforylacja substratowa</p> <p>III.5.4. wyjaśnia mechanizm powstawania ATP w procesie chemiosmozy w mitochondriach (fosforylacja oksydacyjna)</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• lokalizowanie na planszy etapów oddychania tlenowego w mitochondrium</li> <li>• analizowanie animacji przedstawiającej glikolizę, reakcję pomostową, cykl Krebsa i łańcuch oddechowy</li> <li>• przeprowadzenie doświadczenia mającego na celu wykazanie wydzielania dwutlenku węgla przez kiełkujące nasiona</li> <li>• przeprowadzenie doświadczenia mającego na celu wykazanie pochłanianie tlenu przez kiełkujące nasiona</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• schemat przedstawiający lokalizację etapów oddychania tlenowego w mitochondrium</li> <li>• animacja prezentująca glikolizę, reakcję pomostową, cykl Krebsa i łańcuch oddechowy</li> <li>• materiały do doświadczenia, m.in. kolba stożkowa, nasiona grochu, korek, zlewka z wodą wapienną, wata, woda</li> <li>• materiały do doświadczenia, m.in. nasiona grochu, kolby stożkowe, korki U-rurka, roztwór KOH</li> </ul>
7	Procesy beztlenowego uzyskiwania energii		<p>III.5.5. porównuje drogi przemiany pirogronianu w fermentacji alkoholowej, mleczanowej i w oddychaniu tlenowym</p> <p>III.5.6. wyjaśnia, dlaczego utlenianie substratu energetycznego w warunkach</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• pogadanka połączona z analizowaniem prezentacji multimedialnej na temat fermentacji mlekowej i alkoholowej</li> <li>• przeprowadzenie doświadczenia mającego na celu wykazanie wydzielania</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• prezentacja multimedialna na temat fermentacji mlekowej i alkoholowej</li> <li>• materiały do</li> </ul>

			tlenowych dostarcza więcej energii niż w warunkach beztlenowych	dwutlenku węgla podczas fermentacji alkoholowej	doświadczenia, m.in. kolby stożkowe, woda, czajnik, drożdże, cukier, korki, szklane rurki, probówki z wodą wapienną
8	Inne procesy metaboliczne		III.5.7. analizuje na podstawie schematu przebieg utleniania kwasów tłuszczowych, syntezy kwasów tłuszczowych, glukoneogenezy, glikogenolizy i wykazuje związek tych procesów z pozyskiwaniem energii przez komórkę	<ul style="list-style-type: none"> <li>• analizowanie animacji lub schematów przedstawiających glukoneogenezę, <math>\beta</math>-oksydację, przemiany aminokwasów, cykl mocznikowy, rozkład białek, cukrów i tłuszczów</li> <li>• podsumowanie (w grupach) wiadomości dotyczących przemian metabolicznych za pomocą gry dydaktycznej <i>Memory</i></li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• animacja lub schemat przedstawiający glukoneogenezę, <math>\beta</math>-oksydację, przemiany aminokwasów, cykl mocznikowy, rozkład białek, cukrów i tłuszczów</li> <li>• kartki z cechami charakterystycznymi przemian metabolicznych do gry <i>Memory</i></li> </ul>
<b>Klasa 2</b>					
<b>I. Różnorodność wirusów, bakterii, protistów i grzybów</b>					
1	Klasyfikowanie organizmów	I.I	V.1. wnioskuje na podstawie analizy kladogramów o pokrewieństwie ewolucyjnym organizmów V.2. rozróżnia na drzewie filogenetycznym grupy monofiletyczne, parafiletyczne i polifiletyczne; wykazuje, że klasyfikacja organizmów oparta jest na ich filogenezie V.3. ustala przynależność gatunkową organizmu, stosując właściwy klucz do oznaczania organizmów; porządkuje hierarchicznie podstawowe rangi taksonomiczne	<ul style="list-style-type: none"> <li>• analiza kladogramów, drzew filogenetycznych monofiletycznych, parafiletycznych, polifiletycznych</li> <li>• oznaczania gatunków roślin i zwierząt z wykorzystaniem kluczy i atlasów</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• schematy kladogramów</li> <li>• schematy drzew filogenetycznych ukazujących grupy monofiletyczne, parafiletyczne i polifiletyczne</li> <li>• fotografie roślin i zwierząt</li> <li>• klucze i atlasy do oznaczania gatunków roślin i zwierząt</li> </ul>



2	Wirusy – bezkomórkowe formy materii. Priony i wiroidy	V.1, V.2	<p>XII.1.1. przedstawia budowę wirusów jako bezkomórkowych form infekcyjnych</p> <p>XII.1.2. przedstawia różnorodność morfologiczną i genetyczną wirusów</p> <p>XII.1.3. wykazuje związek budowy wirusów ze sposobem infekowania komórek</p> <p>XII.1.4. porównuje cykle infekcyjne wirusów (lityczny i lizogeniczny)</p> <p>XII.1.5. wyjaśnia mechanizm odwrotnej transkrypcji i jego znaczenie w namnażaniu retrowirusów</p> <p>XII.1.6. przedstawia drogi rozprzestrzeniania się i zasady profilaktyki chorób człowieka wywoływanych przez wirusy (wścieklizna, AIDS, Heinego-Medina, schorzenia wywołane zakażeniem HPV, grypa, odra, ospa, różyczka, świnka, WZW typu A, B i C, niektóre typy nowotworów)</p> <p>XII.1.7. przedstawia drogi rozprzestrzeniania się chorób wirusowych zwierząt (nosówka, wścieklizna, pryszczycyca) i roślin (mozaika tytoniowa, smugowatość ziemniaka) oraz ich skutki</p> <p>XII.1.8. przedstawia znaczenie wirusów w przyrodzie i dla człowieka</p> <p>XII.2.1. przedstawia wiroidy jako jednoniciowe koliste cząsteczki RNA infekujące rośliny</p> <p>XII.2.2. opisuje priony jako białkowe czynniki infekcyjne będące przyczyną niektórych chorób degeneracyjnych OUN (choroba Creutzfeldta-Jacoba, choroba</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• analiza schematu budowy wirusa</li> <li>• analiza schematów cykli infekcyjnych wirusów</li> <li>• wnioskowanie na podstawie analizy tekstu źródłowego dotyczącego zasad profilaktyki i metod leczenia chorób wywoływanych przez wirusy i priony</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• schemat budowy wirusów i form morfologicznych wirusów</li> <li>• schematy cykli infekcyjnych wirusów</li> <li>• teksty źródłowe z literatury uzupełniającej na temat chorób wywoływanych przez wirusy</li> </ul>
---	----------------------------------------------------------------	----------	----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

			szalonych krów BSE)		
3	Bakterie i archeowce – organizmy bezjądrowe	V.1, V.2	<p>VI.1. przedstawia budowę komórki prokariotycznej, z uwzględnieniem różnic w budowie ściany komórkowej bakterii Gram-dodatnich i Gram-ujemnych</p> <p>VI.2. wyjaśnia różnice między archeowcami i bakteriami, przedstawia znaczenie archeowców; przedstawia różnorodność form morfologicznych bakterii</p> <p>VI.3. przedstawia czynności życiowe bakterii: odżywianie (chemoautotrofizm, fotoautotrofizm, heterotrofizm); oddychanie beztlenowe (denitryfikacja, fermentacja) i tlenowe; rozmnażanie</p> <p>VI.4. wykazuje znaczenie procesów płciowych w zmienności genetycznej bakterii</p> <p>VI.5. przedstawia znaczenie bakterii w przyrodzie i dla człowieka, w tym wywołujących choroby człowieka (gruźlica, tężec, borelioza, salmonelloza, kiła, rzeżączka)</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• analiza schematu budowy komórki prokariotycznej</li> <li>• analiza tekstów źródłowych na temat czynności życiowych bakterii</li> <li>• inscenizacje w grupach na temat objawów chorób bakteryjnych</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• schemat budowy komórki prokariotycznej</li> <li>• teksty źródłowe na temat czynności życiowych bakterii</li> </ul>
4	Protisty – proste organizmy eukariotyczne	V.1, V.2	<p>VIII.1. przedstawia formy morfologiczne protistów</p> <p>VIII.2. przedstawia czynności życiowe protistów: odżywianie, poruszanie się, rozmnażanie, wydalanie i osmoregulację; zakłada hodowlę protistów słodkowodnych i obserwuje wybrane czynności życiowe tych protistów</p> <p>VIII.3. wykazuje związek budowy protistów ze środowiskiem i trybem ich życia (obecność aparatu ruchu, budowa błony</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• analiza porównawcza przedstawicieli wybranych protistów z wykorzystaniem ilustracji, zdjęć, schematów i tekstów źródłowych</li> <li>• zakładanie hodowli protistów słodkowodnych</li> <li>• obserwacja czynności życiowych protistów, np. ruchu pod mikroskopem</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• zasuszone okazy lub ilustracje przedstawicieli protistów</li> <li>• ilustracje prezentujące sposoby pobierania pokarmu przez protisty</li> <li>• materiały potrzebne do obserwacji mikroskopowej i wykonania preparatu mikroskopowego</li> </ul>

			<p>komórkowej, obecność chloroplastów i wodniczek tętniących)</p> <p>VIII.4. analizuje na podstawie schematów przebieg cykli rozwojowych protistów i rozróżnia poszczególne fazy jądrowe</p> <p>VIII.5. przedstawia drogi zarażenia się i zasady profilaktyki chorób wywołanych przez protisty (malaria, toksoplazmoza, lamblioza, czerwotka pełzakowa, rzęsistkowica)</p> <p>VIII.6. przedstawia znaczenie protistów (w tym protistów fotosyntetyzujących i symbiotycznych) w przyrodzie i dla człowieka</p>		<ul style="list-style-type: none"> <li>• filmy edukacyjne na temat sposobów poruszania się przedstawicieli protistów</li> </ul>
5	Grzyby – cudzożywne beztkankowce. Porosty	V.1, V.2	<p>VII.1. przedstawia różnorodność morfologiczną grzybów</p> <p>VII.2. przedstawia czynności życiowe grzybów: odżywianie, oddychanie i rozmnażanie; planuje i przeprowadza doświadczenie wykazujące, że drożdże przeprowadzają fermentację alkoholową</p> <p>VII.3. porównuje na podstawie analizy schematów cykle życiowe grzybów (sprzężniaków, workowców i podstawczaków) i rozróżnia poszczególne fazy jądrowe (haplofaza, dikariofaza, diplofaza)</p> <p>VII.4. przedstawia porosty jako organizmy symbiotyczne i wyjaśnia ich rolę jako organizmów wskaźnikowych</p> <p>VII.5. przedstawia drogi zarażenia się i zasady profilaktyki chorób wywołanych przez grzyby (grzybice skóry, narządów</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• wykład ilustrowany nawiązujący do wiadomości omawianych podczas tematu „Budowa i funkcje komórek. Rodzaje komórek”</li> <li>• analiza porównawcza budowy grzybni – obserwacja mikroskopowa pleśniaka białego, drożdży i grzybni owocnika pieczarki</li> <li>• obserwacja zdjęć i schematów budowy przedstawicieli grzybów (w tym owocników), wnioskowanie o różnicach między nimi</li> <li>• wykład na temat budowy porostów</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• materiały do przeprowadzenia obserwacji mikroskopowej m.in. mikroskop optyczny, drożdże, pieczarka</li> <li>• zdjęcia i schematy przedstawicieli grzybów</li> </ul>

			płciowych, płuc) VII.6. przedstawia znaczenie grzybów, w tym porostów w przyrodzie i dla człowieka		
<b>II. Różnorodność roślin</b>					
1	Rośliny pierwotnie wodne		IX.1.1 rozróżnia zieleńce, krasnorosty i glaukocystofity IX.1.2 przedstawia znaczenie krasnorostów i zieleńców w przyrodzie i dla człowieka	<ul style="list-style-type: none"> <li>• analiza tekstu źródłowego, zdjęć i schematów</li> <li>• obserwacja mikroskopowa zieleńców, np. pierwotka</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• materiały do przeprowadzenia obserwacji mikroskopowej, m.in. mikroskopy optyczne, szkiełka podstawkowe, nakrywkowe, woda, pipety, zieleńce</li> </ul>
2	Główne kierunki rozwoju roślin lądowych		IX.2.1 określa różnice między warunkami życia w wodzie i na lądzie IX.2.6 przedstawia cechy budowy roślin, które umożliwiły im zasiedlenie środowisk lądowych	<ul style="list-style-type: none"> <li>• obserwacja makroskopowa</li> <li>• wnioskowanie na podstawie obserwacji o przystosowaniach roślin do warunków środowiska lądowego</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• świeże i zasuszone okazy różnych przedstawicieli roślin (rośliny dziko rosnące, np. trawy, rośliny przyprawowe, np. melisa lub bazylika, rośliny ozdobne, np. lewkonika – z korzeniem)</li> <li>• zdjęcia mikroskopowe budowy anatomicznej organów roślin nasiennych – przekrój poprzeczny przez korzeń, łodygę, liść – z widocznymi tkankami</li> </ul>
3	Tkanki roślinne	III.2, III.5	IX.2.3 rozpoznaje tkanki roślinne na preparacie mikroskopowym (w tym wykonanym samodzielnie), na schemacie, mikrofotografii, na podstawie opisu	<ul style="list-style-type: none"> <li>• analiza ilustracji tkanek roślinnych</li> <li>• obserwacja mikroskopowa preparatów trwałych tkanek twórczych roślinnych</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• materiały do obserwacji mikroskopowej, m.in. mikroskopy optyczne, preparaty trwałe tkanek</li> </ul>

			i wykazuje związek ich budowy z pełnioną funkcją IX.2.4 przedstawia znaczenie połączeń międzykomórkowych w tkankach roślinnych		
4	Budowa i funkcje korzenia	III.2, III.5	IX.2.5 wykazuje związek budowy morfologicznej i anatomicznej (pierwotnej i wtórnej) organów wegetatywnych roślin z pełnionymi przez nie funkcjami IX.2.7 uzasadnia, że modyfikacje organów wegetatywnych roślin są adaptacją do różnych warunków środowiska i pełnionych funkcji	<ul style="list-style-type: none"> <li>• analiza wykresów przekrojów poprzecznych korzenia w strefie włośnikowej (budowa pierwotna) i strefie korzeni bocznych (budowa wtórna)</li> <li>• wnioskowanie o udziale miazgi w powstawaniu drewna i łyka wtórnego</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• schematy budowy pierwotnej i wtórnej korzenia (wersja drukowana, elektroniczna lub foliogramy)</li> </ul>
5	Budowa i funkcje łodygi	III.2, III.5	IX.2.5 wykazuje związek budowy morfologicznej i anatomicznej (pierwotnej i wtórnej) organów wegetatywnych roślin z pełnionymi przez nie funkcjami IX.2.7 uzasadnia, że modyfikacje organów wegetatywnych roślin są adaptacją do różnych warunków środowiska i pełnionych funkcji	<ul style="list-style-type: none"> <li>• analiza wykresów przekroju poprzecznego łodygi (budowa pierwotna i budowa wtórna)</li> <li>• wnioskowanie o udziale miazgi w powstawaniu drewna i łyka wtórnego</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• schematy budowy łodygi roślin dwuliściennych (wersja drukowana, elektroniczna lub foliogramy)</li> </ul>
6	Budowa i funkcje liści	III.2, III.5	IX.2.5 wykazuje związek budowy morfologicznej i anatomicznej (pierwotnej i wtórnej) organów wegetatywnych roślin z pełnionymi przez nie funkcjami IX.2.7 uzasadnia, że modyfikacje organów wegetatywnych roślin są adaptacją do różnych warunków środowiska i pełnionych funkcji	<ul style="list-style-type: none"> <li>• obserwacja mikroskopowa przekroju poprzecznego przez liść (preparat świeży lub trwały)</li> <li>• analiza schematu przekroju poprzecznego przez liść rośliny dwuliściennej</li> <li>• wnioskowanie o funkcjach poszczególnych elementów budowy anatomicznej liścia</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• materiały do obserwacji mikroskopowej, m.in. mikroskopy optyczne, szkiełka podstawkowe i nakrywkowe, woda, pipety, materiał badawczy – liście trzykrotki/fikusa/bazylii lub inne</li> </ul>
7	Mszaki – rośliny o dominującym gametoficie	III.2, III.5	IX.2.2 przedstawia na przykładzie rodzimych gatunków cechy charakterystyczne mchów [...] oraz na	<ul style="list-style-type: none"> <li>• analiza schematu budowy mchu płonnika</li> <li>• omówienie przebiegu cyklu rozmnażania mszaków</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• schematy budowy i cykli rozwojowych mchów</li> </ul>

			podstawie tych cech identyfikuje organizm jako przedstawiciela jednej z tych grup IX.2.9 przedstawia znaczenie roślin dla człowieka	<ul style="list-style-type: none"> <li>• obserwacja makroskopowa mszaków</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• materiały do obserwacji makroskopowej, m.in. żywe lub zasuszone okazy mszaków, lupy</li> </ul>
8	Paprotniki – zarodnikowe rośliny naczyniowe	III.2, III.5	IX.2.2 przedstawia na przykładzie rodzimych gatunków cechy charakterystyczne [...] widłakowych, skrzypowych, paprociowych (...) oraz na podstawie tych cech identyfikuje organizm jako przedstawiciela jednej z tych grup IX.2.9 przedstawia znaczenie roślin dla człowieka	<ul style="list-style-type: none"> <li>• analiza schematu budowy przedstawicieli paprotników</li> <li>• porównywanie budowy paproci, widłaków i skrzypów</li> <li>• omówienie przebiegu cyklu rozmnażania paprotników</li> <li>• obserwacja makroskopowa paprotników</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• schematy budowy i cykli rozwojowych mchów</li> <li>• materiały do obserwacji makroskopowej, m.in. żywe lub zasuszone okazy mszaków, lupy</li> </ul>
9	Nagozalążkowe – rośliny kwiatowe z nieosłoniętym zalążkiem	III.2, III.5	IX.2.2 przedstawia na przykładzie rodzimych gatunków cechy charakterystyczne [...] nasiennych oraz na podstawie tych cech identyfikuje organizm jako przedstawiciela jednej z tych grup IX.2.9 przedstawia znaczenie roślin dla człowieka	<ul style="list-style-type: none"> <li>• przedstawienie cech budowy roślin nagonasiennych</li> <li>• omówienie budowy roślin nagonasiennych</li> <li>• analiza schematu cyklu rozwojowego roślin nagonasiennych</li> <li>• obserwacja i identyfikacja gatunków roślin nagonasiennych</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• ilustracje budowy i cyklu rozwojowego roślin nagonasiennych</li> <li>• gałęzie i szyszki przedstawicieli nagonasiennych</li> </ul>
10	Okrytozalążkowe – rośliny wytwarzające owoce	III.2, III.5	IX.2.2 przedstawia na przykładzie rodzimych gatunków cechy charakterystyczne [...] nasiennych oraz na podstawie tych cech identyfikuje organizm jako przedstawiciela jednej z tych grup IX.2.8 rozróżnia rośliny jednoliścienne i dwuliścienne, wskazując ich charakterystyczne cechy IX.2.9 przedstawia znaczenie roślin dla człowieka IX.6.1 przedstawia budowę nasiona	<ul style="list-style-type: none"> <li>• analiza schematów roślin jedno- i dwuliściennych</li> <li>• konstruowanie tabeli porównawczej roślin jedno- i dwuliściennych i wyciąganie na jej podstawie wniosków</li> <li>• obserwacja makroskopowa znanych roślin jedno- i dwuliściennych</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• schemat budowy kwiatu, unerwienia liści, przekroju poprzecznego przez łodygę roślin jedno- i dwuliściennych</li> <li>• materiał badawczy: por, cebula, czosnek (z korzeniami), marchew z liśćmi, kapusta ozdobna z korzeniem</li> </ul>

