

# PAKIET MATERIAŁÓW DYDAKTYCZNYCH

do kształcenia na odległość dla nauczycieli  
przedmiotów matematyczno-przyrodniczych  
szkół podstawowych

Projekt „Wsparcie placówek doskonalenia nauczycieli i bibliotek pedagogicznych w realizacji zadań związanych z przygotowaniem i wsparciem nauczycieli w prowadzeniu kształcenia na odległość”

Projekt współfinansowany ze środków Unii Europejskiej w ramach Europejskiego Funduszu Społecznego

Materiał opracowany w ramach grantu przez Joannę Grzesiak, konsultanta Centrum Rozwoju Edukacji Województwa Łódzkiego w Łodzi:

## Spis treści

|  |    |
|--|----|
| O istocie holistycznego podejścia w nauczaniu przedmiotów matematyczno-przyrodniczych w sieci..                                    | 4  |
| Propozycje strategii, metod i technik kształcenia w przestrzeni cyfrowej.....  | 5  |
| I. Kształcenie wyprzedzające .....   | 5  |
| II. WebQuest.....  | 7  |
| III. Metoda projektów w nauczaniu on-line .....  | 10 |
| SCENARIUSZ 1.....  | 13 |
| WPROWADZENIE.....  | 13 |
| TEMAT: Zanim przywieziesz egzotyczną pamiątkę – o międzynarodowej współpracy w celu zapobiegania zagrożeniom przyrody (CITES)..... | 13 |
| PRZEBIEG ZAJĘĆ zgodnie ze strategią kształcenia wyprzedzającego: .....   | 15 |
| BIBLIOGRAFIA .....   | 19 |
| ZAŁĄCZNIKI: .....  | 20 |
| SCENARIUSZ 2.....  | 31 |
| WPROWADZENIE.....  | 31 |
| TEMAT: Zaczęło się od królików... ..   | 32 |
| PRZEBIEG ZAJĘĆ.....  | 33 |
| NETOGRAFIA.....  | 37 |
| ZAŁĄCZNIKI: .....  | 38 |
| SCENARIUSZ 3.....  | 46 |
| WPROWADZENIE.....  | 46 |
| TEMAT: Jak przechwycić węgiel? Zapytaj rośliny!.....   | 46 |
| PRZEBIEG ZAJĘĆ wg. WebQuest: .....   | 48 |
| BIBLIOGRAFIA: .....  | 52 |
| ZAŁĄCZNIKI: .....  | 53 |

## O ISTOCIE HOLISTYCZNEGO PODEJŚCIA W NAUCZANIU PRZEDMIOTÓW MATEMATYCZNO-PRZYRODNICZYCH W SIECI

Nieustannie zastanawiamy się *Jak zwiększyć zainteresowanie uczniów przedmiotami matematyczno-przyrodniczymi?* – to powracający dylemat nauczyciela.

Sposób nauczania przedmiotów ścisłych i przyrodniczych ma wielki wpływ na nastawienie uczniów do tych dziedzin nauki oraz na ich motywację do uczenia się. Nauczanie zagadnień przyrodniczych rozpoczyna się w szkole podstawowej w ramach jednego, zintegrowanego przedmiotu, który ma rozwijać ciekawość poznawczą uczniów ich środowiskiem, dawać im podstawowe informacje o świecie i narzędzia, które umożliwią jego dalsze poznawanie. W kolejnych latach nauki przedmioty przyrodnicze realizowane są w formie dyscyplin akademickich szufladkujących wiedzę, stosujących często odmienną terminologię do opisu tych samych zjawisk, funkcjonujących obok siebie a nie spajających i czyniących wiedzę atrakcyjną.

Wielu badaczy dochodzi do wniosku, że nikłe lub zanikające zainteresowanie uczniów przedmiotami ścisłymi i przyrodniczymi jest częściowo spowodowane *postrzeganiem ich jako zbioru niepowiązanych, pozbawionych kontekstu i wartości informacji, które nie wiążą się z własnymi doświadczeniami uczniów* (Aikenhead, 2005; Osborne, Simon i Collins, 2003; Sjøberg, 2002). Dlatego holistyczne podejście do nauczania przedmiotów matematyczno-przyrodniczych i budowanie związków między nimi jest ważne dla tworzenia nowych sposobów myślenia i budowania wiedzy osobistej.

Lekcje holistyczne pozwalają na stworzenie w umyśle ucznia spójnego obrazu poznawanego świata, gdzie wzajemne przenikają się wątki należące do wielu dyscyplin naukowych. Należy kształcić w uczniach umiejętność swobodnego operowania elementami, łączenia informacji, stwarzania spójnej i logicznej struktury. Przymiotnik „holistyczny” pochodzi od greckiego słowa *holos* i oznacza „całość”. Nauczanie i uczenie się holistyczne charakteryzuje się całościowym, wieloaspektowym podejściem do omawianego zagadnienia, innymi słowy oznacza, że na lekcjach łączy się informacje z różnych przedmiotów.

Holizmowi w nauczaniu sprzyjają określone formy i metody pracy:

- zajęcia terenowe wspomagane IT (obserwacja, praca badawcza, posługiwanie się sprzętem pomiarowym, korelowanie i integrowanie wiedzy w praktyce);

- badania empiryczne (eksperymenty, doświadczenia, integracja pojęć, metodologii, procedur);
- interdyscyplinarne projekty edukacyjne (integracja wokół treści).

Nauczyciele powinni w sposób interdyscyplinarny opowiadać o rzeczywistości.

To przyczyni się do budowania pełniejszego, bardziej zrozumiałego obrazu świata u dzieci i młodzieży.

## PROPOZYCJE STRATEGII, METOD I TECHNIK KSZTAŁCENIA W PRZESTRZENI CYFROWEJ

### I. Kształcenie wyprzedzające

Strategia kształcenia wyprzedzającego polega na wcześniejszym przygotowaniu się uczniów do lekcji, poprzez zbieranie informacji z różnych źródeł, wykonywanie zadań oraz samodzielne uczenie się z wykorzystaniem odpowiednich aplikacji komputerowych, zasobów Internetu wskazanych przez nauczyciela.

W myśl tej metody uczniowie przed tradycyjną lekcją przygotowują się do zajęć według wskazówek otrzymanych od nauczyciela, zaś podczas lekcji omawiają temat w sposób problemowy i wieloaspektowy. Nauczyciel monitoruje proces przygotowania się uczniów poprzez platformę edukacyjną i systematyzuje nabyte przez nich wiadomości i umiejętności.

*W praktyce wygląda to tak, że uczniowie samodzielnie zbierają informacje, organizują je w wiadomości, następnie budują osobistą wiedzę przedmiotową przez tworzenie komunikatów i wykonywanie zadań, by w końcu z udziałem nauczyciela tę wiedzę usystematyzować [Dylak 2013]<sup>1</sup>. Istotą kształcenia wyprzedzającego jest aktywne organizowanie wiadomości w procesie samodzielnego zbierania informacji, a także przez poszukiwanie odniesień do własnej wiedzy dotychczasowej.*

#### Etapy strategii nauczania wyprzedzającego:



Według założeń twórców metody, dwa etapy zajęć, powinny być realizowane w formie klasowo-lekcyjnych spotkań uczniów z nauczycielem (2x45 min. Aktywacja, Systematyzacja), a dwa w środowisku cyfrowym (Przetwarzanie, Ewaluacja).

<sup>1</sup> Praca zbiorowa pod redakcją naukową Stanisława Dylaka, *Strategia kształcenia wyprzedzającego*, [darmowy pdf], online: [https://www.academia.edu/26327808/Strategia\\_Kształcenia\\_Wyprzedzajacego](https://www.academia.edu/26327808/Strategia_Kształcenia_Wyprzedzajacego), [dostęp: 30.11.21].

Praca w trybie zdalnym na wszystkich etapach kształcenia ma również swoje uzasadnienie. Czas trwania etapów zależy od obszerności realizowanego zagadnienia i czasochłonności zadań z nim związanych.

#### – **Aktywacja**

Pierwszy etap strategii Aktywacja – bardzo istotny ze względu na dalszy przebieg procesu nauczania i uczenia się i jego efektywność; powinien wywołać zainteresowanie i ciekawość poznawczą ucznia, intrygować, zachęcać do zgłębiania tematyki i motywować do działania.

- Nauczyciel wprowadza uczniów w istotę zagadnienia powodując konfrontację z dotychczasową ich wiedzą i doświadczeniem.
- Mobilizuje uczniów do krytycznego i kreatywnego myślenia o problemie poprzez stawianie pytań i szukanie odpowiedzi.
- Komunikuje zadania zachęcające uczniów do współpracy w grupach i szukania informacji w różnych materiałach źródłowych oraz wskazanych przez nauczyciela. Objasnia zasadę pracy metodą strategii wyprzedzającej i ustala kalendarz spotkań, termin lekcji systematyzującej i sposób komunikowania się z uczniami.

#### – **Przetwarzanie**

Etap samodzielnej lub zespołowej pracy uczniów w przestrzeni cyfrowej w oparciu o zadania i materiały umieszczone przez nauczyciela na platformie edukacyjnej.

- Uczniowie zapoznają się z zasobami umieszczonymi na platformie a także z materiałami innymi wskazanymi przez nauczyciela.
- Rozpoczynają etap poszukiwania własnych informacji i budowania osobistej, funkcjonalnej wiedzy. Przetwarzaniu informacji sprzyjają zadania będące wyzwaniem dla ucznia, sformułowane w sposób problemowy.
- Uczniowie konstruują osobistą wiedzę poprzez operacje myślowe min.: analizę, syntezę uogólnianie, dowodzenie, wnioskowanie.
- Uczniowie komunikują się ze sobą i nauczycielem w czasie określonym harmonogramem spotkań.
- Nauczyciel monitoruje i wspiera pracę uczniów, wyjaśnia wątpliwości, koryguje ewentualne błędy.
- Nauczyciel przygotowuje test sprawdzający wiedzę i udostępnia go w ustalonym czasie uczniom (np. na platformie edukacyjnej).

## – Systematyzacja

Na tym etapie nauczyciel systematyzuje, uzupełnia, porządkuje wiedzę uczniów.

- Uczniowie przystępują do trzeciego etapu strategii ze świadomością znajomości zagadnienia poruszanego na lekcji; porządkują wiadomości nabyte podczas działań podejmowanych na etapie przetwarzania i budują własne schematy poznawcze.
- Nauczyciel komentuje wyniki przeprowadzonego testu.
- Wyjaśnia kwestie niezrozumiałe lub błędnie interpretowane przez uczniów.
- Udziela odpowiedzi na stawiane pytania.
- Zachęca do dyskusji i dąży do utrwalania wiedzy uczniowskiej.

## – Ewaluacja i ocenianie

To etap oceniania i wartościowania zarówno efektu końcowego jak i całego procesu działań. Oceny dokonuje nauczyciel a samooceny uczeń. Na etapie ewaluacji (która może przybierać różną formę np. gotowe narzędzie) pada szereg istotnych pytań dotyczących przebiegu pracy i osiągnięć ucznia np. *Czy efekt jest wystarczająco dobry, czy należałoby coś zmienić i dlaczego, czy zastosowany sposób postępowania powinien zostać zmodyfikowany, w jakim stopniu, co powiodło się najlepiej?*

Refleksja i odpowiedzialność za własne uczenie się – czy to możliwe? Na pewno oczekiwane i skłaniające do poszukiwań zarówno uczniów jak i nauczycieli.

**Nauczanie zdalne z wykorzystaniem strategii wyprzedzającej** może być dobrym sposobem na poradzenie sobie z wszystkimi ograniczeniami tradycyjnej szkoły. Uczeń może pracować w swoim tempie, w dogodnym dla siebie czasie i miejscu. Kiedy uczeń zyskuje poczucie decydowania o swojej nauce, staje się bardziej autonomiczny. Przygotowywanie uczniów do podejmowania autonomicznych decyzji dotyczących własnej nauki może mieć istotny wpływ na postawę w innych dziedzinach życia, które w dzisiejszym świecie ulegają dynamicznym przemianom.

## II. WebQuest

WebQuest to znakomite narzędzie edukacyjne w kształceniu na odległość.

To metoda nauczania polegająca na wyszukiwaniu w zasobach internetowych informacji w sposób celowy i efektywny, służąca jednocześnie kształtowaniu umiejętności ich krytycznej oceny. Uczniowie nie tylko wyszukują i selekcionują

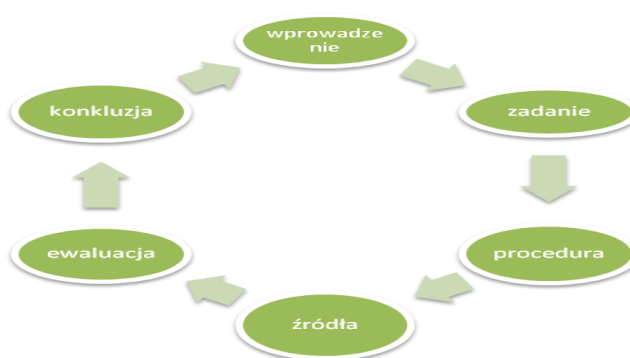
informacje lecz również przetwarzają, poddają krytycznej analizie i wreszcie – tworzą nową wiedzę ( teoria konstruktywizmu).



<sup>2</sup> Nazwa *WebQuest* pochodzi od angielskich słów *web*, czyli pajęczyna/sieć i *questionnaire*, czyli kwestionariusz/ankieta; potocznie – poszukiwania w sieci. Ale źródłem informacji oprócz Internetu mogą być inne materiały: książki, publikacje, multimedia.

