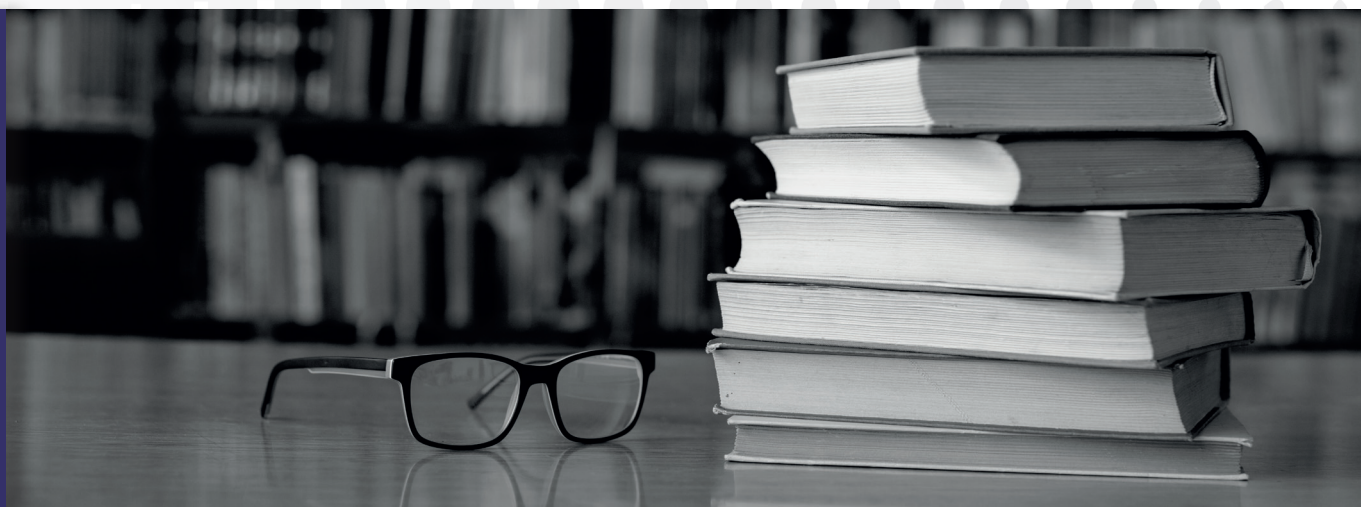




# Vademecum Nauczyciela

Wdrażanie podstawy programowej w szkole ponadpodstawowej



BIOLOGIA



MINISTERSTWO  
EDUKACJI  
NARODOWEJ

**ORE** OŚRODEK  
ROZWOJU  
EDUKACJI





# Vademecum

## Nauczyciela

---

Wdrażanie podstawy programowej w szkole ponadpodstawowej

**BIOLOGIA**

Ośrodek Rozwoju Edukacji

Warszawa 2019

Autorzy

**Dorota Mościcka, Adam Pukocz, Izabela Ziętara**

Redakcja merytoryczna

**Łukasz Banasiak, Jadwiga Filipka**

Redakcja językowa i korekta

**Katarzyna Majewska**

Redakcja techniczna i skład

**Barbara Jechalska**

Projekt okładki, layout

**Wojciech Romerowicz**

Elementy graficzne: © Jovan/stock.adobe.com, © Pushkarevskyy/stock.adobe.com,  
© absent84/stock.adobe.com, © Julien Eichinger/Fotolia.com, © LynxVector/Fotolia.com

Ośrodek Rozwoju Edukacji

Warszawa 2019

ISBN 978-83-66047-52-5

ISBN 978-83-66047-49-5 (seria *Vademecum nauczyciela. Wdrażanie podstawy programowej w szkole ponadpodstawowej*)

© Copyright by Ministerstwo Edukacji Narodowej

Ośrodek Rozwoju Edukacji

Aleje Ujazdowskie 28

00-478 Warszawa

[www.ore.edu.pl](http://www.ore.edu.pl)

tel. 22 345 37 00

Opracowano na podstawie materiałów przygotowanych przez Ministerstwo Edukacji Narodowej.

---

## Spis treści

---

Wprowadzenie <i>dr Wioletta Kozak</i> .....	5
Preambuła podstawy programowej kształcenia ogólnego, III etap edukacyjny: 4-letnie liceum ogólnokształcące oraz 5-letnie technikum .....	9
Podstawa programowa przedmiotu biologia .....	17
Komentarz do podstawy programowej przedmiotu biologia <i>Dorota Mościcka, Adam Pukocz, Izabela Ziętara</i> .....	55
Wskazówki metodyczne <i>Dorota Mościcka, Adam Pukocz, Izabela Ziętara</i> .....	63



---

## Wprowadzenie

---

Przygotowaliśmy dla Państwa publikację, której celem jest przybliżenie najważniejszych założeń reformy edukacji w liceum ogólnokształcącym oraz technikum<sup>1</sup>. Wprowadzone zmiany wydłużyły czas nauki w liceum do 4 lat, a w technikum – do 5. Oprócz modyfikacji strukturalnych została wprowadzona także zmiana programowa, której najważniejszym celem jest odejście od wąsko utylitarne, pragmatyczne kształcenia umiejętności na rzecz powrotu do uporządkowanej, systematycznej wiedzy jako podstawy edukacji – *traktowanie uporządkowanej, systematycznej wiedzy jako podstawy kształtowania umiejętności* (cel 1.) oraz *rozwijanie u uczniów szacunku dla wiedzy* (cel 8.). Zdaniem Stanleya J. Spanbauera naczelną wartością edukacji stanowi jasna, klarowna i uporządkowana wiedza. „Ona, zmieniając człowieka, ustawia go w coraz to innych szeregach. Jest odniesieniem do pragnień, niechwilowych i ponadto widzianych przez pryzmat osobniczych wartości. Jest wartością w kształceniu jednostki i jej własnością. O tym, jak ważną odgrywa rolę, jednostka dowiaduje się najczęściej wtedy, gdy podejmowanie decyzji uwarunkowane jest jej posiadaniem”<sup>2</sup>.

W nowej podstawie programowej umiejętności i kompetencje rozumiane są zatem jako praktyczne zastosowanie **wiedzy** zdobywanej przez uczniów w procesie kształcenia. Wiedza to informacja wartościowa, integrująca dane, fakty, hipotezy; oznacza ona umiejętność zdobywania i posiadania informacji oraz wykorzystywania ich w praktyce. Tworzenie wiedzy wymaga, aby ktoś wcześniej informację przetworzył, połączył i zinterpretował<sup>3</sup>. Wiedza nie jest zatem synonimem informacji – wręcz przeciwnie: wiedzę tworzą informacje uporządkowane, zhierarchizowane i logicznie powiązane.

Cele główne nowej podstawy programowej – sformułowane w oparciu o wyżej wspomnianą koncepcję wiedzy – kładą szczególny nacisk na zadania poznawcze w obrębie szkolnej edukacji, które realizowane są w dwóch wymiarach: z jednej strony jako transmisja niezbędnej wiedzy przedmiotowej, z drugiej – jako podstawa kształcenia umiejętności. Rola szkoły nie polega tylko na zapewnieniu dostępu do informacji – ten dostęp w czasach cywilizacji informatycznej i cyfrowej, jak nazywany jest wiek XXI,

---

<sup>1</sup> *Vademecum Nauczyciela* zawiera zapisy podstawy programowej z komentarzami dotyczące wyłącznie liceum ogólnokształcącego oraz technikum. Pełną wersję podstawy programowej kształcenia ogólnego można znaleźć na stronie Ośrodka Rozwoju Edukacji: <https://www.ore.edu.pl/2018/03/podstawa-programowa-kształcenia-ogólnego-dla-liceum-technikum-i-branzowej-szkoly-ii-stopnia/> [dostęp: 15 lipca 2019 r.].

<sup>2</sup> Spanbauer S. J., (1987), *Quality First in Education... Why not?*, Appleton, WI: Fox Valley Technical College Foundation, za: Denek K., *Edukacja oparta o wartości*, (2009), „Wartości w muzyce” nr 2, s. 139–158, dostępny online: [http://bazhum.muzhp.pl/media//files/Wartosci\\_w\\_muzyce/Wartosci\\_w\\_muzyce-r2009-t2/Wartosci\\_w\\_muzyce-r2009-t2-s139-158/Wartosci\\_w\\_muzyce-r2009-t2-s139-158.pdf](http://bazhum.muzhp.pl/media//files/Wartosci_w_muzyce/Wartosci_w_muzyce-r2009-t2/Wartosci_w_muzyce-r2009-t2-s139-158/Wartosci_w_muzyce-r2009-t2-s139-158.pdf) [dostęp: 15 lipca 2019 r.].

<sup>3</sup> Kromer B., (2008), *Wiedza jako podstawowy czynnik funkcjonowania organizacji inteligentnej*, „Zeszyty Naukowe Instytutu Ekonomii i Zarządzania” nr 2, Koszalin: Wydawnictwo Politechniki Koszalińskiej, s. 93–99.

wydaje się dla uczniów niemal nieograniczony – ale taka organizacja złożonego procesu przekazywania i samodzielnego zdobywania wiedzy, aby młodzi ludzie mogli rozumieć otaczającą ich rzeczywistość. Nastąpiła więc zmiana paradygmatu myślenia o edukacji – szkoła staje się przestrzenią rozwoju uczniów i budowania dla nich dobrej przyszłości, w której wykorzystują swój potencjał, możliwości i zainteresowania.

Nowa podstawa programowa do szkoły ponadpodstawowej ukierunkowana jest na rozwijanie myślenia. Myślenie to tworzenie pojęć, które organizują świat, rozwiązywanie problemów oraz skuteczne podejmowanie decyzji i formułowanie sądów<sup>4</sup>. Myślenie krytyczne stanowi jedną z najważniejszych umiejętności XXI wieku, a jej rozwój jest kluczowym elementem przygotowującym uczniów do dorosłego życia. Dzięki myśleniu krytycznemu ludzie uczą się i potrafią:

- analizować, tworzyć hipotezy, określać istotę problemów;
- oceniać, weryfikować i formułować argumenty;
- myśleć niezależnie;
- tworzyć logiczne powiązania;
- przewidywać (na drodze dedukcji) konsekwencje znanych faktów;
- dostrzegać nieścisłości i błędy w rozumowaniu;
- sprawdzać fakty, rozumieć logiczne zależności między faktami;
- przetwarzać informacje;
- kwestionować oczywistości i własne założenia;
- myśleć jasno i precyzyjnie, być dociekliwymi.

Myślenie krytyczne jest zdyscyplinowanym procesem intelektualnym, który polega na:

- 1) aktywnej i umiejętnej konceptualizacji;
- 2) wykorzystywaniu, analizowaniu i syntetyzowaniu oraz ocenie informacji uzyskanych od kogoś lub sformułowanych samodzielnie;
- 3) obserwacji, zdobywaniu doświadczeń;
- 4) refleksji, rozumowaniu i komunikacji.

Krytyczne myślenie zakłada sprawdzenie w każdym rozumowaniu struktur lub elementów takich jak: cel, problem, kwestia, założenia, pojęcia, podstawy empiryczne, określony wniosek, implikacje i konsekwencje, zastrzeżenia płynące z innych punktów widzenia oraz zakres możliwych nawiązań. Myślenie krytyczne jako dotyczące wielu różnych przedmiotów, spraw i celów stanowi składową różnorodnych sposobów myślenia, m.in.: myślenia naukowego, matematycznego, historycznego, ekonomicznego, moralnego i filozoficznego.

---

<sup>4</sup> Myers D.G., *Psychologia*, (2003), Poznań: Zysk i S-ka, s. 378.



Myślenie krytyczne można charakteryzować jako złożone z następujących elementów:

- 1) zbiór informacji oraz przekonań, które kształtują umiejętności;
- 2) nawyki, oparte na zaangażowaniu intelektualnym, określające wykorzystanie owych umiejętności do kontroli i kształtowania zachowania.

Z tego względu można je przeciwstawić:

- 1) biernemu przyswajaniu i przechowywaniu informacji – ponieważ myślenie krytyczne wymaga [używania] szczegółowych metod wyszukiwania informacji i obchodzenia się z nimi;
- 2) posiadaniu umiejętności, które zgodnie z założeniem będą stale używane;
- 3) wykorzystywaniu tych umiejętności<sup>5</sup>.

Autorzy nowej podstawy programowej, rozumiejąc potrzebę formowania „człowieka myślącego”, aż trzy z ośmiu celów głównych odnieśli do konieczności ukształtowania i doskonalenia – w ramach nauczania na zajęciach wszystkich przedmiotów ogólnych, realizowanych zarówno w liceum ogólnokształcącym, jak i w technikum – narzędzi intelektualnego rozwoju człowieka. Za istotne wyzwania, przed którymi stoi szkoła, uznano:

- „2) doskonalenie umiejętności myślowo-językowych, takich jak: czytanie ze zrozumieniem, pisanie twórcze, formułowanie pytań i problemów, posługiwanie się kryteriami, uzasadnianie, wyjaśnianie, klasyfikowanie, wnioskowanie, definiowanie, posługiwanie się przykładami itp.;
- 4) zdobywanie umiejętności formułowania samodzielnych i przemyślanych sądów, uzasadniania własnych i cudzych sądów w procesie dialogu we wspólnocie dociekającej;
- 5) łączenie zdolności krytycznego i logicznego myślenia z umiejętnościami wyobrażeniowo-twórczymi;
- 7) rozwijanie narzędzi myślowych umożliwiających uczniom obcowanie z kulturą i jej rozumienie”.

Myślenie stanowi nadrzędną **umiejętność** zdobywaną przez ucznia w trakcie szkolnej edukacji – jest „rozumiane jako złożony proces umysłowy, polegający na tworzeniu nowych reprezentacji za pomocą transformacji dostępnych informacji, obejmującej interakcję wielu operacji umysłowych: wnioskowanie, abstrahowanie, rozumowanie, wyobrażanie sobie, sądzenie, rozwiązywanie problemów, twórczość. Dzięki temu, że uczniowie szkoły ponadpodstawowej uczą się równocześnie różnych przedmiotów, możliwe jest rozwijanie następujących typów myślenia: analitycznego, syntetycznego, logicznego, komputacyjnego, przyczynowo-skutkowego, kreatywnego, abstrakcyjnego; zachowanie ciągłości kształcenia ogólnego rozwija zarówno myślenie percepcyjne, jak i myślenie pojęciowe. Synteza obu typów myślenia stanowi podstawę wszechstronnego rozwoju ucznia”.

<sup>5</sup> Zob. *Oświadczenie Michaela Scrivena i Richarda Paula wygłoszone podczas 8th Annual International Conference on Critical Thinking and Education Reform*, (1987) – dostępne online: <http://www.criticalthinking.pl/czym-jest-krytyczne-myslenie/> [dostęp: 15 lipca 2019 r.].

Przygotowany dla Państwa materiał proponuje sposoby, metody i techniki, które pomagają rozwijać sprawność myślenia uczniów na lekcjach poszczególnych przedmiotów. Podpowiada rozwiązania metodyczne i – mamy nadzieję – okaże się ciekawym, inspirującym i pomocnym poradnikiem w pracy dydaktycznej.

*dr Wioletta Kozak*

---

# Preambuła podstawy programowej kształcenia ogólnego

---

## III etap edukacyjny: 4-letnie liceum ogólnokształcące oraz 5-letnie technikum

Kształcenie ogólne w szkole ponadpodstawowej tworzy programowo spójną całość i stanowi fundament wykształcenia, umożliwiającą zdobycie zróżnicowanych kwalifikacji zawodowych, a następnie ich doskonalenie lub modyfikowanie, otwierając proces uczenia się przez całe życie.

Celem kształcenia ogólnego w liceum ogólnokształcącym i technikum jest:

- 1) traktowanie uporządkowanej, systematycznej wiedzy jako podstawy kształtowania umiejętności;
- 2) doskonalenie umiejętności myślowo-językowych, takich jak: czytanie ze zrozumieniem, pisanie twórcze, formułowanie pytań i problemów, posługiwanie się kryteriami, uzasadnianie, wyjaśnianie, klasyfikowanie, wnioskowanie, definiowanie, posługiwanie się przykładami itp.;
- 3) rozwijanie osobistych zainteresowań ucznia i integrowanie wiedzy przedmiotowej z różnych dyscyplin;
- 4) zdobywanie umiejętności formułowania samodzielnych i przemyślanych sądów, uzasadniania własnych i cudzych sądów w procesie dialogu we wspólnocie dociekającej;
- 5) łączenie zdolności krytycznego i logicznego myślenia z umiejętnościami wyobrazeniowo-twórczymi;
- 6) rozwijanie wrażliwości społecznej, moralnej i estetycznej;
- 7) rozwijanie narzędzi myślowych umożliwiających uczniom obcowanie z kulturą i jej rozumienie;
- 8) rozwijanie u uczniów szacunku dla wiedzy, wyrabianie pasji poznawania świata i zachęcanie do praktycznego zastosowania zdobytych wiadomości.

Do najważniejszych umiejętności zdobywanych przez ucznia w trakcie kształcenia ogólnego w liceum ogólnokształcącym i technikum należą:

- 1) myślenie – rozumiane jako złożony proces umysłowy, polegający na tworzeniu nowych reprezentacji za pomocą transformacji dostępnych informacji, obejmującej interakcję wielu operacji umysłowych: wnioskowanie, abstrahowanie, rozumowanie, wyobrażanie sobie, sądzenie, rozwiązywanie problemów, twórczość. Dzięki temu, że uczniowie szkoły ponadpodstawowej uczą się równocześnie różnych przedmiotów, możliwe jest rozwijanie następujących typów myślenia: analitycznego, syntetycznego, logicznego, komputacyjnego, przyczynowo-skutkowego, kreatywnego, abstrakcyjnego; zachowanie ciągłości kształcenia ogólnego rozwija zarówno myślenie percepcyjne, jak i myślenie pojęciowe. Synteza obu typów myślenia stanowi podstawę wszechstronnego rozwoju ucznia;

- 2) czytanie – umiejętność łącząca zarówno rozumienie sensów, jak i znaczeń symbolicznych wypowiedzi; kluczowa umiejętność lingwistyczna i psychologiczna prowadząca do rozwoju osobowego, aktywnego uczestnictwa we wspólnocie, przekazywania doświadczeń między pokoleniami;
- 3) umiejętność komunikowania się w języku ojczystym i w językach obcych, zarówno w mowie, jak i w piśmie, to podstawowa umiejętność społeczna, której podstawą jest znajomość norm językowych oraz tworzenie podstaw porozumienia się w różnych sytuacjach komunikacyjnych;
- 4) kreatywne rozwiązywanie problemów z różnych dziedzin ze świadomym wykorzystaniem metod i narzędzi wywodzących się z informatyki, w tym programowanie;
- 5) umiejętność sprawnego posługiwania się nowoczesnymi technologiami informacyjno-komunikacyjnymi, w tym dbałość o poszanowanie praw autorskich i bezpieczne poruszanie się w cyberprzestrzeni;
- 6) umiejętność samodzielnego docierania do informacji, dokonywania ich selekcji, syntezy oraz wartościowania, rzetelnego korzystania ze źródeł;
- 7) nabywanie nawyków systematycznego uczenia się, porządkowania zdobytej wiedzy i jej pogłębiania;
- 8) umiejętność współpracy w grupie i podejmowania działań indywidualnych.

Jednym z najważniejszych zadań liceum ogólnokształcącego i technikum jest rozwijanie kompetencji językowej i kompetencji komunikacyjnej stanowiących kluczowe narzędzie poznawcze we wszystkich dyscyplinach wiedzy. Istotne w tym zakresie jest łączenie teorii i praktyki językowej. Bogacenie słownictwa, w tym poznawanie terminologii właściwej dla każdego z przedmiotów, służy rozwojowi intelektualnemu ucznia, a wspomaganie i dbałość o ten rozwój należy do obowiązków każdego nauczyciela.