			i rozróżnia nasiona bielmowe, bezbielmowe i obielmowe		
<b>III. Funkcjonowanie roślin</b>					
1	Transport wody, soli mineralnych i substancji odżywczych	I.2, III.2	<p>IX.3.1 wyjaśnia mechanizmy pobierania oraz transportu wody i soli mineralnych</p> <p>IX.3.2 planuje i przeprowadza obserwację pozwalającą na identyfikację tkanki przewodzącej wodę w roślinie; planuje i przeprowadza doświadczenie wykazujące występowanie płaczu roślin</p> <p>IX.3.3. wykazuje związek zmian potencjału osmotycznego i potencjału wody z otwieraniem i zamykaniem szparek; planuje i przeprowadza doświadczenie porównujące zagęszczenie (mniejsze, większe) i rozmieszczenie (górną, dolną stronę blaszki liściowej) aparatów szparkowych u roślin różnych siedlisk</p> <p>IX.3.4. wykazuje wpływ czynników zewnętrznych (temperatura, światło, wilgotność, ruchy powietrza) na bilans wodny roślin; planuje i przeprowadza doświadczenie określające wpływ czynników zewnętrznych na intensywność transpiracji; planuje i przeprowadza doświadczenie wykazujące występowanie gutacji</p> <p>IX.3.5. opisuje wpływ suszy fizjologicznej na bilans wodny rośliny; planuje i przeprowadza doświadczenie określające wpływ stężenia roztworu glebowego na pobieranie wody przez rośliny</p> <p>IX.3.6. podaje dostępne dla roślin formy</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• metoda laboratoryjna – udział liści w pobieraniu wody przez roślinę</li> <li>• analiza mechanizmu otwierania i zamykania aparatów szparkowych</li> <li>• mapa mentalna na temat wpływu czynników zewnętrznych na bilans wodny rośliny</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• schematy mechanizmu otwierania i zamykania aparatów szparkowych</li> <li>• arkusze szarego papieru, kolorowe flamastry</li> </ul>

			wybranych makroelementów (N, S) IX.3.7. przedstawia znaczenie wybranych makro- i mikroelementów (N, S, Mg, K, P, Ca, Fe) dla roślin		
2	Odżywianie się roślin		IX.4.1. określa drogi, jakimi do liści docierają substraty fotosyntezy IX.4.2. określa drogi, jakimi transportowane są produkty fotosyntezy IX.4.3. przedstawia adaptacje w budowie anatomicznej roślin do wymiany gazowej IX.4.4. przedstawia adaptacje anatomiczne i fizjologiczne roślin typu C4 i CAM do przeprowadzania fotosyntezy w określonych warunkach środowiska IX.4.5. analizuje wpływ czynników zewnętrznych i wewnętrznych na przebieg procesu fotosyntezy; planuje i przeprowadza doświadczenie wykazujące wpływ temperatury, natężenia światła i zawartości dwutlenku węgla na intensywność fotosyntezy IX.4.6. przedstawia udział innych organizmów (bakterie glebowe i symbiotyczne, grzyby) w pozyskiwaniu pokarmu przez rośliny	<ul style="list-style-type: none"> <li>• analizowanie schematów transportu substancji w roślinie</li> <li>• porównywanie roślin typu C3 u C4 oraz CAM</li> <li>• mapa mentalna na temat wpływu czynników zewnętrznych na proces fotosyntezy</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• schematy transportu substancji w roślinie</li> <li>• arkusze szarego papieru, kolorowe flamastry</li> </ul>
3	Wzrost i rozwój roślin okrytonasiennych		IX.6.2. przedstawia wpływ czynników zewnętrznych i wewnętrznych na proces kiełkowania nasion; planuje i przeprowadza doświadczenie określające wpływ wybranych czynników (woda, temperatura, światło, dostęp do tlenu) na proces kiełkowania nasion IX.6.3. planuje i przeprowadza obserwacje	<ul style="list-style-type: none"> <li>• obserwacja owoców i nasion pod kątem przystosowań do różnego sposobu rozsiewania</li> <li>• pogadanka i ilustrowana prezentacja na temat różnych sposobów rozmnażania wegetatywnego</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• lupy, materiał badawczy – owoce i nasiona różnych gatunków roślin</li> <li>• schematy i zdjęcia organów służących do rozmnażania wegetatywnego</li> </ul>



			<p>różnych typów kiełkowania nasion(epigeiczne i hypogeiczne) i wykazuje różnice między nimi</p> <p>IX.6.4. planuje i przeprowadza doświadczenie wykazujące rolę liścieni we wzroście i rozwoju siewki rośliny</p> <p>IX.6.6. wykazuje związek procesu zakwitania roślin okrytonasiennych z fotoperiodem i temperaturą</p>		
4	Regulatory wzrostu i rozwoju roślin		<p>IX.6.5. określa rolę auksyn, giberelin, cytokinin, kwasu abscysynowego i etylenu w procesach wzrostu i rozwoju roślin; planuje i przeprowadza doświadczenie wykazujące wpływ etylenu na proces dojrzewania owoców</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• analiza zdjęć roślin w sytuacjach nadmiaru określonego hormonu – wnioskowanie o wpływie hormonu na rozwój i wzrost rośliny</li> <li>• analiza tekstów źródłowych na temat działania hormonów</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• teksty źródłowe na temat wpływu fitohormonów na roślinę</li> <li>• schematy ilustrujące wpływ nadmiaru hormonów na roślinę i zjawisko fotoperiodyzmu</li> </ul>
5	Reakcje roślin na bodźce		<p>IX.7.1. przedstawia nastie i tropizmy jako reakcje roślin na bodźce(światło, temperatura, grawitacja, bodźce mechaniczne i chemiczne); planuje i przeprowadza doświadczenie wykazujące różnice fototropizmu korzenia i pędu; planuje i przeprowadza doświadczenie wykazujące różnice geotropizmu korzenia i pędu; planuje i przeprowadza obserwację termonastii wybranych roślin</p> <p>IX.7.2. przedstawia rolę auksyn w ruchach wzrostowych roślin; planuje i przeprowadza doświadczenie wykazujące rolę stożka wzrostu w dominacji wierzchołkowej u roślin</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• analiza materiałów źródłowych – filmy edukacyjne przedstawiające reakcję roślin na bodźce</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• filmy edukacyjne na temat reakcji roślin na bodźce</li> </ul>

IV. Różnorodność i funkcjonowanie bezkręgowców					
1	Kryteria klasyfikacji zwierząt		X.1 rozróżnia zwierzęta tkankowe i beztkankowe, dwuwarstwowe i trójwarstwowe, pierwouste i wtórouste; [...] na podstawie drzewa filogenetycznego wykazuje pokrewieństwo między grupami zwierząt; X.2 wykazuje związek trybu życia zwierząt z symetrią ich ciała (promienista i dwuboczna)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• pogadanka na temat kryteriów klasyfikacji zwierząt</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• teksty źródłowe, literatura uzupełniająca</li> </ul>
2	Gąbki – zwierzęta beztkankowe		X.3 wymienia cechy pozwalające na rozróżnienie gąbek [...]	<ul style="list-style-type: none"> <li>• analiza schematów i zdjęć przedstawiających gąbki</li> <li>• omówienie internetowego filmu edukacyjnego na temat gąbek</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• schemat budowy trzech typów gąbek (askon, sykon, leukon), schemat budowy choanocytu</li> <li>• zdjęcia i film edukacyjny ilustrujące gąbki w ich naturalnym środowisku</li> </ul>
3	Tkanki zwierzęce		XI.1.1 rozpoznaje tkanki zwierzęce na preparacie mikroskopowym, na schemacie, mikrofotografii, na podstawie opisu i wykazuje związek ich budowy z pełnioną funkcją; XI.1.2 przedstawia znaczenie połączeń międzykomórkowych w tkankach zwierzęcych	<ul style="list-style-type: none"> <li>• mapa mentalna na temat budowy i funkcji tkanek zwierzęcych</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• teksty i ilustracje źródłowe</li> </ul>
4	Parzydełkowce – tkankowe zwierzęta dwuwarstwowe		X.3 wymienia cechy pozwalające na rozróżnienie [...], parzydełkowców [...]	<ul style="list-style-type: none"> <li>• metoda podająca</li> <li>• wykład ilustrowany</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• filmy edukacyjne na temat parzydełkowców</li> <li>• schematy budowy anatomicznej parzydełka</li> </ul>
5	Płazińce – zwierzęta spłaszczone		X.3 wymienia cechy pozwalające na rozróżnienie [...] płazińców [...] XI.2.9.g. analizuje na podstawie schematu	<ul style="list-style-type: none"> <li>• analiza zdjęć, schematów i filmów edukacyjnych o wypławku białym i tasiemcach; wnioskowanie o różnicach</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• filmy edukacyjne na temat płazińców</li> <li>• schematy budowy</li> </ul>

	grzbieto- -brzusznie		cykle rozwojowe zwierząt pasożytniczych; rozdzieli żywicieli pośrednich i ostatecznych	w ich budowie	morfolożycznej płazińców • schemat budowy anatomiożycznej członu tasiemca i wypławka białego
6	Nicienie – zwierzęta o obłym, nieczłonowanym ciele		X.3 wymienia cechy pozwalające na rozdzielenie [...] nicieni [...] XI.2.9.g. analizuje na podstawie schematu cykle rozwojowe zwierząt pasożytniczych; rozdzieli żywicieli pośrednich i ostatecznych	• analiza materiałów źródłowych na temat nicieni • omówienie schematów i ilustracji przedstawiających budowę i cykl rozmnażania nicieni	• schematy cykli rozwjowych różnych gatunków nicieni
7	Pierścienice – bezkęgowce o wyraźnej metamerii		X.3 wymienia cechy pozwalające na rozdzielenie [...] pierścienic [...]	• praca z materiałem źródłowym na temat pierścienic • analiza filmów edukacyjnych, zdjęć i schematów ilustrujących budowę morfolożyczną przedstawicieli pierścienic oraz wniosowanie na ich podstawie	• filmy edukacyjne na temat pierścienic • zdjęcia i schematy przedstawiające budowę morfolożyczną pierścienic
8	Stawonogi – zwierzęta o członowanych odnóżach		X.3 wymienia cechy pozwalające na rozdzielenie [...] stawonogów (skorupiaków, pajęczaków, wijów i owadów) [...] XI.2.9h rozdzieli rozwój prosty i złożony oraz podaje przykłady zwierząt, u których występuje XI.2.9.i. porównuje przeobrażenie zupełne i niezupełne u owadów, uwzględniając rolę poczwarki w cyklu rozwojowym	• praca z materiałem źródłowym – analiza schematów lub zdjęć • wniosowanie o podobieństwach i różnicach w budowie anatomiożycznej i morfolożycznej stawonogów	• schematy i zdjęcia budowy morfolożycznej i wybranych elementów budowy anatomiożycznej owadów, pajęczaków, wijų i skorupiaków
9	Mięczaki – zwierzęta o miękkim, niesegmentowa- nym ciele		X.3 wymienia cechy pozwalające na rozdzielenie [...] mięczaków, [...]	• analiza filmów edukacyjnych przedstawiających mięczaki • omówienie budowy mięczaków	• filmy edukacyjne na temat mięczaków • ilustracje przedstawiające budowę mięczaków
10	Szkarłupnie –		X.3 wymienia cechy pozwalające na	• obserwacja szkarłupni i analiza	• krótkie filmy

	bezkregowe zwierzęta wtórouste		rozdzielenie [...] szkarłupni	materiałów Źródłowych na ich temat	edukacyjne i zdjęcia przedstawiające szkarłupnie • okazy trwałe
<b>V. Różnorodność i funkcjonowanie strunowców</b>					
1	Charakterystyka strunowców. Strunowce niższe		X.1 rozróżnia zwierzęta tkankowe i beztkankowe, dwuwarstwowe i trójwarstwowe, pierwouste i wtórouste; bezżuchowce i żuchowce; owodniowce i bezowodniowce; łozyskowe i bezłozyskowe; skrzelodyszne i płucodyszne; zmiennocieplne i stałocieplne; na podstawie drzewa filogenetycznego wykazuje pokrewieństwo między grupami zwierząt X.4 wymienia cechy pozwalające na rozróżnienie beczaszekowców i kręgowców	<ul style="list-style-type: none"> <li>• pogadanka na temat cech strunowców</li> <li>• odróżnianie zwierząt tkankowych od beztkankowych, dwuwarstwowych od trójwarstwowych, pierwoustych o wtóroustych itp.</li> <li>• analiza materiałów Źródłowych dotyczących strunowców i wnioskowanie na ich temat (praca w grupach)</li> </ul> <p>pogadanka na temat cech strunowców</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• schematy z literatury uzupełniającej przedstawiające strunowce</li> </ul>
2	Ryby – żuchowce pierwotnie wodne		X.4 wymienia cechy pozwalające na rozróżnienie beczaszekowców i kręgowców, a w ich obrębie kręgloustych, ryb[...] na podstawie tych cech identyfikuje organizm jako przedstawiciela jednej z tych grup	<ul style="list-style-type: none"> <li>• charakteryzowanie ryb (pogawędka)</li> <li>• omówienie przystosowań ryb do wodnego trybu życia</li> <li>• analiza materiałów Źródłowych dotyczących ryb i wnioskowanie na ich temat (praca w grupach)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• schematy z literatury uzupełniającej przedstawiające budowę ryb</li> <li>• film edukacyjny na temat ryb</li> </ul>
3	Płazy – kręgowce dwuśrodowiskowe		X.4 wymienia cechy pozwalające na rozróżnienie beczaszekowców i kręgowców, a w ich obrębie [...] płazów [...]; na podstawie tych cech identyfikuje organizm jako przedstawiciela jednej z tych grup	<ul style="list-style-type: none"> <li>• pogadanka na temat przystosowań płazów do dwuśrodowiskowego trybu życia</li> <li>• analiza materiałów Źródłowych dotyczących płazów i wnioskowanie na ich temat (praca w grupach)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• schematy z literatury uzupełniającej przedstawiające budowę płazów</li> <li>• film edukacyjny na temat płazów</li> </ul>
4	Gady – pierwsze owodniowce		X.4 wymienia cechy pozwalające na rozróżnienie beczaszekowców i kręgowców, a w ich obrębie [...] gadów [...]; na podstawie tych cech identyfikuje	<ul style="list-style-type: none"> <li>• omówienie budowy gadów i wynikającej z niej przystosowań do lądowego trybu życia</li> <li>• analiza materiałów Źródłowych</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• schematy z literatury uzupełniającej</li> <li>• film edukacyjny na temat gadów</li> </ul>

			organizm jako przedstawiciela jednej z tych grup	dotyczących gadów i wnioski na ich temat (praca w grupach)	
5	Ptaki – latające zwierzęta pokryte piórami		X.4 wymienia cechy pozwalające na rozróżnienie bezczaszkowców i kręgowców, a w ich obrębie [...] ptaków; na podstawie tych cech identyfikuje organizm jako przedstawiciela jednej z tych grup	<ul style="list-style-type: none"> <li>• pogadanka na temat przystosowań w budowie ptaków do lotu</li> <li>• analiza materiałów źródłowych dotyczących ptaków i wnioski na ich temat (praca w grupach)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• schematy z literatury uzupełniającej przedstawiające budowę ptaków</li> <li>• film edukacyjny na temat ptaków</li> </ul>
6	Ssaki – kręgowce wszechstronne i ekspansywne		X.4 wymienia cechy pozwalające na rozróżnienie bezczaszkowców i kręgowców, a w ich obrębie [...] ssaków; na podstawie tych cech identyfikuje organizm jako przedstawiciela jednej z tych grup	<ul style="list-style-type: none"> <li>• charakteryzowanie budowy ptaków</li> <li>• analiza materiałów źródłowych dotyczących ssaków i wnioski na ich temat (praca w grupach)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• schematy z literatury uzupełniającej</li> <li>• film edukacyjny na temat ssaków</li> </ul>
<b>Klasa 3</b>					
<b>I. Funkcjonowanie organizmu. Pokrycie ciała</b>					
1	Organizm jako funkcjonalna całość		<p>XI.1.3 wykazuje związek budowy narządów z pełnioną przez nie funkcją</p> <p>XI.1.4 przedstawia powiązania funkcjonalne pomiędzy narządami w obrębie układu</p> <p>XI.1.5 przedstawia powiązania funkcjonalne pomiędzy układami narządów w obrębie organizmu</p> <p>XI.1.6 przedstawia mechanizmy warunkujące homeostazę (termoregulacja, osmoregulacja, stałość składu płynów ustrojowych, ciśnienie krwi, rytmy dobowe i sezonowe)</p> <p>XI.1.7 wykazuje związek między wielkością, aktywnością życiową, temperaturą ciała, a zapotrzebowaniem energetycznym organizmu</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• przygotowanie posteru ilustrującego przykładową lokalizację tkanek i układów narządów w organizmie człowieka na podstawie tekstu źródłowego</li> <li>• analizowanie hierarchicznej budowy organizmu za pomocą foliogramu, planszy i modelu budowy ciała człowieka</li> <li>• charakteryzowanie budowy i roli układów narządów</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• arkusz szarego papieru, flamastry</li> <li>• foliogram lub plansza przedstawiająca hierarchiczną budowę organizmu</li> <li>• model budowy ciała człowieka</li> </ul>