**Metoda WebQuest** jest odmianą metody projektu, czyli krótko- lub długoterminowe zadanie problemowe do rozwiązania przez uczniów w oparciu o elektroniczną instrukcję. Produktem finalnym może być plakat, praca pisemna, prezentacja multimedialna, wystąpienie publiczne itp. Dobrze zaprojektowane WebQuesty rozwijają zainteresowania uczniów, promują twórcze myślenie i rozwiązywanie problemów, angażują wyobraźnię uczniów. WebQuesty umożliwiają uczniom badanie ważnych zagadnień oraz poszukiwanie własnych odpowiedzi, zaś jasne i przejrzyste zasady WebQuest ułatwiają nauczycielowi jego planowanie.

Nauczyciel korzysta z gotowego szablonu z przebiegiem WebQuestu na wybrany temat w *Bloggerze*<sup>3</sup>. (wymagane konto).



### Struktura WebQuest:

**Wprowadzenie** – to interesująca narracja nauczyciela na temat, który skupia uwagę ucznia, zadziwia, niepokoi, zostawia niedosyt, a jednocześnie zachęca do działania. Ogólna informacja o projekcie określająca cele i oczekiwania wobec uczniów jako

<sup>2</sup> Bluemorphos, *spiderweb-841610\_960\_720.jpg*, [grafika [Pixabay License](https://cdn.pixabay.com/photo/2015/07/12/07/43/spiderweb-841610_960_720.jpg)], online: [https://cdn.pixabay.com/photo/2015/07/12/07/43/spiderweb-841610\\_960\\_720.jpg](https://cdn.pixabay.com/photo/2015/07/12/07/43/spiderweb-841610_960_720.jpg), [dostęp: 31.11.21].

<sup>3</sup> <https://www.blogger.com/> [dostęp: 31.11.21].



wyzwanie, możliwe do podjęcia; warto w tym miejscu postawić pytanie nie mające jednoznacznej odpowiedzi. Efektem tych wstępnych zabiegów nauczyciela jest wywołanie gotowości uczniów do „podniesienia rzuconej rękawicy”.

**Zadanie** – to najważniejsza część WebQuest. Zadanie powinno być przemyślane i precyzyjnie zaplanowane, atrakcyjne dla ucznia, zwarte i czytelne, angażujące myślenie a nie odtwarzanie. W tej części opisany jest końcowy rezultat działań ucznia i oczekiwań nauczyciela (min. polecenia dla poszczególnych grup, opis produktu, który należy stworzyć). Zadania Webquest mogą mieć różnorodny charakter. Taksonomia zadań Webquest: zadanie dziennikarskie, detektywistyczne, prac badawczych, opiniotwórcze, analityczne, projektowania czy kreatywnego produktu w związku z tym należy używać adekwatnych poleceń (*zaprojektuj, rozwiąż zagadkę, zbadaj, przeanalizuj itd.*)

**Procedura** – to precyzyjnie sformułowana instrukcja do pracy, krok po kroku, prowadząca ucznia lub zespół do realizacji projektu. To proces opisujący co należy zrobić aby w pełni wykonać zadanie (organizacja zespołu, harmonogram działań, określenie ról w które wcielą się uczniowie lub czynności jakie podejmą, wprowadzenie listy pytań kontrolnych, które pomogą w analizie informacji).

**Źródła** – to niezbędny dla ucznia, zweryfikowany przez nauczyciela zasób informacji umożliwiający wykonanie zadania.

Źródła powinny zawierać wykaz linków do stron www, źródeł bibliograficznych i ewentualnie adresów e-mailowych ekspertów.

**Ewaluacja** – to wartościowanie, komunikowanie kryteriów wg. których zostanie oceniona praca uczniów i możliwa będzie samokontrola. Ocena ta powinna dać możliwość zmierzenia zaangażowania i osiągnięć uczniów. Kryteria są zazwyczaj zapisane w tabeli zawierającej skalę ocen. Kryteria powinny być dostosowane do specyfiki zadań konkretnego projektu i być czytelne dla ucznia.

**Konkluzja** – krótki tekst zamykający pracę nad zadaniem, przypominający uczniom, czego się nauczyli, jakie zdobyli umiejętności, zachęcający do refleksji nad tematyką, którą się zajmowali i wykorzystania zdobytych doświadczeń w realizacji innych projektów. Konkluzja zawiera refleksje dotyczące procedury, wskazuje sugestie do klasowej dyskusji

### III. Metoda projektów w nauczaniu on-line

**Projekt edukacyjny** to zwykle duże, długoterminowe przedsięwzięcie, zazwyczaj interdyscyplinarne, podejmowane przez zespół uczniowski dla osiągnięcia wytyczonego celu (rozwiązania problemu) przy dużej dozie samodzielności i odpowiedzialności za proces nauczania i uczenia się.

Należy postawić pytanie czy projekt edukacyjny (powszechnie znany nauczycielom, ze względu na obligatoryjność realizacji w gimnazjum) jest nadal atrakcyjnym narzędziem pracy z uczniami, szczególnie przy zmienionych warunkach nauczania i komunikowania się w sieci.

Odpowiedź powinna być pozytywna ponieważ projekt:

- Jest **atrakcyjny dla ucznia** (wychodzi poza ramy tradycyjnej edukacji, pozwala decydować o jego przebiegu, edukuje przez doświadczanie).
- Umożliwia **wykorzystanie różnorodnych narzędzi i aplikacji w sieci** pozwalających na: współpracę, prezentację efektów, zbieranie opinii, dyskusję, opracowania graficzne.
- Realizowany zdalnie stanowi **bezpieczne środowisko dla wielu uczniów**; wyzwala śmiałość w byciu specjalistą w określonej dziedzinie, stwarza okazję do wyrażania własnej opinii czy proponowania własnych rozwiązań.
- Kształtuje **kompetencje osobiste i społeczne** (rozwija samodzielność, przedsiębiorczość, kreatywność, uczy pracy zespołowej).
- Może być udaną przygodą edukacyjną zarówno dla ucznia jak i nauczyciela.

Wielozadaniowy charakter **projektu edukacyjnego** przyczynia się do wszechstronnego rozwoju ucznia również, a może przede wszystkim podczas nauki zdalnej i uczy przejmowania odpowiedzialności za własną naukę i pracę.

Istotne są narzędzia TIK wspierające realizację projektów w przestrzeni cyfrowej:

#### **Narzędzia do prezentacji wyników projektu:**

Aplikacje do przygotowania plakatów, infografik i ogłoszeń to aplikacje chmurowe, posiadające również wersje na urządzenia mobilne: *PicCollage*<sup>4</sup>, *Canva*<sup>5</sup>, *piZap*<sup>6</sup> oraz *DesignCap*<sup>7</sup>. Wszystkie te programy zawierają bezpłatne szablony, które można edytować i dostosować do własnych potrzeb.

---

<sup>4</sup> <https://piccollage.com/>, [dostęp: 30.11.21].

<sup>5</sup> [https://www.canva.com/pl\\_pl/](https://www.canva.com/pl_pl/), [dostęp: 30.11.21].

<sup>6</sup> <https://www.pizap.com/>, [dostęp: 30.11.21].

<sup>7</sup> <https://www.designcap.com/>, [dostęp: 30.11.21].

## Narzędzia do przygotowania projektu:

- *Flipgrid*<sup>8</sup> – przekazujemy w ten sposób instrukcje do wykonania zadań, informację zwrotną czy prezentację rezultatów. Taki wideo instruktaż można wzbogacić o dodatkowe efekty wizualne, doklejając zdjęcia, tekst.
- *Genially*<sup>9</sup> – kreuje różne aktywności dla uczniów (gry logiczne, interaktywne prezentacje).

## Narzędzia do ewaluacji i podsumowania projektu:

Generowanie chmur wyrazowych np. *WordArt*<sup>10</sup>, w których uczniowie wyrażą swoje zdanie na temat współpracy i realizowanych zadań.

Narzędziem do podsumowania pracy będą również awatary wyrażające opinie i emocje członków projektu, *Voki*<sup>11</sup>, który dodatkowo umożliwia nagrywanie wypowiedzi. Jest to fantastyczny sposób na prezentację działań projektowych. *Generator*<sup>12</sup> na stronie *Eduzabawy* udostępnia edytowalne szablony np. dyplomów, medali czy certyfikatów

Metoda projektu ma przebieg etapowy. [według Agnieszki Mikina, Bożeny Zając 2006]<sup>13</sup> wykonywanie zadań projektowych obejmuje cztery fazy:

- I. Przygotowanie projektu:
  - stworzenie zespołu projektowego;
  - zebranie informacji i pomysłów;
  - wybór tematu;
  - określenie celu/ce;
  - opracowanie harmonogramu i planu działań;
  - podział zadań i ról w zespole.
- II. Realizacja projektu:
  - realizacja zaplanowanych działań;
  - promocja;
  - dokumentacja;
  - publiczna prezentacja efektów.

---

<sup>8</sup> <https://info.flipgrid.com/>, [dostęp: 30.11.21].

<sup>9</sup> <https://genial.ly/>, [dostęp: 30.11.21].

<sup>10</sup> <https://wordart.com/>, [dostęp: 30.11.21].

<sup>11</sup> <https://www.voki.com/site/create>, [dostęp: 30.11.21].

<sup>12</sup> <https://eduzabawy.com/generatory/dyplomy-online/>, [dostęp: 30.11.21].

<sup>13</sup> Zając Bożena, Mikina Agnieszka. *Jak wdrażać metodę projektów?*, Oficyna Wydawnicza IMPULS, Kraków 2006.

III. Publiczne przedstawienie rezultatów projektu.

IV. Ocena rezultatów projektu:

- ewaluacja – podsumowanie, wnioski, plany na przyszłość;
- podziękowanie sojusznikom i partnerom.

W każdej z tych faz można wyróżnić konkretne działania podejmowane przez nauczyciela (precyzyjnie wyznacza kierunki aktywności uczniów) i uczniów.

W sieciowej realizacji projektów zespołowych wykorzystuje się narzędzia do edukacji zdalnej – platformy edukacyjne – łączące w sobie:

1. funkcje komunikacyjne niezbędne do prowadzenia spotkań i konsultacji wirtualnych (komunikator internetowy, czat, forum dyskusyjne);
2. funkcje projektowe umożliwiające realizację projektu indywidualnego i zespołowego (narzędzia do współtworzenia dokumentów – np. wiki, współredagowane dokumenty wirtualne; wycieczki wirtualne);
3. funkcje archiwizacyjne i dokumentacyjne (repozytoria, e-portfolio, blogi, galerie);
4. funkcje analizujące i oceniające (raporty). Wiele projektów edukacyjnych można przenieść do przestrzeni Internetu, a przynajmniej te ich fragmenty, na których realizację zabrakło czasu podczas zajęć lekcyjnych lub pozalekcyjnych.

## SCENARIUSZ 1

### SCENARIUSZ ZAJĘĆ DLA: uczniów VIII klasy szkół podstawowych z biologii

#### EDUKACJA:

biologiczna, geograficzna, przyrodnicza, wiedza o społeczeństwie, etyka

**AUTOR: Joanna Grzesiak**

#### WPROWADZENIE

Tematyka bardzo aktualna i dotycząca wielu z nas, w sposób pośredni lub bezpośredni, bowiem podróżowanie i popyt na okazy fauny i flory zagrożone wyginięciem stały się domeną wielu ludzi. Komunikaty medialne alarmują, że do naszego kraju wciąż trafiają żywe okazy chronionych gatunków lub wykonane z nich przedmioty i medykamenty. Moda na egzotyczne zwierzęta hodowane w domu albo na egzotyczne pamiątki z podróży napędza proceder nielegalnego handlu ginącymi gatunkami. Aby je chronić została sporządzona Konwencja Waszyngtońska (CITES), która reguluje handel zagrożonymi gatunkami roślin i zwierząt; to umowa międzynarodowa dla ochrony dziko występujących populacji zwierząt i gatunków roślin zagrożonych wyginięciem w skali świata.



<sup>14</sup> Produktem finalnym zajęć będzie zorganizowanie przez młodzież sesji naukowej nt.: *Zanim przywieziesz egzotyczną pamiątkę.....* dla rówieśników w szkole.

**TEMAT: Zanim przywieziesz egzotyczną pamiątkę – o międzynarodowej współpracy w celu zapobiegania zagrożeniom przyrody (CITES)**

**Podstawa programowa dla ośmioletniej szkoły podstawowej :**

---

<sup>14</sup> *sea-life-quad-pictures.jpg*, [grafika, [CC0 Public Domain](https://www.publicdomainpictures.net/pictures/120000/velka/sea-life-quad-pictures.jpg)], online: <https://www.publicdomainpictures.net/pictures/120000/velka/sea-life-quad-pictures.jpg>, [dostęp: 30.11.21].

## **CELE KSZTAŁCENIA – wymagania ogólne:**

- IV. Rozumowanie i zastosowanie nabytej wiedzy do rozwiązywania problemów biologicznych. Uczeń:
1. Interpretuje informacje i wyjaśnia zależności przyczynowo-skutkowe między zjawiskami, formułuje wnioski;
  2. Przedstawia opinie i argumenty związane z omawianymi zagadnieniami biologicznymi.

## **TREŚCI KSZTAŁCENIA – wymagania szczegółowe:**

- VII. Zagrożenia różnorodności biologicznej. Uczeń:
3. Analizuje wpływ człowieka na różnorodność biologiczną;
  4. Uzasadnia konieczność ochrony różnorodności biologicznej.

## **CELE:**

Celem lekcji jest kształtowanie szeroko rozumianych postaw konsumenckich dla zrównoważonego rozwoju i ochrony bioróżnorodności.

Uczeń:

- Uzasadnia konieczność ochrony różnorodności biologicznej ze szczególnym uwzględnieniem gatunków zagrożonych wyginięciem.
- Wyjaśnia dlaczego niektórym gatunkom zwierząt i roślin grozi wymarcie.
- Wyjaśnia związki przyczynowo-skutkowe pomiędzy popytem na egzotyczne gatunki a ich zagładą.
- Określa rolę Konwencji Waszyngtońskiej.
- Wyjaśnia symbolikę CITES.
- Zna konsekwencje prawne za przewóz egzotycznych zwierząt i roślin.
- Wymienia gatunki fauny i flory chronione tzw. Konwencją CITES.