Ważnym zadaniem szkoły jest przygotowanie uczniów do życia w społeczeństwie informacyjnym. Nauczyciele wszystkich przedmiotów powinni stwarzać uczniom warunki do nabywania umiejętności wyszukiwania, porządkowania i wykorzystywania informacji z różnych źródeł oraz dokumentowania swojej pracy, z uwzględnieniem prawidłowej kompozycji tekstu i zasad jego organizacji, z zastosowaniem technologii informacyjno-komunikacyjnych.

Realizację powyższych celów powinna wspomagać dobrze wyposażona biblioteka szkolna, dysponująca aktualnymi zbiorami, zarówno w postaci księgozbioru, jak i w postaci zasobów multimedialnych. Nauczyciele wszystkich przedmiotów powinni odwoływać się do zasobów biblioteki szkolnej i współpracować z nauczycielami bibliotekarzami w celu wszechstronnego przygotowania uczniów do samokształcenia i świadomego wyszukiwania, selekcjonowania i wykorzystywania informacji.

Ponieważ środki społecznego przekazu odgrywają coraz większą rolę, zarówno w życiu społecznym, jak i indywidualnym, każdy nauczyciel powinien poświęcić dużo uwagi edukacji medialnej, czyli wychowaniu uczniów do właściwego odbioru i wykorzystania mediów.

Ważnym celem działalności szkoły jest skuteczne nauczanie języków obcych. Bardzo ważne jest dostosowanie zajęć do poziomu przygotowania ucznia, które uzyskał na wcześniejszych etapach edukacyjnych.

Ważnym zadaniem szkoły jest także edukacja zdrowotna, której celem jest rozwijanie u uczniów postawy dbałości o zdrowie własne i innych ludzi oraz umiejętności tworzenia środowiska sprzyjającego zdrowiu.

W procesie kształcenia ogólnego szkoła kształtuje u uczniów postawy sprzyjające ich dalszemu rozwojowi indywidualnemu i społecznemu, takie jak: uczciwość, wiarygodność, odpowiedzialność, wytrwałość, poczucie własnej wartości, szacunek dla innych ludzi, ciekawość poznawcza, kreatywność, przedsiębiorczość, kultura osobista, gotowość do uczestnictwa w kulturze, podejmowania inicjatyw oraz do pracy zespołowej. W rozwoju społecznym bardzo ważne jest kształtowanie postawy obywatelskiej, postawy poszanowania tradycji i kultury własnego narodu, a także postawy poszanowania dla innych kultur i tradycji.

Kształcenie i wychowanie w liceum ogólnokształcącym i technikum sprzyja rozwijaniu postaw obywatelskich, patriotycznych i społecznych uczniów. Zadaniem szkoły jest wzmacnianie poczucia tożsamości narodowej, etnicznej i regionalnej, przywiązania do historii i tradycji narodowych, przygotowanie i zachęcanie do podejmowania działań na rzecz środowiska szkolnego i lokalnego, w tym do angażowania się w wolontariat. Szkoła dba o wychowanie młodzieży w duchu akceptacji i szacunku dla drugiego człowieka, kształtuje postawę szacunku dla środowiska przyrodniczego, motywuje do działań na rzecz ochrony środowiska oraz rozwija zainteresowanie ekologią.

Duże znaczenie dla rozwoju młodego człowieka oraz jego sukcesów w dorosłym życiu ma nabywanie kompetencji społecznych, takich jak: komunikacja i współpraca w grupie, w tym w środowiskach wirtualnych, udział w projektach zespołowych lub indywidualnych oraz organizacja i zarządzanie projektami.

Strategia uczenia się przez całe życie wymaga umiejętności podejmowania ważnych decyzji, poczynając od wyboru szkoły ponadpodstawowej, kierunku studiów lub konkretnej specjalizacji zawodowej, poprzez decyzje o wyborze miejsca pracy, sposobie podnoszenia oraz poszerzania swoich kwalifikacji, aż do ewentualnych decyzji o zmianie zawodu. I te umiejętności kształtowane będą w szkole ponadpodstawowej.

Przedmioty w liceum ogólnokształcącym i technikum mogą być nauczane w zakresie podstawowym lub w zakresie rozszerzonym:

- 1) tylko w zakresie podstawowym – przedmioty: muzyka, plastyka, podstawy przedsiębiorczości, wychowanie fizyczne, edukacja dla bezpieczeństwa, wychowanie do życia w rodzinie, etyka;
- 2) w zakresie podstawowym i w zakresie rozszerzonym: język polski, język obcy nowożytny, matematyka, język mniejszości narodowej lub etnicznej oraz język regionalny – język kaszubski, historia, wiedza o społeczeństwie, geografia, biologia, chemia, filozofia, fizyka, informatyka;
- 3) tylko w zakresie rozszerzonym – przedmioty: historia muzyki, historia sztuki, język łaciński i kultura antyczna.

Szkoła ma stwarzać uczniom warunki do nabywania wiedzy i umiejętności potrzebnych do rozwiązywania problemów z wykorzystaniem metod i technik wywodzących się z informatyki, w tym logicznego i algorytmicznego myślenia, programowania, posługiwania się aplikacjami komputerowymi, wyszukiwania i wykorzystywania informacji z różnych źródeł, posługiwania się komputerem i podstawowymi urządzeniami cyfrowymi oraz stosowania tych umiejętności na zajęciach z różnych przedmiotów, m.in. do pracy nad tekstem, wykonywania obliczeń, przetwarzania informacji i jej prezentacji w różnych postaciach.

Każda sala lekcyjna powinna mieć dostęp do internetu, uczniowie i nauczyciele powinni mieć zapewniony dostęp do pracowni stacjonarnej lub mobilnej oraz możliwość korzystania z własnego sprzętu. Wszystkie pracownie powinny być wyposażone w monitor interaktywny (z wbudowanym komputerem i oprogramowaniem) lub zestaw: komputer, projektor i tablica interaktywna lub ekran.

Szkoła ma również przygotowywać uczniów do dokonywania świadomych i odpowiedzialnych wyborów w trakcie korzystania z zasobów dostępnych w internecie, krytycznej analizy informacji, bezpiecznego poruszania się w przestrzeni cyfrowej, w tym nawiązywania i utrzymywania opartych na wzajemnym szacunku relacji z innymi użytkownikami sieci.

Szkoła oraz poszczególni nauczyciele podejmują działania mające na celu zindywidualizowane wspomaganie rozwoju każdego ucznia, stosownie do jego potrzeb i możliwości.

Uczniom z niepełnosprawnościami szkoła zapewnia optymalne warunki pracy. Wybór form indywidualizacji nauczania powinien wynikać z rozpoznania potencjału każdego ucznia. Zatem nauczyciel powinien tak dobierać zadania, aby z jednej strony nie przerażały one możliwości ucznia (nie uniemożliwiały osiągnięcia sukcesu), a z drugiej nie powodowały obniżenia motywacji do radzenia sobie z wyzwaniami.

Bardzo istotna jest edukacja zdrowotna, która prowadzona konsekwentnie i umiejętnie będzie przyczyniać się do poprawy kondycji zdrowotnej społeczeństwa oraz pomyślności ekonomicznej państwa.

Zastosowanie metody projektu, oprócz wspierania w nabywaniu opisanych wyżej kompetencji, pomaga również rozwijać u uczniów przedsiębiorczość i kreatywność oraz umożliwia stosowanie w procesie kształcenia innowacyjnych rozwiązań programowych, organizacyjnych lub metodycznych.

Opis wiadomości i umiejętności zdobytych przez ucznia w szkole ponadpodstawowej jest przedstawiany w języku efektów uczenia się, zgodnie z Polską Ramą Kwalifikacji<sup>6</sup>.

Działalność edukacyjna szkoły określona jest przez:

- 1) szkolny zestaw programów nauczania;
- 2) program wychowawczo-profilaktyczny szkoły.

Szkolny zestaw programów nauczania oraz program wychowawczo-profilaktyczny szkoły tworzą spójną całość i muszą uwzględniać wszystkie wymagania opisane w podstawie programowej. Ich przygotowanie i realizacja są zadaniem zarówno całej szkoły, jak i każdego nauczyciela.

Obok zadań wychowawczych i profilaktycznych nauczyciele wykonują również działania opiekuńcze odpowiednio do istniejących potrzeb.

Działalność wychowawcza szkoły należy do podstawowych celów polityki oświatowej państwa. Wychowanie młodego pokolenia jest zadaniem rodziny i szkoły, która w swojej działalności musi uwzględniać wolę rodziców, ale także i państwa, do którego obowiązków należy stwarzanie właściwych warunków wychowania. Zadaniem szkoły jest ukierunkowanie procesu wychowawczego na wartości, które wyznaczają cele wychowania i kryteria jego oceny. Wychowanie ukierunkowane na wartości zakłada przede wszystkim podmiotowe traktowanie ucznia, a wartości skłaniają człowieka do podejmowania odpowiednich wyborów czy decyzji. W realizowanym procesie dydaktyczno-wychowawczym szkoła podejmuje działania związane z miejscami ważnymi dla pamięci narodowej, formami upamiętniania postaci i wydarzeń z przeszłości, najważniejszymi świętami narodowymi i symbolami państwowymi.

W czteroletnim liceum ogólnokształcącym i pięcioletnim technikum są realizowane następujące przedmioty:

- 1) język polski;
- 2) język obcy nowożytny;

<sup>6</sup> Ustawa z dnia 22 grudnia 2015 r. o Zintegrowanym Systemie Kwalifikacji (Dz.U. z 2017 r., poz. 986 i 1475).



- 3) filozofia;
- 4) język łaciński i kultura antyczna;
- 5) muzyka;
- 6) historia muzyki;
- 7) plastyka;
- 8) historia sztuki;
- 9) historia;
- 10) wiedza o społeczeństwie;
- 11) geografia;
- 12) podstawy przedsiębiorczości;
- 13) biologia;
- 14) chemia;
- 15) fizyka;
- 16) matematyka;
- 17) informatyka;
- 18) wychowanie fizyczne;
- 19) edukacja dla bezpieczeństwa;
- 20) wychowanie do życia w rodzinie<sup>7</sup>;
- 21) etyka;
- 22) język mniejszości narodowej lub etnicznej<sup>8</sup>;
- 23) język regionalny – język kaszubski<sup>8</sup>.

## Biologia

Głównym celem kształcenia biologicznego w zakresie podstawowym jest pogłębienie wiedzy dotyczącej budowy i funkcjonowania organizmu człowieka. Ważny element stanowi także integrowanie wiedzy o zjawiskach i procesach zachodzących na różnych poziomach organizacji życia, prowadzące do wyjaśniania ich złożoności oraz zrozumienia relacji między organizmami, a także między organizmem a środowiskiem. Istotne jest również zrozumienie zjawisk i procesów wpływających na różnorodność biologiczną, także w kontekście ewolucyjnym.

Ważnym aspektem nauczania biologii w zakresie podstawowym jest przygotowanie ucznia zarówno do samodzielnego, jak i zespołowego rozwiązywania problemów badawczych, a także kształtowanie umiejętności krytycznej analizy wyników doświadczeń

---

<sup>7</sup> Sposób nauczania przedmiotu wychowanie do życia w rodzinie określają przepisy wydane na podstawie art. 4 ust. 3 *Ustawy z dnia 7 stycznia 1993 r. o planowaniu rodziny, ochronie płodu ludzkiego i warunkach dopuszczalności przerywania ciąży* (Dz.U., poz. 78, z 1995 r., poz. 334, z 1996 r., poz. 646, z 1997 r., poz. 943 i poz. 1040, z 1999 r., poz. 32 oraz z 2001 r., poz. 1792).

<sup>8</sup> Przedmiot język mniejszości narodowej lub etnicznej oraz przedmiot język regionalny – język kaszubski są realizowane w szkołach (oddziałach) z nauczaniem języka mniejszości narodowych lub etnicznych oraz języka regionalnego – języka kaszubskiego, zgodnie z przepisami wydanymi na podstawie art. 13 ust. 3 *Ustawy z dnia 7 września 1991 r. o systemie oświaty* (Dz.U. z 2017 r., poz. 2198, 2203 i 2361).



i obserwacji oraz formułowania wniosków na ich podstawie. Towarzyszyć temu powinno nabywanie umiejętności posługiwania się podstawowymi technikami laboratoryjnymi oraz poznawanie metod badawczych związanych z obserwacjami (także tymi w terenie) i doświadczeniami. Ważne jest również rozwijanie umiejętności korzystania z różnorodnych zasobów wiadomości i krytycznego odnoszenia się do dostępnych źródeł informacji.

Wiedza biologiczna nabyta przez uczniów w trakcie kształcenia w liceum ogólnokształcącym i technikum powinna być odpowiedzią na wyzwania współczesnej rzeczywistości. Niezwykle istotnym elementem kształcenia biologicznego jest zapoznanie ucznia z praktycznymi zastosowaniami nauk biologicznych.

Głównym celem kształcenia biologicznego w zakresie rozszerzonym jest pogłębianie i integrowanie wiedzy o zjawiskach i procesach biologicznych, zachodzących na różnych poziomach organizacji życia, prowadzące do wyjaśniania ich złożoności oraz zrozumienia relacji między organizmami, a także między organizmem a środowiskiem. Ważne jest kształcenie rozumienia zjawisk i procesów wpływających na różnorodność biologiczną, także w kontekście ewolucyjnym. Nauczanie biologii w zakresie rozszerzonym pozwala rozumieć znaczenie racjonalnego gospodarowania zasobami przyrody, reagowania na zmiany zachodzące w środowisku oraz ochrony różnorodności biologicznej jako wskaźnika zrównoważonego rozwoju.

Istotnym aspektem nauczania biologii w zakresie rozszerzonym jest przygotowanie ucznia zarówno do samodzielnego, jak i zespołowego rozwiązywania problemów badawczych, a także kształtowanie umiejętności krytycznej analizy i interpretacji zebranych danych, dyskusji na temat wyników doświadczeń i obserwacji oraz wnioskowania. Towarzyszyć temu powinno nabywanie umiejętności posługiwania się podstawowymi technikami laboratoryjnymi oraz poznawanie metod badawczych związanych z obserwacjami (także tymi w terenie) i doświadczeniami. Ważne jest również rozwijanie umiejętności korzystania z różnorodnych zasobów wiadomości i krytycznego odnoszenia się do dostępnych źródeł informacji, a także wykształcenie nawyku ustawicznego uaktualniania wiedzy z zakresu nauk przyrodniczych. Kształcenie w zakresie biologii powinno ukazywać interdyscyplinarność tej nauki.



---

# Podstawa programowa przedmiotu biologia

---

## III etap edukacyjny: 4-letnie liceum ogólnokształcące oraz 5-letnie technikum

### Zakres podstawowy

## Cele kształcenia – wymagania ogólne

- I. Pogłębianie wiedzy z zakresu budowy i funkcjonowania organizmu człowieka. Uczeń:
  - 1) wyjaśnia zjawiska i procesy biologiczne zachodzące w organizmie człowieka;
  - 2) wykazuje związki pomiędzy strukturą i funkcją na różnych poziomach złożoności organizmu;
  - 3) objaśnia funkcjonowanie organizmu człowieka na poszczególnych etapach ontogenezy.
- II. Pogłębianie znajomości uwarunkowań zdrowia człowieka. Uczeń:
  - 1) planuje działania prozdrowotne;
  - 2) rozumie znaczenie badań profilaktycznych i rozpoznaje sytuacje wymagające konsultacji lekarskiej;
  - 3) rozumie znaczenie poradnictwa genetycznego i transplantologii;
  - 4) dostrzega znaczenie osiągnięć współczesnej nauki w profilaktyce zdrowia;
  - 5) rozumie zagrożenia wynikające ze stosowania środków dopingujących i psychoaktywnych.
- III. Rozwijanie myślenia naukowego; doskonalenie umiejętności planowania i przeprowadzania obserwacji i doświadczeń oraz wnioskowania w oparciu o wyniki badań. Uczeń:
  - 1) określa problem badawczy, formułuje hipotezy, planuje i przeprowadza oraz dokumentuje obserwacje i proste doświadczenia biologiczne;
  - 2) określa warunki doświadczenia, rozróżnia próbę kontrolną i badawczą;
  - 3) w oparciu o proste analizy statystyczne opracowuje, analizuje i interpretuje wyniki badań;
  - 4) ocenia poprawność zastosowanych procedur badawczych oraz formułuje wnioski;
  - 5) przeprowadza celowe obserwacje mikroskopowe i makroskopowe.
- IV. Posługiwanie się informacjami pochodzącymi z analizy materiałów źródłowych. Uczeń:
  - 1) wykorzystuje różnorodne źródła i metody pozyskiwania informacji;
  - 2) odczytuje, analizuje, interpretuje i przetwarza informacje tekstowe, graficzne, liczbowe;
  - 3) odróżnia wiedzę potoczną od uzyskanej metodami naukowymi;

- 4) odróżnia fakty od opinii;
  - 5) objaśnia i komentuje informacje, posługując się terminologią biologiczną;
  - 6) odnosi się krytycznie do informacji pozyskanych z różnych źródeł, w tym internetowych.
- V. Rozumowanie i zastosowanie nabytej wiedzy do rozwiązywania problemów biologicznych. Uczeń:
- 1) interpretuje informacje i wyjaśnia związki przyczynowo-skutkowe między procesami i zjawiskami, formułuje wnioski;
  - 2) przedstawia opinie i argumenty związane z omawianymi zagadnieniami biologicznymi;
  - 3) wyjaśnia zależności między organizmami oraz między organizmem a środowiskiem;
  - 4) wykazuje, że różnorodność organizmów jest wynikiem procesów ewolucyjnych.
- VI. Rozwijanie postawy szacunku wobec przyrody i środowiska. Uczeń:
- 1) rozumie zasadność ochrony przyrody;
  - 2) prezentuje postawę szacunku wobec wszystkich istot żywych oraz odpowiedzialnego i świadomego korzystania z dóbr przyrody;
  - 3) objaśnia zasady zrównoważonego rozwoju.

## 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, I, Cu, Co, F);
- 3) wyjaśnia rolę wody w życiu organizmów w oparciu o jej właściwości fizyczne i chemiczne.

#### 2. Składniki organiczne. Uczeń:

- 1) przedstawia budowę węglowodanów (uwzględniając wiązania glikozydowe); rozróżnia monosacharydy (glukoza, fruktoza, galaktoza, ryboza, deoksyryboza), disacharydy (sacharoza, laktoza, maltoza), polisacharydy (skrobia, glikogen, celuloza, chityna); 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; określa biologiczne znaczenie białek (albuminy, globuliny, histony, kolagen, keratyna, fibrynogen, hemoglobina, mioglobina); przedstawia wpływ czynników fizycznych i chemicznych

na białko (zjawisko koagulacji i denaturacji); planuje i przeprowadza doświadczenie wykazujące obecność białek w materiale biologicznym; 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 biologicznej 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 wpływ roztworów o różnym stężeniu na zjawisko osmozy;
- 5) przedstawia budowę jądra komórkowego i jego rolę w funkcjonowaniu komórki;
- 6) opisuje lokalizację, budowę i funkcje rybosomów;
- 7) przedstawia błony wewnątrzkomórkowe jako zintegrowany system strukturalno-funkcjonalny oraz określa jego rolę w kompartmentacji komórki;
- 8) opisuje budowę i funkcje mitochondriów.