2	Porównanie powłok ciała u różnych grup zwierząt		XI.2.8.a. przedstawia różne rodzaje pokrycia ciała zwierząt i podaje ich funkcje XI.2.8c przedstawia przykłady sposobów regulacji temperatury ciała u zwierząt endotermicznych oraz ektotermicznych, XI.2.8d przedstawia znaczenie estywacji (snu letniego) i hibernacji (snu zimowego) w funkcjonowaniu zwierząt	<ul style="list-style-type: none"> <li>• analiza porównawcza powłok ciała u różnych grup zwierząt</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• schematy i ilustracje przedstawiające powłoki ciała bezkręgowców i kręgowców</li> </ul>
3	Budowa i funkcje skóry		XI.2.8b wykazuje związek między budową i funkcją skóry kręgowców XI.2.8e przedstawia rolę skóry w syntezie witaminy D [...]	<ul style="list-style-type: none"> <li>• obserwacja mikroskopowa skóry</li> <li>• doświadczenie mające na celu ocenę wrażliwości dotykowej różnych okolic ciała</li> <li>• przeprowadzenie doświadczenia dotyczącego odczuwania temperatury</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• mikroskop i preparaty trwałe przekroju poprzecznego skóry</li> <li>• cyrkiel</li> <li>• zestaw do wykonania doświadczenia, m.in. naczynia z wodą o różnej temperaturze, termometr, czajnik bezprzewodowy</li> </ul>
4.	Choroby i higiena skóry	V.1, V.2, V.5	XI.2.8e [...] wykazuje związek nadmiernej ekspozycji na promieniowanie UV z procesem starzenia się skóry oraz zwiększonym ryzykiem wystąpienia chorób i zmian skórnych	<ul style="list-style-type: none"> <li>• charakteryzowanie wybranych chorób skóry (praca w grupach)</li> <li>• ocena prawidłowych i nieprawidłowych zachowań dotyczących ochrony skóry (metoda kosza i walizki)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• flamastry, arkusze szarego papieru, kolorowe karteczki, magnesy</li> <li>• zapisane na karteczkach zdania na temat ochrony skóry do metody kosza i walizki</li> </ul>
<b>II. Poruszanie się</b>					
1	Porównanie sposobów ruchu u różnych grup zwierząt		XI.2.7.a. przedstawia związek między środowiskiem życia a sposobem poruszania się XI.2.7b rozróżnia rodzaje ruchu zwierząt (rzęskowy, mięśniowy) XI.2.7c analizuje współdziałanie mięśni z różnymi typami szkieletu (hydrauliczny,	<ul style="list-style-type: none"> <li>• analiza porównawcza sposobów poruszania się u różnych grup zwierząt</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• filmy edukacyjne przedstawiające sposoby poruszania się różnych grup zwierząt</li> </ul>

			zewnątrzny, wewnętrzny)		
2	Ogólna budowa i funkcje szkieletu		XI.2.7d analizuje budowę szkieletu wewnętrznego (na schemacie, modelu, fotografii) jako wyraz adaptacji do środowiska i trybu życia XI.2.7k rozpoznaje rodzaje kości ze względu na ich kształt (długie, krótkie, płaskie, różnokształtne)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• obserwacja szkieletu człowieka – wykonanie rysunku wraz z zapisaniem nazw poszczególnych kości</li> <li>• burza mózgów na temat funkcji szkieletu</li> <li>• omówienie budowy szkieletu na przykładzie modelu szkieletu budowy człowieka</li> <li>• doświadczenie wykazujące skład chemiczny kości</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• model budowy szkieletu</li> <li>• materiały do wykonania doświadczenia, m.in. naczynie z octem, palnik, łąpa laboratoryjna, kości udowe kurczaka</li> </ul>
3	Rodzaje połączeń kości		XI.2.7l rozpoznaje (na modelu, schemacie, rysunku) rodzaje połączeń kości i określa ich funkcje	<ul style="list-style-type: none"> <li>• obserwacja modeli nieruchomych i ruchomych połączeń kości</li> <li>• analiza schematu budowy stawu</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• modele połączeń kości</li> <li>• schemat budowy stawu</li> </ul>
4	Elementy szkieletu		XI.2.7m rozpoznaje (na modelu, schemacie, rysunku) kości szkieletu osiowego, obręczy i kończyn człowieka	<ul style="list-style-type: none"> <li>• obserwowanie budowy szkieletów na modelach: osiowego, kończyn i obręczy</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• modele budowy szkieletów</li> <li>• zdjęcia rentgenowskie</li> </ul>
5	Budowa i funkcjonowanie układu mięśniowego		XI.2.7e opisuje współdziałanie mięśni, ścięgien, stawów i kości w ruchu człowieka XI.2.7f przedstawia budowę mięśnia szkieletowego (filamenty aktywne i miozynowe, miofibrylla, włókno mięśniowe, brzusiec mięśnia) XI.2.7g wyjaśnia, na podstawie schematu, molekularny mechanizm skurczu mięśnia, XI.2.7h przedstawia sposoby pozyskiwania ATP niezbędnego do skurczu mięśnia XI.2.7i wykazuje znaczenie skurczu tężcowego w funkcjonowaniu układu ruchu, XI.2.7j przedstawia antagonizm i współdziałanie mięśni w wykonywaniu ruchów	<ul style="list-style-type: none"> <li>• rozpoznawanie głównych mięśni szkieletowych na ilustracjach</li> <li>• analiza budowy mięśnia</li> <li>• obserwacja animacji lub planszy prezentującej antagonistyczne działanie mięśni</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• ilustracje przedstawiająca układ mięśniowy człowieka i budowę mięśnia</li> <li>• animacja lub plansza przedstawiająca antagonistyczne działanie mięśni</li> </ul>
6	Choroby	V.1, V.2, V.5	XI.2.7n wyjaśnia wpływ odżywiania się	<ul style="list-style-type: none"> <li>• charakterystyka chorób aparatu ruchu</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• materiały źródłowe na</li> </ul>

	i higiena aparatu ruchu		(w tym suplementacji) i aktywności fizycznej na rozwój oraz stan kości i mięśni człowieka XI.2.7o przedstawia wpływ substancji stosowanych w dopingu na organizm człowieka	• dyskusja na temat stosowania dopingu w sporcie, połączona z analizą materiałów źródłowych	temat dopingu w sporcie
<b>III. Odżywanie się</b>					
1	Porównanie sposobów odżywiania się u różnych grup zwierząt		XI.2.1a przedstawia adaptacje w budowie i funkcjonowaniu układów pokarmowych zwierząt do rodzaju pokarmu oraz sposobu jego pobierania, XI.2.1b rozróżnia trawienie wewnątrzkomórkowe i zewnątrzkomórkowe u zwierząt	• przygotowanie mapy mentalnej na temat sposobów odżywiania się zwierząt (praca w grupach)	• teksty źródłowe na temat różnych sposobów odżywiania się zwierząt • arkusze szarego papieru, flamastry
2	Rola witamin w diecie i energetyczne składniki pokarmowe		XI.2.1c przedstawia rolę [...] organicznych składników pokarmowych w odżywianiu człowieka, w szczególności białek pełnowartościowych i niepełnowartościowych, NNKT, błonnika, witamin	• analizowanie zawartości składników pokarmowych w produktach, a także omówienie dobowego zapotrzebowania ludzi na składniki pokarmowe • wskazanie najważniejszych źródeł witamin	• produkty spożywcze wraz z opakowaniami, na których znajdują się tabele zawartości składników pokarmowych
3	Rola wody i składników mineralnych w organizmie		XI.2.1c przedstawia rolę nieorganicznych [...] składników pokarmowych w odżywianiu człowieka	• analizowanie prezentacji multimedialnej na temat roli oraz właściwości wody i bilansu wodnego	• prezentacja multimedialna przygotowana przez wybranych uczniów dotycząca roli oraz właściwości wody, a także bilansu wodnego organizmu
4	Budowa i funkcje układu pokarmowego		XI.2.1d przedstawia związek budowy odcinków przewodu pokarmowego człowieka z pełnioną przez nie funkcją XI.2.1e przedstawia rolę wydzielin gruczołów i komórek gruczołowych	• analiza zależności między budową wybranych odcinków przewodu pokarmowego a przystosowaniem do pełnienia określonych funkcji (pobieranie, rozdrabnianie, trawienie, wchłanianie)	• schematy kolejnych odcinków układu pokarmowego i budowy zębów



			<p>w obróbce pokarmu</p> <p>XI.2.1f przedstawia proces trawienia poszczególnych składników pokarmowych w przewodzie pokarmowym człowieka; planuje i przeprowadza doświadczenie sprawdzające warunki trawienia skrobi,</p> <p>XI.2.1g wyjaśnia rolę mikrobiomu układu pokarmowego w funkcjonowaniu organizmu</p> <p>XI.2.1h przedstawia proces wchłaniania poszczególnych produktów trawienia składników pokarmowych w przewodzie pokarmowym człowieka,</p> <p>XI.2.1i przedstawia rolę wątroby w przemianach substancji wchłoniętych w przewodzie pokarmowym</p> <p>Xi.2.1j przedstawia rolę ośrodka głodu i sytości w przyjmowaniu pokarmu przez człowieka</p>		
5	Higiena i choroby układu pokarmowego	V.1, V.2, V.5	<p>XI.2.1k przedstawia zasady racjonalnego żywienia człowieka</p> <p>XI.2.1l przedstawia zaburzenia odżywiania (anoreksja, bulimia) i przewiduje ich skutki zdrowotne</p> <p>Xi.2.1m podaje przyczyny (w tym uwarunkowania genetyczne) otyłości u człowieka oraz sposoby jej profilaktyki</p> <p>XI.2.1n przedstawia znaczenie badań diagnostycznych (gastroskopia, kolonoskopia, USG, próby wątrobowe, badania krwi i kału) w profilaktyce i leczeniu chorób układu pokarmowego, w</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• analiza danych dotyczących zapotrzebowania na energię przy różnym stylu życia</li> <li>• wnioskowanie na temat konsekwencji dla organizmu wynikających z nadmiaru lub niedoboru energii pochodzącej z pokarmu</li> <li>• dyskusja na temat chorób układu pokarmowego</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• tabele zapotrzebowania energetycznego</li> <li>• zdjęcia lub filmy edukacyjne na temat otyłości, anoreksji, bulimii</li> </ul>

			tym raka żołądka, raka jelita grubego, zespołów złego wchłaniania, choroba Crohna		
<b>IV. Oddychanie</b>					
1	Porównanie sposobów oddychania u różnych grup zwierząt		XI.2.3a przedstawia warunki umożliwiające i ułatwiające dyfuzję gazów przez powierzchnie wymiany gazowej XI.2.3b wykazuje związek lokalizacji (wewnętrzna i zewnętrzna) i budowy powierzchni wymiany gazowej ze środowiskiem życia XI.2.3c podaje przykłady narządów wymiany gazowej, wskazując grupy zwierząt, u których występują XI.2.3d porównuje, określając tendencje ewolucyjne, budowę płuc gromad kręgowców XI.2.3e wyjaśnia mechanizm wymiany gazowej w skrzelach, uwzględniając mechanizm przeciwprądowy XI.2.3f wyjaśnia mechanizm wentylacji płuc u płazów, gadów, ptaków i ssaków	<ul style="list-style-type: none"> <li>przygotowanie mapy mentalnej na temat sposobów oddychania różnych grup zwierząt (praca w grupach)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>teksty źródłowe na temat różnych sposobów oddychania zwierząt</li> <li>arkusze szarego papieru, flamastry</li> </ul>
2	Budowa i funkcjonowanie układu oddechowego		XI.2.3g wykazuje związek między budową i funkcją elementów układu oddechowego człowieka	<ul style="list-style-type: none"> <li>analiza schematu lub modelu budowy układu oddechowego</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>schemat lub model układu oddechowego</li> </ul>
3	Wentylacja i wymiana gazowa		XI.2.3.h opisuje wymianę gazową w tkankach i płucach, uwzględniając powinowactwo hemoglobiny do tlenu w różnych warunkach pH i temperatury krwi oraz ciśnienia parcjalnego tlenu w środowisku zewnętrznym; planuje i przeprowadza doświadczenie wykazujące	<ul style="list-style-type: none"> <li>wnioskowanie na temat związku zachodzącego między metabolizmem oddechowym a fizjologią wymiany gazowej</li> <li>analizowanie mechanizmu wentylacji płuc na podstawie animacji lub planszy</li> <li>omówienie mechanizmu transportu gazów oddechowych</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>schemat ilustrujący związek oddychania komórkowego z wymianą gazową</li> <li>animacja lub plansza prezentująca wentylację płuc</li> </ul>

			różnice w zawartości dwutlenku węgla w powietrzu wdychanym i wydychanym		<ul style="list-style-type: none"> <li>• plansze przedstawiające mechanizm transportu gazów oddechowych</li> </ul>
4	Zaburzenia funkcjonowania układu oddechowego	V.1, V.2, V.5	XI.2.3i analizuje wpływ czynników zewnętrznych na funkcjonowanie układu oddechowego (tlenek węgla, pyłowe zanieczyszczenie powietrza, dym tytoniowy, smog), XI.2.3j przedstawia znaczenie badań diagnostycznych w profilaktyce chorób układu oddechowego (RTG klatki piersiowej, spirometria, bronchoskopia)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• charakteryzowanie chorób układu oddechowego za pomocą metody stacji uczenia się</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• materiały źródłowe na temat chorób układu oddechowego</li> </ul>
<b>V. Krążenie</b>					
1	Porównanie krążenia płynów ustrojowych u różnych grup zwierząt		XI.2.3m przedstawia rodzaje układów krążenia u zwierząt (otwarte, zamknięte) oraz wykazuje związek między budową układu krążenia i jego funkcją u poznanych grup zwierząt, XI.2.3o porównuje, określając tendencje ewolucyjne, budowę serc gromad kręgowców	<ul style="list-style-type: none"> <li>• przygotowanie tabeli porównawczej na temat krążenia płynów ustrojowych u różnych grup zwierząt (praca w grupach)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• teksty źródłowe na temat krążenia płynów ustrojowych u różnych grup zwierząt</li> <li>• arkusze szarego papieru, flamastry</li> </ul>
2	Skład i funkcje krwi		XI.2.3k przedstawia rolę krwi w transporcie gazów oddechowych, XI.2.3l wyjaśnia na podstawie schematu proces krzepnięcia krwi,	<ul style="list-style-type: none"> <li>• obserwacja mikroskopowa preparatów trwałych krwi ssaków</li> <li>• charakteryzowanie składu krwi metodą aktywnego opisu porównującego (praca w grupach)</li> <li>• analiza wyników badań morfologii krwi</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• materiały potrzebne do obserwacji mikroskopowej, m.in. mikroskop, preparaty trwałe krwi ssaków</li> <li>• ilustracje przedstawiające składniki krwi</li> <li>• wyniki badań morfologii krwi</li> </ul>
3	Budowa i funkcje		XI.2.3n wykazuje związek między budową i	<ul style="list-style-type: none"> <li>• obserwacja i omówienie budowy układu</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• plansza przedstawiająca</li> </ul>

	układu krwionośnego		funkcją naczyń krwionośnych XI.2.3p przedstawia [...] krążenie krwi w obiegu płucnym i ustrojowym	krwionośnego na podstawie plakatu • porównanie budowy naczyń krwionośnych na modelu lub planszy • obserwacja mikroskopowa preparatów trwałych przekroju poprzecznego żył i tętnic	budowę układu krwionośnego • modele lub plansze przedstawiające budowę naczyń krwionośnych • mikroskopy i preparaty trwałe przekroju poprzecznego żył i tętnic
4	Serce		XI.2.3p przedstawia budowę serca człowieka [...] XI.2.3q przedstawia automatyzm pracy serca	• charakteryzowanie, połączone z heurazą, budowy serca na podstawie modelu lub planszy • obserwowanie animacji lub planszy przedstawiającej etapy pracy serca	• model lub plansza budowy serca • animacja lub plansza prezentująca cykl pracy serca
5	Układ limfatyczny		XI.2.3s przedstawia funkcje elementów układu limfatycznego i przedstawia rolę limfy	• obserwowanie na planszy budowy układu limfatycznego	• plansza przedstawiająca budowę układu limfatycznego
6	Choroby układu krążenia	V.1., V.2	XI.2.3r wykazuje związek między stylem życia i chorobami układu krążenia (miażdżycy, zawał mięśnia sercowego, choroba wieńcowa serca, nadciśnienie tętnicze, udar, żylaki); przedstawia znaczenie badań diagnostycznych w profilaktyce chorób układu krążenia (EKG, USG serca, angiokardiografia, badanie Holtera, pomiar ciśnienia tętniczego, badania krwi)	• praca w grupach nad plakatem na temat chorób i profilaktyki chorób układu krążenia	• flamastry, arkusze szarego papieru
<b>VI. Odporność</b>					
1	Budowa i funkcjonowanie układu		XI.2.2a rozróżnia odporność wrodzoną (nieswoistą) i nabytą (swoistą) oraz komórkową i humoralną,	• wykład ilustrowany • omówienie działania układu odpornościowego	• prezentacja multimedialna na temat układu odpornościowego

	odpornościowego		XI.2.2b opisuje sposoby nabywania odporności swoistej (czynny i bierny), XI.2.2c przedstawia narządy i komórki układu odpornościowego człowieka, XI.2.2d przedstawia rolę mediatorów układu odpornościowego w reakcji odpornościowej (białka ostrej fazy, cytokiny)		
2	Zaburzenia funkcjonowania układu odpornościowego	V.1, V.2, V.4, V.5	XI.2.2e wyjaśnia, na czym polega zgodność tkankowa i przedstawia jej znaczenie w transplantologii, XI.2.2f wyjaśnia istotę konfliktu serologicznego i przedstawia znaczenie podawania przeciwciał anty-Rh, XI.2.2g analizuje zaburzenia funkcjonowania układu odpornościowego (nadmierna i osłabiona odpowiedź immunologiczna) oraz podaje sytuacje wymagające immunosupresji (przeszczepy, alergie, choroby autoimmunologiczne)	<ul style="list-style-type: none"> <li>praca w grupach nad materiałem źródłowym dotyczącym zaburzeń funkcjonowania układu odpornościowego</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>materiał źródłowy, literatura uzupełniająca</li> </ul>
<b>VII. Regulacja nerwowa</b>					
1	Porównanie regulacji nerwowej u różnych grup zwierząt		XI.2.6a analizuje budowę układu nerwowego zwierząt bezkręgowych, wykazując związek między rozwojem tego układu i złożonością budowy zwierzęcia, XI.2.6b przedstawia tendencje zmian w budowie mózgu kręgowców, XI.2.6i wyróżnia rodzaje receptorów u zwierząt ze względu na rodzaj odbieranego bodźca	<ul style="list-style-type: none"> <li>przygotowanie w grupach tabeli porównawczej na temat regulacji nerwowej u różnych grup zwierząt</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>teksty źródłowe na temat regulacji nerwowej u różnych grup zwierząt</li> <li>arkusze szarego papieru, flamastry</li> </ul>
2	Budowa i funkcje układu nerwowego		XI.2.6c wyjaśnia istotę powstawania i przewodzenia impulsu nerwowego; wykazuje związek między budową neuronu	<ul style="list-style-type: none"> <li>analiza schematu budowy układu nerwowego</li> <li>omówienie budowy neuronu</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>schematy i zdjęcia w wersji elektronicznej lub drukowanej</li> </ul>

			a przewodzeniem impulsu nerwowego XI.2.6d przedstawia działanie synapsy chemicznej, uwzględniając rolę przekaźników chemicznych; podaje przykłady tych neuroprzekaźników	<ul style="list-style-type: none"> <li>• analiza przewodzenia impulsu nerwowego i budowy synapsy</li> </ul>	przedstawiające układ nerwowy
3	Ośrodkowy układ nerwowy		Xi.2.6g przedstawia budowę i funkcje mózgu, rdzenia kręgowego i nerwów człowieka	<ul style="list-style-type: none"> <li>• analiza tekstów źródłowych dotyczących ośrodkowego układu nerwowego, a następnie wnioskowanie na ich podstawie</li> <li>• prezentowanie schematów przedstawiających ośrodkowy układ nerwowy</li> <li>• dyskusja</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• schematy i zdjęcia w wersji elektronicznej lub drukowanej, foliogramy przedstawiające ośrodkowy układ nerwowy</li> </ul>
4	Obwodowy układ nerwowy		<p>XI.2.6e przedstawia drogę impulsu nerwowego w łuku odruchowym</p> <p>Xi.2.6.f porównuje rodzaje odruchów i przedstawia rolę odruchów warunkowych w procesie uczenia się</p> <p>XI.2.6j wykazuje związek pomiędzy lokalizacją receptorów w organizmie człowieka a pełnioną funkcją</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• analiza obwodowego układu nerwowego, wnioskowanie na podstawie analizy</li> <li>• omówienie elementów łuku odruchowego</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• schematy i zdjęcia w wersji elektronicznej lub drukowanej, foliogramy</li> </ul>
5	Autonomiczny układ nerwowy		XI.2.6h przedstawia rolę autonomicznego układu nerwowego w utrzymaniu homeostazy oraz podaje lokalizacje ośrodków tego układu	<ul style="list-style-type: none"> <li>• porównanie współczulnego i przywspółczulnego układu nerwowego, analiza tekstów źródłowych i wnioskowanie na ich podstawie</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• schematy i zdjęcia w wersji elektronicznej lub drukowanej, foliogramy</li> </ul>
6	Higiena i choroby układu nerwowego. Uzależnienia	V.1, V.2, V.3, V.5	<p>XI.2.6m wykazuje biologiczne znaczenie snu</p> <p>XI.2.6n wyjaśnia wpływ substancji psychoaktywnych, w tym dopalaczy, na funkcjonowanie organizmu</p> <p>XI.2.6o przedstawia wybrane choroby układu nerwowego (depresja, choroba Alzheimera, choroba Parkinsona, schizofrenia) oraz znaczenie ich wczesnej</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• charakteryzowanie chorób układu nerwowego</li> <li>• dyskusja na temat uzależnień</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• teksty źródłowe z literatury uzupełniającej</li> </ul>