## **Strategie i metody nauczania:**

- strategia kształcenia wyprzedzającego;
- metoda problemowa.

Nauczyciel pracuje w aplikacji *Teams*, umożliwiającej komunikację grupową, współdzielenie plików, ocenę pracy uczniów przez udostępnianie ekranu nauczyciela wszystkim uczniom.

## **FORMA PRACY:**

- zbiorowa (etap aktywacji i systematyzacji);
- z podziałem na grupy (etap przetwarzania);
- indywidualna.

## **ŚRODKI DYDAKTYCZNE:**

- komputer z dostępem do Internetu;
- zasoby internetowe;
- karty pracy (instrukcja do pracy w grupie).

## **CZAS PRACY:**

4 x 45 min.

## **PRZEBIEG ZAJĘĆ zgodnie ze strategią kształcenia wyprzedzającego:**

### **FAZY LEKCJI:**

#### **1. Aktywacja**

Ta faza ma inicjować aktywność uczniów, skonfrontować z wiedzą własną ucznia, zainspirować do własnych poszukiwań, poruszać, angażować w szukanie możliwych rozwiązań.

*Na całym świecie każdego roku w wyniku działalności człowieka bezpowrotnie giną tysiące gatunków zwierząt i roślin.*

*Ważnym czynnikiem powodującym zagrożenie dla rzadkich gatunków jest niekontrolowany handel. Zwierzęta są albo zabijane dla cennych części ich ciała (słonie, nosorożce) albo chwytane i przewożone do dalekich krajów ku uciesze kolekcjonerów. Taki los spotyka przede wszystkim egzotyczne ryby, kolorowe ptaki, gady i płazy. Nie wszystkie gatunki rozmnażają się w niewoli, dlatego aby zaspokoić wymagania konsumentów odławia się coraz to nowe osobniki. Przewożone w fatalnych warunkach giną masowo – na 10 zwierząt przeżywa tylko jedno. Te, które ocaleją, do końca swoich dni skazane są na więzienie w klatce czy akwarium.*

*W celu ograniczenia handlu zwierzętami zagrożonymi wyginieciem większość krajów (w tym Polska) podpisało tzw. Konwencję*

*Waszyngtońską, która nakłada liczne ograniczenia na przewożenie zwierząt przez granice.*<sup>15</sup>

- Nauczyciel wprowadza uczniów w zagadnienie w sposób niekonwencjonalny, angażuje emocjonalnie przytaczając fakty, odwołuje się do sytuacji mających miejsce w kraju i zagranicą, zapoznaje z filmem dokumentalnym.
- Nauczyciel odwołuje się do świadomości i doświadczeń uczniów podczas podróży zagranicznych związanych z zebranymi lub zakupionymi pamiątkami typu muszle, koralowce, wyroby skórzane z rzadkich okazów zwierząt. Pyta o zwierzęta egzotyczne hodowane w warunkach domowych i źródło ich pochodzenia.
- Nauczyciel mobilizuje uczniów do krytycznego i kreatywnego myślenia o o problemie gatunków zagrożonych wyginięciem wykorzystując najnowsze doniesienia medialne, raporty służb celnych, zdjęcia i film edukacyjny.
- Nauczyciel omawia sposób realizacji zadań przygotowanych dla uczniów, korzystanie ze źródeł informacji i sposobów komunikowania się z nauczycielem i innymi uczniami w pracy grupowej
- Ustala termin lekcji systematyzującej i określa jej cele i wymagania wobec uczniów.
- Nauczyciel motywuje uczniów podkreślając ich misję edukacyjną w przygotowaniu sesji naukowej dla ich rówieśników

## **2. Przetwarzanie**

Etap samodzielnej i zespołowej pracy uczniów online, w czasie której wykonują przygotowane przez nauczyciela aktywności. Nauczyciel umieszcza na platformie edukacyjnej zadania, materiały, linki do określonych zasobów w Internecie itp. Uczniowie w porozumieniu między sobą a nauczycielem porządkują, kategoryzują, filtrują zebrany materiał tak, aby opracować dane zagadnienie w sposób wyczerpujący i interesujący.

Na etapie przetwarzania uczniowie konstruują własną wiedzę; poznają nowe fakty, pojęcia i konfrontują je z osobistymi doświadczeniami. W czasie trwania etapu przetwarzania uczniowie kontaktują się ze sobą i z nauczycielem przy wykorzystaniu

---

<sup>15</sup> *Egzotyczni więźniowie*- kampania na rzecz ograniczenia handlu dzikimi zwierzętami, online: <http://cites.zrodla.org/>, [dostęp: 30.11.21].



narzędzi TIK (*Moodle* lub inna platforma edukacyjna, *Padlet*, komunikatory, zamknięta grupa na *Facebooku* itp.).

Nauczyciel monitoruje przebieg procesu uczenia się, motywuje, wspiera uczniów, zachęca do przesyłania pytań, wątpliwości, refleksji, udziela odpowiedzi na pytania uczniów –dlaczego ten ważny światowy problem wymaga międzynarodowej współpracy?

### 3. Systematyzacja

Nauczyciel systematyzuje wiedzę uczniów poprzez wspólne szukanie odpowiedzi na pytania postawione w instrukcji. Na tym etapie uczniowie porządkują wiadomości nabyte podczas działań podejmowanych na etapie przetwarzania a następnie prezentują i komentują efekty pracy w grupach.

W tej fazie lekcji nauczyciel pełni rolę krytyka, architekta wiedzy uczniowskiej, który precyzuje, naprawia, sprowadza na właściwe tory, uzupełnia we współpracy z uczniami. Zadania zrealizowane przez zespoły uczniowskie (prezentacja multimedialna, harmonogram sesji, wywiad z celnikiem, plakat – zaproszenie, wystawa) powinny składać się na wspólne dzieło jakim ma być organizacja sesji naukowej dla rówieśników na ww. temat. Czy powstałe w poszczególnych grupach elementy tworzą spójną całość? Odpowiedzi uczniowie będą szukać w kolejnej fazie lekcji.

### 4. Ewaluacja i ocenianie

Nauczyciel i uczniowie szukają odpowiedzi na pytania:

- Czy powstałe „dzieło” jest spójne?
- Co zrobiliśmy bardzo dobrze?
- Co wymaga poprawy, o czym zapomnieliśmy?
- Co jeszcze możemy zrobić?
- Uczniowie sami dokonują podsumowania i krytycznej oceny swojej pracy, w tym przebiegu i efektów nauki.

Nauczyciel ocenia pracę uczniów w oparciu o wcześniej ustalone kryteria; ustala ostateczną ocenę uwzględniającą samoocenę uczniów i ocenę koleżeńską.

Ukoronowaniem zajęć będzie przeprowadzenie sesji naukowej z udziałem uczniów równoległej klasy. To wydarzenie będzie znakomitą ewaluacją przebiegu całego procesu nauczania i uczenia się uczniów. Odbiór i zainteresowanie słuchaczy będzie wymierną oceną tego przedsięwzięcia.

Podsumowaniem zajęć i jednocześnie ich kontynuacją może być ogłoszenie konkursu na **plakat** czy opracowanie **Kodeksu rozważnego turysty-konsumenta** dla ochrony bioróżnorodności.

**Kodeks rozważnego turysty-konsumenta** np.

- Nie kupuj przedmiotów wykonanych z zagrożonych gatunków roślin i zwierząt.
- Zamiast muszli, czy koralowca przywieź ich zdjęcia.
- Kupując egzotyczne zwierzę pytaj o dowód legalnego pochodzenia.
- Nie chodź na występy dzikich zwierząt.
- Nie chodź do parków rozrywki z dzikimi zwierzętami.
- Nie odwiedzaj miejsc gdzie więzione są dzikie zwierzęta.<sup>16</sup>

---

1. <sup>16</sup> WWF Polska, *Jak pomóc dzikim zwierzętom w czasie wakacji?*, online: <https://infowire.pl/generic/release/320785/jak-pomoc-dzikim-zwierzetom-w-czasie-wakacji>, [dostęp: 30.11.21].

## BIBLIOGRAFIA

1. Zając B., Mikina A., *Jak wdrażać metodę projektów?*, IMPULS, Kraków 2006.

## NETOGRAFIA

1. CITES. *Pozwólmy im żyć. Film informacyjno-edukacyjny*, online: <https://youtu.be/MxjvB9XI3bM>; [dostęp: 30.11.21].
2. *Co warto wiedzieć, zanim przywieziesz pamiątkę z wakacji*, online: [https://www.dolnoslaskie.kas.gov.pl/c/document\\_library/get\\_file?uuid=b0cad947-1a70-4843-aa30-f759155ac47d&groupId=3557796](https://www.dolnoslaskie.kas.gov.pl/c/document_library/get_file?uuid=b0cad947-1a70-4843-aa30-f759155ac47d&groupId=3557796), [dostęp: 30.11.21].
3. Dudzik S., Korzeniowska K., *Nie tylko tygrysy. Przemyt gatunków chronionych w Europie*, <https://biqdata.wyborcza.pl/biqdata/7,159116,25413227,nie-tylko-tygrysy-przemyt-gatunkow-chronionych-w-europie.html>, [dostęp: 30.11.21].
4. Grafiki, [dostęp: 30.11.21].
  - Bluemorphos, *spiderweb-841610\_960\_720.jpg*, [grafika [Pixabay License](#)], online: [https://cdn.pixabay.com/photo/2015/07/12/07/43/spiderweb-841610\\_960\\_720.jpg](https://cdn.pixabay.com/photo/2015/07/12/07/43/spiderweb-841610_960_720.jpg), [dostęp: 31.11.21].
  - *74-69680.jpg*, [grafika], online: <https://podlaska.policja.gov.pl/dokumenty/zalaczniki/74/74-69680.jpg>.
  - *m25410897,PRZEMYT-ZWIERZAT-MAPA.jpg*, [grafika], online: <https://static.im-g.pl/im/7/25410/m25410897,PRZEMYT-ZWIERZAT-MAPA.png>.
  - *maxlogo\_cites.jpg*, [grafika], online: [https://zasoby.ekologia.pl/artykulyNew/6090/xxl/maxlogo\\_cites\\_350x203.jpg](https://zasoby.ekologia.pl/artykulyNew/6090/xxl/maxlogo_cites_350x203.jpg).
  - *sea-life-quad-pictures.jpg*, [grafika, [CC0 Public Domain](#)], online: <https://www.publicdomainpictures.net/pictures/120000/velka/sea-life-quad-pictures.jpg>,
5. Kampania WWF Polska, online: <https://www.wwf.pl/zaangazuj-sie>, [dostęp: 30.11.21]
6. Khan Academy, *Różnorodność biologiczna i ochrona środowiska naturalnego* online: <https://pl.khanacademy.org/science/biology/biodiversity-and-conservation>, [dostęp: 30.11.21].
7. *Konwencja Waszyngtońska*, online: [https://pl.wikipedia.org/wiki/Konwencja\\_o\\_mi%C4%99dzynarodowym\\_handlu](https://pl.wikipedia.org/wiki/Konwencja_o_mi%C4%99dzynarodowym_handlu)

- [dzikimi zwierzętami i roślinami gatunków zagrożonych wyginięciem](#), [dostęp: 30.11.21]
8. praca zbiorowa pod redakcją naukową Dylaka S, *Strategia kształcenia wyprzedzającego*, [darmowy pdf], online:  
[https://www.academia.edu/26327808/Strategia\\_Kształcenia\\_Wyprzedzajacego](https://www.academia.edu/26327808/Strategia_Kształcenia_Wyprzedzajacego), [dostęp: 30.11.21].
  9. *Rozporządzenia Unii Europejskiej dotyczące handlu dziką fauną i florą*, online:  
[https://ec.europa.eu/environment/cites/pdf/trade\\_regulations/KH7707262PLC.pdf](https://ec.europa.eu/environment/cites/pdf/trade_regulations/KH7707262PLC.pdf), [dostęp: 30.11.21].
  10. Serwis dot. CITES prowadzony przez PTOPI "Salamandra" [NOWOŚCI PROGRAMU "GINĄCE GATUNKI" \(salamandra.org.pl\)](#), [dostęp: 30.11.21].
  11. *Strategia wyprzedzająca tradycyjną lekcję*, online:  
<http://www.edunews.pl/nowoczesna-edukacja/innowacje-w-edukacji/2330-strategiawyprzedzajaca-tradycyjna-lekcje>, [dostęp: 30.11.21].
  12. „Wiadomości Celne” Nr 10-11/2009, *Służba celna chroni ginące gatunki*, online:  
[https://www.kic.gov.pl/documents/764034/1395261/Wiadomosci+Celne+10\\_1\\_2009](https://www.kic.gov.pl/documents/764034/1395261/Wiadomosci+Celne+10_1_2009), [dostęp: 30.11.21].
  13. WWF Polska, *Jak pomóc dzikim zwierzętom w czasie wakacji?*, online:  
<https://infowire.pl/generic/release/320785/jak-pomoc-dzikim-zwierzetom-w-czasie-wakacji>, [dostęp: 30.11.21].

#### **ZAŁĄCZNIKI:**

## Załącznik nr 1 – Instrukcja do pracy w grupie I

### Zanim przywieziesz egzotyczną pamiątkę – o międzynarodowej współpracy w celu zapobiegania zagrożeniom przyrody (CITES)

- **Przygotujcie prezentację multimedialną** o globalnym problemie świata jakim jest handel zagrożonymi wyginięciem gatunkami roślin i zwierząt. Prezentacja będzie częścią sesji naukowej przygotowanej przez Waszą klasę dla kolegów i koleżanek z klasy równoległej.
- Postarajcie się przekazać wiedzę w atrakcyjny sposób (ilustrując fakty zdjęciami czy filmem dokumentalnym), zadbajcie o przejrzystość przekazu i zainteresowanie słuchaczy. Czas prezentacji 15 min.
- Zanim przystąpicie do działania zapoznajcie się z materiałem oraz filmem dokumentalnym i zastanówcie się:
  - Co jest przyczyną wymierania gatunków.
  - Co to jest CITES, spróbuj wyjaśnić symbolikę szaty graficznej.