## 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;
- 3) wykazuje związek budowy ATP z jego rolą biologiczną.

### 2. Enzymy. Uczeń:

- 1) przedstawia charakterystyczne cechy budowy enzymu;
- 2) wyjaśnia istotę katalizy enzymatycznej;
- 3) przedstawia sposoby regulacji aktywności enzymów (aktywacja, inhibicja);
- 4) wyjaśnia mechanizm sprzężenia zwrotnego ujemnego w regulacji przebiegu szlaków metabolicznych;

- 5) wyjaśnia wpływ czynników fizycznych i chemicznych (temperatury, pH, stężenia substratu) na przebieg katalizy enzymatycznej; planuje i przeprowadza doświadczenie badające wpływ czynników na aktywność wybranych enzymów (katalaza).
3. Oddychanie komórkowe. Uczeń:
- 1) wykazuje związek budowy mitochondrium z przebiegiem procesu oddychania komórkowego;
  - 2) określa na podstawie analizy schematu przebiegu glikolizy, reakcji postostowej i cyklu Krebsa, substraty i produkty tych procesów;
  - 3) porównuje na podstawie analizy schematu drogi przemiany pirogronianu jako produktu glikolizy w fermentacji mleczanowej i w oddychaniu tlenowym;
  - 4) wyjaśnia, dlaczego utlenianie substratu energetycznego w warunkach tlenowych dostarcza więcej energii niż w warunkach beztlenowych;
  - 5) przedstawia na podstawie analizy schematu znaczenie utleniania kwasów tłuszczowych, glukoneogenezy, glikogenolizy w przemianach energetycznych komórki.
- IV. Podziały komórkowe. Uczeń:
- 1) przedstawia organizację materiału genetycznego w jądrze komórkowym;
  - 2) opisuje cykl komórkowy z uwzględnieniem zmian ilości DNA w poszczególnych jego etapach;
  - 3) przedstawia istotę procesu replikacji DNA i uzasadnia jego konieczność przed podziałem komórki;
  - 4) przedstawia znaczenie mitozy i mejozy w zachowaniu ciągłości życia na Ziemi;
  - 5) wyjaśnia znaczenie apoptozy dla prawidłowego rozwoju i funkcjonowania organizmu.
- V. Budowa i fizjologia człowieka.
1. Podstawowe zasady budowy i funkcjonowania organizmu człowieka. Uczeń:
- 1) rozpoznaje tkanki zwierzęce na preparacie mikroskopowym, na schemacie, mikro fotografii, na podstawie opisu i wykazuje związek ich budowy z pełnioną funkcją;
  - 2) wykazuje związek budowy narządów z pełnioną przez nie funkcją;
  - 3) przedstawia powiązania funkcjonalne pomiędzy narządami w obrębie układu;
  - 4) przedstawia powiązania funkcjonalne pomiędzy układami narządów w obrębie organizmu;
  - 5) przedstawia mechanizmy warunkujące homeostazę (termoregulacja, osmoregulacja, stałość składu płynów ustrojowych, ciśnienie krwi, rytmy dobowe).

## 2. Odżywianie się. Uczeń:

- 1) przedstawia rolę nieorganicznych i organicznych składników pokarmowych w odżywianiu, w szczególności białek pełnowartościowych i niepełnowartościowych, NNKT, błonnika, witamin;
- 2) przedstawia związek budowy odcinków przewodu pokarmowego z pełnioną przez nie funkcją;
- 3) przedstawia rolę wydzielin gruczołów i komórek gruczołowych w obróbce pokarmu;
- 4) przedstawia proces trawienia poszczególnych składników pokarmowych w przewodzie pokarmowym człowieka; planuje i przeprowadza doświadczenie sprawdzające warunki trawienia skrobi;
- 5) wyjaśnia rolę mikrobiomu układu pokarmowego w funkcjonowaniu organizmu;
- 6) przedstawia proces wchłaniania poszczególnych produktów trawienia składników pokarmowych w przewodzie pokarmowym;
- 7) przedstawia rolę wątroby w przemianach substancji wchłoniętych w przewodzie pokarmowym;
- 8) przedstawia rolę ośrodka głodu i sytości w przyjmowaniu pokarmu;
- 9) przedstawia zasady racjonalnego żywienia;
- 10) przedstawia zaburzenia odżywiania (anoreksja, bulimia) i przewiduje ich skutki zdrowotne;
- 11) podaje przyczyny (w tym uwarunkowania genetyczne) otyłości oraz sposoby jej profilaktyki;
- 12) 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, choroby Crohna.

## 3. Odporność. Uczeń:

- 1) rozróżnia odporność wrodzoną (nieswoistą) i nabytą (swoistą) oraz komórkową i humoralną;
- 2) opisuje sposoby nabywania odporności swoistej (czynny i bierny);
- 3) przedstawia narządy i komórki układu odpornościowego; przedstawia rolę mediatorów układu odpornościowego w reakcji odpornościowej (białka ostrej fazy, cytokiny);
- 4) wyjaśnia, na czym polega zgodność tkankowa i przedstawia jej znaczenie w transplantologii;
- 5) wyjaśnia istotę konfliktu serologicznego i przedstawia znaczenie podawania przeciwciał anti-Rh;
- 6) analizuje zaburzenia funkcjonowania układu odpornościowego (nadmierna i osłabiona odpowiedź immunologiczna) oraz wymienia sytuacje wymagające immunosupresji (przeszczepy, alergie, choroby autoimmunologiczne).

4. Wymiana gazowa i krążenie. Uczeń:
- 1) wykazuje związek między budową i funkcją elementów układu oddechowego człowieka;
  - 2) przedstawia warunki umożliwiające i ułatwiające dyfuzję gazów przez powierzchnię wymiany gazowej płuc;
  - 3) wyjaśnia mechanizm wentylacji płuc;
  - 4) 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;
  - 5) analizuje wpływ czynników zewnętrznych na funkcjonowanie układu oddechowego (tlenek węgla, pyłowe zanieczyszczenie powietrza, dym tytoniowy, smog);
  - 6) przedstawia znaczenie badań diagnostycznych w profilaktyce chorób układu oddechowego (RTG klatki piersiowej, spirometria, bronchoskopia);
  - 7) przedstawia rolę krwi w transporcie gazów oddechowych;
  - 8) wyjaśnia, na podstawie schematu, proces krzepnięcia krwi;
  - 9) wykazuje związek między budową i funkcją naczyń krwionośnych;
  - 10) przedstawia budowę serca oraz krążenie krwi w obiegu płucnym i ustrojowym;
  - 11) przedstawia automatyzm pracy serca;
  - 12) wykazuje związek między stylem życia i chorobami układu krążenia (miażdżyca, zawał mięśnia sercowego, choroba wieńcowa serca, nadciśnienie tętnicze, udar, żylaki); przedstawia znaczenie badań diagnostycznych w profilaktyce chorób układu krążenia (EKG, USG serca, angiokardiografia, badanie metodą Holtera, pomiar ciśnienia tętniczego, badania krwi);
  - 13) przedstawia funkcje elementów układu limfatycznego i rolę limfy.
5. Wydalanie i osmoregulacja. Uczeń:
- 1) przedstawia związek między budową i funkcją narządów układu moczowego;
  - 2) przedstawia istotę procesu wydalania oraz wymienia substancje, które są wydalane z organizmu;
  - 3) określa na podstawie analizy schematu przebiegu cyklu mocznikowego substraty i produkty tego procesu; przedstawia znaczenie tego procesu w utrzymaniu homeostazy organizmu;
  - 4) przedstawia proces tworzenia moczu oraz wyjaśnia znaczenie regulacji hormonalnej w tym procesie;
  - 5) analizuje znaczenie badań diagnostycznych w profilaktyce chorób układu moczowego (badania moczu, USG jamy brzusznej, urografia);



- 6) przedstawia dializę jako metodę postępowania medycznego w niewydolności nerek.
6. Regulacja hormonalna. Uczeń:
- 1) rozróżnia hormony steroidowe i niesteroidowe;
  - 2) podaje lokalizacje gruczołów dokrewnych i wymienia hormony przez nie produkowane;
  - 3) wyjaśnia, w jaki sposób koordynowana jest aktywność układów hormonalnego i nerwowego (nadrzędna rola podwzgórza i przysadki);
  - 4) wyjaśnia mechanizm sprzężenia zwrotnego ujemnego na osi podwzgórze – przysadka – gruczoł (hormony tarczycy, kory nadnerczy i gonad);
  - 5) przedstawia antagonistyczne działanie hormonów na przykładzie regulacji poziomu glukozy i wapnia we krwi;
  - 6) wyjaśnia rolę hormonów w reakcji na stres;
  - 7) przedstawia rolę hormonów w regulacji wzrostu, tempa metabolizmu i rytmu dobowego;
  - 8) przedstawia rolę hormonów tkankowych na przykładzie gastryny, erytropoetyny i histaminy;
  - 9) określa skutki niedoczynności i nadczynności gruczołów dokrewnych.
7. Regulacja nerwowa. Uczeń:
- 1) wyjaśnia istotę powstawania i przewodzenia impulsu nerwowego; wykazuje związek między budową neuronu a przewodzeniem impulsu nerwowego;
  - 2) przedstawia działanie synapsy chemicznej, uwzględniając rolę przekazników chemicznych; podaje przykłady tych neuroprzekazników;
  - 3) przedstawia drogę impulsu nerwowego w łuku odruchowym;
  - 4) porównuje rodzaje odruchów i przedstawia rolę odruchów warunkowych w procesie uczenia się;
  - 5) przedstawia budowę i funkcje mózgu, rdzenia kręgowego i nerwów;
  - 6) przedstawia rolę autonomicznego układu nerwowego w utrzymaniu homeostazy oraz podaje lokalizacje ośrodków tego układu;
  - 7) wyróżnia rodzaje receptorów ze względu na rodzaj odbieranego bodźca; wykazuje związek pomiędzy lokalizacją receptorów w organizmie a pełnioną funkcją;
  - 8) przedstawia budowę oraz działanie oka i ucha; omawia podstawowe zasady higieny wzroku i słuchu;
  - 9) przedstawia budowę i rolę zmysłu smaku i węchu;
  - 10) wykazuje biologiczne znaczenie snu;
  - 11) wyjaśnia wpływ substancji psychoaktywnych, w tym dopalaczy, na funkcjonowanie organizmu;
  - 12) przedstawia wybrane choroby układu nerwowego (depresja, choroba Alzheimera, choroba Parkinsona, schizofrenia) oraz znaczenie ich wczesnej diagnostyki dla ograniczenia społecznych skutków tych chorób.

8. Poruszanie się. Uczeń:
  - 1) rozpoznaje rodzaje kości ze względu na ich kształt (długie, krótkie, płaskie, różnokształtne);
  - 2) rozpoznaje (na modelu, schemacie, rysunku) rodzaje połączeń kości i określa ich funkcje;
  - 3) rozpoznaje (na modelu, schemacie, rysunku) kości szkieletu osiowego, obręczy i kończyn;
  - 4) opisuje współdziałanie mięśni, ścięgien, stawów i kości w ruchu;
  - 5) przedstawia budowę mięśnia szkieletowego (filamenty aktywne i miozynowe, miofibrilla, włókno mięśniowe, brzusiec mięśnia);
  - 6) wyjaśnia, na podstawie schematu, molekularny mechanizm skurczu mięśnia;
  - 7) przedstawia sposoby pozyskiwania ATP niezbędnego do skurczu mięśnia;
  - 8) przedstawia antagonizm i współdziałanie mięśni w wykonywaniu ruchów;
  - 9) wyjaśnia wpływ odżywiania się (w tym suplementacji) i aktywności fizycznej na rozwój oraz stan kości i mięśni człowieka;
  - 10) przedstawia wpływ substancji stosowanych w dopingowaniu na organizm człowieka.
9. Skóra i termoregulacja. Uczeń:
  - 1) wykazuje związek między budową i funkcją skóry;
  - 2) przedstawia rolę skóry w syntezie witaminy D; wykazuje związek nadmiernej ekspozycji na promieniowanie UV z procesem starzenia się skóry oraz zwiększonym ryzykiem wystąpienia chorób i zmian skórnych.
10. Rozmnażanie i rozwój. Uczeń:
  - 1) przedstawia istotę rozmnażania płciowego;
  - 2) przedstawia budowę i funkcje narządów układu rozrodczego męskiego i żeńskiego;
  - 3) analizuje proces gametogenezy i wskazuje podobieństwa oraz różnice w przebiegu powstawania gamet męskich i żeńskich;
  - 4) przedstawia przebieg cyklu menstruacyjnego, z uwzględnieniem działania hormonów przysadkowych i jajnikowych w jego regulacji;
  - 5) przedstawia rolę syntetycznych hormonów (progesteronu i estrogenów) w regulacji cyklu menstruacyjnego;
  - 6) przedstawia przebieg ciąży, z uwzględnieniem funkcji łożyska i błon płodowych; analizuje wpływ czynników wewnętrznych i zewnętrznych na przebieg ciąży; wyjaśnia istotę i znaczenie badań prenatalnych;
  - 7) przedstawia wybrane choroby układu rozrodczego (rak szyjki macicy, rak jądra, rak jajnika, przerost gruczołu krokowego) oraz znaczenie ich wczesnej diagnostyki;

- 8) przedstawia wybrane choroby przenoszone drogą płciową (kiła, rzeżączka, chlamydioza, rzęsistkowica, zakażenia HPV, grzybice narządów płciowych) oraz sposoby ich profilaktyki;
- 9) przedstawia etapy ontogenezy, uwzględniając skutki wydłużającego się okresu starości.

VI. Ekspresja informacji genetycznej w komórkach człowieka. Uczeń:

- 1) opisuje genom komórki oraz strukturę genu;
- 2) opisuje proces transkrypcji, z uwzględnieniem roli polimerazy RNA;
- 3) opisuje proces obróbki potranskrypcyjnej;
- 4) przedstawia cechy kodu genetycznego;
- 5) opisuje proces translacji i przedstawia znaczenie modyfikacji potranslacyjnej białek;
- 6) przedstawia istotę regulacji ekspresji genów.

VII. Genetyka klasyczna.

1. Dziedziczenie cech. Uczeń:

- 1) przedstawia znaczenie badań Mendla w odkryciu podstawowych praw dziedziczenia cech;
- 2) 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;
- 3) przedstawia dziedziczenie jednogenowe, dwugenowe i wielogenowe (dominacja pełna, dominacja niepełna, kodominacja, współdziałanie dwóch lub większej liczby genów);
- 4) przedstawia główne założenia chromosomowej teorii dziedziczności Morgana;
- 5) analizuje dziedziczenie cech sprzężonych;
- 6) przedstawia determinację oraz dziedziczenie płci u człowieka;
- 7) przedstawia dziedziczenie cech sprzężonych z płcią;
- 8) 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;
- 5) przedstawia źródła zmienności rekombinacyjnej;
- 6) rozróżnia rodzaje mutacji genowych oraz określa ich skutki;

- 7) rozróżnia rodzaje aberracji chromosomowych (strukturalnych i liczbowych) oraz określa ich skutki;
- 8) określa, na podstawie analizy rodowodu lub kariotypu, podłoże genetyczne chorób człowieka (mukowiscydoza, fenyloketonuria, anemia sierpowata, albinizm, płasawica Huntingtona, hemofilia, daltonizm, dystrofia mięśniowa Duchenne'a, krzywica oporna na witaminę D3; zespół Klinefeltera, zespół Turnera, zespół Downa);
- 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 odpowiedzialne za naprawę DNA.

VIII. 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 istotę technik stosowanych w inżynierii genetycznej (elektroforeza DNA, metoda PCR, sekwencjonowanie DNA);
- 4) przedstawia zastosowania wybranych technik inżynierii genetycznej w medycynie sądowej, kryminalistyce, diagnostyce chorób;
- 5) wyjaśnia, czym jest organizm transgeniczny i GMO; przedstawia sposoby otrzymywania organizmów transgenicznych;
- 6) 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;
- 7) opisuje klonowanie organizmów i przedstawia znaczenie tego procesu;
- 8) przedstawia sposoby otrzymywania i pozyskiwania komórek macierzystych oraz ich zastosowania w medycynie;
- 9) przedstawia sytuacje, w których zasadne jest korzystanie z poradnictwa genetycznego;
- 10) wyjaśnia istotę terapii genowej;
- 11) przedstawia szanse i zagrożenia wynikające z zastosowań biotechnologii molekularnej;
- 12) dyskutuje o problemach społecznych i etycznych związanych z rozwojem inżynierii genetycznej oraz formułuje własne opinie w tym zakresie.

IX. 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) wyjaśnia, dlaczego mimo działania doboru naturalnego w populacji ludzkiej utrzymują się allele warunkujące choroby genetyczne;
- 10) przedstawia gatunek jako izolowaną pulę genową;
- 11) przedstawia specjację jako mechanizm powstawania gatunków;
- 12) rozpoznaje, na podstawie opisu, schematu, rysunku, konwergencję i dywergencję;
- 13) przedstawia hipotezy wyjaśniające najważniejsze etapy biogenezy;
- 14) porządkuje chronologicznie wydarzenia z historii życia na Ziemi; wykazuje, że zmiany warunków środowiskowych miały wpływ na przebieg ewolucji;
- 15) porządkuje chronologicznie formy kopalne człowiekowatych, wskazując na ich cechy charakterystyczne;
- 16) określa pokrewieństwo człowieka z innymi zwierzętami na podstawie analizy drzewa rodowego;
- 17) przedstawia podobieństwa między człowiekiem a innymi naczelnymi; przedstawia cechy odróżniające człowieka od małą człekokształtnych;
- 18) analizuje różnorodne źródła informacji dotyczące ewolucji człowieka i przedstawia tendencje zmian ewolucyjnych.

X. Ekologia. 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;
- 4) wykazuje znaczenie organizmów o wąskim zakresie tolerancji ekologicznej w bioindykacji; planuje i przeprowadza doświadczenie mające na celu zbadanie zakresu tolerancji ekologicznej w odniesieniu do wybranego czynnika środowiska;
- 5) charakteryzuje populację, określając jej cechy (liczebność, zagęszczenie, strukturę przestrzenną, wiekową i płciową); dokonuje obserwacji cech populacji wybranego gatunku;
- 6) przewiduje zmiany liczebności populacji, dysponując danymi o jej liczebności, rozrodczości, śmiertelności i migracjach osobników;

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

XI. 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; wykazuje związek pomiędzy rozmieszczeniem biomów a warunkami klimatycznymi na kuli ziemskiej;
- 3) wykazuje wpływ działalności człowieka (intensyfikacji rolnictwa, urbanizacji, industrializacji, rozwoju komunikacji i turystyki) na różnorodność biologiczną;
- 4) wykazuje wpływ działalności człowieka 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 (takich jak np. Natura 2000);
- 8) uzasadnia konieczność współpracy międzynarodowej (CITES, Konwencja o Różnorodności Biologicznej, Agenda 21) dla ochrony różnorodności biologicznej;
- 9) przedstawia istotę zrównoważonego rozwoju.



## Warunki i sposób realizacji

Nauczanie biologii w szkole ponadpodstawowej w zakresie podstawowym powinno rozwijać ciekawość poznawczą poprzez zachęcanie uczniów do rozwiązywania problemów natury biologicznej metodami naukowymi, stawianie hipotez i ich weryfikowanie, analizowanie wyników eksperymentów czy doświadczeń z użyciem podstawowych parametrów statystycznych, a także dyskusowanie o nich.

Realizacja treści biochemicznych nie może sprowadzać się jedynie do zapamiętania przez uczniów kolejnych nazw bądź wzorów związków chemicznych cykli czy szlaków biochemicznych, lecz powinna prowadzić do kształtowania umiejętności rozumienia omawianych procesów, ich powiązań na mapie metabolicznej komórki. Zrozumienie procesów przemiany materii i energii, zagadnień integracji metabolizmu, umożliwi uczniom zrozumienie mechanizmów homeostatycznych organizmów.