			diagnostyki dla ograniczenia społecznych skutków tych chorób		
<b>VIII. Odbiór bodźców</b>					
1	Porównanie narządów zmysłów u różnych grup zwierząt		XI.2.6i wyróżnia rodzaje receptorów u zwierząt ze względu na rodzaj odbieranego bodźca	<ul style="list-style-type: none"> <li>• analiza tekstów źródłowych i schematów, wnioskowanie na ich podstawie</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• schematy w wersji elektronicznej lub drukowanej, foliogramy</li> </ul>
2	Budowa i działanie narządu wzroku	V.1, V.2	XI.2.6k przedstawia budowę oraz działanie oka i ucha człowieka; omawia podstawowe zasady higieny wzroku i słuchu	<ul style="list-style-type: none"> <li>• omówienie budowy narządu wzroku</li> <li>• analiza mechanizmu widzenia</li> <li>• porównanie wad wzroku i sposobów ich korygowania</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• schematy w wersji elektronicznej lub drukowanej, foliogramy</li> </ul>
3	Ucho – narząd słuchu i równowagi	V.1, V.2	XI.2.6k przedstawia budowę oraz działanie oka i ucha człowieka; omawia podstawowe zasady higieny wzroku i słuchu	<ul style="list-style-type: none"> <li>• analiza budowy narządu słuchu i równowagi</li> <li>• przedstawienie negatywnych skutków oddziaływania hałasu</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• schematy w wersji elektronicznej lub drukowanej, foliogramy</li> </ul>
4	Narząd smaku oraz węchu	V.1, V.2	XI.2.6l przedstawia budowę i rolę zmysłu smaku i węchu	<ul style="list-style-type: none"> <li>• omówienie budowy narządu smaku i węchu</li> <li>• doświadczenie – realizacja, analiza wyników, wnioskowanie</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• zaostrzone na końcu wykałaczki, chusteczki lub opaski na oczy, cebula, jabłko pokrojone na drobne kawałki, karta pracy</li> </ul>
<b>IX. Regulacja hormonalna</b>					
1	Porównanie regulacji hormonalnej u różnych grup zwierząt		XI.2.5a przedstawia chemiczne zróżnicowanie cząsteczek sygnałowych występujących u zwierząt XI.2.9j wykazuje rolę hormonów (juwenilny i ekdyzon) w procesie przeobrażenia u owadów	<ul style="list-style-type: none"> <li>• porównanie regulacji hormonalnej u różnych grup zwierząt</li> <li>• analiza tekstów źródłowych, schematów i wnioskowanie na ich podstawie</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• schematy w wersji elektronicznej lub drukowanej</li> </ul>
2	Budowa i funkcje układu		XI.2.5b wyjaśnia, w jaki sposób hormony steroidowe i niesteroidowe (pochodne	<ul style="list-style-type: none"> <li>• omówienie działania hormonów</li> <li>• analiza budowy układu hormonalnego</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• schematy w wersji elektronicznej lub</li> </ul>

	hormonalnego		aminokwasów i peptydowe) regulują czynności komórek docelowych XI.2.5c podaje lokalizacje gruczołów dokrewnych człowieka i wymienia hormony przez nie produkowane	<ul style="list-style-type: none"> <li>• omówienie wpływu poszczególnych hormonów na organizm człowieka</li> <li>• przedstawienie antagonistycznego działania hormonów</li> </ul>	drukowanej, foliogramy
3	Regulacja wydzielania hormonów	V.1, V.2	<p>XI.2.5d wyjaśnia, w jaki sposób koordynowana jest aktywność układów hormonalnego i nerwowego (nadrzędna rola podwzgórza i przysadki)</p> <p>XI.2.5e wyjaśnia mechanizm sprzężenia zwrotnego ujemnego na osi podwzgórze – przysadka – gruczoł (hormony tarczycy, kory nadnerczy i gonad)</p> <p>XI.2.5f przedstawia antagonistyczne działanie hormonów na przykładzie regulacji poziomu glukozy i wapnia we krwi</p> <p>XI.2.5g wyjaśnia rolę hormonów w reakcji na stres u człowieka</p> <p>XI.2.5h przedstawia rolę hormonów w regulacji wzrostu, tempa metabolizmu i rytmu dobowego</p> <p>XI.2.5i przedstawia rolę hormonów tkankowych na przykładzie gastryny, erytropoetyny i histaminy</p> <p>XI.2.5j określa skutki niedoczynności i nadczynności gruczołów dokrewnych</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• omówienie sprzężenia zwrotnego w regulacji wydzielania hormonów</li> <li>• analiza molekularnego mechanizmu działania hormonów na komórki</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• schematy działania antagonistycznego hormonów, działanie adrenaliny (pobudzenie określonych narządów)</li> </ul>
<b>X. Wydalanie i osmoregulacja</b>					
1	Porównanie sposobów wydalania u różnych grup zwierząt		<p>XI.2.4a wykazuje konieczność regulacji osmotycznej u zwierząt żyjących w różnych środowiskach</p> <p>XI.2.4b przedstawia istotę procesu wydalania oraz wymienia substancje, które</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• przygotowanie w grupach tabeli porównawczej na temat sposobów wydalania u różnych grup zwierząt</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• teksty źródłowe na temat sposobów wydalania u różnych grup zwierząt</li> <li>• arkusze szarego</li> </ul>



			są wydalane z organizmu XI.2.4c wykazuje związek między środowiskiem życia zwierząt i rodzajem wydalanego azotowego produktu przemiany materii XI.2.4d przedstawia układy wydalnicze zwierząt i określa tendencje ewolucyjne w budowie kanalików wydalniczych		papieru, flamastry
2	Budowa i funkcjonowanie układu wydalniczego		XI.2.4f przedstawia związek między budową i funkcją narządów układu moczowego człowieka XI.2.4g przedstawia proces tworzenia moczu u człowieka oraz wyjaśnia znaczenie regulacji hormonalnej w tym procesie	<ul style="list-style-type: none"> <li>• sekcja nerki świńskiej</li> <li>• obserwacja makroskopowa nerki świńskiej, obserwacja mikroskopowa nefronów</li> <li>• analiza schematów nefronu połączona z opisem procesu tworzenia moczu u człowieka</li> <li>• analiza porównawcza danych dotyczących składu chemicznego moczu pierwotnego i moczu ostatecznego – tabela</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• narzędzia sekcyjne, naczynia sekcyjne, nerki świńskie, rękawiczki chirurgiczne, mikroskopy optyczne, preparaty trwałe nefronów / przekrojów podłużnych przez nerkę</li> <li>• schematy budowy nefronu</li> <li>• tabela zawierająca dane dotyczące składu chemicznego moczu pierwotnego i moczu ostatecznego</li> </ul>
3	Choroby układu wydalniczego	V.1, V.2, V.5	XI.2.4h analizuje znaczenie badań diagnostycznych w profilaktyce chorób układu moczowego (badania moczu, USG jamy brzusznej, urografia) XI.2.4i przedstawia dializę jako metodę postępowania medycznego przy niewydolności nerek	<ul style="list-style-type: none"> <li>• analiza materiałów źródłowych na temat układu wydalniczego</li> <li>• dyskusja</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• literatura dodatkowa na temat przeszczepów nerek</li> </ul>
<b>XI. Rozmnażanie i rozwój</b>					
1	Porównanie sposobów		XI.2.9a porównuje bezpłciowe i płciowe rozmnażanie zwierząt w aspekcie	<ul style="list-style-type: none"> <li>• przygotowanie w grupach mapy mentalnej na temat rozmnażania się</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• teksty źródłowe na temat sposobów</li> </ul>

	rozmnażania się u różnych grup zwierząt		<p>zmienności genetycznej</p> <p>XI.2.9b przedstawia na przykładzie wybranych grup zwierząt sposoby rozmnażania bezpłciowego,</p> <p>XI.2.9c przedstawia istotę rozmnażania płciowego</p> <p>XI.2.9d rozróżnia zapłodnienie zewnętrzne i wewnętrzne, jajorodność, jajożyworodność i żyworodność oraz podaje przykłady grup zwierząt, u których występuje</p> <p>XI.2.9e wykazuje związek budowy jaja ze środowiskiem życia,</p> <p>XI.2.9f wykazuje związek ilości żółtka w jajach z typem rozwoju u zwierząt</p> <p>XI.2.9h rozróżnia rozwój prosty i złożony oraz podaje przykłady zwierząt, u których występuje</p> <p>XI.2.9j wykazuje rolę hormonów (juwenilny i ekdyzon) w procesie przeobrażenia u owadów</p> <p>XI.2.9k porównuje na podstawie schematów etapy rozwoju zarodkowego zwierząt pierwoustych i wtóroustych</p> <p>XI.2.9l przedstawia rolę błon płodowych w rozwoju zarodkowym owodniowców</p>	różnych grup zwierząt	<p>rozmnażania się różnych grup zwierząt</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• arkusze szarego papieru, flamastry</li> </ul>
2	Budowa i funkcjonowanie męskich narządów rozrodczych		<p>XI.2.9m przedstawia budowę i funkcje narządów układu rozrodczego męskiego [...] człowieka</p> <p>XI.2.9n analizuje proces gametogenezy u człowieka [...]</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• omówienie budowy narządów płciowych męskich zewnętrznych i wewnętrznych</li> <li>• analiza przebiegu spermatogenezy</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• schematy spermatogenezy, budowy plemnika i narządów płciowych męskich</li> </ul>
3	Budowa		XI.2.9m przedstawia budowę i funkcje	<ul style="list-style-type: none"> <li>• omówienie budowy narządów płciowych</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• schematy oogenezy,</li> </ul>

	i funkcjonowanie żeńskich narządów rozrodczych		narządów układu rozrodczego [...] żeńskiego człowieka XI.2.9n analizuje proces gametogenezy u człowieka i wskazuje podobieństwa oraz różnice w przebiegu powstawania gamet męskich i żeńskich XI.2.9o przedstawia przebieg cyklu menstruacyjnego, z uwzględnieniem działania hormonów przysadkowych i jajnikowych w jego regulacji	żeńskich zewnętrznych i wewnętrznych • analiza przebiegu oogenezy • porównanie oogenezy ze spermatogenezą • omówienie przebiegu cyklu miesięczkowego i zmian zachodzących w jajniku i macicy podczas cyklu miesięczkowego	budowy komórki jajowej i narządów płciowych żeńskich • przykładowy schemat cyklu miesięczkowego
4	Rozwój człowieka	I.4	XI.2.9q przedstawia przebieg ciąży z uwzględnieniem funkcji łożyska; analizuje wpływ czynników wewnętrznych i zewnętrznych na przebieg ciąży; wyjaśnia istotę i znaczenie badań prenatalnych XI.2.9r przedstawia etapy ontogenezy człowieka, uwzględniając skutki wydłużającego się okresu starości	• pogadanka na temat przebiegu zapłodnienia, rozwoju prenatalnego i postnatalnego • omówienie funkcji łożyska w rozwoju prenatalnym • analizowanie znaczenia badań prenatalnych	• schematy przebiegu ciąży • ilustracje budowy łożyska
5	Planowanie rodziny. Choroby i higiena układu rozrodczego	V.1, V.2, V.5	XI.2.9p przedstawia rolę syntetycznych hormonów (progesteronu i estrogenów) w regulacji cyklu menstruacyjnego	• omówienie sposobów planowania rodziny • charakterystyka chorób układu rozrodczego	• schematy w wersji elektronicznej lub drukowanej, foliogramy
<b>Klasa IV</b>					
<b>I. Genetyka molekularna</b>					
1	Budowa i rola kwasów nukleinowych		XIV.1.1 wykazuje na podstawie opisu wyników badań Hammerlinga, Griffitha, Avery'ego, Hershey'a i Chase'a znaczenie jądra komórkowego i DNA w przekazywaniu informacji genetycznej I.2.4 porównuje skład chemiczny i strukturę cząsteczek DNA i RNA, z uwzględnieniem rodzajów wiązań występujących w tych cząsteczkach;	• wykład ilustrowany • omówienie budowy DNA i RNA • analiza upakowania materiały genetycznego w jądrze komórkowym	• prezentacja multimedialna lub schematy budowy nukleotydu, DNA, RNA, cząsteczek puryn i pirymidyn

			określa znaczenie biologiczne kwasów nukleinowych IV.1 przedstawia organizację materiału genetycznego w komórce		
2	Replikacja DNA		IV.2 wyjaśnia mechanizm replikacji DNA, z uwzględnieniem roli enzymów (helikaza, prymaza, polimeraza DNA, ligaza)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• analiza schematu replikacji</li> <li>• analiza przebiegu syntezy nici potomnych na niciach matrycowych / macierzystych i znaczenia komplementarności puryn i pirymidyn</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• schemat replikacji w wersji elektronicznej lub drukowanej</li> <li>• gra dydaktyczna ilustrująca semikonserwatywność replikacji</li> </ul>
3	Geny i genomy		XIII.1 porównuje genom komórki prokariotycznej i eukariotycznej XIII.2 porównuje strukturę genu organizmu prokariotycznego i eukariotycznego	<ul style="list-style-type: none"> <li>• porównanie genomu komórki eukariotycznej i prokariotycznej</li> <li>• porównanie struktury genu komórki eukariotycznej i prokariotycznej</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• schematy struktury genów komórek eukariotycznych i prokariotycznych</li> </ul>
4	Związek między genem a cechą		XIII.5 przedstawia cechy kodu genetycznego XIII.3 opisuje proces transkrypcji z uwzględnieniem roli polimerazy RNA XIII.4 opisuje proces obróbki potranskrypcyjnej u organizmów eukariotycznych XIII.6 opisuje proces translacji i przedstawia znaczenie modyfikacji potranslacyjnej białek XIII.7 porównuje przebieg ekspresji informacji genetycznej w komórce prokariotycznej i eukariotycznej	<ul style="list-style-type: none"> <li>• wykład ilustrowany</li> <li>• praca z materiałem źródłowym – tabelą kodu genetycznego</li> <li>• ćwiczenia dotyczące tworzenia łańcucha oligopeptydowego na bazie informacji genetycznej w odcinku DNA</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• naklejki kodu kreskowego, kody pocztowe – przykłady</li> <li>• tabela kodu genetycznego</li> <li>• schematy transkrypcji i translacji</li> <li>• krótki film edukacyjny lub animacja na temat transkrypcji i translacji</li> </ul>
5	Regulacja ekspresji genów		XIII.8 przedstawia na przykładzie operonu laktozowego i tryptofanowego regulację ekspresji informacji genetycznej u organizmów prokariotycznych	<ul style="list-style-type: none"> <li>• wykład ilustrowany na temat regulacji ekspresji genów</li> <li>• analiza schematu struktury operonu</li> <li>• analiza działania operonu laktozowego</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• schematy lub animacje ilustrujące przebieg obróbki potranskrypcyjnej RNA</li> </ul>

			XIII.9 przedstawia istotę regulacji ekspresji genów u organizmów eukariotycznych.	i tryptofanowego • wnioskowanie na podstawie tekstu źródłowego na temat kontroli pozytywnej i negatywnej	i potranslacyjnej białka • schemat budowy operonu laktozowego i tryptofanowego
<b>II. Genetyka klasyczna</b>					
1	Dziedziczenie cech. I prawo Mendla		XIV.1.2 przedstawia znaczenie badań Mendla w odkryciu podstawowych praw dziedziczenia cech XIV.1.3 zapisuje i analizuje krzyżówki (w tym krzyżówki testowe) oraz określa prawdopodobieństwo wystąpienia określonych genotypów i fenotypów oraz stosunek fenotypowy w pokoleniach potomnych XIV.1.4 przedstawia dziedziczenie jednogenowe [...]	• praca w parach z tekstem źródłowym • konstrukcja krzyżówki z wykorzystaniem pojęć genetycznych i innych z zakresu biologii	• zasoby Internetu – teksty źródłowe • literatura uzupełniająca
2	II prawo Mendla		XIV.1.2 przedstawia znaczenie badań Mendla w odkryciu podstawowych praw dziedziczenia cech XIV.1.3 zapisuje i analizuje krzyżówki (w tym krzyżówki testowe) oraz określa prawdopodobieństwo wystąpienia określonych genotypów i fenotypów oraz stosunek fenotypowy w pokoleniach potomnych XIV.1.4 przedstawia dziedziczenie [...] dwugenowe [...]	• wykład ilustrowany na temat II prawa Mendla • analiza schematów krzyżówek mendlowskich jedno- i dwugenowej oraz testowej	• schematy krzyżówek mendlowskich jedno- i dwugenowych • schemat krzyżówki testowej
3	Chromosomowa teoria dziedziczenia		XIV.1.5 przedstawia główne założenia chromosomowej teorii dziedziczenia Morgana XIV.1.6 analizuje dziedziczenie cech sprzężonych; oblicza odległość między	• wykład ilustrowany na temat chromosomowej teorii dziedziczenia • analiza schematów przedstawiających dziedziczenie cech sprzężonych • ćwiczenia w rozwiązywaniu krzyżówek	• schematy w wersji drukowanej lub elektronicznej • zadania z krzyżówkami genetycznymi

			genami; na podstawie odległości między genami określa kolejność ich ułożenia na chromosomie	genetycznych	
4	Determinacja płci. Cechy sprzężone z płcią		XIV.1.8 przedstawia determinację oraz dziedziczenie płci XIV.1.9 przedstawia dziedziczenie cech sprzężonych z płcią	<ul style="list-style-type: none"> <li>• analiza schematów przedstawiających dziedziczenie płci</li> <li>• ćwiczenia w rozwiązywaniu krzyżówek genetycznych</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• schematy w wersji drukowanej lub elektronicznej</li> </ul>
5	Inne sposoby dziedziczenia cech		XIV.1.4 przedstawia dziedziczenie jednogenowe, dwugenowe i wielogenowe (dominacja pełna, dominacja niepełna, kodominacja, współdziałanie dwóch lub większej liczby genów) XIV.1.7 wyjaśnia istotę dziedziczenia pozajądrowego XIV.1.3 zapisuje i analizuje krzyżówki (w tym krzyżówki testowe) oraz określa prawdopodobieństwo wystąpienia określonych genotypów i fenotypów oraz stosunek fenotypowy w pokoleniach potomnych, w tym cech warunkowanych przez allele wielokrotne	<ul style="list-style-type: none"> <li>• rozwiązywanie zadań genetycznych na temat dziedziczenia grup krwi</li> <li>• analiza schematów dziedziczenia grup krwi</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• schematy krzyżówek w wersji drukowanej lub elektronicznej</li> </ul>
6	Zmienność organizmów		XIV.2.1 opisuje zmienność jako różnorodność fenotypową osobników w populacji XIV.2.2 przedstawia typy zmienności: środowiskowa i genetyczna (rekombinacyjna i mutacyjna) XIV.2.3 wyjaśnia na przykładach wpływ czynników środowiska na plastyczność fenotypów XIV.2.4 rozróżnia ciągłą i nieciągłą zmienność cechy; wyjaśnia genetyczne podłoże tych zmienności	<ul style="list-style-type: none"> <li>• wykład ilustrowany na temat zmienności organizmów</li> <li>• obserwacja zmienności ciągłej i nieciągłej u wybranych gatunków</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• schematy ilustrujące zmienność ciągłą i nieciągłą, dziedziczenie jedno- i wielogenowe, plejotropie</li> <li>• schematy przedstawiające rekombinację genów w profazie mejozy, losową segregację genów w anafazie I i II mejozy</li> </ul>