17

- W jakim celu pozyskuje się dzikie zwierzęta i rośliny?
- W jaki sposób przyczyniamy się do rozwoju handlu zagrożonymi gatunkami?
- Co warto wiedzieć, zanim przywieziesz pamiątkę z wakacji (**CITES dla podróżnych**).
- Przeanalizuj mapę i określ główne kierunki przemytu zabronionych okazów fauny i flory.
- W jaki sposób Wy możecie przyczynić się do zmniejszenia popytu na gatunki zagrożone wyginięciem?
- Konsekwencje prawne.

<sup>17</sup> [https://zasoby.ekologia.pl/artykulyNew/6090/xxl/maxlogo\\_cites\\_350x203.jpg](https://zasoby.ekologia.pl/artykulyNew/6090/xxl/maxlogo_cites_350x203.jpg)

- Swoje przemyślenia uwzględnijcie w prezentacji.

#### NETOGRAFIA:

1. *CITES. Pozwólmy im żyć. Film informacyjno-edukacyjny*, online:  
<https://youtu.be/MxivB9XI3bM>; [dostęp: 30.11.21].
2. *Konwencja o międzynarodowym handlu dzikimi zwierzętami i roślinami gatunków zagrożonych wyginięciem*, online:  
[https://pl.wikipedia.org/wiki/Konwencja\\_o\\_mi%C4%99dzynarodowym\\_handlu\\_dzikimi\\_zwierz%C4%99tami\\_i\\_ro%C5%9Blinami\\_gatunk%C3%B3w\\_zagro%C5%BConych\\_wygini%C4%99ciem](https://pl.wikipedia.org/wiki/Konwencja_o_mi%C4%99dzynarodowym_handlu_dzikimi_zwierz%C4%99tami_i_ro%C5%9Blinami_gatunk%C3%B3w_zagro%C5%BConych_wygini%C4%99ciem), [dostęp: 30.11.21]
3. *Co warto wiedzieć, zanim przywieziesz pamiątkę z wakacji*, online:  
[https://www.dolnoslaskie.kas.gov.pl/c/document\\_library/get\\_file?uuid=b0cad947-1a70-4843-aa30-f759155ac47d&groupId=3557796](https://www.dolnoslaskie.kas.gov.pl/c/document_library/get_file?uuid=b0cad947-1a70-4843-aa30-f759155ac47d&groupId=3557796), [dostęp: 30.11.21].
4. Dudzik S., Korzeniowska K., *Nie tylko tygrysy. Przemyt gatunków chronionych w Europie*,  
<https://biqdata.wyborcza.pl/biqdata/7,159116,25413227,nie-tylko-tygrysy-przemyt-gatunkow-chronionych-w-europie.html>, [dostęp: 30.11.21].
5. *Rozporządzenia Unii Europejskiej dotyczące handlu dziką fauną i florą*, online:  
[https://ec.europa.eu/environment/cites/pdf/trade\\_regulations/KH7707262PLC.pdf](https://ec.europa.eu/environment/cites/pdf/trade_regulations/KH7707262PLC.pdf), [dostęp: 30.11.21].
6. Wiadomości Celne Nr 10-11/2009, *Służba celna chroni ginące gatunki*, online:  
[https://www.kic.gov.pl/documents/764034/1395261/Wiadomosci+Celne+10\\_1\\_2009](https://www.kic.gov.pl/documents/764034/1395261/Wiadomosci+Celne+10_1_2009), [dostęp: 30.11.21].
7. WWF Polska, *Jak pomóc dzikim zwierzętom w czasie wakacji?*, online:  
<https://infowire.pl/generic/release/320785/jak-pomoc-dzikim-zwierzetom-w-czasie-wakacji>, [dostęp: 30.11.21].

## Załącznik nr 1 – Instrukcja do pracy w grupie II

### Zanim przywieziesz egzotyczną pamiątkę – o międzynarodowej współpracy w celu zapobiegania zagrożeniom przyrody (CITES)

- **Przygotujcie plan, harmonogram sesji naukowej** na temat globalnego problemu świata jakim jest handel dzikimi zagrożonymi wyginieciem gatunkami roślin i zwierząt. Sesję zorganizuje Wasza klasa dla kolegów i koleżanek z klasy równoległej.
- W programie powinniście uwzględnić prezentację przygotowaną przez grupę I, wywiad z zaproszonym funkcjonariuszem Służby Celno-Skarbowej wraz ze skonfiskowanymi zakazanymi pamiątkami z wakacji w celu zorganizowania wystawy (przygotowany przez grupę III). Może warto zaplanować konkurs (plastyczny, fotograficzny) jako finalny produkt sesji.
- Zanim przystąpicie do działania zapoznajcie się z materiałem oraz filmem dokumentalnym i zastanów się:
  - Co jest przyczyną wymierania gatunków?
  - Co to jest CITES, spróbuj wyjaśnić symbolikę szaty graficznej.



18

- W jakim celu pozyskuje się dzikie zwierzęta i rośliny?
- W jaki sposób przyczyniamy się do rozwoju handlu zagrożonymi gatunkami?;
- Co warto wiedzieć, zanim przywieziesz pamiątkę z wakacji (**CITES dla podróżnych**).
- Przeanalizuj mapę i określ główne kierunki przemytu zabronionych okazów fauny i flory.

<sup>18</sup> [https://zasoby.ekologia.pl/artykulyNew/6090/xxl/maxlogo\\_cites\\_350x203.jpg](https://zasoby.ekologia.pl/artykulyNew/6090/xxl/maxlogo_cites_350x203.jpg)

- W jaki sposób Wy możecie przyczynić się do zmniejszenia popytu na gatunki zagrożone wyginięciem?
- Konsekwencje prawne.
- Swoje przemyślenia uwzględnijcie w programie sesji.

#### NETOGRAFIA:

1. *CITES. Pozwólmy im żyć. Film informacyjno-edukacyjny*, online:  
<https://youtu.be/MxjvB9Xl3bM>; [dostęp: 30.11.21].
2. *Konwencja o międzynarodowym handlu dzikimi zwierzętami i roślinami gatunków zagrożonych wyginięciem*, online:  
[https://pl.wikipedia.org/wiki/Konwencja\\_o\\_mi%C4%99dzynarodowym\\_handlu\\_dzikimi\\_zwierz%C4%99tami\\_i\\_ro%C5%9Blinami\\_gatunk%C3%B3w\\_zagro%C5%BConych\\_wygini%C4%99ciem](https://pl.wikipedia.org/wiki/Konwencja_o_mi%C4%99dzynarodowym_handlu_dzikimi_zwierz%C4%99tami_i_ro%C5%9Blinami_gatunk%C3%B3w_zagro%C5%BConych_wygini%C4%99ciem), [dostęp: 30.11.21]
3. *Co warto wiedzieć, zanim przywieziesz pamiątkę z wakacji*, online:  
[https://www.dolnoslaskie.kas.gov.pl/c/document\\_library/get\\_file?uuid=b0cad947-1a70-4843-aa30-f759155ac47d&groupId=3557796](https://www.dolnoslaskie.kas.gov.pl/c/document_library/get_file?uuid=b0cad947-1a70-4843-aa30-f759155ac47d&groupId=3557796), [dostęp: 30.11.21].
4. Dudzik S., Korzeniowska K., *Nie tylko tygrysy. Przemyt gatunków chronionych w Europie*,  
<https://biqdata.wyborcza.pl/biqdata/7,159116,25413227,nie-tylko-tygrysy-przemyt-gatunkow-chronionych-w-europie.html>, [dostęp: 30.11.21].
5. *Rozporządzenia Unii Europejskiej dotyczące handlu dziką fauną i florą*, online:  
[https://ec.europa.eu/environment/cites/pdf/trade\\_regulations/KH7707262PLC.pdf](https://ec.europa.eu/environment/cites/pdf/trade_regulations/KH7707262PLC.pdf), [dostęp: 30.11.21].
6. Wiadomości Celne Nr 10-11/2009, *Służba celna chroni ginące gatunki*, online:  
[https://www.kic.gov.pl/documents/764034/1395261/Wiadomosci+Celne+10\\_1\\_2009](https://www.kic.gov.pl/documents/764034/1395261/Wiadomosci+Celne+10_1_2009), [dostęp: 30.11.21].
7. WWF Polska, *Jak pomóc dzikim zwierzętom w czasie wakacji?*, online:  
<https://infowire.pl/generic/release/320785/jak-pomoc-dzikim-zwierzetom-w-czasie-wakacji>, [dostęp: 30.11.21].



## Załącznik nr 1 – Instrukcja do pracy w grupie III

### Zanim przywieziesz egzotyczną pamiątkę – o międzynarodowej współpracy w celu zapobiegania zagrożeniom przyrody (CITES)

- **Przygotujcie scenariusz wywiadu** z zaproszonym przez Was funkcjonariuszem Służby Celno-Skarbowej w ramach sesji naukowej na temat globalnego problemu świata jakim jest **handel dzikimi zagrożonymi wyginięciem gatunkami roślin i zwierząt**. Sesję zorganizuje Wasza klasa dla kolegów i koleżanek z klasy równoległej.
- Zanim przystąpicie do działania zapoznajcie się z materiałem oraz filmem dokumentalnym i zastanów się:
  - Co jest przyczyną wymierania gatunków?
  - Co to jest CITES, spróbuj wyjaśnić symbolikę szaty graficznej.



19

- W jakim celu pozyskuje się dzikie zwierzęta i rośliny?
- W jaki sposób przyczyniamy się do rozwoju handlu zagrożonymi gatunkami?
- Co warto wiedzieć, zanim przywieziesz pamiątkę z wakacji (**CITES dla podróżnych**).
- Przeanalizuj mapę i określ główne kierunki przemytu zabronionych okazów fauny i flory.
- W jaki sposób Wy możecie przyczynić się do zmniejszenia popytu na gatunki zagrożone wyginięciem?
- Konsekwencje prawne.
- Swoje przemyślenia uwzględnijcie w scenariuszu wywiadu.

<sup>19</sup> [https://zasoby.ekologia.pl/artykulyNew/6090/xxl/maxlogo\\_cites\\_350x203.jpg](https://zasoby.ekologia.pl/artykulyNew/6090/xxl/maxlogo_cites_350x203.jpg)

## NETOGRAFIA:

1. *CITES. Pozwólmy im żyć. Film informacyjno-edukacyjny*, online:  
<https://youtu.be/MxivB9XI3bM>; [dostęp: 30.11.21].
2. *Konwencja o międzynarodowym handlu dzikimi zwierzętami i roślinami gatunków zagrożonych wyginięciem*, online:  
[https://pl.wikipedia.org/wiki/Konwencja\\_o\\_mi%C4%99dzynarodowym\\_handlu\\_dzikimi\\_zwierz%C4%99tami\\_i\\_ro%C5%9Blinami\\_gatunk%C3%B3w\\_zagro%C5%BConych\\_wygini%C4%99ciem](https://pl.wikipedia.org/wiki/Konwencja_o_mi%C4%99dzynarodowym_handlu_dzikimi_zwierz%C4%99tami_i_ro%C5%9Blinami_gatunk%C3%B3w_zagro%C5%BConych_wygini%C4%99ciem), [dostęp: 30.11.21]
3. *Co warto wiedzieć, zanim przywieziesz pamiątkę z wakacji*, online:  
[https://www.dolnoslaskie.kas.gov.pl/c/document\\_library/get\\_file?uuid=b0cad947-1a70-4843-aa30-f759155ac47d&groupId=3557796](https://www.dolnoslaskie.kas.gov.pl/c/document_library/get_file?uuid=b0cad947-1a70-4843-aa30-f759155ac47d&groupId=3557796), [dostęp: 30.11.21].
4. Dudzik S., Korzeniowska K., *Nie tylko tygrysy. Przemyt gatunków chronionych w Europie*,  
<https://biqdata.wyborcza.pl/biqdata/7,159116,25413227,nie-tylko-tygrysy-przemyt-gatunkow-chronionych-w-europie.html>, [dostęp: 30.11.21].
5. *Rozporządzenia Unii Europejskiej dotyczące handlu dziką fauną i florą*, online:  
[https://ec.europa.eu/environment/cites/pdf/trade\\_regulations/KH7707262PLC.pdf](https://ec.europa.eu/environment/cites/pdf/trade_regulations/KH7707262PLC.pdf), [dostęp: 30.11.21].
6. Wiadomości Celne Nr 10-11/2009, *Służba celna chroni ginące gatunki*, online:  
[https://www.kic.gov.pl/documents/764034/1395261/Wiadomosci+Celne+10\\_1\\_2009](https://www.kic.gov.pl/documents/764034/1395261/Wiadomosci+Celne+10_1_2009), [dostęp: 30.11.21].
7. WWF Polska, *Jak pomóc dzikim zwierzętom w czasie wakacji?*, online:  
<https://infowire.pl/generic/release/320785/jak-pomoc-dzikim-zwierzetom-w-czasie-wakacji>, [dostęp: 30.11.21].