Nauczanie biologii na tym etapie powinno służyć w szczególności pogłębieniu wiedzy dotyczącej organizmu człowieka, aby uczeń kończący edukację biologiczną znał budowę i funkcje swojego organizmu. Duży nacisk należy położyć na edukację prozdrowotną – kształtowanie u młodego człowieka świadomości konieczności dbania o zdrowie własne i innych. Należy zwrócić uwagę na rozwijanie postaw sprzyjających zdrowiu, tj. racjonalne żywienie, odpowiednią aktywność fizyczną, dbałość o higienę, poddawanie się okresowym badaniom stanu zdrowia, umiejętne radzenie sobie ze stresem, a także na fakt znacznego wydłużania się czasu życia człowieka, co implikuje szereg aspektów życia biologicznego oraz społecznego człowieka. Ważnym elementem edukacji zdrowotnej jest zdrowie psychospołeczne oraz przygotowanie uczniów do życia w szybko zmieniającym się środowisku.

W nauczaniu treści z zakresu ekologii oraz różnorodności biologicznej, ich zagrożeń i ochrony, należy brać pod uwagę uniwersalne i najważniejsze zasady funkcjonowania ekosystemów, uwzględniając współczesne problemy związane z ochroną różnorodności biologicznej w aspekcie zrównoważonego rozwoju. Istotnym elementem edukacji przyrodniczej jest zilustrowanie praw ekologii i problemów ochrony różnorodności biologicznej obserwacjami prowadzonymi w terenie.

W nauczaniu treści z zakresu biotechnologii, podstaw inżynierii genetycznej ważne jest, przy jednoczesnym poszerzaniu wiedzy z tego zakresu, wskazanie i uświadomienie uczniom korzyści, zagrożeń i dylematów etycznych związanych z badaniami naukowymi w biotechnologii molekularnej. Duży nacisk należy położyć na przygotowanie uczniów do formułowania – opartych na współczesnej nauce – argumentów, dotyczących konsekwencji stosowania technik inżynierii genetycznej dla zdrowia człowieka i dla środowiska oraz kształtowanie umiejętności krytycznego odbioru informacji z dziedziny genetyki i inżynierii genetycznej dostępnych w środkach masowego przekazu.

Należy rozwijać u uczniów umiejętność planowania a także przeprowadzania doświadczeń i obserwacji oraz wnioskowania na ich podstawie. Istotne jest, aby doświadczenia i obserwacje były możliwe do wykonania w pracowni szkolnej lub w warunkach domowych i aby nie wymagały skomplikowanych urządzeń i drogich materiałów. Podczas planowania i przeprowadzania doświadczeń oraz obserwacji należy stworzyć warunki umożliwiające uczniom zadawanie pytań weryfikowalnych metodami naukowymi, zbieranie danych, analizowanie i prezentowanie danych, konstruowanie odpowiedzi na zadane pytania. W prawidłowym kształtowaniu umiejętności badawczych istotne jest, aby uczeń umiał odróżnić doświadczenia od obserwacji oraz od pokazu będącego ilustracją omawianego zjawiska, a także znał procedury badawcze. Dużą wagę należy przykładąć do tego, by prawidłowo kształtować umiejętność określania prób kontrolnych i badawczych oraz matematycznej analizy wyników (z zastosowaniem podstawowych elementów statystyki). Przykłady doświadczeń i obserwacji zawarto w wymaganiach szczegółowych podstawy programowej.

Zajęcia z biologii powinny być prowadzone we właściwie wyposażonej pracowni. Ważne elementy wyposażenia to: projektor multimedialny, tablica interaktywna oraz komputer z zestawem głośników i z dostępem do internetu, a także odpowiednie meble, w których będzie można przechowywać sprzęt laboratoryjny oraz pomoce dydaktyczne wykorzystywane w różnych okresach roku szkolnego. Istotne jest, aby w pracowni znajdował się sprzęt niezbędny do przeprowadzania wskazanych w podstawie doświadczeń i obserwacji, tj. przyrządy pomiarowe, optyczne, szkło laboratoryjne, szkiełka mikroskopowe, odczynniki chemiczne, środki czystości, środki ochrony (fartuchy i rękawice ochronne, apteczka). Pomoce dydaktyczne, które powinny znaleźć się w każdej pracowni to: atlasy, preparaty mikroskopowe, modele obrazujące wybrane elementy budowy organizmu człowieka (np. model szkieletu, model oka, model ucha, model klatki piersiowej). Ważne jest także wykorzystywanie podczas zajęć różnorodnych materiałów źródłowych: zdjęć, filmów, plansz poglądowych, tekstów popularnonaukowych, danych będących wynikiem badań naukowych, prezentacji multimedialnych, animacji, zasobów cyfrowych dostępnych lokalnie oraz w sieci.



**Zakres rozszerzony****Cele kształcenia – wymagania ogólne**

- I. Pogłębianie wiedzy z zakresu różnorodności biologicznej oraz zjawisk i procesów biologicznych zachodzących na różnych poziomach organizacji życia. Uczeń:
  - 1) opisuje, porządkuje i rozpoznaje organizmy;
  - 2) wyjaśnia zjawiska i procesy biologiczne zachodzące w wybranych organizmach i w środowisku;
  - 3) wykazuje związki pomiędzy strukturą i funkcją na różnych poziomach organizacji życia;
  - 4) objaśnia funkcjonowanie organizmu człowieka na różnych poziomach złożoności i w poszczególnych etapach ontogenezy;
  - 5) przedstawia i wyjaśnia zależności między organizmami oraz między organizmem a środowiskiem;
  - 6) wykazuje, że różnorodność organizmów jest wynikiem procesów ewolucyjnych.
- II. Rozwijanie myślenia naukowego; doskonalenie umiejętności planowania i przeprowadzania obserwacji oraz doświadczeń oraz wnioskowania w oparciu o wyniki badań. Uczeń:
  - 1) określa problem badawczy, formułuje hipotezy, planuje i przeprowadza oraz dokumentuje obserwacje i proste doświadczenia biologiczne;
  - 2) określa warunki doświadczenia, rozróżnia próbę kontrolną i badawczą;
  - 3) opracowuje, analizuje i interpretuje wyniki badań w oparciu o proste analizy statystyczne;
  - 4) odnosi się do wyników uzyskanych przez innych badaczy;
  - 5) ocenia poprawność zastosowanych procedur badawczych oraz formułuje wnioski;
  - 6) przygotowuje preparaty świeże oraz przeprowadza celowe obserwacje mikroskopowe i makroskopowe.
- III. Posługiwanie się informacjami pochodzącymi z analizy materiałów źródłowych. Uczeń:
  - 1) wykorzystuje różnorodne źródła i metody pozyskiwania informacji;
  - 2) odczytuje, analizuje, interpretuje i przetwarza informacje tekstowe, graficzne, liczbowe;
  - 3) odróżnia wiedzę potoczną od uzyskanej metodami naukowymi;
  - 4) odróżnia fakty od opinii;
  - 5) objaśnia i komentuje informacje, posługując się terminologią biologiczną;
  - 6) odnosi się krytycznie do informacji pozyskanych z różnych źródeł, w tym internetowych.

- IV. Rozumowanie i zastosowanie nabytej wiedzy do rozwiązywania problemów biologicznych. Uczeń:
- 1) interpretuje informacje i wyjaśnia związki przyczynowo-skutkowe między procesami i zjawiskami, formułuje wnioski;
  - 2) przedstawia opinie i argumenty związane z omawianymi zagadnieniami biologicznymi.
- V. Pogłębianie znajomości uwarunkowań zdrowia człowieka. Uczeń:
- 1) planuje działania prozdrowotne;
  - 2) rozumie znaczenie badań profilaktycznych i rozpoznaje sytuacje wymagające konsultacji lekarskiej;
  - 3) rozumie zagrożenia wynikające ze stosowania środków dopingujących i psychoaktywnych;
  - 4) rozumie znaczenie poradnictwa genetycznego i transplantologii;
  - 5) dostrzega znaczenie osiągnięć współczesnej nauki w profilaktyce chorób.
- VI. Rozwijanie postawy szacunku wobec przyrody i środowiska. Uczeń:
- 1) rozumie zasadność ochrony przyrody;
  - 2) prezentuje postawę szacunku wobec istot żywych;
  - 3) odpowiedzialnie i świadomie korzysta z dóbr przyrody;
  - 4) objaśnia zasady zrównoważonego rozwoju.

## 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, I, 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 mikrografii, 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 lokalizację 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  $\text{NAD}^+$ ,  $\text{FAD}$ ,  $\text{NADP}^+$  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 fizycznych i 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, glikogolizy 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, czerwotka 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 zielonice, 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. Odżywanie 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 C<sub>4</sub> 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. Uczeń:

- 1) rozróżnia zwierzęta tkankowe i beztkankowe, dwuwarstwowe i trójwarstwowe, pierwouste i wtórouste; bezżuchowce i żuchowce; 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, mikro fotografii, 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 odpowiedzialnych za nie struktur.

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 przewidyje 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, choroby Crohna.

2) Odporność. Uczeń:

- a) rozróżnia odporność wrodzoną (nieswoistą) i nabytą (swoistą) oraz komórkową i humoralną,
- b) opisuje sposoby nabywania odporności swoistej (czynny i bierny),
- 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 wymienia sytuacje wymagające immunosupresji (przeszczepy, alergię, 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 (miażdżyca, zawał mięśnia sercowego, choroba wieńcowa serca, nadciśnienie tętnicze, udar, żylaki); przedstawia znaczenie badań diagnostycznych w profilaktyce chorób układu krążenia (EKG, USG serca, angiokardiografia, badanie metodą Holtera, pomiar ciśnienia tętniczego, badania krwi),
  - s) przedstawia funkcje elementów układu limfatycznego i 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 w 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, miofibrilla, 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 dopingowaniu 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 i 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 jaju z typem rozwoju u zwierząt,
- g) analizuje na podstawie schematu cykle rozwojowe zwierząt pasorzytniczych; 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, pryszczycyca) 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-Jakoba, 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, Hersheya 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 D3; 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, kryminalistyce, 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, strukturę przestrzenną, wiekową i płciową); 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 (takich jak np. Natura 2000);
  - 8) uzasadnia konieczność współpracy międzynarodowej (CITES, Konwencja o Różnorodności Biologicznej, Agenda 21) dla ochrony różnorodności biologicznej;
  - 9) przedstawia istotę zrównoważonego rozwoju.

## Warunki i sposób realizacji

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

Realizacja treści biochemicznych nie może sprowadzać się jedynie do zapamiętania przez uczniów kolejnych nazw bądź wzorów związków chemicznych, cykli czy szlaków biochemicznych, lecz powinna prowadzić do zrozumienia omawianych procesów, ich powiązań na mapie metabolicznej komórki. Zrozumienie procesów przemiany materii i energii, zagadnień integracji metabolizmu, umożliwi uczniom zrozumienie mechanizmów homeostatycznych organizmów.

Nauczanie treści dotyczących różnorodności organizmów powinno odbywać się poprzez rozszerzanie wiedzy nabytej w szkole podstawowej: doskonalenie umiejętności wskazywania cech budowy organizmów, ich fizjologii jako wyrazu adaptacji bądź konsekwencji życia w określonym środowisku. Ważna jest analiza treści z tego zakresu w kontekście ewolucyjnych zmian, w tym także ewolucji zachodzącej współcześnie. Podobnie, nie należy wymagać od uczniów pamięciowego odtwarzania cykli życiowych

wybranych organizmów, a jedynie ich rozumienia wynikającego z analizy cykli na różnych płaszczyznach.

W podstawie programowej celowo nie wydzielono nauki o człowieku jako odrębnej dyscypliny, aby traktować gatunek ludzki jako integralną część świata organizmów i środowiska przyrodniczego. Treści dotyczące anatomii i fizjologii człowieka zostały wkomponowane w dział dotyczący funkcjonowania zwierząt.

W nauczaniu biologii duży nacisk należy położyć na edukację prozdrowotną – kształtowanie u młodego człowieka świadomości konieczności dbania o zdrowie własne i innych. Należy zwrócić uwagę na rozwijanie postaw sprzyjających zdrowiu, tj. racjonalne żywienie, odpowiednią aktywność fizyczną, dbałość o higienę, poddawanie się okresowym badaniom stanu zdrowia, umiejętne radzenie sobie ze stresem, a także na fakt znacznego wydłużania się życia człowieka, co implikuje szereg aspektów jego życia biologicznego oraz społecznego. Ważnym elementem edukacji zdrowotnej jest zdrowie psychospołeczne oraz przygotowanie uczniów do życia w szybko zmieniającym się środowisku.

W nauczaniu treści z zakresu ekologii oraz różnorodności biologicznej, zagrożeń i ochrony, należy brać pod uwagę uniwersalne i najważniejsze zasady funkcjonowania ekosystemów, uwzględniając współczesne problemy związane z ochroną różnorodności biologicznej w aspekcie zrównoważonego rozwoju. Istotnym elementem edukacji przyrodniczej jest zilustrowanie praw ekologii i problemów ochrony różnorodności biologicznej obserwacjami prowadzonymi w terenie. Proponuje się, aby dobierając tematykę zajęć terenowych (w lasach, parkach narodowych, obszarach Natura 2000), zwrócić uwagę na poznane gatunki rodzime, a także na proces sukcesji jako istotę występowania oraz ustępowania gatunku z przestrzeni przyrodniczej.

W nauczaniu treści z zakresu biotechnologii, podstaw inżynierii genetycznej ważne jest, przy jednoczesnym poszerzaniu wiedzy z tego zakresu, wskazanie i uświadomienie uczniom korzyści, zagrożeń i dylematów etycznych związanych z badaniami naukowymi w biotechnologii molekularnej. Duży nacisk należy położyć na przygotowanie uczniów do formułowania – opartych na współczesnej nauce – argumentów, dotyczących konsekwencji stosowania technik inżynierii genetycznej dla zdrowia człowieka i dla środowiska oraz kształtowanie umiejętności krytycznego odbioru informacji z dziedziny genetyki i inżynierii genetycznej dostępnych w środkach masowego przekazu.

W procesie kształcenia biologicznego ważne jest zaplanowanie cyklu obserwacji i doświadczeń prowadzonych przez ucznia lub zespół uczniowski samodzielnie jako długoterminowa praca domowa oraz pod kierunkiem nauczyciela. Istotne, aby doświadczenia i obserwacje były możliwe do wykonania w pracowni szkolnej lub w warunkach domowych i aby nie wymagały skomplikowanych urządzeń i drogich materiałów. Podczas



planowania i przeprowadzania doświadczeń oraz obserwacji należy stworzyć warunki umożliwiające uczniom zadawanie pytań weryfikowalnych metodami naukowymi, zbieranie danych, analizowanie i prezentowanie danych, konstruowanie odpowiedzi na zadane pytania. W prawidłowym kształtowaniu umiejętności badawczych istotne jest, aby uczeń umiał odróżnić doświadczenia od obserwacji oraz od pokazu, będącego ilustracją omawianego zjawiska, a także znał procedury badawcze. Dużą wagę należy przykładac do tego, by prawidłowo kształtować umiejętność określania prób kontrolnych i badawczych oraz matematycznej analizy wyników (z zastosowaniem elementów statystyki). Przykłady doświadczeń i obserwacji zawarto w wymaganiach szczegółowych podstawy programowej. Rekomendowane jest, by w procesie dydaktycznym były uwzględniane także inne obserwacje i doświadczenia, które wynikają z ciekawości poznawczej uczniów.

Zajęcia z biologii powinny być prowadzone we właściwie wyposażonej pracowni. Ważne elementy jej wyposażenia to: projektor multimedialny, tablica interaktywna oraz komputer z zestawem głośników i z dostępem do internetu, a także odpowiednie meble, w których będzie można przechowywać sprzęt laboratoryjny oraz pomoce dydaktyczne wykorzystywane w różnych okresach roku szkolnego. Istotne jest, aby w pracowni znajdował się sprzęt niezbędny do przeprowadzania wskazanych w podstawie doświadczeń i obserwacji, tj. przyrządy pomiarowe, przyrządy optyczne, szkło laboratoryjne, szkiełka mikroskopowe, odczynniki chemiczne, środki czystości, środki ochrony (fartuchy i rękawice ochronne, apteczka). Pomoce dydaktyczne, które powinny znaleźć się w każdej pracowni to: przewodniki roślin i zwierząt, klucze do oznaczania organizmów, atlasy, preparaty mikroskopowe, modele obrazujące wybrane elementy budowy organizmu człowieka (np. model szkieletu, model oka, model ucha, model klatki piersiowej). Ważne jest także wykorzystywanie podczas zajęć różnorodnych materiałów źródłowych: zdjęć, filmów, plansz poglądowych, tekstów popularnonaukowych, danych będących wynikiem badań naukowych, prezentacji multimedialnych, animacji, zasobów cyfrowych dostępnych lokalnie oraz w sieci.





---

# Komentarz do podstawy programowej przedmiotu biologia

---

## Liceum i technikum

Dorota Mościcka, Adam Pukocz, Izabela Ziętara

### Ogólne założenia podstawy programowej

W podstawie programowej cele kształcenia zostały zapisane jako wymagania ogólne, a treści nauczania oraz oczekiwane umiejętności uczniów jako wymagania szczegółowe. Aby prawidłowo interpretować zapisy podstawy programowej i właściwie ją realizować, należy dostrzec związek pomiędzy jednymi i drugimi. Wymagania ogólne i wymagania szczegółowe rozumiane są jako obszary, w których powinien poruszać się każdy uczeń kończący dany typ szkoły i etap kształcenia, dany przedmiot i zakres nauczania. Wymagania ogólne służą interpretacji zapisów wymagań szczegółowych oraz ukierunkowują na stosowanie określonych procedur ich osiągnięcia.

Podstawa programowa biologii w szkole ponadpodstawowej to uporządkowany zapis wymaganych umiejętności i wiadomości, jakie obowiązują uczniów na tym etapie kształcenia. Stanowi kontynuację, uzupełnienie i rozszerzenie zakresu celów kształcenia i treści nauczania ujętych w podstawie programowej biologii dla szkół podstawowych – oba cykle kształcenia tworzą programową całość. Należy podkreślić, że wymagania szczegółowe obowiązujące w szkole ponadpodstawowej nie są powtórzeniem wymagań ujętych w podstawie programowej szkoły podstawowej, mogą natomiast stanowić rozszerzenie lub pogłębienie danego zagadnienia. Zatem aby właściwie realizować podstawę programową w szkole ponadpodstawowej, zarówno w zakresie podstawowym, jak i rozszerzonym, konieczne jest zapoznanie się z wymaganiami określonymi dla wcześniejszego etapu.

Treści nauczania w podstawie programowej zostały uporządkowane w formie działów, będących dyscyplinami nauk biologicznych bądź problemami biologicznymi. Przedstawiony w podstawie układ treści może być wskazówką kolejności realizacji poszczególnych działów tematycznych, ale w żaden sposób jej nie narzuca. Wskazuje jednak, że wymagane jest ciągłe odwoływanie się do ich wzajemnych relacji i ukazywanie współzależności. Daje jednocześnie swobodę wyboru programu nauczania, form i metod nauczania skierowanych do określonych grup uczniów i poszczególnych uczniów.

Analizując zapisy podstawy programowej, należy zwrócić uwagę na czasowniki operacyjne użyte podczas definiowania wymagań szczegółowych – do minimum ograniczono czasowniki odnoszące się do odtwarzania wiadomości, np.: „podaje”, czy „wymienia”, na rzecz czasowników opisujących umiejętności złożone uczniów, np.: „uzasadnia”, „wyjaśnia”. Czym innym jest bowiem wyjaśnienie procesu na podstawie schematu, np.

cyklu rozwojowego wybranego organizmu lub procesu biochemicznego, a czym innym jego odtworzenie z pamięci. Ważne, aby uczeń rozumiał istotę zjawiska, procesu, jego znaczenie oraz potrafił powiązać zdobyte informacje z innymi.