			XIV.2.5 przedstawia źródła zmienności rekombinacyjnej		
7	Zmiany w informacji genetycznej		XIV.2.6 przedstawia rodzaje mutacji genowych oraz określa ich skutki XIV.2.7 przedstawia rodzaje aberracji chromosomowych (strukturalnych i liczbowych) oraz określa ich skutki	<ul style="list-style-type: none"> <li>• pogadanka</li> <li>• analiza schematów lub animacji przedstawiających mutacje genowe</li> <li>• analiza schematów drzew rodowych</li> <li>• rozwiązywanie zadań typu maturalnego z elementami drzew rodowych</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• schematy lub animacje ilustrujące mutacje genowe</li> </ul>
8	Choroby jednogenowe		XIV.1.10 analizuje rodowody i na ich podstawie ustala sposób dziedziczenia danej cechy XIV.2.8 określa na podstawie analizy rodowodu lub kariotypu podłoże genetyczne chorób człowieka (mukowiscydoza, alkaptonuria, fenyloketonuria, anemia sierpowata, albinizm, galaktozemia, płasawica Huntingtona, hemofilia, daltonizm, dystrofia mięśniowa Duchenne'a, krzywica oporna na witaminę D3; zespół cri-du-chat i przewlekła białaczka szpikowa, zespół Klinefeltera, zespół Turnera, zespół Downa, neuropatia nerwu wzrokowego Lebera)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• analiza schematów lub animacji przedstawiających mutacje genowe</li> <li>• charakteryzowanie chorób jednogenowych</li> <li>• określanie sposobu dziedziczenia cechy na podstawie rodowodu</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• schematy lub animacje mutacji genowych</li> <li>• schematy rodowodów przedstawiające dziedziczenie wybranych cech</li> </ul>
9	Choroby chromosomalne i wieloczynnikowe		XIV.2.8 określa na podstawie analizy rodowodu lub kariotypu podłoże genetyczne chorób człowieka (mukowiscydoza, alkaptonuria, fenyloketonuria, anemia sierpowata, albinizm, galaktozemia, płasawica Huntingtona, hemofilia, daltonizm, dystrofia mięśniowa Duchenne'a, krzywica oporna na witaminę D3; zespół cri-du-chat i przewlekła białaczka szpikowa, zespół	<ul style="list-style-type: none"> <li>• analiza kariotypów i wnioskowanie na temat chorób o podłożu mutacji chromosomowych</li> <li>• charakteryzowanie chorób wieloczynnikowych</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• schematy lub animacje ilustrujące mutacje chromosomowe strukturalne i liczbowe</li> <li>• analiza kariotypów osób chorych na choroby o podłożu mutacji chromosomowych liczbowych</li> </ul>

			Klinefeltera, zespół Turnera, zespół Downa, neuropatia nerwu wzrokowego Lebera)		
10	Choroby nowotworowe	V.1, V.2, V.5	XIV.2.9 wykazuje związek pomiędzy narażeniem organizmu na działanie czynników mutagennych (fizycznych, chemicznych, biologicznych) a zwiększonym ryzykiem wystąpienia chorób XIV.2.10 przedstawia transformację nowotworową komórek jako następstwo mutacji w obrębie genów kodujących białka regulujące cykl komórkowy oraz odpowiedzialnych za naprawę DNA	<ul style="list-style-type: none"> <li>• omówienie procesu transformacji nowotworowej</li> <li>• określenie zasad profilaktyki przeciwnowotworowej</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• schemat transformacji nowotworowej</li> <li>• teksty źródłowe na temat zasad profilaktyki przeciwnowotworowej</li> </ul>
<b>III. Biotechnologia</b>					
1	Biotechnologia tradycyjna		XV.1 rozróżnia biotechnologię tradycyjną i molekularną XV.2 przedstawia współczesne zastosowania metod biotechnologii tradycyjnej w przemyśle farmaceutycznym, spożywczym, rolnictwie, biodegradacji i oczyszczaniu ścieków	<ul style="list-style-type: none"> <li>• określanie zastosowania metod biotechnologii tradycyjnej, m.in. w przemyśle farmaceutycznym, spożywczym, rolnictwie</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• teksty źródłowe na temat zastosowań metod biotechnologii tradycyjnej</li> </ul>
2	Podstawowe techniki inżynierii genetycznej		XV.3 przedstawia narzędzia wykorzystywane w biotechnologii molekularnej (enzymy: polimerazy, ligazy i enzymy restrykcyjne) i określa ich zastosowania XV.4 przedstawia istotę technik stosowanych w inżynierii genetycznej (hybrydyzacja DNA, analiza restrykcyjna i elektroforeza DNA, metoda PCR, sekwencjonowanie DNA)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• analiza tekstów źródłowych i schematów</li> <li>• metoda stolików eksperckich</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• schematy reakcji PCR, działania enzymów restrykcyjnych, ligazy i polimerazy DNA</li> <li>• schematy izolacji i wprowadzania obcych genów do komórki</li> </ul>
3	Organizmy zmodyfikowane		XV.6 wyjaśnia, czym jest organizm transgeniczny i GMO; przedstawia sposoby	<ul style="list-style-type: none"> <li>• dyskusja panelowa</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• teksty źródłowe, prezentacje, zdjęcia</li> </ul>



	genetycznie		otrzymywania organizmów transgenicznych XV.7 przedstawia potencjalne korzyści i zagrożenia wynikające z zastosowania organizmów modyfikowanych genetycznie w rolnictwie, przemyśle, medycynie i badaniach naukowych; podaje przykłady produktów otrzymanych z wykorzystaniem modyfikowanych genetycznie organizmów		
4	Klonowanie – korzyści i zagrożenia		XV.8 opisuje klonowanie organizmów metodą transferu jąder komórkowych i metodą rozdziału komórek zarodka na wczesnych etapach jego rozwoju oraz przedstawia zastosowania tych metod	• dyskusja panelowa	• teksty źródłowe, prezentacje, zdjęcia
5	Biotechnologia molekularna w medycynie	V.4	XV.10 przedstawia sposoby otrzymywania i pozyskiwania komórek macierzystych oraz ich zastosowania w medycynie XV.11 przedstawia sytuacje, w których zasadne jest korzystanie z poradnictwa genetycznego; XV.12 wyjaśnia istotę terapii genowej	• seminarium m.in. na temat poradnictwa genetycznego, terapii genowej	• literatura uzupełniająca
6	Inne zastosowania biotechnologii molekularnej		XV.5 przedstawia zastosowania wybranych technik inżynierii genetycznej w medycynie sądowej, kryminalistyce, diagnostyce chorób XV.9 przedstawia zastosowania biotechnologii molekularnej w badaniach ewolucyjnych i systematyce organizmów XV.13 przedstawia szanse i zagrożenia wynikające z zastosowań biotechnologii molekularnej XV.14 dyskutuje o problemach społecznych i etycznych związanych z rozwojem	• dyskusja nad zastosowaniem biotechnologii molekularnej w badaniach ewolucyjnych, systematyce organizmów, zastosowaniem technik inżynierii genetycznej, m.in. w medycynie sądowej, kryminalistyce	• teksty źródłowe, literatura uzupełniająca

			inżynierii genetycznej oraz formułuje własne opinie w tym zakresie		
<b>IV. Ewolucja organizmów</b>					
1	Rozwój myśli ewolucyjnej		XVI.1 przedstawia historię myśli ewolucyjnej	• wykład ilustrowany	• teksty źródłowe na temat pokrewieństwa ewolucyjnego
2	Dowody ewolucji		XVI.2 przedstawia podstawowe źródła wiedzy o mechanizmach i przebiegu ewolucji XVI.3 określa pokrewieństwo ewolucyjne gatunków na podstawie analizy drzewa filogenetycznego	• wykład ilustrowany • analiza schematów drzew filogenetycznych, opisów relacji pokrewieństwa ewolucyjnego • konstruowanie fragmentów drzew filogenetycznych	• schematy drzew rodowych • teksty źródłowe na temat pokrewieństwie ewolucyjnym
3	Dobór naturalny – główny mechanizm ewolucji	I.6	XVI.4 przedstawia rodzaje zmienności i wykazuje znaczenie zmienności genetycznej w procesie ewolucji XVI.5 wyjaśnia mechanizm działania doboru naturalnego i przedstawia jego rodzaje (stabilizujący, kierunkowy i różnicujący); XVI.6 wykazuje, że dzięki doborowi naturalnemu organizmy zyskują nowe cechy adaptacyjne XVI.11. wyjaśnia, dlaczego mimo działania doboru naturalnego w populacji ludzkiej utrzymują się allele warunkujące choroby genetyczne	• wykład ilustrowany	• wykresy ilustrujące zmiany liczebności populacji w trzech typach doboru naturalnego • zdjęcia, film edukacyjny o melanimie przemysłowym, koniugacji bakterii i nabywaniu oporności na antybiotyki
4	Ewolucja na poziomie populacji	I.6	XVI.7. określa warunki, w jakich zachodzi dryf genetyczny XVI.8 przedstawia przyczyny zmian częstości alleli w populacji XVI.9 przedstawia założenia prawa Hardy’ego-Weinberga XVI.10 stosuje równanie Hardy’ego-	• wykład na temat prawa Hardy’ego-Weinberga, dryfu genetycznego i przyczyn zmian częstości alleli w populacji	• schematy i ilustracje pokazujące dryf genetyczny • zadania z wykorzystaniem prawa Hardy’ego-Weinberga

			-Weinberga do obliczenia częstości alleli, genotypów i fenotypów w populacji XVI.12 przedstawia gatunek jako izolowaną pulę genową		
5	Powstawanie gatunków – specjacja		XVI.13 przedstawia mechanizm powstawania gatunków wskutek specjacji allopatrycznej i sympatrycznej	<ul style="list-style-type: none"> <li>• konstruowanie schematów w grupach na temat izolacji rozrodowej i specjacji allopatrycznej i sympatrycznej</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• schemat ilustrujący specjację allopatryczną i sympatryczną</li> </ul>
6	Radiacja adaptacyjna. Ewolucja zbieżna		XVI. 14 opisuje warunki, w jakich zachodzi radiacja adaptacyjna oraz ewolucja zbieżna; XV.15 rozpoznaje, na podstawie opisu, schematu, rysunku, konwergencję i dywergencję;	<ul style="list-style-type: none"> <li>• wykład ilustrowany</li> <li>• ćwiczenia</li> <li>• dyskusja</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• materiały źródłowe z literatury uzupełniającej</li> </ul>
7	Historia życia na Ziemi		XVI.16 przedstawia hipotezy wyjaśniające najważniejsze etapy biogenezy XVI.17 porządkuje chronologicznie wydarzenia z historii życia na Ziemi; wykazuje, że zmiany warunków środowiskowych miały wpływ na przebieg ewolucji	<ul style="list-style-type: none"> <li>• wykład ilustrowany</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• schematy wielkiego wybuchu, zestawu doświadczalnego Millera</li> <li>• tabela składu praatmosfery</li> <li>• schematy prakomórki</li> <li>• schemat endosymbiozy</li> </ul>
8	Antropogeneza		XVI.18 porządkuje chronologicznie formy kopalne człowiekowatych wskazując na ich cechy charakterystyczne; XVI.19 określa pokrewieństwo człowieka z innymi zwierzętami na podstawie analizy drzewa rodowego; XVI.20 przedstawia podobieństwa między człowiekiem a innymi naczelnymi; przedstawia cechy odróżniające człowieka od małp człekokształtnych; XVI.21 analizuje różnorodne źródła informacji dotyczące ewolucji człowieka i przedstawia tendencje zmian	<ul style="list-style-type: none"> <li>• pogadanka na temat pokrewieństwa człowieka z innymi zwierzętami na podstawie analizy drzewa rodowego i podobieństw oraz różnic między człowiekiem a małpami człekokształtnymi</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• teksty źródłowe</li> </ul>

			ewolucyjnych.		
<b>V. Ekologia</b>					
1	Organizm w środowisku. Tolerancja ekologiczna		<p>XVII.1.1 rozróżnia czynniki biotyczne i abiotyczne oddziałujące na organizmy</p> <p>XVII.1.2 przedstawia elementy niszy ekologicznej organizmu; rozróżnia niszę ekologiczną od siedliska</p> <p>XVII.1.3 wyjaśnia, czym jest tolerancja ekologiczna; planuje i przeprowadza doświadczenie mające na celu zbadanie zakresu tolerancji ekologicznej w odniesieniu do wybranego czynnika środowiska</p> <p>XVII.1.4 wykazuje znaczenie organizmów o wąskim zakresie tolerancji ekologicznej w bioindykacji</p> <p>XVII.1.5 określa środowisko życia organizmu na podstawie jego tolerancji ekologicznej na określony czynnik</p> <p>XVII.1.6 przedstawia adaptacje roślin różnych form ekologicznych do siedlisk życia</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• analiza materiałów źródłowych</li> <li>• elementy wykładu ilustrowanego</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• materiały źródłowe z literatury uzupełniającej</li> </ul>
2	Ekologia populacji		<p>XVII.2.1 przedstawia istotę teorii metapopulacji oraz określa znaczenie migracji w przepływie genów dla przetrwania gatunku w środowisku</p> <p>XVII.2.2 charakteryzuje populację, określając jej cechy (liczebność, zagęszczenie, struktura przestrzenna, wiekowa i płciowa); dokonuje obserwacji cech populacji wybranego gatunku</p> <p>XVII.2.3 przewiduje zmiany liczebności populacji, dysponując danymi o jej</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• metoda mini projektu – opracowania dla czterech różnych gatunków (dwóch roślin, dwóch zwierząt) na podstawie materiałów źródłowych: opisów, schematów, wykresów; prezentacja opracowań przez przedstawicieli poszczególnych grup</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• materiały źródłowe z danymi dotyczącymi gatunków roślin i zwierząt – po dwa gatunki popularne i po dwa gatunki zagrożone wyginięciem</li> </ul>

			liczebności, rozrodzności, śmiertelności i migracjach osobników XVII.2.4 opisuje modele wzrostu liczebności populacji		
3	Oddziaływania antagonistyczne między organizmami	I.5	XVII.3.2 przedstawia skutki konkurencji wewnątrzgatunkowej i międzygatunkowej XVII.3.3 planuje i przeprowadza doświadczenie wykazujące oddziaływania antagonistyczne między osobnikami wybranych gatunków XVII.3.4 wyjaśnia zmiany liczebności populacji w układzie zjadający i zjadany XVII.3.5 przedstawia adaptacje drapieżników, pasożytów i roślinożerców do zdobywania pokarmu XV.3.6 przedstawia adaptacje obronne ofiar drapieżników, żywicieli pasożytów oraz zjadanych roślin	<ul style="list-style-type: none"> <li>• analiza materiałów źródłowych, wnioskowanie na ich podstawie</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• materiały źródłowe z literatury uzupełniającej</li> </ul>
4	Oddziaływania nie antagonistyczne między organizmami		XVII.3.1 wyjaśnia znaczenie zależności nieantagonistycznych (mutualizm obligatoryjny i fakultatywny, komensalizm) w ekosystemie i podaje ich przykłady	<ul style="list-style-type: none"> <li>• seminarium – dyskusja na temat korzyści płynących ze związku symbiotycznego</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• krótkie filmy edukacyjne</li> <li>• zdjęcia przedstawiające różnorodne zależności mutualistyczne oraz komensalizm</li> </ul>
5	Struktura ekosystemu		XVII.1.1 rozróżnia czynniki biotyczne i abiotyczne oddziałujące na organizmy XVII.2.7 określa zależności pokarmowe w ekosystemie na podstawie analizy fragmentów sieci pokarmowych; przedstawia zależności pokarmowe w biocenozie w postaci łańcuchów pokarmowych	<ul style="list-style-type: none"> <li>• analiza materiałów źródłowych na temat struktury ekosystemu</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• film edukacyjny o ekosystemie leśnym</li> <li>• materiały źródłowe z literatury uzupełniającej</li> </ul>

			XVII.2.10 przedstawia sukcesję jako proces przemiany ekosystemu w czasie skutkujący bogaceniem się układu w węgiel i azot oraz zmianą składu gatunkowego; rozróżnia sukcesję pierwotną i wtórną		
6	Przepływ energii i krążenie materii w ekosystemie	I.2	XVII.2.7 określa zależności pokarmowe w ekosystemie na podstawie analizy fragmentów sieci pokarmowych; przedstawia zależności pokarmowe w biocenozie w postaci łańcuchów pokarmowych XVII.2.8 wyjaśnia przepływ energii i obieg materii w ekosystemie	• wykład ilustrowany	• prezentacja multimedialna
7	Obieg węgla i azotu w przyrodzie		XVII.2.9 opisuje obieg węgla i azotu w przyrodzie, wykazując rolę różnych grup organizmów w tych obiegach XVII.2.10 przedstawia sukcesję jako proces przemiany ekosystemu w czasie skutkujący bogaceniem się układu w węgiel i azot oraz zmianą składu gatunkowego; rozróżnia sukcesję pierwotną i wtórną	• analiza schematów i wnioskowanie na ich podstawie	• schematy cykli krążenia węgla i azotu
<b>VI. Różnorodność biologiczna</b>					
1	Różnorodność biologiczna		XVIII.1 przedstawia typy różnorodności biologicznej: genetyczną, gatunkową i ekosystemową XVIII.2 wymienia główne czynniki geograficzne kształtujące różnorodność gatunkową i ekosystemową Ziemi (klimat, ukształtowanie powierzchni); podaje przykłady miejsc charakteryzujących się szczególnym bogactwem gatunkowym; podaje przykłady endemitów jako	• charakteryzowanie typów różnorodności biologicznej (praca w grupach)	• teksty źródłowe z literatury uzupełniającej

			gatunków unikatowych dla danego miejsca regionu; wykazuje związek pomiędzy rozmieszczeniem biomów a warunkami klimatycznymi na kuli ziemskiej		
2	Czynniki kształtujące różnorodność biologiczną		XVIII.2 wymienia główne czynniki geograficzne kształtujące różnorodność gatunkową i ekosystemową Ziemi (klimat, ukształtowanie powierzchni); podaje przykłady miejsc charakteryzujących się szczególnym bogactwem gatunkowym; podaje przykłady endemitów jako gatunków unikatowych dla danego miejsca regionu; wykazuje związek pomiędzy rozmieszczeniem biomów a warunkami klimatycznymi na kuli ziemskiej XVIII.3 przedstawia wpływ zlodowaceń na rozmieszczenie gatunków; podaje przykłady gatunków reliktowych jako dowód ewolucji świata żywego	<ul style="list-style-type: none"> <li>• wykład ilustrowany</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• ilustracje i schematy na temat czynników kształtujących różnorodność biologiczną</li> </ul>
3	Biomy		XVIII.2 wymienia główne czynniki geograficzne kształtujące różnorodność gatunkową i ekosystemową Ziemi (klimat, ukształtowanie powierzchni); podaje przykłady miejsc charakteryzujących się szczególnym bogactwem gatunkowym; podaje przykłady endemitów jako gatunków unikatowych dla danego miejsca regionu; wykazuje związek pomiędzy rozmieszczeniem biomów a warunkami klimatycznymi na kuli ziemskiej	<ul style="list-style-type: none"> <li>• charakteryzowanie związku pomiędzy rozmieszczeniem biomów a warunkami klimatycznymi na kuli ziemskiej</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• schematy i ilustracje rozmieszczenia biomów na Ziemi</li> <li>• teksty źródłowe</li> </ul>

4	Zagrożenia i ochrona różnorodności biologicznej	VI.4	<p>XVIII.4 wykazuje wpływ działalności człowieka (intensyfikacji rolnictwa, urbanizacji, industrializacji, rozwoju komunikacji i turystyki) na różnorodność biologiczną</p> <p>XVIII.5 wyjaśnia znaczenie restytucji i reintrodukcji gatunków dla zachowania różnorodności biologicznej; podaje przykłady restytuowanych gatunków</p> <p>XVIII.6 uzasadnia konieczność zachowania tradycyjnych odmian roślin i tradycyjnych ras zwierząt dla zachowania różnorodności genetycznej</p> <p>XVIII.7 uzasadnia konieczność stosowania różnych form ochrony przyrody, w tym Natura 2000</p> <p>XVIII.8 uzasadnia konieczność współpracy międzynarodowej (CITES, Konwencja o Różnorodności Biologicznej, Agenda 21) dla ochrony różnorodności biologicznej</p> <p>XVIII.9 przedstawia istotę zrównoważonego rozwoju</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• zajęcia w terenie – np. wycieczka do Ogrodu Botanicznego w Powsinie, wizyta w banku nasion</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• karty pracy dostosowane do zajęć terenowych</li> </ul>
5	Elementy ochrony środowiska	V.1, V.3, VI.1, VI.2, VI.3		<ul style="list-style-type: none"> <li>• dyskusja panelowa</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• teksty źródłowe na temat zasobów niewyczerpywanych i wyczerpywalnych</li> </ul>



## V. Formy i metody pracy

Zalecane metody służące realizacji programu to przede wszystkim:

- projekt edukacyjny/naukowy, mini projekt<sup>1</sup>,
- metoda laboratoryjna (obserwacja mikroskopowa, makroskopowa, doświadczenie),
- metoda słowna (praca z materiałem źródłowym),
- metoda grup eksperckich,
- wykład ilustrowany,
- seminarium,
- dyskusja panelowa.