## Załącznik nr 1 – Instrukcja do pracy w grupie IV

### Zanim przywieziesz egzotyczną pamiątkę – o międzynarodowej współpracy w celu zapobiegania zagrożeniom przyrody (CITES)

- **Wykonajcie plakat – zaproszenie** (plakat o formacie A1 wykonany dowolną techniką) na sesję naukową dotyczącą globalnego problemu świata jakim jest **handel dzikimi zagrożonymi wyginięciem gatunkami roślin i zwierząt**. Sesję zorganizuje Wasza klasa dla kolegów i koleżanek z klasy równoległej.
- Zanim przystąpicie do działania zapoznajcie się z materiałem oraz filmem dokumentalnym i zastanówcie się:
  - Co jest przyczyną wymierania gatunków.
  - Co to jest CITES, spróbuj wyjaśnić symbolikę szaty graficznej.



20

- W jakim celu pozyskuje się dzikie zwierzęta i rośliny?
- W jaki sposób przyczyniamy się do rozwoju handlu zagrożonymi gatunkami?
- Co warto wiedzieć, zanim przywieziesz pamiątkę z wakacji (**CITES dla podróżnych**).
- Przeanalizuj mapę i określ główne kierunki przemytu zabronionych okazów fauny i flory.
- W jaki sposób Wy możecie przyczynić się do zmniejszenia popytu na gatunki zagrożone wyginięciem?
- Konsekwencje prawne.
- Swoje przemyślenia uwzględnijcie w scenariuszu wywiadu.

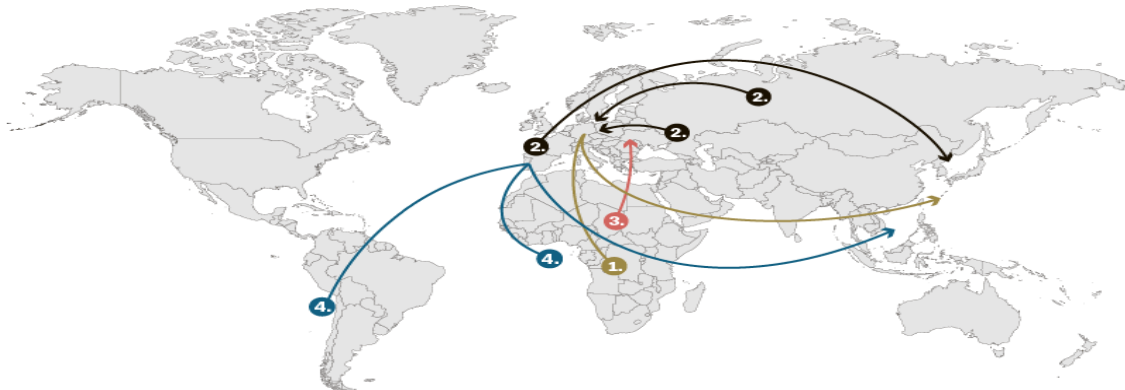
<sup>20</sup> [https://zasoby.ekologia.pl/artykulyNew/6090/xxl/maxlogo\\_cites\\_350x203.jpg](https://zasoby.ekologia.pl/artykulyNew/6090/xxl/maxlogo_cites_350x203.jpg)

## NETOGRAFIA:

1. *CITES. Pozwólmy im żyć. Film informacyjno-edukacyjny*, online:  
<https://youtu.be/MxivB9XI3bM>; [dostęp: 30.11.21].
2. *Konwencja o międzynarodowym handlu dzikimi zwierzętami i roślinami gatunków zagrożonych wyginięciem*, online:  
[https://pl.wikipedia.org/wiki/Konwencja\\_o\\_mi%C4%99dzynarodowym\\_handlu\\_dzikimi\\_zwierz%C4%99tami\\_i\\_ro%C5%9Blinami\\_gatunk%C3%B3w\\_zagro%C5%BConych\\_wygini%C4%99ciem](https://pl.wikipedia.org/wiki/Konwencja_o_mi%C4%99dzynarodowym_handlu_dzikimi_zwierz%C4%99tami_i_ro%C5%9Blinami_gatunk%C3%B3w_zagro%C5%BConych_wygini%C4%99ciem), [dostęp: 30.11.21]
3. *Co warto wiedzieć, zanim przywieziesz pamiątkę z wakacji*, online:  
[https://www.dolnoslaskie.kas.gov.pl/c/document\\_library/get\\_file?uuid=b0cad947-1a70-4843-aa30-f759155ac47d&groupId=3557796](https://www.dolnoslaskie.kas.gov.pl/c/document_library/get_file?uuid=b0cad947-1a70-4843-aa30-f759155ac47d&groupId=3557796), [dostęp: 30.11.21].
4. Dudzik S., Korzeniowska K., *Nie tylko tygrysy. Przemysł gatunków chronionych w Europie*,  
<https://biqdata.wyborcza.pl/biqdata/7,159116,25413227,nie-tylko-tygrysy-przemysl-gatunkow-chronionych-w-europie.html>, [dostęp: 30.11.21].
5. *Rozporządzenia Unii Europejskiej dotyczące handlu dziką fauną i florą*, online:  
[https://ec.europa.eu/environment/cites/pdf/trade\\_regulations/KH7707262PLC.pdf](https://ec.europa.eu/environment/cites/pdf/trade_regulations/KH7707262PLC.pdf), [dostęp: 30.11.21].
6. Wiadomości Celne Nr 10-11/2009, *Służba celna chroni ginące gatunki*, online:  
[https://www.kic.gov.pl/documents/764034/1395261/Wiadomosci+Celne+10\\_1\\_2009](https://www.kic.gov.pl/documents/764034/1395261/Wiadomosci+Celne+10_1_2009), [dostęp: 30.11.21].
7. WWF Polska, *Jak pomóc dzikim zwierzętom w czasie wakacji?*, online:  
<https://infowire.pl/generic/release/320785/jak-pomoc-dzikim-zwierzetom-w-czasie-wakacji>, [dostęp: 30.11.21].



## Szlaki handlu dzikimi zwierzętami



1.

**KOŚĆ SŁONIOWA  
I ROGI NOSOROŻCA**

W listopadzie 2016 r. służby wkroczyły do mieszkania Wiedeńczyka, który próbował sprzedać na targu trzy kły słońcia afrykańskiego. Wewnątrz odnaleziono ich aż 90. Każdego roku służby celne rekwirują w Unii Europejskiej setki kilogramów surowej i przetworzonej kości słoniowej. Ale prawdziwym celem jej podróży jest Azja Południowo-Wschodnia: Chiny i Hongkong, Wietnam i Malezja, gdzie surowiec jest tradycyjnie wykorzystywany w rzemiośle artystycznym. Liczba nielegalnie upolowanych słoń afrykańskich sięga co najmniej 20 tys. rocznie. Podobną drogę przebywają rogi nosorożców, których czarnorynkowa wartość szacuje się na 40 tys. euro za kilogram. W Azji róg nosorożca stosuje się jako składnik tradycyjnych specyfików do leczenia chorób układu krążenia. Zaraz za największymi importerami z Azji Płd.-Wsch. Głównym celem przemytu są kraje europejskie: Czechy i Irlandia.

2.

**JESIOTR  
I WĘGORZ EUROPEJSKI**

Europol donosi, że na terenie Unii od października 2018 r. zatrzymano blisko 6 ton przezroczystych larw węgorza europejskiego, o szacowanej wartości 2 tys. euro za kilogram. Z raportów dotyczących przemytu dzikich zwierząt w UE wynika, że co roku tysiące kilogramów larw węgorza jest przemyconych do Azji. Przemyt w drugą stronę dotyczy najczęściej osobników dorosłych. W 2015 r. doszło do zatrzymania 24 ton mięsa węgorza przewożonego z Chin do Niemiec. Równie dużym powodzeniem na czarnym rynku cieszą się produkty z Jesiotra - przede wszystkim mięso, kawior oraz kosmetyki. Do Unii są przewożone głównie zza wschodniej granicy, z Rosji oraz Ukrainy.

3.

**ZÓŁWIE I PAPUGI**

Jak wynika z raportów, gady to grupa zwierząt najczęściej przemyconych do Polski. Od 2000 roku celnicy zatrzymali aż 5 tys. żywych okazów. Zdecydowaną większość, ponad 90 proc. osobników, stanowiły żółwie. Przykład Polski dobrze ilustruje zjawisko występujące w całej Europie. Tylko w kwietniu funkcjonariusze unijnych służb celnych przechwycili 4,5 tys. gadów - w tym ponad tysiąc węży i 20 krokodyli, kajmanów i aligatorów. Do Europy przemycają się również tysiące egzotycznych ptaków, głównie papug, z Ameryki Płd. oraz Afryki.

4.

**KONIK MORSKI I ŁUSKOWCE**

Cztery z ośmiu gatunków fuskowców są krytycznie zagrożone. Te małe ssaki, przypominające pokryte łuską mrówkojadę, zamieszkują Afrykę Subsaharyjską i Południowo-Wschodnią Azję. Na czarnym rynku ich łuski i mięso są warte tysiące dolarów. Od setek lat stanowią ważny składnik w tradycyjnej medycynie azjatyckiej. Sproszkowane łuski sprzedaje się w formie tabletek i roztworów, kupujący wierzą, że preparaty pomagają matkom w laktacji oraz łagodzą bóle reumatyczne. Na terenie Unii co roku przechwytywane są setki kilogramów łusek, m.in. z Nigerii. Na masową skalę do Laosu, Wietnamu, Hongkongu i Chin przemycają się też żywe i suszone koniki morskie, które są cennym afrodyzjakiem. Przez Europę do Chin są przewożone m.in. z Peru i Gwinei.



ZŹRÓDŁO: KOMISJA EUROPEJSKA, TRAFFIC, SŁUŻBA CELNA

22

<sup>22</sup> <https://static.im-g.pl/im/7/25410/m25410897,PRZEMYT-ZWIERZAT-MAPA.png>, [dostęp: 30.11.21].

## SCENARIUSZ 2

### SCENARIUSZ ZAJĘĆ BIOLOGICZNO–MATEMATYCZNYCH DLA uczniów szkoły podstawowej klas VII-VIII

**AUTOR:** Kinga Gałązka

#### WPROWADZENIE

Dla biologa matematyka jest często dziedziną abstrakcyjną i oderwaną od rzeczywistości. Jednak rozwój technik obliczeniowych spowodował, że łatwiej jest biologowi korzystać ze skomplikowanych wzorów matematycznych, analizując struktury molekularne, tworząc modele sieci metabolicznych czy choćby badając zachowanie roju owadów.

Związki matematyki i biologii sięgają XIII wieku, kiedy to włoski matematyk, zwany jako Leonardo Fibonacci opisał wzorem matematycznym rosnącą populację królików. W XVIII wieku szwajcarski matematyk i fizyk Daniel Bernoulli zastosował narzędzia matematyki do opisu wpływu ospy na populację ludzką. Osiemnastowieczny angielski duchowny, uczyony Thomas Malthus teorię wzrostu populacji ludzkiej oparł o koncepcję wzrostu wykładniczego. Brytyjski statystyk i genetyk Ronald Fisher wykorzystał matematykę do łączenia genetyki mendelowskiej i doboru naturalnego. Obecnie szeroko stosuje się procesy stochastyczne w celu rozwiązywania problemów populacyjnych w zakresie ekologii czy epidemiologii. Matematyka odgrywa dużą rolę w badaniach mózgu i układów nerwowych. W ciągu ostatnich lat zaczęto wspierać analizę matematyczną symulacjami komputerowymi, co umożliwiło przetwarzanie większej liczby informacji, a co za tym idzie prowadzenie bardziej szczegółowych badań i eliminację błędów przybliżeń.

Matematyka pozwala opisywać wzorami i wizualizować obserwowane zjawiska, tworząc nową wiedzę o życiu.

Celem zamieszczonego poniżej scenariusza zajęć jest pokazanie przenikania matematyki i przyrody, w rozwiązywaniu problemów z kontekstem realistycznym. Zajęcia mogą być zorganizowane zarówno jako stacjonarne, jak i prowadzone w edukacji zdalnej.

## **TEMAT: Zaczęło się od królików...**

### **CELE – MATEMATYKA**

- Wykonywanie nieskomplikowanych obliczeń w pamięci lub w działaniach trudniejszych pisemnie oraz wykorzystanie tych umiejętności w sytuacjach praktycznych.
- Używanie prostych, dobrze znanych obiektów matematycznych, interpretowanie pojęć matematycznych i operowanie obiektami matematycznymi.

### **CELE – BIOLOGIA**

- Rozumowanie i zastosowanie nabytej wiedzy do rozwiązywania problemów biologicznych. Uczeń:
  - 1) Interpretuje informacje i wyjaśnia zależności przyczynowo-skutkowe między zjawiskami, formułuje wnioski.
  - 2) Przedstawia opinie i argumenty związane z omawianymi zagadnieniami biologicznymi.
- Postawa wobec przyrody i środowiska. Uczeń:
  - 1) Uzasadnia konieczność ochrony przyrody.
  - 2) Prezentuje postawę szacunku wobec siebie i wszystkich istot żywych.
  - 3) Opisuje i prezentuje postawę i zachowania człowieka odpowiedzialnie korzystającego z dóbr przyrody.

### **METODY, FORMY I SPOSOBY PRACY**

- BYOD;
- metoda trójkąta;
- analiza przypadku;
- *Smily*.

### **ŚRODKI DYDAKTYCZNE**

- komputery z dostępem do Internetu dla każdego ucznia;
- załączniki 1 - 5;
- prezentacja przygotowana przez uczniów – Leonardo Fibonacci;
- prezentacje przygotowane przez nauczyciela.

**CZAS PRACY:** 45 minut



## UWAGI

- Zajęcia mogą być przeprowadzone zarówno stacjonarnie, jak i online. W przypadku zajęć stacjonarnych preferowaną metodą jest BYOD (uczniowie przynoszą do szkoły własne urządzenia multimedialne i mogą z nich korzystać na lekcji).
- Zajęcia prowadzone online wymagają interakcji nauczyciela i uczniów, z możliwością prezentowania przez uczniów swoich rozwiązań, wspólnej dyskusji.
- Proponowana praca w małych grupach (lub w parach) w przypadku zajęć online jest możliwa, gdy uczniowie mogą komunikować się ze sobą za pomocą np. telefonów komórkowych.
- Zajęcia można kontynuować na lekcjach matematyki, odkrywając inne własności liczb Fibonacciego.