W podstawie programowej znajduje odzwierciedlenie nadrzędny cel, jakim jest założenie, że wiedza biologiczna powinna być kształcona w kontekście umiejętności i ich wykorzystania do rozwiązywania określonych problemów. Zatem jej zapisy skupiają się na umiejętnościach rozumienia praw biologicznych i wyjaśniania związków przyczynowo-skutkowych, dostrzegania znaczenia współzależności oraz holistycznego postrzegania procesów i zjawisk czy rozwiązywania problemów, również w sposób naukowy. Podstawa programowa zakłada, że nauczanie – uczenie się biologii powinno przygotować ucznia do **wykorzystywania wiedzy w praktyce, przewidywania nowych sytuacji oraz tworzenia nieschematycznych rozwiązań**. Dużą wagę należy zatem przykładac do **kształtowania umiejętności złożonych**, przydatnych przez całe życie, pomagających zrozumieć świat i samego siebie. Istotną rolę w tym procesie powinno odgrywać nauczanie oparte na pytaniach, uwzględniające konteksty związane z codziennym życiem, środowiskiem i społeczeństwem, oraz nauczanie projektowe, z użyciem metody laboratoryjnej. Podczas realizacji wszystkich działań tematycznych podstawy programowej należy położyć nacisk na kształtowanie umiejętności **korzystania przez uczniów z różnych źródeł informacji – ich pozyskiwania, krytycznej analizy, formułowania opinii oraz argumentów**, które powinny wspierać rozwój uczącego się.

## **Założenia na płaszczyźnie celów kształcenia – wymagań ogólnych oraz treści nauczania – wymagań szczegółowych**

Realizacja zapisów podstawy programowej powinna być ukierunkowana na nauczanie – uczenie się biologii w oparciu o dociekanie naukowe. W podstawie tej duży nacisk położono na kształtowanie kompetencji z zakresu rozumowania naukowego, takich jak formułowanie pytań i wniosków opartych na analizie danych ilościowych i jakościowych, krytyczną analizę i ocenę podejmowanych działań, kształcenie umiejętności praktycznych związanych z obserwacjami, doświadczeniami czy zajęciami terenowymi oraz umiejętności prezentowania wyników i sposobów rozwiązywania problemów. Zostało to zrealizowane m.in. poprzez wprowadzenie do wymagań szczegółowych treści dotyczących planowania konkretnych doświadczeń i obserwacji, co czyni je zagadnieniami koniecznymi, a nie zalecanymi. Wymagania szczegółowe dotyczące doświadczeń i obserwacji obligują nauczycieli i dyrektorów szkół do stworzenia uczniom warunków do ich realizacji poprzez odpowiednie wyposażenie pracowni biologicznej i możliwość pracy w zespołach uczniowskich. Należy zaznaczyć, że nie wszystkie ujęte w podstawie programowej obserwacje i doświadczenia muszą być realizowane w pracowni na lekcji biologii. Część z nich może stanowić element pracy własnej uczniów, realizowanej w warunkach domowych poprzez właściwe zaplanowanie i przeprowadzenie oraz opracowanie i weryfikację wyników doświadczeń czy obserwacji. Należy zachęcać

uczniów do działań, w których samodzielnie będą wykorzystywali zdobyte wiadomości w sytuacjach praktycznych, zapewniając transfer wiadomości w celu rozwiązania nowych problemów. Istotne jest, aby przeprowadzane obserwacje i doświadczenia służyły do nauczania treści poprzez prezentowanie uczniom prawdziwego wyzwania, umożliwiały ich zrozumienie, a nie były jedynie podsumowaniem zrealizowanych zagadnień.

Realizacja treści podstawy programowej związanych z planowaniem obserwacji i doświadczeń powinna być ukierunkowana na rozwijanie ciekawości poznawczej uczniów poprzez proces aktywnego, samodzielnego zdobywania wiedzy. Należy też zapewnić uczącym się możliwość zadawania pytań i szukania odpowiedzi dotyczących omawianych zagadnień. Podejmowane w tym zakresie działania powinny podkreślać powiązania między omawianymi zagadnieniami a codziennym życiem. Uczniom trzeba umożliwić zdobywanie wiedzy w oparciu o przeprowadzone przez nich badania. Kształcenie w tym zakresie ma służyć poszukiwaniu i tworzeniu, zgodnie z metodologią badawczą, odpowiedzi na postawione pytania na podstawie wiedzy naukowej, prowadzić do sformułowania problemu badawczego oraz stawiania hipotez. Ten etap procesu badawczego wymaga zapewnienia uczniom możliwości analizy różnorodnych źródeł informacji w celu sprawdzenia tego, co jest już znane. Kluczem do prawidłowo przeprowadzonego doświadczenia jest jego właściwe zaplanowanie. Istotny aspekt planu doświadczenia stanowi omówienie różnych podejść do rozwiązania problemu, określenie badanych parametrów – zarówno kontrolnych, jak i zmiennych, uwzględnienie ram czasowych, etapów eksperymentu, potrzebnych materiałów i sprzętu laboratoryjnego, zaplanowanie odpowiedniej liczby powtórzeń pomiarów i odpowiedniej liczby odczytów. Przeprowadzenie obserwacji czy doświadczenia powinno uwzględniać także właściwą rejestrację uzyskanych wyników, wykonanie odpowiednich obliczeń, zapis wyników (w postaci wykresów, tabel, schematów itp.) oraz ich analizę statystyczną. Warto zachęcać uczniów do wykorzystywania programów komputerowych do rejestrowania oraz gromadzenia danych i ich przetwarzania. Na tym etapie przeprowadzania doświadczenia istotne jest także kształtowanie umiejętności analizowania uzyskanych wyników oraz ich interpretacji w odniesieniu do literatury, w tym do wyników uzyskanych przez innych badaczy. Ważne jest także wdrażanie uczniów do oceny poprawności zastosowanych procedur badawczych, dokonanie analizy błędów i niepewności w celu sformułowania spójnych wniosków, które będą odpowiedzią na postawione pytanie badawcze lub inspiracją do formułowania kolejnych problemów badawczych. Uczeń, planując i przeprowadzając doświadczenie, powinien mieć świadomość, że proces badawczy nie zawsze da oczekiwaną odpowiedź na pierwotnie postawione pytanie badawcze, co nie oznacza, że źle zaplanowano i przeprowadzono doświadczenie.

Zasadnicze znaczenie dla pogłębiania wiedzy o tym, jak działa nauka, ma uświadamianie uczniom roli matematyki m.in. w kształceniu biologicznym.

Wyniki uzyskane podczas prowadzenia doświadczenia czy obserwacji powinny być analizowane w celu określenia istotnych cech i wzorców w danych. Należy do tego wykorzystywać m.in. analizę statystyczną. W jednym z celów ogólnych podstawy programowej, zarówno dla zakresu podstawowego, jak i rozszerzonego, wprowadzono zapis dotyczący wykorzystania prostych analiz statystycznych w dociekaniu naukowym do pomiaru zmiennych reprezentowanych przez ciągłą skalę liczbową, interpolacji wartości oraz identyfikowania cech prostych zestawów danych, takich jak: minimum, maksimum, zakres, średnia, mediana. W zakresie rozszerzonym na podstawie uzyskanych w doświadczeniu wyników bądź na podstawie dostępnych danych źródłowych, trzeba uwzględnić także odchylenie standardowe. Należy zaznaczyć, że te umiejętności stanowią korelację przedmiotową z umiejętnościami kształtowymi na matematyce na etapie szkoły podstawowej oraz szkoły ponadpodstawowej w zakresie podstawowym.

W rozwijaniu postawy dociekania naukowego istotne jest także kształcenie umiejętności posługiwania się (także w terenie) podstawowymi technikami badawczymi, w tym laboratoryjnymi, oraz wybór odpowiedniej metody i aparatury koniecznej do przeprowadzenia badania.

Kształcenie biologiczne w zakresie podstawowym oraz rozszerzonym, uwzględniające działania dotyczące dociekania naukowego, wymaga korzystania z różnorodnych źródeł informacji w sposób krytyczny. Uczniów należy wdrażać do oceny doniesień medialnych związanych z nauką i ich implikacji dla własnego życia. Trzeba kształtować w nich sceptyczną postawę wobec źródeł informacji, co pozwoli im odróżnić wiedzę potoczną, powierzchowną i nieuporządkowaną od wiedzy naukowej, komunikaty wiarygodne od tych opartych na jednostronnych opiniach, a także naukę od pseudonauki.

## Wykaz obserwacji i doświadczeń

Wykaz ujętych w podstawie programowej (zakres podstawowy <sup>(P)</sup> oraz rozszerzony <sup>(R)</sup>) obserwacji i doświadczeń oraz ćwiczeń, w tym terenowych. Uczeń:

- planuje i przeprowadza doświadczenie wykazujące obecność monosacharydów i polisacharydów w materiale biologicznym <sup>R,P</sup>;
- przeprowadza obserwacje wpływu wybranych czynników fizycznych i chemicznych na białko <sup>R,P</sup>;
- planuje i przeprowadza doświadczenie wykazujące obecność lipidów w materiale biologicznym <sup>R,P</sup>;
- planuje i przeprowadza doświadczenie wykazujące wpływ roztworów o różnym stężeniu na zjawisko osmozy <sup>R,P</sup>;
- planuje i przeprowadza doświadczenie badające wpływ różnych czynników na aktywność enzymów (katalaza, proteinaza) <sup>R,P</sup>;

- planuje i przeprowadza doświadczenie wykazujące, że drożdże przeprowadzają fermentację alkoholową<sup>R</sup>;
- planuje i przeprowadza obserwację pozwalającą na identyfikację tkanki przewodzącej wodę w roślinie<sup>R</sup>;
- planuje i przeprowadza doświadczenie wykazujące występowanie płaczu roślin<sup>R</sup>;
- planuje i przeprowadza doświadczenie porównujące zagęszczenie (mniejsze, większe) i rozmieszczenie (górną, dolną stronę blaszki liściowej) aparatów szparkowych u roślin różnych siedlisk<sup>R</sup>;
- planuje i przeprowadza doświadczenie wykazujące występowanie gutacji<sup>R</sup>;
- planuje i przeprowadza doświadczenie określające wpływ stężenia roztworu glebowego na pobieranie wody przez rośliny<sup>R</sup>;
- planuje i przeprowadza doświadczenie wykazujące wpływ temperatury, natężenia światła i zawartości dwutlenku węgla na intensywność fotosyntezy<sup>R</sup>;
- planuje i przeprowadza doświadczenie określające wpływ wybranych czynników (woda, temperatura, światło, dostęp do tlenu) na proces kiełkowania nasion<sup>R</sup>;
- planuje i przeprowadza obserwacje różnych typów kiełkowania nasion (epigeiczne i hypogeiczne) i wykazuje różnice między nimi<sup>R</sup>;
- planuje i przeprowadza doświadczenie wykazujące rolę liścieni we wzroście i rozwoju siewki rośliny<sup>R</sup>;
- planuje i przeprowadza doświadczenie wykazujące wpływ etylenu na proces dojrzewania owoców<sup>R</sup>;
- planuje i przeprowadza doświadczenie wykazujące różnice fototropizmu korzenia i pędu<sup>R</sup>;
- planuje i przeprowadza doświadczenie wykazujące różnice geotropizmu korzenia i pędu<sup>R</sup>;
- planuje i przeprowadza obserwację termonastii wybranych roślin<sup>R</sup>;
- planuje i przeprowadza doświadczenie wykazujące rolę stożka wzrostu w dominacji wierzchołkowej u roślin<sup>R</sup>;
- planuje i przeprowadza doświadczenie sprawdzające warunki trawienia skrobi<sup>R,P</sup>;
- planuje i przeprowadza doświadczenie wykazujące różnice w zawartości dwutlenku węgla w powietrzu wdychanym i wydychanym<sup>R,P</sup>;
- planuje i przeprowadza doświadczenie mające na celu zbadanie zakresu tolerancji ekologicznej w odniesieniu do wybranego czynnika środowiska<sup>R,P</sup>;
- planuje i przeprowadza doświadczenie wykazujące oddziaływania antagonistyczne między osobnikami wybranych gatunków<sup>R,P</sup>;
- rozpoznaje elementy budowy komórki eukariotycznej na preparacie mikroskopowym<sup>R,P</sup>;
- planuje i przeprowadza obserwację zjawiska plazmolizy<sup>R</sup>;
- dokonuje obserwacji mikroskopowych ruchów cytoplazmy w komórkach roślinnych<sup>R</sup>;
- rozpoznaje (na preparacie mikroskopowym, na schemacie, rysunku, mikrografii) poszczególne etapy mitozy i mejozy<sup>R</sup>;



- ustala przynależność gatunkową organizmu, stosując właściwy klucz do oznaczania organizmów<sup>R</sup>;
- zakłada hodowlę protistów słodkowodnych i obserwuje wybrane czynności życiowe tych protistów<sup>R</sup>.

Podstawa programowa w zakresie podstawowym oraz rozszerzonym w dużej mierze ukierunkowana została na zagadnienia związane z szeroko pojętą wiedzą o funkcjonowaniu organizmu człowieka, ze szczególnym uwzględnieniem profilaktyki chorób, w tym uzależnień. Kształcenie w tym zakresie służy integrowaniu wiedzy dotyczącej różnych poziomów organizacji organizmu człowieka, regulacji i adaptacji czynnościowych organizmu, w tym sprzężeń zwrotnych, przeciwdziałających zakłóceniom i utrzymujących jego homeostazę. Uczniowie powinni rozumieć, w jaki sposób czynniki genetyczne, chorobotwórcze i środowiskowe wpływają na organizm człowieka, aby w przyszłości móc świadomie decydować o własnym zdrowiu i proponowanych strategiach terapeutycznych. Ważne jest zapewnienie właściwej proporcji między niezbędnymi informacjami o mechanizmach molekularnych a działaniem regulacji i adaptacji ogólnoustrojowych. W dobie możliwości natychmiastowego uzyskiwania dostępu do informacji, w procesie kształcenia uczniów powinno się zwracać uwagę na rozumienie szlaków metabolicznych i ich wzajemnych powiązań, ich rolę biologiczną, to, gdzie i jakich informacji należy szukać na schematach szlaków metabolicznych podczas rozwiązywania problemów, zamiast wymagania zapamiętywania dużej ilości szczegółów, o ile nie zmniejsza to rozumienia nauczanych treści. Istotne jest rozwijanie u uczniów pojęciowego rozumienia zasad, a także dostarczanie narzędzi, które w przyszłości umożliwią im selekcjonowanie ogromnej ilości dostępnych informacji z tego zakresu oraz ocenę dowodów za nimi stojących.

W podstawie programowej dla poziomu rozszerzonego w sposób zamierzony nie ujęto nauki o człowieku jako odrębnej dyscypliny, aby traktować gatunek ludzki jako integralną część świata organizmów i środowiska przyrodniczego. Treści dotyczące anatomii i fizjologii człowieka zostały wkomponowane w dział dotyczący funkcjonowania zwierząt.

Należy zauważyć, że nauczanie – uczenie się treści dotyczących różnorodności organizmów powinna przenikać perspektywa ewolucyjna i ma ono polegać na rozszerzaniu wiedzy nabytej w szkole podstawowej – doskonaleniu umiejętności wskazywania cech budowy organizmów, ich fizjologii jako wyrazu adaptacji bądź konsekwencji życia w określonym środowisku. Tak więc podejście porównawcze i środowiskowe powinno służyć głębszemu wglądowi w funkcjonowanie organizmów. Kształcenie w zakresie różnorodności organizmów, ich funkcjonowania należy ukierunkować na szukanie odpowiedzi na pytania: „dlaczego” i „jak”, a nie tylko opisywanie struktur, funkcji lub regulacji; powinno także uwzględniać podstawową wiedzę z zakresu chemii i fizyki oraz być powiązane z intensywnymi badaniami ostatnich lat i otwierającymi się w związku z nimi perspektywami. Istotne jest, aby uczniowie rozumieli życie na Ziemi w kategoriach historii i przyszłości – zmieniających się form życia i ekosystemów, które powstały

i zmieniły się w ciągu miliardów lat, a także znali mechanizmy tych zmian. Uczniowie powinni być także wdrażani do rozumienia konieczności ochrony różnorodności biologicznej. Ważne jest kształtowanie szacunku dla środowiska przyrodniczego oraz poczucia współodpowiedzialności za jego stan. Warunkiem i sposobem realizacji treści z zakresu ekologii i różnorodności organizmów powinny być między innymi zajęcia terenowe, podczas których uczniowie będą obserwowali i rozpoznawali organizmy typowe dla danego regionu oraz zjawiska zachodzące w określonym ekosystemie, tak aby w przyszłości byli w stanie rozwiązywać lokalne lub globalne problemy środowiskowe.





---

# Wskazówki metodyczne

---

Dorota Mościcka, Adam Pukocz, Izabela Ziętara

## Metoda naukowa

Metoda rozumiana szeroko oznacza sposób postępowania składający się z etapów, które należy poczynić w określonym porządku, aby osiągnąć pewien cel; metoda naukowa oznacza sposób rozwiązywania problemów teoretycznych lub praktycznych<sup>9</sup>. Metoda jest sposobem postępowania określonym przez dyrektywy, reguły. Stanowi proces powtarzalny, systematyczny, skierowany na realizację określonego celu poprzez dobór odpowiednich środków<sup>10</sup>.

Metoda naukowa uważana jest za narzędzie opisu, wyjaśnienia i rozumienia świata, za pomocą którego naukowcy szukają odpowiedzi na postawione pytania oraz budują niearbitralny, wiarygodny i spójny obraz świata<sup>11</sup>. Proces poznania naukowego obejmuje obserwację, badanie, testowanie, wnioskowanie, komunikowanie i stosowanie. Należy pamiętać, że proces poznania naukowego jest złożony i może przyjmować wiele różnych ścieżek.

Badania naukowe mogą być dokonywane bezpośrednio za pomocą własnych zmysłów lub pośrednio za pomocą narzędzi.

Badacze formułują swoje pomysły – hipotezy – na temat budowy i funkcjonowania świata przyrody. Aby hipoteza mogła zostać uznana za naukową, musi być przynajmniej w teorii weryfikowalna, tzn. musi istnieć sposób, aby ją przetestować. Najczęściej hipotezy weryfikuje się poprzez falsyfikację – stara się znaleźć dowody, które przeczą postawionej hipotezie. Jeżeli się to uda, to taką hipotezę się odrzuca i przyjmuje alternatywne rozwiązanie problemu.

**Obserwacja** – jako metoda naukowa jest procesem uważnego i celowego postrzegania, który stanowi część metod badania naukowego. Postrzeganie to może mieć charakter jakościowy (czy jest i jakie jest?) lub ilościowy (liczenie i pomiar przedmiotów)<sup>12</sup>. W trakcie obserwacji nie ingeruje się w badany układ lub obiekt. W obserwacji można wyróżnić trzy główne etapy – postrzeganie, gromadzenie oraz interpretowanie. Obserwacja określa sposoby przygotowania i zastosowania technik badań oraz narzę-

---

<sup>9</sup> Hajduk Z., (2001), *Ogólna metodologia nauk*, Lublin: KUL.

<sup>10</sup> Bronk A., (2006), *Metoda naukowa*, „Nauka”, 1.

<sup>11</sup> Bronk A., (2006), *Metoda naukowa*, „Nauka”, 1.

<sup>12</sup> Hajduk Z., (2001), *Ogólna metodologia nauk*, Lublin: KUL.

dzi badawczych, utrwalania spostrzeżeń, sporządzanie formularzy z obserwacji, a także opracowanie wyników badań i naukowych uogólnień. Badacz ujmuje zaobserwowane fakty we wzajemne związki i zależności.

Metodę obserwacyjną cechują: premedytacja, planowość, celowość, aktywność oraz systematyczność<sup>13</sup>.

Obserwację należy odpowiednio przygotować i przeprowadzić. Przygotowanie obserwacji powinno zdeterminować co, kiedy, gdzie, kto i jak będzie obserwował<sup>14</sup>. Jest przeprowadzana w celu rozwiązania ściśle określonego problemu, zadania, gdzie uwaga obserwatora będzie skupiała się tylko na interesujących badacza elementach poznania. Kryterium selekcji zakresu obserwacji powinno być określone ze względu na cel obserwacji. Nie może być ona procesem przypadkowym, zachodzącym jednorazowo. Zalecane jest przeprowadzenie badań próbnych. Należy pamiętać, że obserwacja musi być obiektywna.