Proponowane formy pracy są zróżnicowane (indywidualna, w parze, zespołowa, zbiorowa) i podporządkowane realizacji określonych celów zajęć lekcyjnych. Przy ich doborze uwzględniono zwłaszcza jeden z celów ogólnych programu, dlatego w większości są to formy rozwijające umiejętność pracy zespołowej – a więc praca w parze i praca w grupie.

## VI. Ocenianie osiągnięć uczniów

Podstawą formułowania zasad oceniania osiągnięć uczniów w ramach przedmiotu jest *Rozporządzenie Ministra Edukacji Narodowej z dnia 16 sierpnia 2017 r. w sprawie warunków i sposobu oceniania, klasyfikowania i promowania uczniów i słuchaczy oraz przeprowadzania sprawdzianów i egzaminów w szkołach publicznych* (Dz.U. z dnia 13 sierpnia 2017 r.)

Stosując się do zapisów tego rozporządzenia, w szczególności do fragmentu:

*§ 4. 1. Nauczyciele na początku każdego roku szkolnego informują uczniów oraz ich rodziców (prawnych opiekunów) o:*

- 1) wymaganiach edukacyjnych niezbędnych do uzyskania poszczególnych śródrocznych i rocznych (semestralnych) ocen klasyfikacyjnych z obowiązkowych i dodatkowych zajęć edukacyjnych, wynikających z realizowanego przez siebie programu nauczania;*
- 2) sposobach sprawdzania osiągnięć edukacyjnych uczniów;*
- 3) warunkach i trybie uzyskania wyższej niż przewidywana rocznej (semestralnej) oceny klasyfikacyjnej z obowiązkowych i dodatkowych zajęć edukacyjnych;*

zaleca się przy ocenie osiągnięć ucznia uwzględniać **wymagania konieczne**, tożsame z zapisem wymagań szczegółowych, a więc treści nauczania podstawy programowej, oraz **wymagania uzupełniające**, tożsame z zapisem wymagań ogólnych, czyli celów kształcenia podstawy programowej. Uczeń, który w pełni opanował wiadomości i umiejętności proste opisane wymaganiami koniecznymi, może otrzymać ocenę dostateczną. Natomiast posługiwanie się umiejętnościami złożonymi, które są opisane wymaganiami uzupełniającymi, w połączeniu z wymaganiami koniecznymi może stanowić podstawę wystawienia oceny dobrej lub bardzo dobrej.

**Cele kształcenia i treści nauczania podstawy, tożsame z przyjętymi w programie wymaganiami koniecznymi i uzupełniającymi, stanowią podstawę konstruowania zadań i arkuszy egzaminu maturalnego. Tym samym powinny stanowić podstawę oceniania ucznia na III etapie edukacyjnym, przygotowującym do tego egzaminu.**

W programie przewidziano przeprowadzenie sprawdzianów wiedzy z określonych partii materiału nauczania. Konstruując sprawdzian, wykorzystuje się zadania typu maturalnego, również te dostępne w arkuszach maturalnych z ubiegłych lat, dostępnych na stronie [www.cke.edu.pl](http://www.cke.edu.pl).

---

<sup>1</sup> Przez mini projekt rozumie się metodę stosowaną tylko na zajęciach edukacyjnych – analizę materiałów, ich selekcję i dobór, opracowanie i prezentację. W takim wypadku niezbędny jest dostęp do laptopów, komputerów stacjonarnych i do sieci internetowej, aby zespoły mogły zakończyć pracę w szkole.

Oprócz wyników sprawdzianów zaleca się uwzględnienie w wewnątrzszkolnym ocenianiu aktywności uczniów na zajęciach edukacyjnych, merytorycznego udziału w dyskusjach i seminariach, prezentowanie efektów pracy domowej, rezultatów pracy metodą projektu indywidualnego i w zespole, a także wyników prac doświadczalnych i obserwacji (wraz z dokumentacją). Trzeba przy tym podkreślić, że nie należy oceniać samego rezultatu doświadczenia, ale także jego omówienie i ewaluację.

W ocenianiu należy również uwzględnić stopień zaangażowania ucznia w realizację zadań oraz wysiłek, jaki w nie włożył.

Zaleca się, by w codziennej praktyce szkolnej szerzej stosować elementy oceniania kształtującego, którego podstawą jest dobrze sformułowana informacja zwrotna i sprecyzowanie wymagań, czyli elementów, na jakie nauczyciel będzie zwracał uwagę przy ocenianiu. Ponadto ważna jest także ocena koleżeńska i samoocena ucznia.

## VII. Ewaluacja programu

Ze względu na nowatorski charakter programu konieczne jest stosowanie ewaluacji ciągłej. Jej podstawą są postępy uczniów w nauce, czyli zwiększanie i pogłębianie zakresu wiadomości i umiejętności prostych oraz złożonych. Ponadto po każdym roku realizacji programu nauczyciel powinien przeprowadzić ewaluację z zastosowaniem kwestionariusza ankiety ewaluacyjnej dla ucznia. Pozwoli to modyfikować formy i metody realizacji zajęć, a ponadto będzie doskonałym materiałem do analizy po zakończeniu pierwszego pełnego cyklu pracy z programem. Szczegółowa analiza wyników egzaminu maturalnego w roku 2023, a także autorefleksja nauczyciela dotycząca oceny jakości własnej pracy pozwolą sformułować wnioski, zmodyfikować i udoskonalić program pod względem treści, form i metod pracy oraz sposobu oceniania osiągnięć uczniów. Dzięki temu program będzie można wykorzystać w kolejnym cyklu nauczania.

## VIII. Sposoby realizacji programu

Zaleca się – w zgodzie z podstawą programową przedmiotu biologia – realizować program nie tylko w budynku szkolnym. Warto wykorzystać bogatą ofertę zajęć ośrodków edukacji pozaszkolnej: centrów nauki, muzeów, ogrodów botanicznych i zoologicznych czy wydziałów przyrodniczych uniwersytetów lub akademii rolniczych. Szeroka oferta zajęć przyrodniczych, realizowanych w wielu ośrodkach edukacji pozaformalnej na terenie całego kraju, pozwala wyjść z realizacją wielu tematów poza budynek szkolny. Zajęcia w terenie są szczególnie wskazane przy omawianiu takich działów jak ekologia czy różnorodność organizmów.

Ponadto w nauczaniu biologii dobrze wykorzystywać metody badawcze i obserwacyjne, a także zakładanie hodowli.

# IX. Zapisy w podstawie programowej dotyczące nauczania biologii w zakresie rozszerzonym na III etapie edukacyjnym

## Treści nauczania – wymagania szczegółowe

### I. Chemizm życia

#### 1. Składniki nieorganiczne

Uczeń:

- 1) przedstawia znaczenie biologiczne makroelementów, w tym pierwiastków biogennych;
- 2) przedstawia znaczenie biologiczne wybranych mikroelementów (Fe, J, Cu, Co, F);
- 3) wyjaśnia rolę wody w życiu organizmów, z uwzględnieniem jej właściwości fizycznych i chemicznych.

#### 2. Składniki organiczne

Uczeń:

- 1) przedstawia budowę węglowodanów (uwzględniając wiązania glikozydowe  $\alpha$ ,  $\beta$ ); rozróżnia monosacharydy (glukoza, fruktoza, galaktoza, ryboza, deoksyryboza), disacharydy (sacharoza, laktoza, maltoza), polisacharydy (skrobia, glikogen, celuloza, chityna) i określa znaczenie biologiczne węglowodanów, uwzględniając ich właściwości fizyczne i chemiczne; planuje oraz przeprowadza doświadczenie wykazujące obecność monosacharydów i polisacharydów w materiale biologicznym;
- 2) przedstawia budowę białek (uwzględniając wiązania peptydowe); rozróżnia białka proste i złożone; opisuje strukturę I-, II-, III- i IV-rzędową białek; planuje i przeprowadza doświadczenie wykazujące obecność białek w materiale biologicznym; przedstawia wpływ czynników fizycznych i chemicznych na białko (zjawisko koagulacji i denaturacji); określa biologiczne znaczenie białek (albuminy, globuliny, histony, kolagen, keratyna, fibrynogen, hemoglobina, mioglobina); przeprowadza obserwacje wpływu wybranych czynników fizycznych i chemicznych na białko;
- 3) przedstawia budowę lipidów (uwzględniając wiązania estrowe); rozróżnia lipidy proste i złożone, przedstawia właściwości lipidów oraz określa ich znaczenie biologiczne; planuje i przeprowadza doświadczenie wykazujące obecność lipidów w materiale biologicznym;
- 4) porównuje skład chemiczny i strukturę cząsteczek DNA i RNA, z uwzględnieniem rodzajów wiązań występujących w tych cząsteczkach; określa znaczenie biologiczne kwasów nukleinowych.

### II. Komórka

Uczeń:

- 1) rozpoznaje elementy budowy komórki eukariotycznej na preparacie mikroskopowym, na mikrofotografii, rysunku lub na schemacie;
- 2) wykazuje związek budowy błony komórkowej z pełnionymi przez nią funkcjami;
- 3) rozróżnia rodzaje transportu do i z komórki (dyfuzja prosta i wspomaganą, transport aktywny, endocytoza i egzocytoza);
- 4) wyjaśnia rolę błony komórkowej i tonoplastu w procesach osmotycznych; planuje i przeprowadza doświadczenie wykazujące zjawisko osmozy wywołane różnicą stężeń wewnątrz i na zewnątrz komórki; planuje i przeprowadza obserwację zjawiska plazmolizy;
- 5) przedstawia budowę jądra komórkowego i jego rolę w funkcjonowaniu komórki;
- 6) opisuje budowę rybosomów, ich powstawanie i pełnioną funkcję oraz określa ich rolę w komórce;
- 7) przedstawia błony wewnątrzkomórkowe jako zintegrowany system strukturalno-funkcjonalny oraz określa jego rolę w kompartmentacji komórki;
- 8) opisuje budowę mitochondriów i plastydów ze szczególnym uwzględnieniem chloroplastów; dokonuje obserwacji mikroskopowych plastydów w materiale biologicznym;

- 9) przedstawia argumenty przemawiające za endosymbiotycznym pochodzeniem mitochondriów i chloroplastów;
- 10) wykazuje związek budowy ściany komórkowej z pełnioną funkcją oraz wskazuje grupy organizmów, u których ona występuje;
- 11) przedstawia znaczenie wakuoli w funkcjonowaniu komórki roślinnej;
- 12) przedstawia znaczenie cytoszkieletu w ruchu komórek, transporcie wewnątrzkomórkowym, podziałach komórkowych oraz stabilizacji struktury komórki; dokonuje obserwacji mikroskopowych ruchów cytoplazmy w komórkach roślinnych;
- 13) wykazuje różnice w budowie komórki prokariotycznej i eukariotycznej;
- 14) wykazuje różnice w budowie komórki roślinnej, grzybowej i zwierzęcej.

### **III. Energia i metabolizm**

#### **1. Podstawowe zasady metabolizmu**

Uczeń:

- 1) wyjaśnia, na przykładach, pojęcia: szlaku i cyklu metabolicznego;
- 2) porównuje istotę procesów anabolicznych i katabolicznych oraz wykazuje, że są ze sobą powiązane.

#### **2. Przenośniki energii oraz protonów i elektronów w komórce**

Uczeń:

- 1) wykazuje związek budowy ATP z jego rolą biologiczną;
- 2) przedstawia znaczenie  $\text{NAD}^+$ , FAD,  $\text{NADP}^+$  w procesach utleniania i redukcji.

#### **3. Enzymy**

Uczeń:

- 1) przedstawia charakterystyczne cechy budowy enzymu;
- 2) wyjaśnia, na czym polega swoistość substratowa enzymu oraz opisuje katalizę enzymatyczną;
- 3) przedstawia sposoby regulacji aktywności enzymów (aktywacja, inhibicja);
- 4) wyjaśnia mechanizm sprzężenia zwrotnego ujemnego jako sposobu regulacji przebiegu szlaków metabolicznych;
- 5) wyjaśnia wpływ czynników fizyko-chemicznych (temperatury, pH, stężenia substratu) na przebieg katalizy enzymatycznej; planuje i przeprowadza doświadczenie badające wpływ różnych czynników na aktywność enzymów (katalaza, proteinaza).

#### **4. Fotosynteza**

Uczeń:

- 1) wykazuje związek budowy chloroplastu z przebiegiem procesu fotosyntezy;
- 2) przedstawia rolę barwników i fotosystemów w procesie fotosyntezy;
- 3) analizuje na podstawie schematu przebieg fazy zależnej od światła oraz fazy niezależnej od światła; wyróżnia substraty i produkty obu faz; wykazuje rolę składników siły asymilacyjnej w fazie niezależnej od światła;
- 4) wyjaśnia mechanizm powstawania ATP w procesie chemiosmozy w chloroplastach;
- 5) porównuje na podstawie schematu fotofosforylację cykliczną i niecykliczną.

#### **5. Pozyskiwanie energii użytecznej biologicznie**

Uczeń:

- 1) wykazuje związek budowy mitochondrium z przebiegiem procesu oddychania komórkowego;
- 2) analizuje na podstawie schematu przebieg glikolizy, reakcji pomostowej i cyklu Krebsa, wyróżnia substraty i produkty tych procesów;
- 3) przedstawia, na czym polega fosforylacja substratowa;
- 4) wyjaśnia mechanizm powstawania ATP w procesie chemiosmozy w mitochondriach (fosforylacja oksydacyjna);
- 5) porównuje drogi przemiany pirogronianu w fermentacji alkoholowej, mleczanowej i w oddychaniu tlenowym;
- 6) wyjaśnia, dlaczego utlenianie substratu energetycznego w warunkach tlenowych dostarcza więcej energii niż w warunkach beztlenowych;
- 7) analizuje na podstawie schematu przebieg utleniania kwasów tłuszczowych, syntezy kwasów tłuszczowych, glukoneogenezy, glikogenolizy i wykazuje związek tych procesów

z pozyskiwaniem energii przez komórkę.

#### **IV. Podziały komórkowe**

Uczeń:

- 1) przedstawia organizację materiału genetycznego w komórce;
- 2) wyjaśnia mechanizm replikacji DNA, z uwzględnieniem roli enzymów (helikaza, prymaza, polimeraza DNA, ligaza);
- 3) opisuje cykl komórkowy, z uwzględnieniem zmian ilości DNA w poszczególnych jego etapach; uzasadnia konieczność replikacji DNA przed podziałem komórki;
- 4) opisuje przebieg kariokinezy podczas mitozy i mejozy;
- 5) rozpoznaje (na preparacie mikroskopowym, na schemacie, rysunku, mikrofotografii) poszczególne etapy mitozy i mejozy;
- 6) porównuje przebieg cytokinezy w komórkach roślinnych i zwierzęcych;
- 7) przedstawia znaczenie mitozy i mejozy w zachowaniu ciągłości życia na Ziemi;
- 8) wyjaśnia znaczenie procesu *crossing-over* i niezależnej segregacji chromosomów jako źródeł zmienności rekombinacyjnej i różnorodności biologicznej;
- 9) przedstawia apoptozę jako proces warunkujący prawidłowy rozwój i funkcjonowanie organizmów wielokomórkowych.

#### **V. Zasady klasyfikacji i sposoby identyfikacji organizmów**

Uczeń:

- 1) wnioskuje na podstawie analizy kladogramów o pokrewieństwie ewolucyjnym organizmów;
- 2) rozróżnia na drzewie filogenetycznym grupy monofiletyczne, parafyletyczne i polifyletyczne; wykazuje, że klasyfikacja organizmów oparta jest na ich filogenezie;
- 3) ustala przynależność gatunkową organizmu, stosując właściwy klucz do oznaczania organizmów; porządkuje hierarchicznie podstawowe rangi taksonomiczne.

#### **VI. Bakterie i archeowce**

Uczeń:

- 1) przedstawia budowę komórki prokariotycznej, z uwzględnieniem różnic w budowie ściany komórkowej bakterii Gram-dodatnich i Gram-ujemnych;
- 2) wyjaśnia różnice między archeowcami i bakteriami; przedstawia znaczenie archeowców; przedstawia różnorodność form morfologicznych bakterii;
- 3) przedstawia czynności życiowe bakterii: odżywianie (chemoautotrofizm, fotoautotrofizm, heterotrofizm); oddychanie beztlenowe (denitryfikacja, fermentacja) i tlenowe; rozmnażanie;
- 4) wykazuje znaczenie procesów płciowych w zmienności genetycznej bakterii;
- 5) przedstawia znaczenie bakterii w przyrodzie i dla człowieka, w tym wywołujących choroby człowieka (gruźlica, tężec, borelioza, salmonelloza, kiła, rzeżączka).

#### **VII. Grzyby**

Uczeń:

- 1) przedstawia różnorodność morfologiczną grzybów;
- 2) przedstawia czynności życiowe grzybów: odżywianie, oddychanie i rozmnażanie; planuje i przeprowadza doświadczenie wykazujące, że drożdże przeprowadzają fermentację alkoholową;
- 3) porównuje na podstawie analizy schematów cykle życiowe grzybów (sprzężniaków, workowców i podstawczaków) i rozróżnia poszczególne fazy jądrowe (haplofaza, dikariofaza, diplofaza);
- 4) przedstawia porosty jako organizmy symbiotyczne i wyjaśnia ich rolę jako organizmów wskaźnikowych;
- 5) przedstawia drogi zarażenia się i zasady profilaktyki chorób wywołanych przez grzyby (grzybice skóry, narządów płciowych, płuc);
- 6) przedstawia znaczenie grzybów, w tym porostów w przyrodzie i dla człowieka.



## VIII. Protisty

Uczeń:

- 1) przedstawia formy morfologiczne protistów;
- 2) przedstawia czynności życiowe protistów: odżywianie, poruszanie się, rozmnażanie, wydalanie i osmoregulację; zakłada hodowlę protistów słodkowodnych i obserwuje wybrane czynności życiowe tych protistów;
- 3) wykazuje związek budowy protistów ze środowiskiem i trybem ich życia (obecność aparatu ruchu, budowa błony komórkowej, obecność chloroplastów i wodniczek tętniących);
- 4) analizuje na podstawie schematów przebieg cykli rozwojowych protistów i rozróżnia poszczególne fazy jądrowe;
- 5) przedstawia drogi zarażenia się i zasady profilaktyki chorób wywołanych przez protisty (malaria, toksoplazmoza, lamblioza, czerwonka pełzakowa, rzęsistkowica);
- 6) przedstawia znaczenie protistów (w tym protistów fotosyntetyzujących i symbiotycznych) w przyrodzie i dla człowieka.

## IX. Różnorodność roślin

### 1. Rośliny pierwotnie wodne

Uczeń:

- 1) rozróżnia zielenice, krasnorosty i glaukocystofity;
- 2) przedstawia znaczenie krasnorostów i zielenic w przyrodzie i dla człowieka.

### 2. Rośliny lądowe i wtórnie wodne

Uczeń:

- 1) określa różnice między warunkami życia w wodzie i na lądzie;
- 2) przedstawia na przykładzie rodzimych gatunków cechy charakterystyczne mchów, widłakowych, skrzypowych, paprociowych i nasiennych oraz na podstawie tych cech identyfikuje organizm jako przedstawiciela jednej z tych grup;
- 3) rozpoznaje tkanki roślinne na preparacie mikroskopowym (w tym wykonanym samodzielnie), na schemacie, mikrofotografii, na podstawie opisu i wykazuje związek ich budowy z pełnioną funkcją;
- 4) przedstawia znaczenie połączeń międzykomórkowych w tkankach roślinnych;
- 5) wykazuje związek budowy morfologicznej i anatomicznej (pierwotnej i wtórnej) organów wegetatywnych roślin z pełnionymi przez nie funkcjami;
- 6) przedstawia cechy budowy roślin, które umożliwiły im zasiedlenie środowisk lądowych;
- 7) uzasadnia, że modyfikacje organów wegetatywnych roślin są adaptacją do różnych warunków środowiska i pełnionych funkcji;
- 8) rozróżnia rośliny jednoliścienne i dwuliścienne, wskazując ich charakterystyczne cechy;
- 9) przedstawia znaczenie roślin dla człowieka.