## Przed zajęciami

- Dwóch chętnych uczniów ma za zadanie przygotowania atrakcyjnej i dowcipnej prezentacji na temat włoskiego matematyka Leonarda Fibonacciego.
- Uczniowie mogą skorzystać z wiadomości zawartych w załączniku 1 lub na stronie internetowej <https://pl.wikipedia.org/wiki/Fibonacci> [dostęp 15.11.21].

## PRZEBIEG ZAJĘĆ

- 1) Nauczyciel przybliży uczniom historię związaną z szybkim przyrostem populacji królików w Australii (załącznik 1), opartą o krótką, przygotowaną wcześniej prezentację.
- 2) Uczniowie pracują metodą trójkąta i zarazem analizą przypadku. Jeśli jest to możliwe w małych grupach zastanawiają się nad głównymi przyczynami rozmnożenia się królików, skutkami jakie to przyniosło i możliwościami zaradzenia takiej sytuacji.
- 3) Jeśli nie jest możliwa praca w grupach (uczniowie, nie mają z sobą kontaktu), wspólnie dyskutują, odpowiadając na poniższe pytania.
  - Jaka mogła być główna przyczyna, iż Thomas Austin postąpił tak beztropko sprowadzając króliki do Australii?  
Przykładowa odpowiedź:

W dziele *O pochodzeniu gatunków*, Karol Darwin sklasyfikował torbacze niżej niż zwierzęta europejskie. Pobudziło to angielskich osadników do ucywilizowania australijskiego buszu. W tym celu sprowadzono też europejskie ryby (łososia, karpia, pstrąga), które dokonały ogromnego spustoszenia ekosystemów australijskich rzek.

- Jakie czynniki spowodowały szybki wzrost populacji królików?

Przykładowe odpowiedzi:

- sprzyjający klimat – suchy, ciepłe zimy;
- wysoka płodność;
- brak naturalnych wrogów.

- Czy Thomas Austin mógł przewidzieć skutki swojego czynu?

Przykładowa odpowiedź:

Tak, gdyż już pod koniec XVIII wieku kilka królików sprowadzono do Tasmanii, gdzie spowodowały ogromne spustoszenia.

- W jaki sposób można zapobiegać tak szybkiemu przyrostowi populacji?
- W jaki sposób Australijczycy próbują zmniejszyć króliczą populację?
- Aby odpowiedzieć na to pytanie, uczniowie mogą sięgnąć do strony internetowej [https://en.m.wikipedia.org/wiki/Rabbits\\_in\\_Australia](https://en.m.wikipedia.org/wiki/Rabbits_in_Australia), [dostęp 15.11.21].

Przykładowe odpowiedzi:

- Stosowano odstrzał.
- Rozrzucano trutki.
- Ogradzano pola.
- Zakazano wypuszczania na wolność oswojonych zwierząt.
- Wybudowano 1837 mur odgradzający część zajęta przez króliki od strefy wolnej od królików.
- Wylawiano masowo zwierzęta, pozyskując surowiec dla kuśnierstwa.
- Zaczęto masowo spożywać królicze mięso.
- Niszczono królicze nory.
- Zakładano pułapki.
- Szczepiono króliki chorobami zakaźnymi.
- Czy uważasz, że te działania są skuteczne? Dlaczego? Zaproponuj swój sposób zapobiegania szybkiemu przyrostowi populacji.

- Jakie skutki przyniósł pomysł szczepienia królików chorobami zakaźnymi?

Podsumowaniem dyskusji powinna być konkluzja dotycząca nieprzemyślnych działań człowieka, przynoszących szkody środowisku. W przypadku, gdy uczniowie pracowali w grupach – najpierw stanowiska grup przedstawiają prezenterzy i dopiero następuje dyskusja podsumowująca.

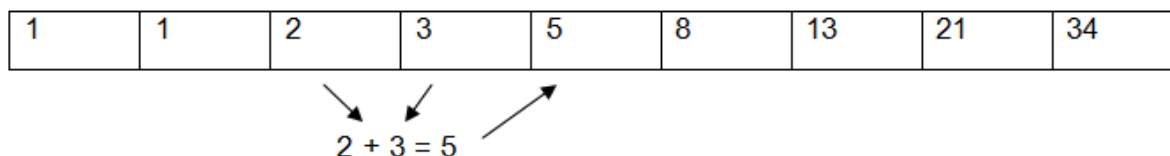
1. Aby przekonać się, czy istotnie króliki rozmnażają się tak szybko, jak w Australii – nauczyciel proponuje uczniom przeanalizowanie zadania rozważanego przez genialnego matematyka Leonarda z Pizy.
2. Dwóch uczniów przedstawia przygotowaną wcześniej prezentację przybliżającą sylwetkę włoskiego matematyka Leonarda Fibonacciego. Uczniowie mogli znaleźć potrzebne informacje w Internecie lub skorzystać z wiadomości zawartych w załączniku 2.
3. Uczniowie pracują online parach i zapoznają z zadaniem przygotowanym wcześniej przez nauczyciela (załącznik 3).

Wzór wypełnionej tabelki.

| Po miesiącu          | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6  | 7  | 8  | 9  | 10 | 11  | 12  |
|----------------------|---|---|---|---|---|---|----|----|----|----|----|-----|-----|
| Liczba par dorosłych |   | 1 | 1 | 2 | 3 | 5 | 8  | 13 | 21 | 34 | 55 | 89  | 144 |
| Liczba par młodych   | 1 | 0 | 1 | 1 | 2 | 3 | 5  | 8  | 13 | 21 | 34 | 55  | 89  |
| Liczba par w sumie   | 1 | 1 | 2 | 3 | 5 | 8 | 13 | 21 | 34 | 55 | 89 | 144 | 233 |

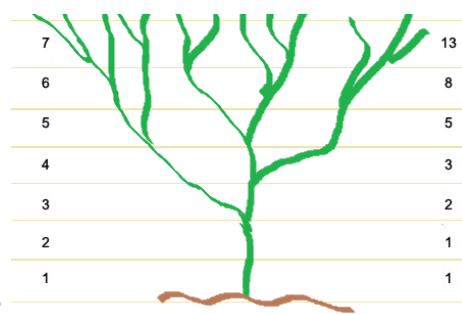
1. Wskazana przez nauczyciela para prezentuje swoje wyniki i wnioski.

Reguła według której powstają kolejne wyrazy ciągu:



2. Nauczyciel informuje, że podobna zależność, jak odkryta w zadaniu o królikach, występuje często w przyrodzie.

Na przykład wśród pszczół. Królowa pszczół ma zarówno ojca, jak i matkę (inną królową), natomiast trutnie mają tylko matkę. Zatem drzewo genealogiczne trutnia jest odzwierciedleniem odkrytej reguły.



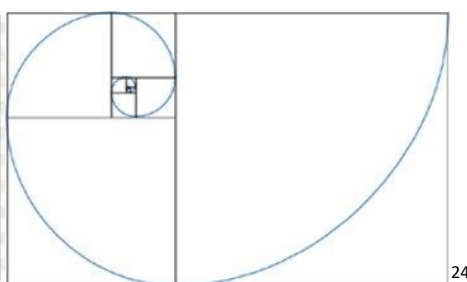
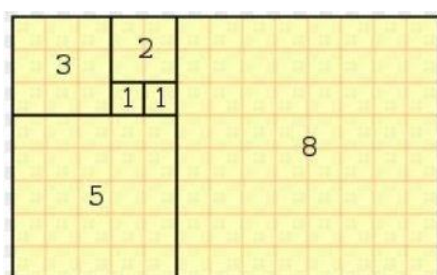
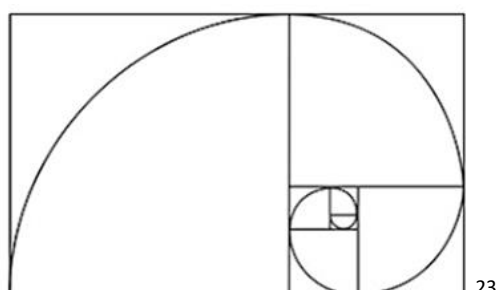
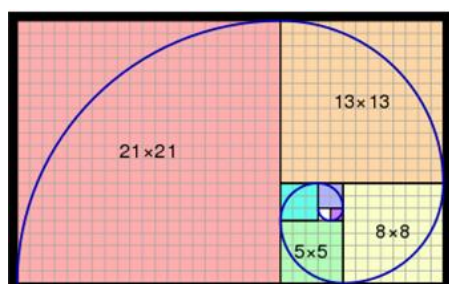
W podobny sposób przyrastają pędy wielu roślin:

Jak łatwo się domyśleć, odkryty przez Fibonacciego ciąg nazwano jego nazwiskiem i obecnie nazywa się ciągiem Fibonacciego, a wyrazy ciągu to liczby Fibonacciego.

W przyrodzie wiele struktur przyjmuje formy zgodne ze spiralą, utworzoną wykorzystaniem liczb Fibonacciego. Nauczyciel może zaprezentować uczniom przygotowany wcześniej materiał pokazujący związek liczb Fibonacciego z przyrodą (może skorzystać z informacji zawartych w załączniku 4) lub poprosić uczniów o poszukanie odpowiednich informacji w Internecie i podzielenie się nimi.

1. Kolejnym zadaniem uczniów jest zbudowanie spirali Fibonacciego (załącznik 5).

Przykłady gotowych rysunków:



Uczniowie przesyłają zdjęcia swoich spiral. Jest to okazja do zastanowienia się jakie jeszcze spirale matematyczne opisują zjawiska przyrodnicze (np. złota spirala).

<sup>23</sup> na podstawie *FibonacciSpiral.svg*, [grafika, domena publiczna], online: <https://commons.wikimedia.org/wiki/File:FibonacciSpiral.svg> [dostęp: 12.11.21].

<sup>24</sup> Na podstawie [https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Fibonacci\\_blocks.svg](https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Fibonacci_blocks.svg), [dostęp: 12.11.21].

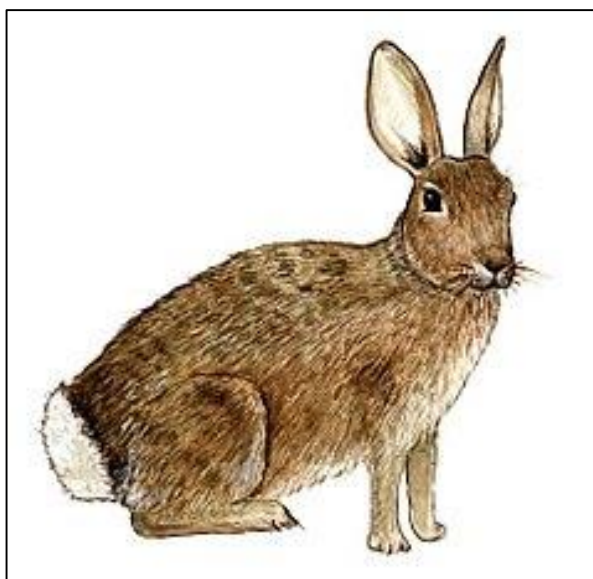
1. Podsumowaniem zajęć jest wspólna dyskusja na temat wzajemnego przenikania przyrody i matematyki oraz celowości opisywania językiem matematyki zjawisk przyrodniczych.
2. Ostatni element to ewaluacja metodą *Smily* – uczniowie na czacie zamieszczają symbole określające ich zaangażowanie, stopień zrozumienia tematu, zainteresowanie problematyką zajęć.
3. Nauczyciel ocenia pracę uczniów i informuje o wynikach ewaluacji.