**Eksperyment (doświadczenie)** – jako metoda naukowa polega na czynnej modyfikacji zjawiska stanowiącego przedmiot badania, dążąc do poznania zależności przyczynowych pomiędzy składnikami lub warunkami przebiegu badanego zjawiska. Obejmuje konieczność przewidywania, pod wpływem jakich czynników (zmiennych niezależnych) można osiągnąć określone stany badanych parametrów (zmiennych zależnych). Eksperyment naukowy wymaga ustalenia prawdopodobnego, przypuszczalnego kierunku zmian – sformułowania konkretnej hipotezy.

Termin „eksperyment” zazwyczaj oznacza eksperyment kontrolowany, ale czasami są one zbyt trudne lub niemożliwe do przeprowadzenia<sup>15</sup>. W takim przypadku naukowcy uciekają się do eksperymentów wykonywanych w warunkach naturalnych, poza laboratorium. W trakcie wykonywania eksperymentu naturalnego badacz kontroluje tylko część warunków, które mają bezpośredni wpływ na wynik. Eksperyment laboratoryjny przeprowadza się w specjalnie do tego celu zaaranżowanych sztucznych warunkach, co pozwala na kontrolowanie wpływu zmiennych niezależnych na badane zjawisko.

---

<sup>13</sup> Szumski J., (1995), *Wstęp do metod i technik badań społecznych*, Katowice: Śląsk.

<sup>14</sup> Hajduk Z., (2001), *Ogólna metodologia nauk*, Lublin: KUL.

<sup>15</sup> Al-Khalili J., (2009), *The 'first true scientist'*, BBC News, <http://news.bbc.co.uk/2/hi/7810846.stm>. [dostęp: 22 lipca 2019 r.].

## Metody badawcze – porównanie

Obserwacja	Doświadczenie (eksperyment)
<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>W jak najmniejszym stopniu ingeruje się</b> w układ badawczy.</li> <li>• Zmienne są kontrolowane w niewielkim stopniu (przez dobór próby) albo w ogóle.</li> <li>• <b>Nie wyróżnia się zmiennych zależnej i niezależnej</b> – badane zmienne są równorzędne, tzn. nie zakłada się wpływu jednej zmiennej na drugą.</li> <li>• Często <b>brak próby kontrolnej</b> – hipotezy dotyczą korelacji, a więc współwystępowania badanych zmiennych, a nie związków przyczynowo-skutkowych.</li> <li>• Przy braku próby kontrolnej <b>wnioski ograniczają się do określenia wskaźników</b> danego zjawiska.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Celowo prowadzi się w obrębie układu badawczego <b>ściśle określone zabiegi</b> – wprowadza się <b>czynniki – zmienne niezależne</b>.</li> <li>• Jak największa liczba zmiennych jest kontrolowana – ma ten sam poziom we wszystkich próbach.</li> <li>• Prawidłowo skonstruowane <b>próby kontrolne</b> pozwalają stawiać hipotezy na temat badanych czynników – ich bezpośrednich związków przyczynowo-skutkowych z badanymi <b>zmiennymi zależnymi</b>.</li> <li>• <b>Wnioski dotyczą</b> najczęściej <b>wplywu badanego czynnika</b> na określony parametr u konkretnego organizmu.</li> <li>• <b>Powtarzanie badań</b> przy modyfikacjach układu doświadczalnego może prowadzić do uogólnień początkowych wniosków.</li> </ul>

### Kluczowe etapy postępowania badawczego:

- ciekawość poznawcza;
- formułowanie problemu badawczego;
- formułowanie hipotez;
- projektowanie układu badawczego;
- przeprowadzenie badania naukowego;
- analiza i opis wyników;
- wyciąganie wniosków;
- uznawanie alternatywnych objaśnień lub przewidywań;
- prezentowanie procedur i objaśnień naukowych<sup>16</sup>.

Chociaż metoda naukowa jest często przedstawiana jako stała sekwencja kroków, reprezentuje raczej zbiór ogólnych zasad<sup>17</sup>. Nie wszystkie etapy mają miejsce w każdym

<sup>16</sup> Opracowano na podstawie: *Pathways to Inquiry Project, Science Inquiry Skills Framework*, <http://science-inquiry.cloudapp.net>, [dostęp: 22 lipca 2019 r.]; Grajkowski W. i in., *Jak prawidłowo przeprowadzić eksperyment naukowy, czyli codzienne dylematy Karola Dociekliwego*, <http://docplayer.pl/5181698-Jak-prawidlowo-przeprowadzic-eksperyment-naukowy-czyli-codzienne-dylematy-karola-dociekliwego.html>, [dostęp: 22 lipca 2019 r.]; *How science works*, [https://undsci.berkeley.edu/lessons/pdfs/how\\_science\\_works.pdf](https://undsci.berkeley.edu/lessons/pdfs/how_science_works.pdf), (dostęp: 22.07.2019); *Steps of the Scientific Method*, <https://www.sciencebuddies.org/science-fair-projects/science-fair/steps-of-the-scientific-method>, [dostęp: 22 lipca 2019 r.].

<sup>17</sup> *Gauch, H.G., (2003), Scientific Method in Practice, Cambridge: Cambridge University Press.*

badaniu naukowym i nie zawsze występują w tej samej kolejności. Badania naukowe często polegają również na wielokrotnym powtarzaniu tych samych kroków, aby mogły być uwzględnione nowe informacje i pomysły.

### **Ciekawość poznawcza**

Proces badawczy rozpoczyna się, gdy badacz zada pytanie o coś, co obserwuje, np.: *Czy „coś” istnieje? Jak „coś” się dzieje? Dlaczego, tak się dzieje? Skąd wiadomo, że ...? itp.*

### **Formułowanie problemu badawczego**

Sformułowanie problemu badawczego powinno być poprzedzone zapoznaniem się z dotychczasowym stanem wiedzy. Zdarzają się sytuacje, kiedy problem będący przedmiotem zainteresowania został już rozwiązany i trzeba się zastanowić, jaki nowy problem badawczy można sformułować. Pytania, na które nie znajdujemy odpowiedzi, mimo rozpoznania dotychczasowego stanu wiedzy, stanowią podstawę do sformułowania problemu badawczego.

Przed opracowaniem problemu badawczego badacz powinien określić rodzaj badania: jakościowy, ilościowy lub mieszany.

Problem badawczy **doświadczenia** powinien zawierać:

- co najmniej jedną **zmienną niezależną** (czynnik), którego poziom jest różny w próbach badawczej i kontrolnej;
- co najmniej jedną **zmienną zależną**, na temat której stawia się hipotezę, że zależy od poziomu zmiennej niezależnej.

Pytanie badawcze musi być jednoznaczne.

Określenie problemu badawczego nakierunkowuje na sformułowanie określonych hipotez oraz na wybór metod, technik i narzędzi badawczych.

### **Formułowanie hipotez**

Hipoteza jest próbą odpowiedzi na problem badawczy, stanowi naukowe przypuszczenie, prawdopodobne wyjaśnienie badanego zjawiska.

Hipoteza prowadzi do jednego lub więcej przewidywań, które można przetestować – sprawdzić, czy faktycznie tak jest. Przewidywania powinny obejmować zarówno zmienne niezależne (czynniki), jak i zmienne zależne. Można przewidywać wynik eksperymentu w warunkach laboratoryjnych lub obserwację zjawiska w przyrodzie. Przewidywanie może mieć charakter jakościowy lub ilościowy, w tym dotyczyć prawdopodobieństw konkretnych obserwacji.

## Planowanie układu badawczego

Wyznaczanie **zmiennych niezależnych, zależnych** oraz zmiennych, które muszą być **kontrolowane**.

**Zmiennymi** nazywamy parametry (wielkości fizyczne), których wielkość mierzymy lub kontrolujemy w trakcie badań. Eksperyment zazwyczaj ma trzy rodzaje zmiennych: niezależne, zależne i kontrolowane. Wszystkie rodzaje zmiennych mogą mieć charakter ilościowy lub jakościowy – o dwóch lub więcej poziomach (kategoriach).

- **Zmienna niezależna** – czynnik, którym w sposób świadomy manipulujemy w doświadczeniu. Układ badawczy powinien zawierać przynajmniej jedną zmienną niezależną.
- **Zmienna zależna** – parametr, który zmienia się pod wpływem badanego czynnika, tzn. spodziewamy się – formułujemy hipotezę, że jego wielkość zależy od wielkości zmiennej niezależnej.
- **Zmienne kontrolowane** – wszystkie pozostałe parametry i warunki, w których przebiega badanie, a które nie powinny ulec zmianie podczas jego trwania. Wielkości zmiennych kontrolowanych powinny być monitorowane podczas trwania badania.

## Wyznaczanie prób badawczych i kontrolnych

**Próba kontrolna** może stanowić poziom odniesienia dla **próby badawczej**. Różnica wartości zmiennej zależnej między grupą kontrolną a badawczą jest miarą efektu, jaki wywołuje badany czynnik.

**Próba kontrolna** może być skonstruowana także w innym celu – upewnienia się, że podczas eksperymentu wszystko działało, jak należy. Prawidłowo zaplanowana próba kontrolna może np. odpowiedzieć na pytania: *Czy nie doszło do błędów w obsłudze urządzeń?* lub *Czy użyte odczynniki chemiczne działały prawidłowo?*

Dobrze zaplanowane eksperymenty mają często więcej niż jedną próbę kontrolną.

**Zaplanowanie badania w celu weryfikacji hipotezy**, czyli sposobu postępowania mającego na celu odpowiedź na pytania badawcze i sprawdzenie postawionych hipotez.

- Procedura badawcza powinna być tak szczegółowa i kompletna, aby możliwe było wierne powielenie eksperymentu przez innego badacza.
- Procedura badawcza powinna uwzględniać zasady próbkowania, dobór narzędzi pomiarowych oraz metod statystycznej analizy danych wraz z wnioskowaniem.
- W miarę możliwości osobniki powinny być losowo przydzielane do poszczególnych grup – badawczych i kontrolnych.

- Im mniejszej różnicy się spodziewamy między grupami i im większa zmienność międzypersonalna, tym większe muszą być liczebności prób, aby wystarczająco precyzyjnie określić wielkość efektu badanego czynnika.

### Przeprowadzanie badania naukowego

W toku badań otrzymuje się surowe wyniki (zazwyczaj odczyty urządzeń pomiarowych), które wymagają później dalszego opracowania. Zwykle przed badaniami właściwymi przeprowadza się badania pilotażowe, które mają na celu sprawdzenie technicznych możliwości przeprowadzenia badania oraz weryfikacji postawionych hipotez za pomocą wybranych narzędzi i technik.

Przeprowadzanie badania właściwego obejmuje:

- dokonywanie pomiarów za pomocą odpowiednich technik i narzędzi;
- zapisywanie wyników pomiarów z **użyciem** wybranych jednostek miary;
- porównywanie, grupowanie i/lub porządkowanie wyników pomiarów (klasyfikowanie).

### Analiza i opis wyników

Surowe wyniki (odczyty urządzeń pomiarowych) wymagają analizy i opisu, aby można było na ich podstawie wyciągnąć wnioski.

Np. dla danych o charakterze ciągłym często oblicza się w każdej z grup wartości średnie oraz miary rozrzutu, jak np. odchylenie standardowe. Dla wartości średnich określa się niepewność ich oszacowania, uwzględniając odchylenie standardowe oraz wielkość próby – im mniejsze różnice między pomiarami, i im więcej pomiarów, tym dokładniejsze jest oszacowanie średniej. Wyniki analiz wykorzystuje się następnie do określenia, czy na pewno obserwowane między próbami różnice znajdują odzwierciedlenie w większych populacjach, z których były pobierane próby – na tym polega statystyczna analiza danych.

Analiza i opis danych powinny obejmować:

- tworzenie i stosowanie **różnych** form graficznej prezentacji danych;
- identyfikację związków i zależności pomiędzy zmiennymi;
- **analizę statystyczną** prowadzącą do interpretacji wyników i wnioskowania.

### Wyciąganie wniosków

Wnioskowanie polega na skonfrontowaniu uzyskanych wyników z postawioną hipotezą:

- Czy udało się ją **sfalsyfikować** (zweryfikować negatywnie), a zatem należy ją **odrzuć**?
- Czy udało się ją **potwierdzić** (zweryfikować pozytywnie), a zatem należy ją **przyjąć**?
- A może w dalszym ciągu nie wiadomo, czy hipoteza jest prawdziwa, czy fałszywa – badania nie prowadzą do żadnych konkretnych wniosków?



Jeżeli badania nie dały odpowiedzi na postawione pytanie badawcze – nie udało się zweryfikować postawionych hipotez, to należy się zastanowić, co było tego przyczyną. Być może po prostu liczebności prób były za małe i w związku z tym niepewności związane oszacowaniami wielkości zmiennych są zbyt duże? W takim wypadku należy powtórzyć badania z uwzględnieniem większej liczby osobników. A może zostały popełnione jakieś błędy na etapie planowania doświadczenia lub analizy wyników? Być może da się je skorygować, stosując inne metody opracowania surowych wyników... a może trzeba powtórzyć od początku całe doświadczenie?

**Ćwiczenie 1.**

Przeanalizuj podstawę programową biologii w celu wyszukania treści dotyczących planowania obserwacji i doświadczeń, oraz sformułuj problem badawczy do wybranego doświadczenia lub obserwacji.

**Ćwiczenie 2 A.**

Określ zmienną niezależną, zależną oraz zmienne kontrolowane w doświadczeniu, którego celem jest zbadanie *wpływu różnych stężeń IAA (auksyny) na wzrost wydłużeniowy komórek epikotyli siewek grochu*.

**Przykładowe rozwiązanie**

**Zmienna niezależna:** Różne stężenia roztworu auksyny (I: 0,01 mM; II: 0,1 mM; III: 1 mM i IV: 10 mM). (UWAGA! Skala logarytmiczna! Zastanów się nad konsekwencjami jej zastosowania na etapie wyciągania wniosków).

**Zmienne zależne:** Przyrost długości epikotyli w ciągu 12 h.

**Zmienne kontrolowane:**

- Początkowa długość epikotyli siewek grochu.
- Ilość dostępnej wody dla każdego z epikotyli.
- Warunki oświetlenia, temperatura, wilgotność powietrza.

**Ćwiczenie 2 B.**

Zaplanuj przebieg tego doświadczenia, w którym uwzględnisz: kształt prób badawczych i kontrolnej, sposób przydzielania epikotyli do prób, sposób rejestracji, opracowywania i prezentowania wyników.

**Przykładowe rozwiązanie**

**Próby badawcze:** cztery szalki po pięć fragmentów epikotyli – każdy długości 5 mm. Każda z szalek z innym stężeniem wodnego roztworu auksyny (I: 0,01 mM; II: 0,1 mM; III: 1 mM i IV: 10 mM).

**Próba kontrolna:** jedna szalka z pięcioma fragmentami epikotyli – każdy o długości 5 mm, z dostępem jedynie do czystej wody, tzn. bez dodatku auksyny.

**Przydzielanie epikotyli do grup (szalek):** losowe (pełna randomizacja).

**Rejestrowanie wyników:** pomiar długości każdego z fragmentów epikotyli po 12 h za pomocą linijki.

**Opracowanie wyników:** obliczenie dla każdego z fragmentów epikotyli wielkości przyrostu, a następnie w obrębie każdej z pięciu grup obliczenie średniej, odchylenia standardowego i błędów standardowych.

**Prezentacja wyników:** wykres liniowy.

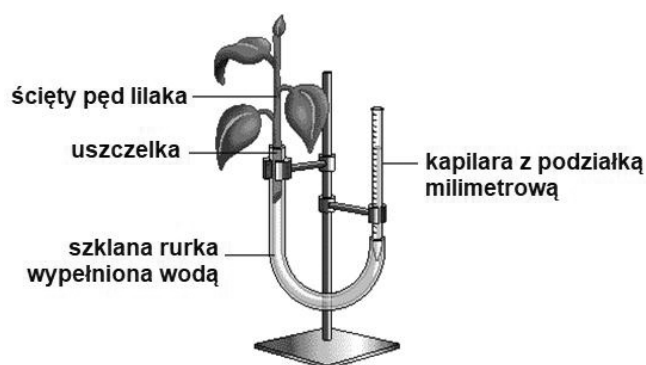
### Ćwiczenie 3.

#### Opis doświadczenia – problem badawczy, układ doświadczalny i wnioskowanie

Kwas abscysynowy (ABA) jest wytwarzany w liściach rośliny w warunkach niedoboru wody w glebie i wpływa na ruchy aparatów szparkowych, co wpływa na proces transpiracji.

Przygotowano cztery zestawy doświadczalne A–D (po trzy próby w każdym), do których użyto pędów lilaka z liśćmi o jednakowej wielkości. Liście lilaka w dwóch zestawach opryskano syntetycznym kwasem abscysynowym (ABA), a w dwóch – pozostawiono bez oprysku. Następnie po dwa zestawy (z opryskiem i bez oprysku ABA) umieszczono w warunkach niskiej (20%) i wysokiej (90%) wilgotności powietrza, w temperaturze 25°C i w równomiernym oświetleniu. Podczas doświadczenia co 10 minut odczytywano z podziałki poziom wody w kapilarach. Doświadczenie powtórzono trzy razy.

Na rysunku przedstawiono jeden z przygotowanych zestawów, a w tabeli – schemat przebiegu doświadczenia.



Zestaw	A	B	C	D
Oprysk ABA	(+)	(-)	(+)	(-)
Wilgotność powietrza	20%		90%	

Na podstawie: [http://www.phschool.com/science/biology\\_place/labbench/lab9/design.html](http://www.phschool.com/science/biology_place/labbench/lab9/design.html)  
[https://cke.gov.pl/images/\\_EGZAMIN\\_MATURALNY\\_OD\\_2015/Arkusze\\_egzaminacyjne/2019/formula\\_od\\_2015/biologia/MBI-R1\\_1P-192.pdf](https://cke.gov.pl/images/_EGZAMIN_MATURALNY_OD_2015/Arkusze_egzaminacyjne/2019/formula_od_2015/biologia/MBI-R1_1P-192.pdf) [dostęp: 22 lipca 2019 r.].

1. Sformułuj problem badawczy do przedstawionego doświadczenia.
2. Określ znaczenie zestawu B i zestawu D w przeprowadzonym doświadczeniu.
3. Określ, dlaczego w doświadczeniu użyto liści o jednakowej wielkości.
4. Wyjaśnij, dlaczego największy ubytek wody wystąpił w zestawie B.

### **Przykładowe rozwiązanie**

1. Wpływ kwasu abscysynowego na transpirację w liściach bzu lilaka w warunkach różnej wilgotności.
2. Zestaw B jest zestawem kontrolnym dla zestawu A; zestaw D jest zestawem kontrolnym dla zestawu C.
3. W zestawie badawczym użyto liści jednakowej wielkości, aby uzyskane wyniki badania – różny ubytek wody w kapilarach – był wywołany jedynie badanymi czynnikami, tj. różnicą wilgotności i działaniem lub brakiem działania ABA. Zastosowanie liści o różnych powierzchniach stanowiłoby dodatkową zmienną (niebadaną w doświadczeniu), która miałaby wpływ na uzyskane wyniki.
4. Największy ubytek wody nastąpił w zestawie B, ponieważ intensywność transpiracji była tam największa, gdyż różnica w potencjale wody między rośliną a otoczeniem była znaczna – roślina z tego zestawu była umieszczona w środowisku o niskiej wilgotności powietrza a aparaty szparkowe były otwarte (brak wpływu ABA, które stymuluje zamykanie aparatów szparkowych).