### 3. Gospodarka wodna i odżywianie mineralne roślin

Uczeń:

- 1) wyjaśnia mechanizmy pobierania oraz transportu wody i soli mineralnych;
- 2) planuje i przeprowadza obserwację pozwalającą na identyfikację tkanki przewodzącej wodę w roślinie; planuje i przeprowadza doświadczenie wykazujące występowanie płaczu roślin;
- 3) wykazuje związek zmian potencjału osmotycznego i potencjału wody z otwieraniem i zamykaniem szparek; planuje i przeprowadza doświadczenie porównujące zagęszczenie (mniejsze, większe) i rozmieszczenie (górną, dolną stronę blaszki liściowej) aparatów szparkowych u roślin różnych siedlisk;
- 4) wykazuje wpływ czynników zewnętrznych (temperatura, światło, wilgotność, ruchy powietrza) na bilans wodny roślin; planuje i przeprowadza doświadczenie określające wpływ czynników zewnętrznych na intensywność transpiracji; planuje i przeprowadza doświadczenie wykazujące występowanie gutacji;
- 5) opisuje wpływ suszy fizjologicznej na bilans wodny rośliny; planuje i przeprowadza doświadczenie określające wpływ stężenia roztworu glebowego na pobieranie wody przez rośliny;
- 6) podaje dostępne dla roślin formy wybranych makroelementów (N, S);

7) przedstawia znaczenie wybranych makro- i mikroelementów (N, S, Mg, K, P, Ca, Fe) dla roślin.

#### **4. Odżywianie się roślin**

Uczeń:

- 1) określa drogi, jakimi do liści docierają substraty fotosyntezy;
- 2) określa drogi, jakimi transportowane są produkty fotosyntezy;
- 3) przedstawia adaptacje w budowie anatomicznej roślin do wymiany gazowej;
- 4) przedstawia adaptacje anatomiczne i fizjologiczne roślin typu C4 i CAM do przeprowadzania fotosyntezy w określonych warunkach środowiska;
- 5) analizuje wpływ czynników zewnętrznych i wewnętrznych na przebieg procesu fotosyntezy; planuje i przeprowadza doświadczenie wykazujące wpływ temperatury, natężenia światła i zawartości dwutlenku węgla na intensywność fotosyntezy;
- 6) przedstawia udział innych organizmów (bakterie glebowe i symbiotyczne, grzyby) w pozyskiwaniu pokarmu przez rośliny.

#### **5. Rozmnażanie i rozprzestrzenianie się roślin**

Uczeń:

- 1) wykazuje, porównując na podstawie schematów, przemianę pokoleń mchów, paprociowych, widłakowych, skrzypowych, nagonasiennych i okrytonasiennych, stopniową redukcję gametofitu;
- 2) przedstawia sposoby bezpłciowego rozmnażania się roślin;
- 3) przedstawia budowę kwiatów roślin nasiennych;
- 4) wykazuje związek budowy kwiatu roślin okrytonasiennych ze sposobem ich zapylania;
- 5) opisuje sposób powstawania gametofitów roślin nasiennych;
- 6) opisuje proces zapłodnienia i powstawania nasion u roślin nasiennych oraz owoców u okrytonasiennych;
- 7) wykazuje związek budowy owocu ze sposobem rozprzestrzeniania się roślin okrytonasiennych.

#### **6. Wzrost i rozwój roślin**

Uczeń:

- 1) przedstawia budowę nasiona i rozróżnia nasiona bielmowe, bezbielmowe i obielmowe;
- 2) przedstawia wpływ czynników zewnętrznych i wewnętrznych na proces kiełkowania nasion; planuje i przeprowadza doświadczenie określające wpływ wybranych czynników (woda, temperatura, światło, dostęp do tlenu) na proces kiełkowania nasion;
- 3) planuje i przeprowadza obserwacje różnych typów kiełkowania nasion (epigeiczne i hypogeiczne) i wykazuje różnice między nimi;
- 4) planuje i przeprowadza doświadczenie wykazujące rolę liścieni we wzroście i rozwoju siewki rośliny;
- 5) określa rolę auksyn, giberelin, cytokinin, kwasu abscysynowego i etylenu w procesach wzrostu i rozwoju roślin; planuje i przeprowadza doświadczenie wykazujące wpływ etylenu na proces dojrzewania owoców;
- 6) wykazuje związek procesu zakwitania roślin okrytonasiennych z fotoperiodem i temperaturą.

#### **7. Reakcja na bodźce**

Uczeń:

- 1) przedstawia nastie i tropizmy jako reakcje roślin na bodźce (światło, temperatura, grawitacja, bodźce mechaniczne i chemiczne); planuje i przeprowadza doświadczenie wykazujące różnice fototropizmu korzenia i pędu; planuje i przeprowadza doświadczenie wykazujące różnice geotropizmu korzenia i pędu; planuje i przeprowadza obserwację termonastii wybranych roślin;
- 2) przedstawia rolę auksyn w ruchach wzrostowych roślin; planuje i przeprowadza doświadczenie wykazujące rolę stożka wzrostu w dominacji wierzchołkowej u roślin.

#### **X. Różnorodność zwierząt**

- 1) rozróżnia zwierzęta tkankowe i beztkankowe, dwuwarstwowe i trójwarstwowe, pierwouste i wtórouste; bezzuchwowce i żuchwowce; owodniowce i bezowodniowce; łożyskowe i bezłożyskowe; skrzelodyszne i płucodyszne; zmiennocieplne i stałocieplne;

na podstawie drzewa filogenetycznego wykazuje pokrewieństwo między grupami zwierząt;  
2) wykazuje związek trybu życia zwierząt z symetrią ich ciała (promienista i dwuboczna);  
3) wymienia cechy pozwalające na rozróżnienie gąbek, parzydełkowców, płazińców, wrotków, nicieni, pierścienic, mięczaków, stawonogów (skorupiaków, pajęczaków, wijów i owadów) i szkarłupni;  
4) wymienia cechy pozwalające na rozróżnienie bezczaszkowców i kręgowców, a w ich obrębie kręgloustych, ryb, płazów, gadów, ssaków i ptaków; na podstawie tych cech identyfikuje organizm jako przedstawiciela jednej z tych grup.

## **XI. Funkcjonowanie zwierząt**

### **1. Podstawowe zasady budowy i funkcjonowania organizmu zwierzęcego**

Uczeń:

- 1) rozpoznaje tkanki zwierzęce na preparacie mikroskopowym, na schemacie, mikrofotografii, na podstawie opisu i wykazuje związek ich budowy z pełnioną funkcją;
- 2) przedstawia znaczenie połączeń międzykomórkowych w tkankach zwierzęcych;
- 3) wykazuje związek budowy narządów z pełnioną przez nie funkcją;
- 4) przedstawia powiązania funkcjonalne pomiędzy narządami w obrębie układu;
- 5) przedstawia powiązania funkcjonalne pomiędzy układami narządów w obrębie organizmu;
- 6) przedstawia mechanizmy warunkujące homeostazę (termoregulacja, osmoregulacja, stałość składu płynów ustrojowych, ciśnienie krwi, rytmy dobowe i sezonowe);
- 7) wykazuje związek między wielkością, aktywnością życiową, temperaturą ciała, a zapotrzebowaniem energetycznym organizmu.

### **2. Porównanie poszczególnych czynności życiowych zwierząt, z uwzględnieniem struktur odpowiedzialnych za ich przeprowadzanie**

#### 1) Odżywianie się

Uczeń:

- a) przedstawia adaptacje w budowie i funkcjonowaniu układów pokarmowych zwierząt do rodzaju pokarmu oraz sposobu jego pobierania,
- b) rozróżnia trawienie wewnątrzkomórkowe i zewnątrzkomórkowe u zwierząt,
- c) przedstawia rolę nieorganicznych i organicznych składników pokarmowych w odżywianiu człowieka, w szczególności białek pełnowartościowych i niepełnowartościowych, NNKT, błonnika, witamin,
- d) przedstawia związek budowy odcinków przewodu pokarmowego człowieka z pełnioną przez nie funkcją,
- e) przedstawia rolę wydzielin gruczołów i komórek gruczołowych w obróbce pokarmu,
- f) przedstawia proces trawienia poszczególnych składników pokarmowych w przewodzie pokarmowym człowieka; planuje i przeprowadza doświadczenie sprawdzające warunki trawienia skrobi,
- g) wyjaśnia rolę mikrobiomu układu pokarmowego w funkcjonowaniu organizmu,
- h) przedstawia proces wchłaniania poszczególnych produktów trawienia składników pokarmowych w przewodzie pokarmowym człowieka,
- i) przedstawia rolę wątroby w przemianach substancji wchłoniętych w przewodzie pokarmowym,
- j) przedstawia rolę ośrodka głodu i sytości w przyjmowaniu pokarmu przez człowieka,
- k) przedstawia zasady racjonalnego żywienia człowieka,
- l) przedstawia zaburzenia odżywiania (anoreksja, bulimia) i przewiduje ich skutki zdrowotne,
- m) podaje przyczyny (w tym uwarunkowania genetyczne) otyłości u człowieka oraz sposoby jej profilaktyki,
- n) przedstawia znaczenie badań diagnostycznych (gastroskopia, kolonoskopia, USG, próby wątrobowe, badania krwi i kału) w profilaktyce i leczeniu chorób układu pokarmowego, w tym raka żołądka, raka jelita grubego, zespołów złego wchłaniania, choroba Crohna.

#### 2) Odporność

Uczeń:



- a) rozróżnia odporność wrodzoną (nieswoistą) i nabytą (swoistą) oraz komórkową i humoralną,
- b) opisuje sposoby nabywania odporności swoistej (czynna i bierna),
- c) przedstawia narządy i komórki układu odpornościowego człowieka,
- d) przedstawia rolę mediatorów układu odpornościowego w reakcji odpornościowej (białka ostrej fazy, cytokiny),
- e) wyjaśnia, na czym polega zgodność tkankowa i przedstawia jej znaczenie w transplantologii,
- f) wyjaśnia istotę konfliktu serologicznego i przedstawia znaczenie podawania przeciwciał anti-Rh,
- g) analizuje zaburzenia funkcjonowania układu odpornościowego (nadmierna i osłabiona odpowiedź immunologiczna) oraz podaje sytuacje wymagające immunosupresji (przeszczepy, alergie, choroby autoimmunologiczne).

### 3) Wymiana gazowa i krążenie

Uczeń:

- a) przedstawia warunki umożliwiające i ułatwiające dyfuzję gazów przez powierzchnie wymiany gazowej,
- b) wykazuje związek lokalizacji (wewnętrzna i zewnętrzna) i budowy powierzchni wymiany gazowej ze środowiskiem życia,
- c) podaje przykłady narządów wymiany gazowej, wskazując grupy zwierząt, u których występują,
- d) porównuje, określając tendencje ewolucyjne, budowę płuc gromad kręgowców,
- e) wyjaśnia mechanizm wymiany gazowej w skrzelach, uwzględniając mechanizm przeciwprądowy,
- f) wyjaśnia mechanizm wentylacji płuc u płazów, gadów, ptaków i ssaków,
- g) wykazuje związek między budową i funkcją elementów układu oddechowego człowieka,
- h) opisuje wymianę gazową w tkankach i płucach, uwzględniając powinowactwo hemoglobiny do tlenu w różnych warunkach pH i temperatury krwi oraz ciśnienia parcjalnego tlenu w środowisku zewnętrznym; planuje i przeprowadza doświadczenie wykazujące różnice w zawartości dwutlenku węgla w powietrzu wdychanym i wydychanym,
- i) analizuje wpływ czynników zewnętrznych na funkcjonowanie układu oddechowego (tlenek węgla, pyłowe zanieczyszczenie powietrza, dym tytoniowy, smog),
- j) przedstawia znaczenie badań diagnostycznych w profilaktyce chorób układu oddechowego (RTG klatki piersiowej, spirometria, bronchoskopia),
- k) przedstawia rolę krwi w transporcie gazów oddechowych,
- l) wyjaśnia na podstawie schematu proces krzepnięcia krwi,
- m) przedstawia rodzaje układów krążenia u zwierząt (otwarte, zamknięte) oraz wykazuje związek między budową układu krążenia i jego funkcją u poznanych grup zwierząt,
- n) wykazuje związek między budową i funkcją naczyń krwionośnych,
- o) porównuje, określając tendencje ewolucyjne, budowę serc gromad kręgowców,
- p) przedstawia budowę serca człowieka oraz krążenie krwi w obiegu płucnym i ustrojowym,
- q) przedstawia automatyzm pracy serca,
- r) wykazuje związek między stylem życia i chorobami układu krążenia (miażdżycy, zawał mięśnia sercowego, choroba wieńcowa serca, nadciśnienie tętnicze, udar, żylaki); przedstawia znaczenie badań diagnostycznych w profilaktyce chorób układu krążenia (EKG, USG serca, angiokardiografia, badanie Holtera, pomiar ciśnienia tętniczego, badania krwi),
- s) przedstawia funkcje elementów układu limfatycznego i przedstawia rolę limfy.

### 4) Wydalanie i osmoregulacja

Uczeń:

- a) wykazuje konieczność regulacji osmotycznej u zwierząt żyjących w różnych środowiskach,
- b) przedstawia istotę procesu wydalania oraz wymienia substancje, które są wydalane z organizmu,

- c) wykazuje związek między środowiskiem życia zwierząt i rodzajem wydalanego azotowego produktu przemiany materii,
- d) przedstawia układy wydalnicze zwierząt i określa tendencje ewolucyjne w budowie kanalików wydalniczych,
- e) analizuje, na podstawie schematu, przebieg cyklu moczowego oraz wyróżnia substraty i produkty tego procesu,
- f) przedstawia związek między budową i funkcją narządów układu moczowego człowieka,
- g) przedstawia proces tworzenia moczu u człowieka oraz wyjaśnia znaczenie regulacji hormonalnej w tym procesie,
- h) analizuje znaczenie badań diagnostycznych w profilaktyce chorób układu moczowego (badania moczu, USG jamy brzusznej, urografia),
- i) przedstawia dializę jako metodę postępowania medycznego przy niewydolności nerek.

## 5) Regulacja hormonalna

Uczeń:

- a) przedstawia chemiczne zróżnicowanie cząsteczek sygnałowych występujących u zwierząt,
- b) wyjaśnia, w jaki sposób hormony steroidowe i niesteroidowe (pochodne aminokwasów i peptydowe) regulują czynności komórek docelowych,
- c) podaje lokalizacje gruczołów dokrewnych człowieka i wymienia hormony przez nie produkowane,
- d) wyjaśnia, w jaki sposób koordynowana jest aktywność układów hormonalnego i nerwowego (nadrzędna rola podwzgórza i przysadki),
- e) wyjaśnia mechanizm sprzężenia zwrotnego ujemnego na osi podwzgórze – przysadka – gruczoł (hormony tarczycy, kory nadnerczy i gonad),
- f) przedstawia antagonistyczne działanie hormonów na przykładzie regulacji poziomu glukozy i wapnia we krwi,
- g) wyjaśnia rolę hormonów w reakcji na stres u człowieka,
- h) przedstawia rolę hormonów w regulacji wzrostu, tempa metabolizmu i rytmu dobowego,
- i) przedstawia rolę hormonów tkankowych na przykładzie gastryny, erytropoetyny i histaminy,
- j) określa skutki niedoczynności i nadczynności gruczołów dokrewnych.

## 6) Regulacja nerwowa

Uczeń:

- a) analizuje budowę układu nerwowego zwierząt bezkręgowych, wykazując związek między rozwojem tego układu i złożonością budowy zwierzęcia,
- b) przedstawia tendencje zmian w budowie mózgu kręgowców,
- c) wyjaśnia istotę powstawania i przewodzenia impulsu nerwowego; wykazuje związek między budową neuronu a przewodzeniem impulsu nerwowego,
- d) przedstawia działanie synapsy chemicznej, uwzględniając rolę przekaźników chemicznych; podaje przykłady tych neuroprzekaźników,
- e) przedstawia drogę impulsu nerwowego w łuku odruchowym,
- f) porównuje rodzaje odruchów i przedstawia rolę odruchów warunkowych w procesie uczenia się,
- g) przedstawia budowę i funkcje mózgu, rdzenia kręgowego i nerwów człowieka,
- h) przedstawia rolę autonomicznego układu nerwowego w utrzymaniu homeostazy oraz podaje lokalizacje ośrodków tego układu,
- i) wyróżnia rodzaje receptorów u zwierząt ze względu na rodzaj odbieranego bodźca,
- j) wykazuje związek pomiędzy lokalizacją receptorów w organizmie człowieka a pełnioną funkcją,
- k) przedstawia budowę oraz działanie oka i ucha człowieka; omawia podstawowe zasady higieny wzroku i słuchu,
- l) przedstawia budowę i rolę zmysłu smaku i węchu,
- m) wykazuje biologiczne znaczenie snu,

- n) wyjaśnia wpływ substancji psychoaktywnych, w tym dopalaczy, na funkcjonowanie organizmu,
- o) przedstawia wybrane choroby układu nerwowego (depresja, choroba Alzheimera, choroba Parkinsona, schizofrenia) oraz znaczenie ich wczesnej diagnostyki dla ograniczenia społecznych skutków tych chorób.

#### 7) Poruszanie się. Uczeń:

- a) przedstawia związek między środowiskiem życia a sposobem poruszania się,
- b) rozróżnia rodzaje ruchu zwierząt (rzęskowy, mięśniowy),
- c) analizuje współdziałanie mięśni z różnymi typami szkieletu (hydrauliczny, zewnętrzny, wewnętrzny),
- d) analizuje budowę szkieletu wewnętrznego (na schemacie, modelu, fotografii) jako wyraz adaptacji do środowiska i trybu życia,
- e) opisuje współdziałanie mięśni, ścięgien, stawów i kości w ruchu człowieka;
- f) przedstawia budowę mięśnia szkieletowego (filamenty aktynowe i miozynowe, miofibrylla, włókno mięśniowe, brzusiec mięśnia),
- g) wyjaśnia, na podstawie schematu, molekularny mechanizm skurczu mięśnia,
- h) przedstawia sposoby pozyskiwania ATP niezbędnego do skurczu mięśnia,
- i) wykazuje znaczenie skurczu tężcowego w funkcjonowaniu układu ruchu,
- j) przedstawia antagonizm i współdziałanie mięśni w wykonywaniu ruchów,
- k) rozpoznaje rodzaje kości ze względu na ich kształt (długie, krótkie, płaskie, różnokształtne),
- l) rozpoznaje (na modelu, schemacie, rysunku) rodzaje połączeń kości i określa ich funkcje,
- m) rozpoznaje (na modelu, schemacie, rysunku) kości szkieletu osiowego, obręczy i kończyn człowieka,
- n) wyjaśnia wpływ odżywiania się (w tym suplementacji) i aktywności fizycznej na rozwój oraz stan kości i mięśni człowieka,
- o) przedstawia wpływ substancji stosowanych w dopingu na organizm człowieka.

#### 8) Pokrycie ciała i termoregulacja

##### Uczeń:

- a) przedstawia różne rodzaje pokrycia ciała zwierząt i podaje ich funkcje,
- b) wykazuje związek między budową a funkcją skóry kręgowców,
- c) przedstawia przykłady sposobów regulacji temperatury ciała u zwierząt endotermicznych oraz ektotermicznych,
- d) przedstawia znaczenie estywacji (snu letniego) i hibernacji (snu zimowego) w funkcjonowaniu zwierząt,
- e) przedstawia rolę skóry w syntezie prowitaminy D; wykazuje związek nadmiernej ekspozycji na promieniowanie UV z procesem starzenia się skóry oraz zwiększonym ryzykiem wystąpienia chorób i zmian skórnych.