## NETOGRAFIA

1. [https://en.m.wikipedia.org/wiki/Rabbits\\_in\\_Australia](https://en.m.wikipedia.org/wiki/Rabbits_in_Australia), [dostęp: 15.11.21].
2. [https://en.wikipedia.org/wiki/Fibonacci\\_number](https://en.wikipedia.org/wiki/Fibonacci_number), [dostęp: 15.11.21].
3. [https://en.wikipedia.org/wiki/Golden\\_spiral](https://en.wikipedia.org/wiki/Golden_spiral), [dostęp: 15.11.21].
4. <https://pl.wikipedia.org/wiki/Fibonacci>, [dostęp: 15.11.21].
5. Grafiki:
  - Braxmeier H., *cauliflower-318152\_960\_720.jpg* [grafika, [Pixabay License](#)], online: [https://cdn.pixabay.com/photo/2014/04/07/01/46/cauliflower-318152\\_960\\_720.jpg](https://cdn.pixabay.com/photo/2014/04/07/01/46/cauliflower-318152_960_720.jpg)
  - Chris 73, *NautilusCutawayLogarithmicSpiral.jpg*, [grafika [CC BY-SA 3.0](#)], online: <https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/thumb/0/08/NautilusCutawayLogarithmicSpiral.jpg/1280px-NautilusCutawayLogarithmicSpiral.jpg>, [dostęp: 12.11.21].
  - *Cosmos 4.jpg*, [grafika domena publiczna], online: [https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/thumb/6/6d/Cosmos\\_4.jpg/800px-Cosmos\\_4.jpg](https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/thumb/6/6d/Cosmos_4.jpg/800px-Cosmos_4.jpg) [dostęp: 12.11.21].
  - Delso D., *Ananas bracteatus, Plantacja ananasów Dole, Oahu, Hawaje, USA1.jpg*, [grafika, [CC BY-SA 3.0](#)], online: [https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/7/7a/Ananas\\_bracteatus%2C\\_Dole\\_Pineapple\\_Plantation%2C\\_Oahu%2C\\_Hawaii%2C\\_USA1.jpg](https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/7/7a/Ananas_bracteatus%2C_Dole_Pineapple_Plantation%2C_Oahu%2C_Hawaii%2C_USA1.jpg), [dostęp: 12.11.21].
  - ElectroKid, *Bloki Fibonacciego.svg*, [grafika domena publiczna], online: [https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Fibonacci\\_blocks.svg](https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Fibonacci_blocks.svg), [dostęp: 12.11.21]
  - *Fibonacci.jpg*, [grafika, domena publiczna], online: <https://pl.wikipedia.org/wiki/Fibonacci#/media/Plik:Fibonacci.jpg>, [dostęp: 15.11.21].
  - Fisch M, *Larix decidua\_cone\_Wiesbaden.jpg*, [grafika, [Creative Commons Attribution-Share Alike 2.0 Generic](#)], online: <https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=8748986> [dostęp: 12.11.21].
  - HB, *FibonacciRabbit.svg*, [grafika], online: <https://commons.wikimedia.org/wiki/File:FibonacciRabbit.svg>, [dostęp: 12.11.21]

- Jahobr, *FibonacciSpiral.svg*, [grafika, domena publiczna], online:  
<https://commons.wikimedia.org/wiki/File:FibonacciSpiral.svg> [dostęp: 12.11.21].
- Koenigsegg, *Katoenstaartkonijn 2.jpg*, [grafika, [CC BY-SA 2.5](#)], online:  
[https://pl.wikipedia.org/wiki/Kr%C3%B3lik#/media/Plik:Katoenstaartkonijn\\_2.jpg](https://pl.wikipedia.org/wiki/Kr%C3%B3lik#/media/Plik:Katoenstaartkonijn_2.jpg),  
[dostęp: 12.11.21].
- LoggaWiggler, *aloe-510113\_960\_720.jpg*, [grafika, [Licencja Pixabay](#)], online:  
[https://cdn.pixabay.com/photo/2014/10/31/00/16/aloe-510113\\_960\\_720.jpg](https://cdn.pixabay.com/photo/2014/10/31/00/16/aloe-510113_960_720.jpg), [dostęp:  
12.11.21].
- *Norway Spruce cone.jpg* [grafika, domena publiczna], online:  
[https://pl.wikipedia.org/wiki/%C5%9Awierk\\_pospolity#/media/Plik:Norway\\_Spruce\\_cone.jpg](https://pl.wikipedia.org/wiki/%C5%9Awierk_pospolity#/media/Plik:Norway_Spruce_cone.jpg), [dostęp: 12.11.21].
- Pilley C., *flower-94187\_960\_720.jpg*, [grafika, [Licencja Pixabay](#)], online:  
[https://cdn.pixabay.com/photo/2013/03/16/00/56/flower-94187\\_960\\_720.jpg](https://cdn.pixabay.com/photo/2013/03/16/00/56/flower-94187_960_720.jpg), [dostęp:  
12.11.21].
- Sakurai Midori, *Rosa canina 6.JPG*, [grafika [CC BY-SA 3.0](#)], online:  
[https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/thumb/6/62/Rosa\\_canina\\_6.JPG/1280px-Rosa\\_canina\\_6.JPG](https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/thumb/6/62/Rosa_canina_6.JPG/1280px-Rosa_canina_6.JPG), [dostęp: 12.11.21].
- Schmurr T., *Pinus jeffreyi stożek Big Bear Lake.jpg*, [grafika [Creative Commons Uznanie autorstwa 2.0 Generic](#)], online:  
[https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Pinus\\_jeffreyi\\_cone\\_Big\\_Bear\\_Lake.jpg](https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Pinus_jeffreyi_cone_Big_Bear_Lake.jpg),  
dostęp [11.11.21].
- Stüber K., *Tradescantia\_virginiana0.jpg*, [grafika, [CC BY-SA 3.0](#)], online:  
[https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/c/cf/Tradescantia\\_virginiana0.jpg](https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/c/cf/Tradescantia_virginiana0.jpg),  
[dostęp: 12.11.21].

## **ZAŁĄCZNIKI:**



25

### Króliki w Australii <sup>26</sup>

W 1858 r. Thomas Austin, Anglik, zamieszkały w Australii, postanowił zorganizować bożonarodzeniowe polowanie na króliki w swojej posiadłości. W owym czasie zwierząt tych nie spotykano w Australii. Poprosił więc swoją rodzinę o przysłanie z Anglii 24 królików.

Zwierzęta wypuszczone na wolność szybko zaczęły się rozmnażać, tym bardziej, że Austin polował na wszystkie drapieżniki w okolicy.

W 1868 r. pola o powierzchni ponad 8 tysięcy kilometrów były całkowicie zdewastowane przez króliki.

Jednak nie podjęto żadnych środków, aby zapobiegać dalszemu rozmnażaniu się królików. Obecnie ssaki te zajmują obszar około czterech milionów kilometrów kwadratowych i ciągle się rozmnażają.

W latach czterdziestych liczbę królików szacowano na ponad 600 milionów. Każde zwierzę powodowało straty w wysokości około 1 dolara.

Króliki dewastowały roślinność, co powodowało wypieranie rodzimych gatunków zwierząt. Doprowadziło to na jednej z wysp do wymarcia trzech gatunków papug i ponad 20 gatunków zwierząt.

<sup>25</sup> Koenigsegg, *Katoenstaartkonijn 2.jpg*, [grafika, [CC BY-SA 2.5](https://pl.wikipedia.org/wiki/Kr%C3%B3lik#/media/Plik:Katoenstaartkonijn_2.jpg)], online: [https://pl.wikipedia.org/wiki/Kr%C3%B3lik#/media/Plik:Katoenstaartkonijn\\_2.jpg](https://pl.wikipedia.org/wiki/Kr%C3%B3lik#/media/Plik:Katoenstaartkonijn_2.jpg). [dostęp: 12.11.21].

<sup>26</sup> Na podstawie [https://en.m.wikipedia.org/wiki/Rabbits\\_in\\_Australia](https://en.m.wikipedia.org/wiki/Rabbits_in_Australia), [dostęp: 12.11.21].



27

### Leonardo Fibonacci<sup>28</sup>

Leonardo Pisano (z Pizy), zwany Fibonaccim( syn Bonacciego) to jeden z największych matematyków wszechczasów. Urodził się około 1170 r. w Pizie, zmarł około 1242 r. (dokładna data ani urodzin, ani śmierci nie jest znana).

Był synem bogatego kupca i dyplomaty, z którym podróżował, między innymi po krajach arabskich. Spędził kilka lat w Algierii, gdzie studiował dzieła matematyków muzułmańskich. Poznał wtedy wiele technik obliczeniowych, nieznanymi w Europie. Aby udoskonalić wiedzę Fibonacci wiele podróżował – był w Egipcie, Grecji, Turcji. Gdy powrócił na stałe do Włoch, był już uznanym matematykiem. Republika Pizy przyznała mu roczną pensję, która pozwoliła mu poświęcić się całkowicie nauce. Jest autorem wielu dzieł matematycznych. Kopie niektórych z nich dotrwały do dzisiaj. Najbardziej znane jego rozprawy to:

- *Liber Abaci* – opisał tam system pozycyjny liczb i zawarł podstawy arytmetyki,
- *Practica geometriace* – dzieło w którym pokazał zastosowanie algebry w geometrii.

Leonard z Pizy :

- Spopularyzował w Europie używania cyfr arabskich ( w tym zera);
- Określił sposób przybliżonego wyznaczania pierwiastków stopnia drugiego i trzeciego;
- Zajmował się rozkładem liczb na czynniki pierwsze;
- Pracował nad cechami podzielności;
- Pokazał rozwiązania wielu zadań arytmetyki handlowej, opartej na proporcjach.

<sup>27</sup> Fibonacci.jpg, [grafika, domena publiczna], online: <https://pl.wikipedia.org/wiki/Fibonacci#/media/Plik:Fibonacci.jpg>, [dostęp: 15.11.21].

<sup>28</sup> na podstawie <https://pl.wikipedia.org/wiki/Fibonacci>, [dostęp: 15.11.21].



### Króliki Fibonacciego

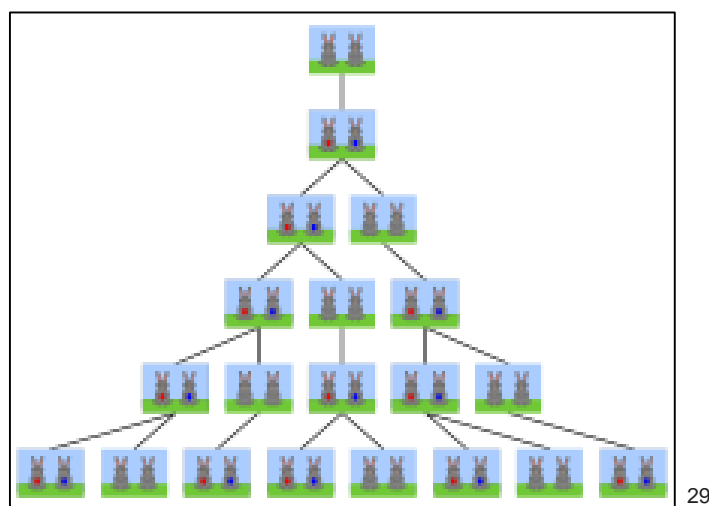
Zapoznacie się z problemem, który rozważał Leonardo z Pizy.

Wyobraźcie sobie, że mamy jedną parę młodych królików – samca i samicę, które po miesiącu staną się dorosłymi, by po następnym miesiącu wydać na świat potomstwo. Po kolejnym miesiącu ich potomstwo wydorosłe i będzie zdolne do reprodukcji. Rodzice zaś nadal będą się rozmnażać.

- Policzcie roczny przyrost królików. Uzupełnijcie w tym celu poniższą tabelkę.

| Po miesiącu          | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 |
|----------------------|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|----|----|----|
| Liczba par dorosłych |   | 1 | 1 | 2 |   |   |   |   |   |   |    |    |    |
| Liczba par młodych   | 1 | 0 | 1 | 1 |   |   |   |   |   |   |    |    |    |
| Liczba par w sumie   | 1 | 1 | 2 |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |

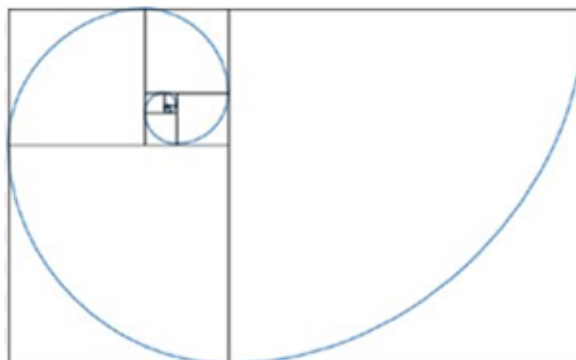
Jeśli macie problem z wypełnieniem tabelki – skorzystajcie z poniższego schematu i dorysujcie kolejne elementy.



- Odkryjcie regułę, według której powstają kolejne wyrazy zbudowanego przez was ciągu. Dopiszcie jeszcze kilka wyrazów.

<sup>29</sup> HB, *FibonacciRabbit.svg*, [grafika, [CC BY-SA 3.0](https://commons.wikimedia.org/wiki/File:FibonacciRabbit.svg)], online: <https://commons.wikimedia.org/wiki/File:FibonacciRabbit.svg>, [dostęp: 15.11.21].

## Spirala Fibinacciego



Spirala Fibinacciego zbudowana jest z ćwiartek okręgów, których promienie są kolejnymi liczbami Fibinacciego.

Zbuduj taka spiralę. Możesz narysować spirale na papierze w kratkę lub skorzystać z programu graficznego, np. GeoGebra<sup>30</sup> i umieścić ją na ekranie komputera.

Skorzystaj z poniższego algorytmu.

- 1) Narysuj kwadrat o boku 1.
- 2) Dorysuj kolejny kwadrat o boku 1, przylegający do pierwszego kwadratu od góry.
- 3) Narysuj kwadrat o boku 2 przylegający do dotychczasowych kwadratów z lewej strony.
- 4) Dorysuj kwadrat o boku 3 z dołu.
- 5) Teraz dorysuj kwadrat o boku 5 z prawej strony.
- 6) Kontynuuj rysowanie coraz większych kwadratów.
- 7) Zaczynając od najmniejszego kwadratu narysuj odpowiednie części okręgów, tworząc spiralę.

---

<sup>30</sup> Aplikacja online: <https://www.geogebra.org/>, [dostęp: 15.11.21].

### Liczby Fibonacciego w przyrodzie<sup>31</sup>

Analizując układ geometryczny ulistnienia, ułożenie płatków kwiatów czy nasion, można dostrzec wiele powtarzających się wzorów. Liczby Fibonacciego można zaobserwować w spiralach utworzonych przez pojedyncze kwiaty, w złożonych kwiatostanach stokrotek, kalafiorów czy brokułów.



- <sup>32</sup> W owocu ananasa 8 linii spiralnych biegnie w jedną stronę, a 5 lub 13 w przeciwną.



- <sup>33</sup> Na tarczy słonecznika może się krzyżować 55 spirali z 89 (może też być ich więcej).
- Różyczki kalafiora i brokuły ułożone są spiralnie. Liście aloesu też mogą tworzyć spiralę.

---

<sup>31</sup> Na podstawie [https://en.wikipedia.org/wiki/Fibonacci\\_number](https://en.wikipedia.org/wiki/Fibonacci_number), [dostęp: 12.11.21].

<sup>32</sup> D. Delso, *Ananas bracteatus*, *Plantacja ananasów Dole, Oahu, Hawaje, USA1.jpg*, [grafika, [CC BY-SA 3.0](#)], online: [Plik:Ananas bracteatus, Dole Pineapple Plantation, Oahu, Hawaje, USA1.jpg - Wikimedia Commons](#), [dostęp: 12.11.21].