## **Opracowanie, analiza i interpretacja wyników badań w oparciu o proste analizy statystyczne**

Zgodnie z celami kształcenia – wymaganiami ogólnymi podstawy programowej biologii, zarówno w zakresie podstawowym – wymagania ogólne III.3), IV.2), jak i w zakresie rozszerzonym – wymagania ogólne II.3) i 4), III.2) w doskonaleniu umiejętności planowania przeprowadzania obserwacji i doświadczeń oraz wnioskowaniu w oparciu o wyniki badań powinno się, przynajmniej w części ujętych w podstawie programowej doświadczeń i obserwacji, uwzględnić elementy statystyki w celu opracowania, analizy i interpretacji wyników badań.

Zapisy podstawy programowej biologii nie precyzują, jakie obliczenia statystyczne należy zastosować w opracowaniu oraz analizie wyników obserwacji i doświadczeń. Zastosowanie ma w tym przypadku korelacja przedmiotowa biologii i matematyki w zakresie statystyki. Zagadnienia dotyczące średniej arytmetycznej realizowane były już w szkole podstawowej w klasie VII i VIII – wymaganie szczegółowe XIII. *Odczytywanie danych i elementy statystyki opisowej. Uczeń: 3) oblicza średnią arytmetyczną kilku liczb*, natomiast w liceum i technikum w zakresie podstawowym, *uczeń oblicza średnią arytmetyczną i średnią ważoną, znajduje medianę i dominantę; oblicza odchylenie standardowe zestawu danych (także w przypadku danych odpowiednio pogrupowanych),*

*interpretuje ten parametr dla danych empirycznych* – treści kształcenia – wymagania szczegółowe XII.3) i 4). Należy podkreślić, że obliczenie wymienionych parametrów nie jest wystarczające, aby wypełnić kryteria analizy statystycznej w opracowaniu wyników badań. Najważniejsza jest ich poprawna interpretacja, w szczególności uwzględniająca liczebność próby – im mniejsze różnice między pomiarami (mniejsze odchylenie standardowe), i im więcej pomiarów (większa liczebność próby), tym dokładniejsze jest oszacowanie średniej.

### **Cele wprowadzenia elementów statystyki w podstawie programowej biologii**

Dokonując jakichkolwiek pomiarów – np. długości liści buka, uczniowie szybko dojdą do wniosku, że wartości otrzymywane dla poszczególnych liści różnią się, i to być może w znacznym stopniu. Podobnie średnie wyniki obliczane na podstawie serii pomiarów otrzymane niezależnie przez kilkoro uczniów będą się różniły między sobą. Statystyka pozwala opisać tę zmienność – zarówno pojedynczej serii pomiarów, jak i wartości średnich uzyskiwanych w kolejnych powtórzeniach doświadczenia lub obserwacji. Dzięki statystyce można określić zakres zmienności cechy i ujawnić niepewność związaną z oszacowaniem wartości średniej. Statystyka chroni przed wyciąganiem pochopnych wniosków na podstawie porównywania średnich z próby, które są tylko lepszym lub gorszym przybliżeniem szacowanych wartości dla interesującej nas populacji lub procesu.

Przykłady doświadczeń i obserwacji ujętych w podstawie programowej biologii, w których możliwe lub wskazane jest zastosowanie prostych analiz statystycznych podczas opracowywania uzyskanych wyników. Uczeń:

- planuje i przeprowadza doświadczenie określające wpływ stężenia roztworu glebowego na pobieranie wody przez rośliny;
- planuje i przeprowadza doświadczenie wykazujące wpływ temperatury, natężenia światła i zawartości dwutlenku węgla na intensywność fotosyntezy;
- planuje i przeprowadza doświadczenie określające wpływ wybranych czynników (woda, temperatura, światło, dostęp do tlenu) na proces kiełkowania nasion;
- planuje i przeprowadza doświadczenie wykazujące rolę liścieni we wzroście i rozwoju siewki rośliny;
- dokonuje obserwacji cech populacji wybranego gatunku (zarówno w zakresie rozszerzonym, jak i podstawowym).

Ponadto, zgodnie z wymaganiem ogólnym II.4) podstawy programowej z zakresu rozszerzonego, zalecane jest także odnoszenie się do wyników uzyskanych przez innych badaczy, w tym włączanie ich do wspólnej analizy statystycznej.

## Podstawowe pojęcia z zakresu statystyki – średnia arytmetyczna, średnia ważona, mediana, dominanta, odchylenie standardowe i błąd standardowy

**Średnia arytmetyczna** jest to iloraz sumy obserwacji (pomiarów) i liczebności próby.

$$\bar{x} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n X_i = \frac{x_1 + x_2 + \dots + x_n}{n}$$

Średnia, podobnie jak mediana, jest jedną z miar tendencji centralnej. W porównaniu do mediany jest jednak dużo bardziej wrażliwa na obserwacje odstające, do których zalicza się m.in. grube błędy pomiarowe. Np. jeden błędny pomiar, gdzie przez nieuwagę został przesunięty przecinek dziesiętny i zamiast 11,2 kg zostało zapisane 112,0 kg, w znacznym stopniu zniekształca wartość średniej masy ciała obliczonej dla żłobkowej grupy dzieci w wieku od 6 do 18 miesięcy.

$$X = \{9,3; 14,6; 112,0; 13,7; 12,9\}; \bar{x} = 32,5[\text{kg}]$$

Jeżeli nie wiemy, skąd się wziął błąd, a więc nie możemy go skorygować, należy bezwzględnie usunąć taką obserwację ze zbioru danych przed wykonaniem obliczeń.

$$X' = \{9,3; 14,6; 13,7; 12,9\}; \bar{x}' = 12,625[\text{kg}]$$

Średnia arytmetyczna  $\bar{x}$  obliczana na podstawie próby jest oszacowaniem (estymatorem) faktycznej wartości średniej  $\mu$  (mi), która cechuje populację, z której była pobierana próba lub proces, który te próby generował. Jest to estymator nieobciążony, tzn. co prawda jego wielkość waha się od próby do próby, ale oscyluje ona wokół faktycznej wartości, którą szacujemy.

**Średnia ważona** – średnia elementów, którym przypisywane są różne wagi (znaczenia) w ten sposób, że elementy o większej wadze mają większy wpływ na średnią.

$$\bar{x} = \frac{\sum_{i=1}^n w_i x_i}{\sum_{i=1}^n w_i} = \frac{w_1 x_1 + w_2 x_2 + \dots + w_n x_n}{w_1 + w_2 + \dots + w_n}$$

### Problem:

Trzech uczniów dokonało pomiarów długości liści buka, każdy z nich określił średnią arytmetyczną ze swoich pomiarów odpowiednio: pierwszy uczeń zmierzył długość 5 liści i uzyskał średni wynik 80 mm, drugi uczeń zmierzył długość 20 liści i uzyskał średni wynik 50 mm, a trzeci uczeń zmierzył długość 30 liści i otrzymał średni wynik 55 mm.

Ile wynosi średnia długość liścia buka uwzględniająca wszystkie pomiary?

**Rozwiązanie:**

Aby prawidłowo obliczyć średnią ze wszystkich 55 pomiarów, należy największą wagę przyłożyć do wartości średniej otrzymanej przez trzeciego ucznia – jego średnia arytmetyczna została obliczona na podstawie największej liczby pomiarów, a więc spodziewamy się, że jej oszacowanie jest najdokładniejsze.

$$\bar{X} = \frac{5 \times 80 + 20 \times 50 + 30 \times 55}{5 + 20 + 30} = \frac{3050}{55} \approx 55,5 [mm]$$

Warto zauważyć, że zastosowanie wag równych liczebnościom poszczególnych prób dało w liczniku sumę wszystkich pomiarów, a w mianowniku – liczbę wszystkich pomiarów. Błędem w tym przypadku byłoby obliczenie średniej arytmetycznej średnich.

$$\bar{X} \neq \frac{80 + 50 + 55}{3} = 61,6(6) \approx 61,7 [mm]$$

**Dominanta** – wartość najczęściej występująca w badanej próbie. Jest to kolejna miara tendencji centralnej. Np. badając 50 gniazd pewnego gatunku ptaka, znaleziono w 10 gniazdach po 4 pisklęta, w 30 po 5 piskląt, w 5 po 6 piskląt, a pozostałych 5 – po 7 piskląt.

Wartością najczęściej występującą w tym zbiorze danych jest 5 piskląt.

**Mediana** – wartość cechy w zbiorze uporządkowanym rosnąco lub malejąco, powyżej i poniżej której znajduje się jednakowa liczba obserwacji.

Dla zbioru o nieparzystej liczbie elementów medianę stanowi wartość środkowa, np. dla pięcioelementowego uporządkowanego zbioru  $X = \{12, 15, 21, 33, 44\}$  mediana wynosi 21 – jest to trzeci element zbioru.

W przypadku parzystej liczby obserwacji należy wyciągnąć wartość średnią z dwóch środkowych obserwacji, np. dla uporządkowanego zbioru  $X' = \{12, 15, 21, 33\}$  mediana to średnia arytmetyczna drugiego i trzeciego elementu  $\bar{x}_{2,3} = \frac{15 + 21}{2} = 18$ .

Warto zauważyć, że mediana jest nieczuła na wartości skrajne. Np. przemnożenie piątego pomiaru w zbiorze  $X$  przez 10 (podstawienie 440 w miejsce 44) nie zmieni mediany, ale zmieni znacząco wartość średniej arytmetycznej.

**Odchylenie standardowe** – miara rozrzutu wyników wokół wartości średniej.

$$s = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}{n - 1}}$$



1. Dla próby losowej  $X$  należy najpierw obliczyć **średnią arytmetyczną**:  $\bar{x}$ .
2. Następnie określa się **odchylenie** (odległość) **każdej z obserwacji od wartości średniej**:  $x_i - \bar{x}$ .
3. Obliczone różnice podnosi się do kwadratu i sumuje  $\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2$ . Uzyskana wielkość nazywa się **sumą kwadratów odchyleń** – w domyśle odchyleń poszczególnych obserwacji od średniej arytmetycznej.
4. Sumę kwadratów odchyleń należy podzielić przez liczebność próby pomniejszoną o jeden:  $\frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}{n-1}$ . W ten sposób otrzymujemy tzw. **średni kwadrat – wariancję**.
5. Pierwiastek kwadratowy wyciągnięty ze średniego kwadratu nazywamy **oszacowaniem** (estymatorem) **odchylenia standardowego** w populacji generalnej – tej, z której pobieraliśmy próbę. Estymator ten, oznaczany za pomocą małej litery  $s$ , jest asymptotycznie nieobciążony, a więc wraz ze wzrostem liczebności próby coraz bardziej zbliża się do faktycznej wielkości odchylenia standardowego, oznaczanej grecką literą  $\sigma$  (sigma), mimo że dla małych prób jego wielkość jest wyraźnie zaniżona.

**Przykład rachunkowy:**

Parametr	Wartość
1. Zbiór danych (próba losowa)	$X = \{8, 9, 6, 8\}$
2. Liczba pomiarów (moc zbioru)	$n = 4$
3. Suma pomiarów	$\sum_{i=1}^n x_i = x_1 + x_2 + \dots + x_n = 31$
4. Średnia pomiarów	$\bar{x} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_i = \frac{x_1 + x_2 + \dots + x_n}{n} = 7,75$
5. Odchylenia od średniej	$x_i - \bar{x} = \{0,25; 1,25; -1,75; 0,25\}$
6. Kwadraty odchyleń	$(x_i - \bar{x})^2 = \{0,0625; 1,5625; 3,0625; 0,0625\}$
7. Suma kwadratów odchyleń	$\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2 = 4,75$
8. Średni kwadrat (wariancja)	$s^2 = \frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}{n-1} = \frac{4,75}{3} = 1,583333$
9. Odchylenie standardowe	$s = \sqrt{s^2} = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}{n-1}} = \sqrt{1,583333} \approx 1,26$

## Interpretacja odchylenia standardowego dla danych empirycznych

1. Należy pamiętać, że średnia arytmetyczna  $\bar{x}$  oraz odchylenie standardowe  $s$  obliczone z próby są jedynie estymatorami faktycznych parametrów próbkowanego rozkładu oznaczanych jako  $\mu$  oraz  $\sigma$ , charakteryzujących badaną populację lub proces.
2. Im mniejsze jest odchylenie standardowe, tym wyniki są bardziej skupione wokół wartości średniej – zmienność jest mniejsza.

### Uwagi końcowe

Wprowadzając elementy statystyki w nauczaniu biologii, należy pamiętać, że do obliczenia średniej, mediany, dominanty czy odchylenia standardowego można wykorzystać dowolny arkusz kalkulacyjny, wypełniając wymogi zapisów preambuły podstawy programowej kształcenia ogólnego III etapu edukacyjnego. Takie postępowanie kształtuje umiejętności kreatywnego rozwiązywania problemów z różnych dziedzin ze świadomym wykorzystaniem metod i narzędzi wywodzących się z informatyki oraz sprawnego posługiwania się nowoczesnymi technologiami informacyjno-komunikacyjnymi.

Ręczne obliczenia, ewentualnie z użyciem prostych lub naukowych kalkulatorów, zaleca się jedynie na początkowym etapie kształcenia, wyłącznie dla lepszego zrozumienia i zapamiętania nowo wprowadzanych pojęć. Na kolejnych etapach nauki najważniejsza jest umiejętność posługiwania się komputerem do wykonania obliczeń oraz umiejętność interpretacji wyników i wnioskowania na ich podstawie.

### Ćwiczenie 1.

Średnia liczba jaj w gniazdach pewnego gatunku ptaka zaobserwowana przez czterech uczniów wynosi odpowiednio 8, 9, 6 i 8. Każdy z nich dokonał obserwacji w odpowiednio 3, 4, 5 i 6 gniazdach. **Oblicz średnią wielkość lęgu.**

### Ćwiczenie 2.

Uczniowie dokonali pomiarów pierśnicy drzew (obwód pnia na wysokości 1,3 m).

Pierwszy uczeń zmierzył 5 drzew i otrzymał następujące wyniki [cm]:

125	160	60	120	135
-----	-----	----	-----	-----

Drugi uczeń zmierzył 20 drzew i otrzymał następujące wyniki [cm]:

72	70	68	40	100	50	90	65	73	75
70	74	66	65	110	75	30	66	67	74

Trzeci uczeń zmierzył 40 drzew i otrzymał następujące wyniki [cm]:

41	42	38	50	42	41	29	45	30	36
39	38	39	40	31	40	51	50	43	32
44	41	43	30	43	45	29	68	33	32
40	40	40	40	39	42	35	35	38	46

**Oblicz:**

- średnią arytmetyczną pomiarów każdego ucznia;
- średnią arytmetyczną wszystkich pomiarów (średnią ważoną).

### Ćwiczenie 3.

Badano wpływ temperatury na kiełkowanie nasion wybranej rośliny. W każdej z 30 doniczek wysiano 50 nasion, a następnie przydzielono każdą z doniczek losowo do jednej z trzech grup (A–C), różniących się temperaturą uprawy. W poniższej tabeli przedstawiono surowe wyniki – liczbę nasion, która wykiełkowała w każdej z doniczek.

Grupa	Liczba wykiełkowanych nasion w każdej z doniczek	Mediana
A	5, 28, 31, 24, 30, 0, 16, 20, 29	
B	12, 15, 32, 21, 29, 19, 40, 0	
C	5, 6, 4, 5, 7, 2, 0, 6, 3, 0, 2, 1, 1, 9, 3, 8	

**Oblicz medianę liczby wykiełkowanych nasion w doniczce w podziale na grupy.**

### Ćwiczenie 4.

Poniżej przedstawiono wyniki doświadczenia, w którym badano wpływ określonego stężenia roztworu na pobieranie wody przez wybrany gatunek rośliny. Każdy z trzech zbiorów zawiera wyniki serii powtórzeń w określonych warunkach. Wyniki podano w ml wody, która została pobrana z próbówki w hodowli hydroponicznej.

**Oblicz dominantę (modalną) dla każdego zbioru danych.**

- a) 20, 25, 26, 27, 28, 28, 29, 30, 31, 33, 33, 34, 35, 35, 35, 35, 36, 37, 37, 39, 40

Dominanta: \_\_\_\_\_

- b) 20, 25, 26, 27, 28, 28, 28, 29, 30, 31, 33, 34, 35, 35, 35, 36, 37, 37, 39, 40

Dominanta: \_\_\_\_\_

c) 17, 20, 21, 22, 25, 26, 27, 28, 29, 30, 31, 32, 33, 34, 35, 36, 37, 38, 39, 40

Dominanta: \_\_\_\_\_

### Ćwiczenie 5.

W lesie liściastym koło Biertowic (Pogórze Karpackie) badano zagęszczenie zawilca gajowego (*Anemonenemorosa*) w płacie o powierzchni 10x10 m. Rzucano losowo obręcz o powierzchni 0,0625 m<sup>2</sup> i otrzymano następujące wyniki<sup>18</sup>:

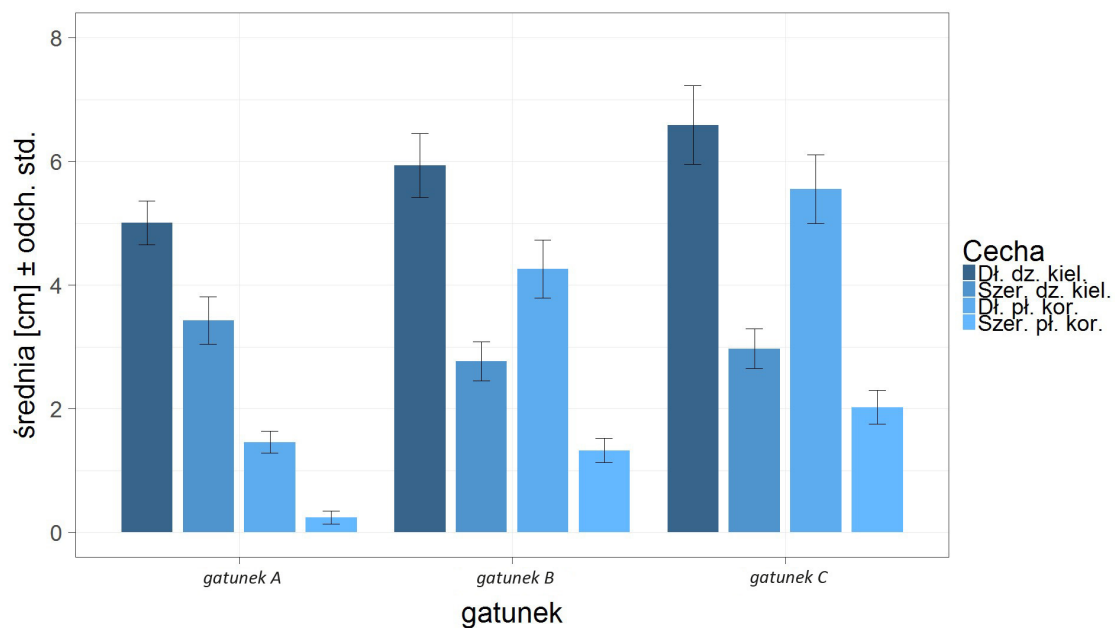
Nr próby	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Liczba okazów	55	66	28	14	1	9	28	46	17	35

**Oblicz odchylenie standardowe liczby okazów.**

### Ćwiczenie 6.

Poniższy wykres przedstawia podsumowanie wyników uzyskanych przez Edgara Andersona w 1935 dla trzech gatunków roślin występujących na kanadyjskim półwyspie Gaspésie. Każda z czterech cech okwiatu (długość i szerokość działek kielicha oraz płatków korony) została zmierzona dla 50 okazów, a następnie przedstawiona w postaci średniej ± odchylenie standardowe.