#### 9) Rozmnażanie i rozwój

##### Uczeń:

- a) porównuje bezpłciowe i płciowe rozmnażanie zwierząt w aspekcie zmienności genetycznej,
- b) przedstawia na przykładzie wybranych grup zwierząt sposoby rozmnażania bezpłciowego,
- c) przedstawia istotę rozmnażania płciowego,
- d) rozróżnia zapłodnienie zewnętrzne i wewnętrzne, jajorodność, jajożyworodność i żyworodność oraz podaje przykłady grup zwierząt, u których występuje,
- e) wykazuje związek budowy jaja ze środowiskiem życia,
- f) wykazuje związek ilości żółtka w jajach z typem rozwoju u zwierząt,
- g) analizuje na podstawie schematu cykle rozwojowe zwierząt pasożytniczych; rozróżnia żywicieli pośrednich i ostatecznych,
- h) rozróżnia rozwój prosty i złożony oraz podaje przykłady zwierząt, u których występuje,
- i) porównuje przeobrażenie zupełne i niezupełne u owadów, uwzględniając rolę poczwarki w cyklu rozwojowym,

- j) wykazuje rolę hormonów (juwenilny i ekdyzon) w procesie przeobrażenia u owadów,
- k) porównuje na podstawie schematów etapy rozwoju zarodkowego zwierząt pierwoustych i wtóroustych,
- l) przedstawia rolę błon płodowych w rozwoju zarodkowym owodniowców,
- m) przedstawia budowę i funkcje narządów układu rozrodczego męskiego i żeńskiego człowieka,
- n) analizuje proces gametogenezy u człowieka i wskazuje podobieństwa oraz różnice w przebiegu powstawania gamet męskich i żeńskich,
- o) przedstawia przebieg cyklu menstruacyjnego, z uwzględnieniem działania hormonów przysadkowych i jajnikowych w jego regulacji,
- p) przedstawia rolę syntetycznych hormonów (progesteronu i estrogenów) w regulacji cyklu menstruacyjnego,
- q) przedstawia przebieg ciąży z uwzględnieniem funkcji łożyska; analizuje wpływ czynników wewnętrznych i zewnętrznych na przebieg ciąży; wyjaśnia istotę i znaczenie badań prenatalnych,
- r) przedstawia etapy ontogenezy człowieka, uwzględniając skutki wydłużającego się okresu starości.

## **XII. Wirusy, wiroidy, priony**

### **1. Wirusy – pasożyty molekularne**

Uczeń:

- 1) przedstawia budowę wirusów jako bezkomórkowych form infekcyjnych;
- 2) przedstawia różnorodność morfologiczną i genetyczną wirusów;
- 3) wykazuje związek budowy wirusów ze sposobem infekowania komórek;
- 4) porównuje cykle infekcyjne wirusów (lityczny i lizogeniczny);
- 5) wyjaśnia mechanizm odwrotnej transkrypcji i jego znaczenie w namnażaniu retrowirusów;
- 6) przedstawia drogi rozprzestrzeniania się i zasady profilaktyki chorób człowieka wywoływanych przez wirusy (wścieklizna, AIDS, Heinego-Medina, schorzenia wywołane zakażeniem HPV, grypa, odra, ospa, różyczka, świnka, WZW typu A, B i C, niektóre typy nowotworów);
- 7) przedstawia drogi rozprzestrzeniania się chorób wirusowych zwierząt (nosówka, wścieklizna, pryszczycza) i roślin (mozaika tytoniowa, smugowatość ziemniaka) oraz ich skutki;
- 8) przedstawia znaczenie wirusów w przyrodzie i dla człowieka.

### **2. Wiroidy i priony – swoiste czynniki infekcyjne**

Uczeń:

- 1) przedstawia wiroidy jako jednoniciowe koliste cząsteczki RNA infekujące rośliny;
- 2) opisuje priony jako białkowe czynniki infekcyjne będące przyczyną niektórych chorób degeneracyjnych OUN (choroba Creutzfeldta-Jacoba, choroba szalonych krów BSE).

## **XIII. Ekspresja informacji genetycznej**

Uczeń:

- 1) porównuje genom komórki prokariotycznej i eukariotycznej;
- 2) porównuje strukturę genu organizmu prokariotycznego i eukariotycznego;
- 3) opisuje proces transkrypcji z uwzględnieniem roli polimerazy RNA;
- 4) opisuje proces obróbki potranskrypcyjnej u organizmów eukariotycznych;
- 5) przedstawia cechy kodu genetycznego;
- 6) opisuje proces translacji i przedstawia znaczenie modyfikacji potranslacyjnej białek;
- 7) porównuje przebieg ekspresji informacji genetycznej w komórce prokariotycznej i eukariotycznej;
- 8) przedstawia na przykładzie operonu laktozowego i tryptofanowego regulację ekspresji informacji genetycznej u organizmów prokariotycznych;
- 9) przedstawia istotę regulacji ekspresji genów u organizmów eukariotycznych.

## **XIV. Genetyka klasyczna**

### **1. Dziedziczenie cech**

Uczeń:

- 1) wykazuje na podstawie opisu wyników badań Hammerlinga, Griffitha, Avery'ego, Hershey'a i Chase'a znaczenie jądra komórkowego i DNA w przekazywaniu informacji genetycznej;
- 2) przedstawia znaczenie badań Mendla w odkryciu podstawowych praw dziedziczenia cech;
- 3) zapisuje i analizuje krzyżówki (w tym krzyżówki testowe) oraz określa prawdopodobieństwo wystąpienia określonych genotypów i fenotypów oraz stosunek fenotypowy w pokoleniach potomnych, w tym cech warunkowanych przez allele wielokrotne;
- 4) przedstawia dziedziczenie jednogenowe, dwugenowe i wielogenowe (dominacja pełna, dominacja niepełna, kodominacja, współdziałanie dwóch lub większej liczby genów);
- 5) przedstawia główne założenia chromosomowej teorii dziedziczności Morgana;
- 6) analizuje dziedziczenie cech sprzężonych; oblicza odległość między genami; na podstawie odległości między genami określa kolejność ich ułożenia na chromosomie;
- 7) wyjaśnia istotę dziedziczenia pozajądrowego;
- 8) przedstawia determinację oraz dziedziczenie płci;
- 9) przedstawia dziedziczenie cech sprzężonych z płcią;
- 10) analizuje rodowody i na ich podstawie ustala sposób dziedziczenia danej cechy.

### **2. Zmienność organizmów**

Uczeń:

- 1) opisuje zmienność jako różnorodność fenotypową osobników w populacji;
- 2) przedstawia typy zmienności: środowiskowa i genetyczna (rekombinacyjna i mutacyjna);
- 3) wyjaśnia na przykładach wpływ czynników środowiska na plastyczność fenotypów;
- 4) rozróżnia ciągłą i nieciągłą zmienność cechy; wyjaśnia genetyczne podłoże tych zmienności;
- 5) przedstawia źródła zmienności rekombinacyjnej;
- 6) przedstawia rodzaje mutacji genowych oraz określa ich skutki;
- 7) przedstawia rodzaje aberracji chromosomowych (strukturalnych i liczbowych) oraz określa ich skutki;
- 8) określa na podstawie analizy rodowodu lub kariotypu podłoże genetyczne chorób człowieka (mukowiscydoza, alkaptonuria, fenyloketonuria, anemia sierpowata, albinizm, galaktozemia, płasawica Huntingtona, hemofilia, daltonizm, dystrofia mięśniowa Duchenne'a, krzywica oporna na witaminę D<sub>3</sub>; zespół cri-du-chat i przewlekła białaczka szpikowa, zespół Klinefeltera, zespół Turnera, zespół Downa, neuropatia nerwu wzrokowego Lebera);
- 9) wykazuje związek pomiędzy narażeniem organizmu na działanie czynników mutagennych (fizycznych, chemicznych, biologicznych) a zwiększonym ryzykiem wystąpienia chorób;
- 10) przedstawia transformację nowotworową komórek jako następstwo mutacji w obrębie genów kodujących białka regulujące cykl komórkowy oraz odpowiedzialnych za naprawę DNA.

## **XV. Biotechnologia. Podstawy inżynierii genetycznej**

Uczeń:

- 1) rozróżnia biotechnologię tradycyjną i molekularną;
- 2) przedstawia współczesne zastosowania metod biotechnologii tradycyjnej w przemyśle farmaceutycznym, spożywczym, rolnictwie, biodegradacji i oczyszczaniu ścieków;
- 3) przedstawia narzędzia wykorzystywane w biotechnologii molekularnej (enzymy: polimerazy, ligazy i enzymy restrykcyjne) i określa ich zastosowania;
- 4) przedstawia istotę technik stosowanych w inżynierii genetycznej (hybrydyzacja DNA, analiza restrykcyjna i elektroforeza DNA, metoda PCR, sekwencjonowanie DNA);
- 5) przedstawia zastosowania wybranych technik inżynierii genetycznej w medycynie sądowej, kryminalistycznej, diagnostyce chorób;
- 6) wyjaśnia, czym jest organizm transgeniczny i GMO; przedstawia sposoby otrzymywania organizmów transgenicznych;
- 7) przedstawia potencjalne korzyści i zagrożenia wynikające z zastosowania organizmów modyfikowanych genetycznie w rolnictwie, przemyśle, medycynie i badaniach naukowych; podaje przykłady produktów otrzymanych z wykorzystaniem modyfikowanych genetycznie



organizmów;

8) opisuje klonowanie organizmów metodą transferu jąder komórkowych i metodą rozdziału komórek zarodka na wczesnych etapach jego rozwoju oraz przedstawia zastosowania tych metod;

9) przedstawia zastosowania biotechnologii molekularnej w badaniach ewolucyjnych i systematyce organizmów;

10) przedstawia sposoby otrzymywania i pozyskiwania komórek macierzystych oraz ich zastosowania w medycynie;

11) przedstawia sytuacje, w których zasadne jest korzystanie z poradnictwa genetycznego;

12) wyjaśnia istotę terapii genowej;

13) przedstawia szanse i zagrożenia wynikające z zastosowań biotechnologii molekularnej;

14) dyskutuje o problemach społecznych i etycznych związanych z rozwojem inżynierii genetycznej oraz formułuje własne opinie w tym zakresie.

## **XVI. Ewolucja**

Uczeń:

1) przedstawia historię myśli ewolucyjnej;

2) przedstawia podstawowe źródła wiedzy o mechanizmach i przebiegu ewolucji;

3) określa pokrewieństwo ewolucyjne gatunków na podstawie analizy drzewa filogenetycznego;

4) przedstawia rodzaje zmienności i wykazuje znaczenie zmienności genetycznej w procesie ewolucji;

5) wyjaśnia mechanizm działania doboru naturalnego i przedstawia jego rodzaje (stabilizujący, kierunkowy i różnicujący);

6) wykazuje, że dzięki doborowi naturalnemu organizmy zyskują nowe cechy adaptacyjne;

7) określa warunki, w jakich zachodzi dryf genetyczny;

8) przedstawia przyczyny zmian częstości alleli w populacji;

9) przedstawia założenia prawa Hardy'ego-Weinberga;

10) stosuje równanie Hardy'ego-Weinberga do obliczenia częstości alleli, genotypów i fenotypów w populacji;

11) wyjaśnia, dlaczego mimo działania doboru naturalnego w populacji ludzkiej utrzymują się allele warunkujące choroby genetyczne;

12) przedstawia gatunek jako izolowaną pulę genową;

13) przedstawia mechanizm powstawania gatunków wskutek specjacji allopatrycznej i sympatrycznej;

14) opisuje warunki, w jakich zachodzi radiacja adaptacyjna oraz ewolucja zbieżna;

15) rozpoznaje, na podstawie opisu, schematu, rysunku, konwergencję i dywergencję;

16) przedstawia hipotezy wyjaśniające najważniejsze etapy biogenezy;

17) porządkuje chronologicznie wydarzenia z historii życia na Ziemi; wykazuje, że zmiany warunków środowiskowych miały wpływ na przebieg ewolucji;

18) porządkuje chronologicznie formy kopalne człowiekowatych wskazując na ich cechy charakterystyczne;

19) określa pokrewieństwo człowieka z innymi zwierzętami na podstawie analizy drzewa rodowego;

20) przedstawia podobieństwa między człowiekiem a innymi naczelnymi; przedstawia cechy odróżniające człowieka od małp człekokształtnych;

21) analizuje różnorodne źródła informacji dotyczące ewolucji człowieka i przedstawia tendencje zmian ewolucyjnych.

## **XVII. Ekologia**

### **1. Ekologia organizmów**

Uczeń:

1) rozróżnia czynniki biotyczne i abiotyczne oddziałujące na organizmy;

2) przedstawia elementy niszy ekologicznej organizmu; rozróżnia niszę ekologiczną od siedliska;

- 3) wyjaśnia, czym jest tolerancja ekologiczna; planuje i przeprowadza doświadczenie mające na celu zbadanie zakresu tolerancji ekologicznej w odniesieniu do wybranego czynnika środowiska;
- 4) wykazuje znaczenie organizmów o wąskim zakresie tolerancji ekologicznej w bioindykacji;
- 5) określa środowisko życia organizmu na podstawie jego tolerancji ekologicznej na określony czynnik;
- 6) przedstawia adaptacje roślin różnych form ekologicznych do siedlisk życia.

## **2. Ekologia populacji**

Uczeń:

- 1) przedstawia istotę teorii metapopulacji oraz określa znaczenie migracji w przepływie genów dla przetrwania gatunku w środowisku;
- 2) charakteryzuje populację, określając jej cechy (liczebność, zagęszczenie, struktura przestrzenna, wiekowa i płciowa); dokonuje obserwacji cech populacji wybranego gatunku;
- 3) przewiduje zmiany liczebności populacji, dysponując danymi o jej liczebności, rozrodczości, śmiertelności i migracjach osobników;
- 4) opisuje modele wzrostu liczebności populacji.

## **3. Ekologia ekosystemu. Ochrona i gospodarka ekosystemami**

Uczeń:

- 1) wyjaśnia znaczenie zależności nieantagonistycznych (mutualizm obligatoryjny i fakultatywny, komensalizm) w ekosystemie i podaje ich przykłady;
- 2) przedstawia skutki konkurencji wewnątrzgatunkowej i międzygatunkowej;
- 3) planuje i przeprowadza doświadczenie wykazujące oddziaływania antagonistyczne między osobnikami wybranych gatunków;
- 4) wyjaśnia zmiany liczebności populacji w układzie zjadający i zjadany;
- 5) przedstawia adaptacje drapieżników, pasożytów i roślinożerców do zdobywania pokarmu;
- 6) przedstawia adaptacje obronne ofiar drapieżników, żywicieli pasożytów oraz zjadanych roślin;
- 7) określa zależności pokarmowe w ekosystemie na podstawie analizy fragmentów sieci pokarmowych; przedstawia zależności pokarmowe w biocenozie w postaci łańcuchów pokarmowych;
- 8) wyjaśnia przepływ energii i obieg materii w ekosystemie;
- 9) opisuje obieg węgla i azotu w przyrodzie, wykazując rolę różnych grup organizmów w tych obiegach;
- 10) przedstawia sukcesję jako proces przemiany ekosystemu w czasie skutkujący bogaceniem się układu w węgiel i azot oraz zmianą składu gatunkowego; rozróżnia sukcesję pierwotną i wtórną.

## **XVIII. Różnorodność biologiczna, jej zagrożenia i ochrona**

Uczeń:

- 1) przedstawia typy różnorodności biologicznej: genetyczną, gatunkową i ekosystemową;
- 2) wymienia główne czynniki geograficzne kształtujące różnorodność gatunkową i ekosystemową Ziemi (klimat, ukształtowanie powierzchni); podaje przykłady miejsc charakteryzujących się szczególnym bogactwem gatunkowym; podaje przykłady endemitów jako gatunków unikatowych dla danego miejsca regionu; wykazuje związek pomiędzy rozmieszczeniem biomów a warunkami klimatycznymi na kuli ziemskiej;
- 3) przedstawia wpływ zlodowaceń na rozmieszczenie gatunków; podaje przykłady gatunków reliktowych jako dowód ewolucji świata żywego;
- 4) wykazuje wpływ działalności człowieka (intensyfikacji rolnictwa, urbanizacji, industrializacji, rozwoju komunikacji i turystyki) na różnorodność biologiczną;
- 5) wyjaśnia znaczenie restytucji i reintrodukcji gatunków dla zachowania różnorodności biologicznej; podaje przykłady restytuowanych gatunków;
- 6) uzasadnia konieczność zachowania tradycyjnych odmian roślin i tradycyjnych ras zwierząt dla zachowania różnorodności genetycznej;
- 7) uzasadnia konieczność stosowania różnych form ochrony przyrody, w tym Natura 2000;

8) uzasadnia konieczność współpracy międzynarodowej (CITES, Konwencja o Różnorodności Biologicznej, Agenda 21) dla ochrony różnorodności biologicznej;

9) przedstawia istotę zrównoważonego rozwoju.

### **Zalecane warunki i sposób realizacji**

Nauczanie biologii w szkole ponadpodstawowej w zakresie rozszerzonym powinno rozwijać ciekawość poznawczą uczniów poprzez zachęcanie ich do rozwiązywania problemów natury biologicznej metodami naukowymi, stawianie i weryfikowanie hipotez, analizowanie wyników eksperymentów i doświadczeń z użyciem podstawowych parametrów statystycznych, a także dyskusowanie o nich. Uczeń kończący szkołę ponadpodstawową powinien odróżniać wiedzę potoczną od wiedzy potwierdzonej metodami naukowymi, oddzielać fakty od opinii. Ponadto powinien umiejętnie czerpać z osiągnięć współczesnych technologii, a przede wszystkim świadomie korzystać ze źródeł internetowych.

## **X. Literatura**

### **Dla nauczyciela:**

1. *Rozporządzenie Ministra Edukacji Narodowej z dnia 30 stycznia 2018 r. w sprawie podstawy programowej kształcenia ogólnego dla liceum ogólnokształcącego, technikum oraz szkoły branżowej II stopnia* (Dz.U. z 2017 r. poz. 59, 949 i 2203).
2. Stawiński W., Walosik A. (red.), *Dydaktyka biologii i ochrony środowiska*, Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa 2006.

### **Obowiązkowa dla ucznia:**

1. *Biologia na czasie. Zakres rozszerzony. Podręcznik dla liceum ogólnokształcącego i technikum*, cz. 1–4, Wydawnictwo Nowa Era, Warszawa.
2. Arkusze maturalne z lat ubiegłych (dostępne na stronie internetowej [www.cke.edu.pl](http://www.cke.edu.pl)).
3. Publikacje biologiczne i medyczne z czasopism popularnonaukowych „Wiedza i Życie”, „Świat Nauki”.
4. Zbiory zadań typu maturalnego różnych wydawnictw (np. *Maturalne karty pracy*, cz. 1–4, Wydawnictwo Nowa Era, Warszawa).

### **Uzupełniająca dla ucznia:**

1. Campbell N.A. i in., *Biologia Campbella*, Rebis Dom Wydawniczy, Poznań 2015.
2. Kopcewicz J., Lewak S., *Fizjologia roślin*, Wydawnictwo Naukowe PWN, 2012.
3. *Krótkie wykłady*, Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa (np. *Fizjologia człowieka, Chemia dla biologów, Genetyka, Biologia zwierząt, Mikrobiologia, Biologia rozwoju*).
4. Maćkowiak M., Michalak A., *Biologia. Jedność i różnorodność*, Wydawnictwo Szkolne PWN, Warszawa 2008.
5. Schmidt-Nielsen K., *Fizjologia zwierząt. Adaptacja do środowiska*, Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa 2008.
6. Solomon E.P. i in., *Biologia*, według VII wydania amerykańskiego, Multico Oficyna Wydawnicza, Warszawa 2014.

### Pozycje anglojęzyczne:

1. Becker W.M. i in., *The World of the Cell*, Pearson International Edition, 2009.
2. Chiras D.D., *Human Biology*, Jones and Bartlett Publishers, 2002 (lub wydanie nowsze).