**Określ, czy cechy kielicha mogą być użyteczne podczas odróżniania okazów gatunku B i C. Odpowiedź uzasadnij, odnosząc się do zmienności badanych cech.**



<sup>18</sup> Górecki A., Kozłowski J., Gębczyński M., (1987), *Ćwiczenia z ekologii*, Kraków-Białystok: Uniwersytet Jagielloński, Filia Uniwersytetu Warszawskiego.

**Rozwiązania:****Ćwiczenie 1.**

$$\bar{x} = \frac{3 \times 8 + 4 \times 9 + 5 \times 6 + 6 \times 8}{3 + 4 + 5 + 6} = 7,6(6)$$

**Ćwiczenie 2.**

a)  $\bar{x}_1 = 120; \bar{x}_2 = 70; \bar{x}_3 = 40$

b)  $\bar{X} = 55,4$ .

(wszystkie wyniki w cm)

**Ćwiczenie 3.**

$$Md_A = 24; Md_B = 20; Md_C = 3,5.$$

**Ćwiczenie 4.**

$$Mo_a = 35; Mo_b = \{28, 35\}; Mo_c = \emptyset.$$

**Ćwiczenie 5.**

$$n = 10$$

$$\sum_{i=1}^n x_i = x_1 + x_2 + \dots + x_n = 299$$

$$\bar{x} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_i = \frac{x_1 + x_2 + \dots + x_n}{n} = 29,9$$

$$x_i - \bar{x} = \{25,1; 36,1; -1,9; -15,9; -28,9; -20,9; -1,9; 16,1; -12,9; 5,1\}$$

$$(x_i - \bar{x})^2 = \{630,01; 1303,21; 3,61; 252,81; 835,21; 436,81; 3,61; 259,21; 166,41; 26,01\}$$

$$\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2 = 3916,9$$

$$s^2 = \frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}{n-1} = \frac{3916,9}{9} = 435,21$$

$$s = \sqrt{s^2} = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}{n-1}} = \sqrt{435,21} = 20,86$$

### **Ćwiczenie 6.**

Przykładowa odpowiedź prawidłowa:

Odchylenia standardowe zarówno długości, jak i szerokości działek kielicha porównywane między gatunkami nakładają się na siebie, a więc znaczna część okazów należących do dwóch różnych gatunków będzie miała podobne wartości cech. Z tego powodu odróżnianie *gatunku B* i *C* na podstawie kielicha prowadziłyby do licznych błędów – cecha jest bezużyteczna.

Przykładowa odpowiedź nieprawidłowa:

Można okazy tych dwóch gatunków odróżnić od siebie na podstawie porównania działek kielicha praktycznie bezbłędnie, ponieważ średnie wartości i długości, i szerokości działek są większe u *gatunku C*.

## Metoda projektu

Obecne wymagania rynku pracy kształtują potrzebę rozwijania kreatywności, samodzielności, współpracy oraz crossowania umiejętności<sup>19</sup>. W związku z tym pojawiła się konieczność sięgania po takie metody kształcenia, które przygotowują młode pokolenie do pracy w społeczeństwie informacyjnym, w wielokulturowych i wielojęzycznych zespołach. Dostrzeżono też konieczność rozwijania kreatywności, samodzielności i odpowiedzialności uczniów. To sprawiło, że metoda projektu znalazła się w centrum zainteresowań w obecnym systemie edukacyjnym.

Metoda ta jest bardzo zbliżona do „nauczania opartego na rozwiązywaniu problemu”, a także warsztatów twórczych czy studium przypadku<sup>20</sup>. Metoda ta aktywizuje, pozwala na pełniejsze wykorzystywanie wiedzy w praktyce oraz lepsze funkcjonowanie społeczne uczniów. Ważny jest nie tylko finalny produkt projektu, ale też sam proces prowadzący do jego wytworzenia. Zatem metoda ta przyczynia się do pełniejszego rozwijania kompetencji kluczowych.

W dokumencie *ZALECENIE RADY z dnia 22 maja 2018 r. w sprawie kompetencji kluczowych w procesie uczenia się przez całe życie*, a dokładniej w załączniku *KOMPETENCJE KLUCZOWE W PROCESIE UCZENIA SIĘ PRZEZ CAŁE ŻYCIE EUROPEJSKIE RAMY ODNIESIENIA* opisano m.in. kompetencje w zakresie przedsiębiorczości<sup>21</sup>.

- *Kompetencje w zakresie przedsiębiorczości to między innymi zdolność wykorzystywania szans i pomysłów oraz przekształcania ich w wartość dla innych osób. Przedsiębiorczość opiera się na kreatywności, krytycznym myśleniu i rozwiązywaniu problemów, podejmowaniu inicjatywy, wytrwałości oraz na zdolności do wspólnego działania służącego **planowaniu projektów mających wartość kulturalną, społeczną lub finansową i zarządzaniu nimi**.*
- *Niezbędna jest znajomość i rozumienie podejść do planowania i **zarządzania projektami**, obejmujących zarówno procesy, jak i zasoby.*
- *Umiejętności w zakresie przedsiębiorczości opierają się na **kreatywności** – obejmującej wyobraźnię, myślenie strategiczne i **rozwiązywanie problemów** – oraz na krytycznej i konstruktywnej refleksji w ramach ewoluujących procesów twórczych i na innowacji. Obejmują one **zdolność pracy samodzielnej i zespołowej, mobilizowania zasobów** (ludzi i przedmiotów) oraz prowadzenia działalności gospodarczej. Uwzględnia to również **zdolność podejmowania decyzji** finansowych związanych z kosztem i wartością. Kluczowe znaczenie ma **zdolność skutecznego komunikowania się i negocjowania** z innymi osobami, a także*

<sup>19</sup> Crossowanie umiejętności to zdolność łączenia i wykorzystywania wiedzy z wielu dziedzin.

<sup>20</sup> Szymański M., *Rozprawa o metodzie (projektów)*

<ftp://dbp.home.pl/Pakiety/Rozprawa%20o%20metodzie%20projektow.pdf>, [dostęp: 22 lipca 2019 r.].

<sup>21</sup> ZALECENIE RADY z dnia 22 maja 2018 r. w sprawie kompetencji kluczowych w procesie uczenia się przez całe życie (Tekst mający znaczenie dla EOG) (2018/C 189/01), [https://eur-lex.europa.eu/legal-content/PL/TXT/PDF/?uri=CELEX:32018H0604\(01\)&from=EN](https://eur-lex.europa.eu/legal-content/PL/TXT/PDF/?uri=CELEX:32018H0604(01)&from=EN), [dostęp: 22 lipca 2019 r.].



radzenia sobie z niepewnością, dwuznacznością i ryzykiem jako elementami procesu podejmowania świadomych decyzji.

- *Metodyki uczenia się, na przykład oparte na samodzielnych poszukiwaniach lub **projektach**, mieszane, oparte na sztuce i na grach, **mogą wzmocnić motywację do uczenia się i zaangażowanie w uczenie się**. Analogicznie, **uczenie się eksperymentalne, uczenie się oparte na pracy i metody naukowe w naukach przyrodniczych, technologii, inżynierii i matematyce (STEM) mogą wspierać rozwój wielu kompetencji**.*
- *Konkretne możliwości nabywania doświadczeń w zakresie przedsiębiorczości, praktyki w firmach lub wizyty przedsiębiorców w instytucjach kształcenia i szkolenia, w tym nabywania praktycznych doświadczeń przedsiębiorczych, takich jak ćwiczenia z kreatywności, start-upy, studenckie inicjatywy na rzecz społeczności, symulacje biznesowe czy uczenie się przedsiębiorczości oparte na projektach, mogą przynosić korzyści w szczególności młodym ludziom, ale również dorosłym i nauczycielom.*

**Z kolei w warunkach realizacji podstawy programowej biologii znajdziemy następujące zapisy:**

- *Duże znaczenie dla rozwoju młodego człowieka oraz jego sukcesów w dorosłym życiu ma nabywanie kompetencji społecznych, takich jak: **komunikacja i współpraca w grupie**, w tym **w środowiskach wirtualnych, udział w projektach zespołowych lub indywidualnych** oraz **organizacja i zarządzanie projektami**.*
- *Zastosowanie metody projektu, oprócz wspierania w nabywaniu opisanych wyżej kompetencji, pomaga również rozwijać u uczniów **przedsiębiorczość i kreatywność** oraz umożliwia stosowanie w procesie kształcenia **innowacyjnych rozwiązań programowych, organizacyjnych lub metodycznych**.*
- *Dużą wagę należy zatem przykładać do kształtowania **umiejętności złożonych**, przydatnych przez całe życie, pomagających zrozumieć świat i samego siebie. Istotną rolę w tym procesie powinno odgrywać **nauczanie oparte na pytaniach, uwzględniające konteksty związane z codziennym życiem, środowiskiem i społeczeństwem oraz nauczanie projektowe, z użyciem metody laboratoryjnej**<sup>22</sup>.*

Jak wynika z powyższych zapisów, metoda projektu jest metodą wymaganą w szkole, m.in. na zajęciach z biologii, z uwagi na konieczność kształtowania kompetencji kluczowych.

Ponadto na potrzebę jej stosowania wskazują wyniki badań PISA.

- *W porównaniu z OECD może nas cieszyć niższy odsetek uczniów najsłabszych, jednak niepokoi niewysoki odsetek uczniów na **najwyższych poziomach umiejętności**, stanowiących przyszłą elitę naukowo-techniczną.*

<sup>22</sup> Podstawa programowa kształcenia ogólnego z komentarzem; Szkoła ponadpodstawowa; Biologia; MEN, 2019, <https://archiwum.men.gov.pl/wp-content/uploads/2018/01/zalacznik-nr-1.pdf>, [dostęp: 22 lipca 2019 r.].

- „[...] konieczne jest zwrócenie większej uwagi na rozszerzanie grupy uczniów biegłych w wykonywaniu operacji najtrudniejszych, **wymagających znacznej samodzielności myślenia [...]**”<sup>23</sup>.

Receptą na te problemy może być metoda projektu. O czym warto pamiętać, stosując tę metodę? Co ją charakteryzuje?

W metodzie tej:

- uczniowie **planują cele, działania** i przewidują ich **efekty**;
- pracują **w zespołach**;
- członkowie zespołu **odpowiadają** za poszczególne zadania;
- zadania członków zespołu polegają na **wyszukiwaniu informacji, ich krytycznej analizie, zaprezentowaniu efektów i ocenie podjętych działań**;
- na czele zespołu stoi **lider**;
- projekt ma określony czas realizacji;
- uczestnicy najpierw planują projekt, a następnie przystępują do jego realizacji;
- harmonogram projektu może być modyfikowany.

Jak wynika z powyższego zestawienia metoda ta zrywa z tradycyjnym nauczaniem. Wspiera **twórczość, inicjatywność, samodzielność i odpowiedzialność** uczniów. Ma także wiele innych zalet, m.in.:

- pozwala na **rozwiązywanie problemów**;
- umożliwia **uczenie się uczniów** poprzez **działanie**;
- pozwala na **odejście od typowych ról** uczniów i nauczycieli;
- doskonali **umiejętność współpracy i wzajemne uczenie się uczniów**;
- uwzględnia **indywidualne** potrzeby, zainteresowania i uzdolnienia;
- wzmacnia **motywację**;
- zapewnia **integrację** wiedzy z zakresu różnych przedmiotów szkolnych i wiedzę pozaszkolną;
- uczy **krytycznego myślenia** podczas sprawdzania hipotez.

Ponadto:

- udział w projektach międzynarodowych rozwija **rozumienie międzykulturowe**;
- użycie TIK w realizacji projektów **wspomaga uczenie się uczniów**, rozwija **kompetencje cyfrowe**, pomaga w dostępie do uczenia się na odległość, do prezentacji i analizy danych oraz do tworzenia multimedialnych prezentacji ich pracy.

Wyróżnia się różne rodzaje projektów, m.in.:

- 1) silnie ustrukturyzowane, słabo ustrukturyzowane;
- 2) przedmiotowe, modułowe, międzyprzedmiotowe;

<sup>23</sup> Program Międzynarodowej Oceny Umiejętności Uczniów OECD PISA. Wyniki badania 2015 w Polsce, <https://www.ibe.edu.pl/images/download/IBE-PISA-raport-2015.pdf>, [dostęp: 22 lipca 2019 r.].

- 3) indywidualne, zespołowe;
- 4) jednorodne, zróżnicowane;
- 5) badawcze, techniczne, biznesowe, przedsięwzięcia;
- 6) zakończone typową prezentacją; w formie przedstawienia efektów pracy.

Realizacja projektu powinna przebiegać w następujących fazach<sup>24</sup>:

1. Zainicjowanie projektu.
2. Dyskusja propozycji projektów z uwzględnieniem możliwości ich realizacji, wybór jednej z nich (wybór tematu i celu projektu).
3. Opracowanie szczegółowego planu działania (harmonogramu).
4. Wykonanie projektu (działania uczniów).
5. Ukończenie projektu (prezentacja efektów realizacji projektu; refleksje, ewaluacja projektu).

Pierwsza faza **zainicjowanie projektu** – to faza wstępna. Charakterystyczną jej cechą jest „otwartość”, brak granic. Propozycje zgłosić może każdy. Pomysły mogą dotyczyć dowolnego tematu, zagadnienia, problemu, działań i inicjatyw. Pomysłów nie należy w żaden sposób ograniczać. Fazę tę można przeprowadzić metodą burzy mózgów.

Druga faza – **dyskusja propozycji** – prowadząca do wyboru tematu i celu projektu. Dyskusja odgrywa bardzo ważną rolę, ponieważ służy rozwijaniu umiejętności komunikowania się w grupie, argumentowania i wnioskowania. W fazie tej uczniowie poszerzają swoją wiedzę na temat dyskutowanych zagadnień. Pełni ona także funkcję motywacyjną.

Na tym etapie istotne są:

- sformułowanie **tematu**;
- określenie **celów** (cel ogólny i cele szczegółowe; cele poznawcze i praktyczne);
- **różnorodność** rozwiązań;
- **pomysłowość, oryginalność**.

Temat powinien kreować sytuacje, w których uczniowie będą **możli wykorzystać swoje wiadomości, umiejętności oraz zdolności**.

Warto też ustalić zasady współpracy – opracować **kontrakt**.

Trzecia faza to **opracowanie szczegółowego planu działania** (harmonogramu). Doskonałe narzędzie do planowania działań projektowych może stanowić konspekt (scenariusz działań). Na tym etapie uczniowie powinni ustalić szczegółowo, co trzeba będzie zrobić i jak będzie wyglądał produkt finalny projektu; określić kryteria sukcesu; zastanowić się, kto może pomóc w realizacji projektu (szanse) i co może stanowić przeszkodę w jego wykonaniu (zagrożenia); zaplanować czas niezbędny na realizację projektu, dokonać podziału pracy.

<sup>24</sup> Szymański M., *Rozprawa o metodzie (projektów)*, <ftp://dbp.home.pl/Pakiety/Rozprawa%20o%20metodzie%20projektow.pdf>, [dostęp: 22 lipca 2019 r.].

Konspekt (scenariusz) działań może zawierać:

- temat i cele projektu;
- uzasadnienie wyboru tematu;
- problemy do rozwiązania;
- harmonogram działań;
- sposób realizacji działań;
- kryteria sukcesu;
- sposób prezentacji efektów projektu;
- ewaluację – sposób oceny projektu.

Czwarta faza to **wykonanie projektu** (działania uczniów). Ten etap trwa z reguły najdłużej. Jest to najważniejszy czas na dokonywanie oceny pracy uczniów<sup>25</sup>. Przedmiotem oceny powinien być bowiem nie tyle sam produkt końcowy projektu, ile jakość działania uczniów. Bardzo ważnym elementem oceny może być współpraca, wywiązywanie się ze zobowiązań, przestrzeganie ustalonych terminów, radzenie sobie z trudnościami i konfliktami, poszukiwanie sprzymierzeńców itp.

Na tym etapie należy zwrócić uwagę na:

- sposoby angażowania uczniów;
- realizację praktycznej strony projektu, np. w postaci eksperymentów, plakatu, albumu, prezentacji multimedialnej, referatu, wystawy, inscenizacji itp.;
- podejmowanie decyzji;
- poszukiwanie, gromadzenie, selekcionowanie i opracowywanie informacji;
- rozwiązywanie problemów;
- samoocenę postępów.

W przypadku projektów badawczych należy pamiętać o przestrzeganiu procedur. Istotne są także **regularne spotkania konsultacyjne, systematyczne obserwacje i ocena postępów uczniów**. To zadanie można realizować z **wykorzystaniem TIK**. Interwencje opiekuna należy ograniczyć wyłącznie do sytuacji kryzysowych (np. brak postępów w pracy zespołu, brak motywacji).

Warto przeprowadzić **monitorowanie i ocenianie** pracy zespołu projektowego trzykrotnie (po upływie: 1/3 czasu; 2/3 czasu i po zakończeniu)<sup>26</sup>.

Ostatni etap to **ukończenie projektu**. Na tym etapie powinna się odbyć **prezentacja efektów realizacji projektu**. Mogą one zostać zaprezentowane np. na forum klasy, szkoły, na zebraniu z rodzicami itp.

<sup>25</sup> Ibidem

<sup>26</sup> Mikina A., Zając B., (2012), *Metoda projektów nie tylko w gimnazjum: poradnik dla nauczycieli i dyrektorów szkół*, Warszawa: ORE.

Elementy prezentacji, o których należy pamiętać:

- 1) stopień realizacji założonych celów;
- 2) plan prezentacji;
- 3) czas prezentacji;
- 4) forma prezentacji;
- 5) liczba osób prezentujących;
- 6) wsparcie graficzne prezentacji (atrakcyjność, czytelność itp.);
- 7) poprawne nazewnictwo.

Podsumowaniem projektu może być sprawozdanie z jego realizacji.

Części sprawozdania:

- tytuł projektu i nazwiska autorów;
- spis treści;
- streszczenie projektu;
- podziękowania (opcjonalnie);
- wstęp;
- warunki realizacji projektu;
- procedura badań;
- pozyskane informacje;
- wnioski;
- rekomendacje;
- bibliografia;
- załączniki.

### **Ocena projektu**

Na ocenę ogólną projektu składają się:

- samoocena ucznia;
- ocena nauczyciela (opiekuna projektu);
- ocena społeczna (inni uczniowie, eksperci, zaproszeni goście).

Elementy, które mogą podlegać ocenie:

- sprawozdanie z projektu;
- wytwory materialne;
- przedsięwzięcia;
- prace grupowe.

Kwestie podlegające ocenie:

- oryginalność tematu;
- zgodność z założonymi celami;
- stopień osiągnięcia celów;
- zawartość merytoryczna pracy;
- logika i czytelność argumentów;
- samodzielność;
- inicjatywa;
- różnorodność źródeł informacji;
- umiejętność doboru i selekcji informacji;
- kompozycja dokumentacji projektu;
- poprawność językowa;
- estetyka pracy.

**Uwaga:** należy przestrzegać przyjętych i uzgodnionych na początku projektu kryteriów jego oceny!

„Stosując metodę projektu, można uzyskać interesujące efekty: kształcić kreatywnych i bogatych w wiedzę absolwentów (...), którzy są **lepiej przystosowani do pracy zawodowej w nowej rzeczywistości społeczeństwa informacyjnego**. Mają szansę być lepiej przygotowani do trudnego i wymagającego rynku pracy. Zdobywają także doświadczenie w pracy w wieloosobowych zespołach i przygotowanie do kierowania nimi”<sup>27</sup>.

---

<sup>27</sup> Lubina E., (2019), *Metoda projektu w procesie dydaktycznym uczelni wyższej*, [http://www.fundacja.edu.pl/organizacja/\\_referaty/25.pdf](http://www.fundacja.edu.pl/organizacja/_referaty/25.pdf), [dostęp: 22 lipca 2019 r.].







[vademecum.ore.edu.pl](http://vademecum.ore.edu.pl)