<sup>33</sup> Casey Pilley, *flower-94187\_960\_720.jpg*, [grafika, [Licencja Pixabay](#)], online: [https://cdn.pixabay.com/photo/2013/03/16/00/56/flower-94187\\_960\\_720.jpg](https://cdn.pixabay.com/photo/2013/03/16/00/56/flower-94187_960_720.jpg), [dostęp: 12.11.21].



34



35

- Sporofile szyszek drzew iglastych są skrócone na ogół w ten sposób, że liczba spiral w jednym kierunku oraz liczba spiral w drugim kierunku są kolejnymi wyrazami ciągu Fibonacciego. Na przykład szyszki świerka pospolitego mają trzynaście spiral w jednym kierunku i osiem w drugim, szyszka modrzewia – pięć i trzy, a sosny – pięć i osiem.



36



37



38

<sup>34</sup> Hans Braxmeier., *cauliflower-318152\_960\_720.jpg* [grafika, [Pixabay License](#)], online: [https://cdn.pixabay.com/photo/2014/04/07/01/46/cauliflower-318152\\_960\\_720.jpg](https://cdn.pixabay.com/photo/2014/04/07/01/46/cauliflower-318152_960_720.jpg)

<sup>35</sup> LoggaWiggler, *aloe-510113\_960\_720.jpg*, [grafika, ], online: [https://cdn.pixabay.com/photo/2014/10/31/00/16/aloe-510113\\_960\\_720.jpg](https://cdn.pixabay.com/photo/2014/10/31/00/16/aloe-510113_960_720.jpg), [dostęp: 12.11.21].

<sup>36</sup> *Norway Spruce cone.jpg* [grafika, domena publiczna], online: [https://pl.wikipedia.org/wiki/%C5%9Awierk\\_pospolity#/media/Plik:Norway\\_Spruce\\_cone.jpg](https://pl.wikipedia.org/wiki/%C5%9Awierk_pospolity#/media/Plik:Norway_Spruce_cone.jpg), [dostęp: 12.11.21].

<sup>37</sup> Tristan Schmurr, *Pinus jeffreyi stożek Big Bear Lake.jpg*, [grafika [Creative Commons Uznanie autorstwa 2.0 Generic](#)], online: [https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Pinus\\_jeffreyi\\_cone\\_Big\\_Bear\\_Lake.jpg](https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Pinus_jeffreyi_cone_Big_Bear_Lake.jpg), dostęp [11.11.21].

<sup>38</sup> Martin Fisch, *Larix decidua cone Wiesbaden.jpg*, [grafika, CC BY-SA 2.0], online: <https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=8748986> [dostęp: 12.11.21].

- Liczba płatków kwiatów to najczęściej trzy (lilie, irysy), pięć (dzika róża), osiem (Kosmea), trzynaście (niektóre stokrotki), dwadzieścia jeden (cykoria), ....



39



40



41



- <sup>42</sup> Muszle wielu zwierząt (np. łodzika) zwinęte są zgodnie ze spiralą Fibinacciego.

<sup>39</sup> K. Stüber, Tradescantia\_virginiana0.jpg, [grafika, [CC BY-SA 3.0](#)], online:

[https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/c/cf/Tradescantia\\_virginiana0.jpg](https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/c/cf/Tradescantia_virginiana0.jpg), [dostęp: 12.11.21].

<sup>40</sup> Cosmos 4.jpg, [grafika domena publiczna], online:

[https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/thumb/6/6d/Cosmos\\_4.jpg/800px-Cosmos\\_4.jpg](https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/thumb/6/6d/Cosmos_4.jpg/800px-Cosmos_4.jpg) [dostęp: 12.11.21].

<sup>41</sup> Sakurai Midori, Rosa canina 6.JPG, [grafika [CC BY-SA 3.0](#)], online:

[https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/thumb/6/62/Rosa\\_canina\\_6.JPG/1280px-Rosa\\_canina\\_6.JPG](https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/thumb/6/62/Rosa_canina_6.JPG/1280px-Rosa_canina_6.JPG), [dostęp: 12.11.21].

<sup>42</sup> Chris 73, NautilusCutawayLogarithmicSpiral.jpg, [grafika [CC BY-SA 3.0](#)], online:

<https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/thumb/0/08/NautilusCutawayLogarithmicSpiral.jpg/1280px-NautilusCutawayLogarithmicSpiral.jpg>, [dostęp: 12.11.21].

## SCENARIUSZ 3

### SCENARIUSZ ZAJĘĆ DLA: uczniów szkół ponadpodstawowych z biologii w zakresie rozszerzonym

**EDUKACJA:** biologia, geografia

**AUTOR:** Jacek Pachelski

#### WPROWADZENIE

Projekt „Jak przechwycić węgiel? Zapytaj rośliny” ma charakter interdyscyplinarny i powinien być realizowany przez uczących się w oparciu o wiedzę z dziedziny biologii i geografii. Celem projektu jest zapoznanie uczniów z różnymi adaptacjami roślin do fotosyntezy (rośliny C<sub>3</sub>, C<sub>4</sub> i CAM) w zależności od warunków klimatycznych. Teoretycznymi podstawami do rozważania powyższego zagadnienia powinna być wiedza uczniów na temat fotosyntezy roślin C<sub>3</sub>. Tak więc, projekt powinien być realizowany po poznaniu przez uczniów zagadnień związanych z przebiegiem fotosyntezy. Ważnym elementem projektu jest część doświadczalna, pokazująca wpływ różnych czynników na przebieg fotosyntezy (CO<sub>2</sub>, temperatury, natężenia światła). W efekcie podjętych prac uczniowie będą starać się uzasadnić tezę, że rośliny różnych stref klimatycznych wykształciły różne przystosowania do przeprowadzania procesu fotosyntezy. Nauczyciel kierujący projektem powinien podzielić uczniów na grupy, które ze sobą współpracują nad wybranymi zagadnieniami, przeprowadzają doświadczenia i wzajemnie od siebie się uczą. Jeśli to możliwe, każda z grup powinna przeprowadzić wszystkie ww. doświadczenia, aby zapewnić większą porównywalność wyników pomiędzy grupami. Efekty pracy grup powinny być przedstawione na forum klasy w celu umożliwienia wspólnej dyskusji nad postawioną tezą.

**TEMAT:** Jak przechwycić węgiel? Zapytaj rośliny!

**Podstawa programowa do biologii w zakresie rozszerzonym dla szkoły ponadpodstawowej:**

**CELE KSZTAŁCENIA – wymagania ogólne**

- II. Rozwijanie myślenia naukowego; doskonalenie umiejętności planowania i przeprowadzania obserwacji i doświadczeń oraz wnioskowania w oparciu o wyniki badań.

- III. Posługiwanie się informacjami pochodzącymi z analizy materiałów źródłowych.
- IV. Rozumowanie i zastosowanie nabytej wiedzy do rozwiązywania problemów biologicznych.

### **TREŚCI KSZTAŁCENIA – wymagania szczegółowe**

- III. Energia i metabolizm
  4. Fotosynteza
- IX. Różnorodność roślin
  4. Odżywianie się roślin

Uczeń:

- Przedstawia adaptacje anatomiczne i fizjologiczne roślin typu C<sub>4</sub> i CAM do przeprowadzania fotosyntezy w określonych warunkach środowiska.
- 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.

### **CELE**

Uczeń:

- Wymienia czynniki wpływające na fotosyntezę oraz wykazuje doświadczalnie ich wpływ na przebieg fotosyntezy.
- Podaje przykłady roślin przeprowadzających fotosyntezę C<sub>3</sub>, C<sub>4</sub> i CAM.
- przedstawia adaptacje w budowie roślin różnych stref klimatycznych do procesu fotosyntezy.
- Porównuje mechanizmy fizjologiczne roślin prowadzących fotosyntezę C<sub>3</sub>, C<sub>4</sub> i CAM.
- Wyjaśnia, co to jest fotooddychanie oraz omawia jego wpływ na produkcję różnych typów roślin.
- Przedstawia znaczenie roślin C<sub>3</sub>, C<sub>4</sub> i CAM z ekologicznego i gospodarczego punktu widzenia.

### **STRATEGIE I METODY**

- strategia problemowa;
- WebQuest;

- eksperyment laboratoryjny;
- tutoring rówieśniczy.

### **FORMY PRACY:**

Praca w grupach z wykorzystaniem różnych komunikatorów dostępnych online

### **ŚRODKI DYDAKTYCZNE**

- podręczniki szkolne;
- literatura specjalistyczna;
- strony internetowe;
- sprzęt laboratoryjny.

**Czas pracy:** ok. 2 tygodni

### **PRZEBIEG ZAJĘĆ wg. WebQuest:**

#### **Zadanie**

Jak wcześniej wspomniano uczniowie będą starali się wykazać, że rośliny różnych stref klimatycznych wykształciły różne przystosowania do przeprowadzania procesu fotosyntezy. Przed przystąpieniem do projektu uczniowie powinni powtórzyć zagadnienia związane z fotosyntezą, które były wcześniej omówione podczas lekcji, a przede wszystkim:

- Budowę chloroplastu i jego związek z przebiegiem fotosyntezy.
- Rolę barwników i fotosystemów w procesie fotosyntezy.
- Przebieg fazy zależnej i niezależnej od światła z uwzględnieniem ich substratów i produktów, a także rolę enzymu RuBisCO.
- Mechanizm powstawania ATP w procesie chemioosmozy.
- Różnice między fotofosforylacją cykliczną i niecykliczną.

W **części pierwszej** projektu uczniowie powinni przeprowadzić doświadczenia, które pozwolą rozwiązać problem badawczy dotyczący wpływu czynników środowiskowych na intensywność procesu fotosyntezy. Doświadczenia mogą być przeprowadzone w warunkach szkolnych. Każda z grup może wykorzystać podczas eksperymentów różne gatunki roślin. Eksperymenty powinny być przeprowadzone wg instrukcji dostępnej pod podanym w części **Źródła i zasoby** adresem internetowym lub zamieszczonej w podręczniku szkolnym. Efektem prac tej części projektu powinna być prezentacja Power Point, w której uczący się przedstawią przebieg prac



laboratoryjnych oraz ich wyniki. Propozycja szablonu prezentacji i została przedstawiona w **Załączniku 1**.

Zadaniem każdej grupy w **drugiej części** projektu będzie przygotowanie prezentacji dotyczącej udowodnienia prawdziwości postawionej wcześniej tezy o różnych adaptacjach roślin ( $C_3$ ,  $C_4$  i CAM) do procesu fotosyntezy, zarówno w budowie anatomicznej, jak i mechanizmów fizjologicznych.

Opracowane przez uczniów prezentacje (zarówno z części I, jak i II projektu), powinien ocenić nauczyciel, a następnie wybrać te prace, które zostaną przedstawione na forum klasy podczas wspólnej lekcji podsumowującej projekt, najlepiej podczas dwugodzinnego panelu dyskusyjnego (**część trzecia** projektu). Prezentacja prac oraz dyskusja mogą odbywać się podczas zajęć stacjonarnych lub online.

### **Proces**

Kolejne czynności prowadzące do rozpoczęcia oraz kontynuowania projektu powinny obejmować:

1. Podział uczniów na grupy (w tym przypadku optymalna liczba grup to 4).
2. Określenie czasu trwania prac poszczególnych grup (np. 4 tygodnie), w tym ustalenie terminów konsultacji z nauczycielem, podsumowania i prezentacji prac.
3. Przedstawienie zadań dla każdej z grup (patrz zadanie).
4. Ustalenie ról w poszczególnych zespołach, np.:
  - **eksperymentatorzy** – osoby odpowiedzialne za wykonanie doświadczeń oraz przedstawienie ich przebiegu i wyników w postaci prezentacji Power Point,
  - **reporterzy** – osoby dokumentujące działania uczniów w trakcie pracy, np. w formie filmów, zdjęć,
  - **detektywi** – uczniowie poszukujący podstaw teoretycznych niezbędnych do osiągnięcia wybranych celów, przeszukujący literaturę i strony internetowe oraz przedstawiający zdobyte informacje w postaci prezentacji,
  - **eksperci** – uczniowie przekazujący wnioski z przebiegu prac innym grupom i kierujący dyskusją podczas lekcji podsumowującej,
5. Omówienie zasad komunikowania się uczniów w obrębie grup oraz między grupami (wybór dostępnych komunikatorów internetowych można pozostawić uczniom).
6. Przedstawienie źródeł dostępnych informacji (strony internetowe, literatura).

7. Omówienie zasad, warunków i bezpieczeństwa podczas przeprowadzania doświadczeń.
8. Omówienie poniższej instrukcji, wg której uczniowie będą zbierać potrzebne informacje i przygotowywać prezentację w części drugiej projektu:
  - Wyjaśnienie pojęć: rośliny C<sub>3</sub>, C<sub>4</sub>, CAM.
  - Podanie przykładów roślin C<sub>3</sub>, C<sub>4</sub>, CAM.
  - Wymienienie stref klimatycznych, w których występują rośliny C<sub>3</sub>, C<sub>4</sub>, CAM oraz podanie charakterystycznych dla tych stref czynników, do których adaptowały się ww. rośliny. Zamieszczenie mapy, na której zaznaczone będą wybrane strefy i przykładowe rośliny, które w tych strefach występują.
  - Omówienie przystosowań anatomicznych roślin C<sub>3</sub>, C<sub>4</sub> i CAM pozwalających na wiązanie CO<sub>2</sub> (porównanie budowy liści ww. roślin oraz uwzględnienie mechanizmów pozwalających na zwiększenie stężenia CO<sub>2</sub> w komórkach roślin C<sub>4</sub> i CAM).
  - Omówienie mechanizmów fizjologicznych pozwalających na zwiększenie stężenia CO<sub>2</sub> w komórkach roślin C<sub>4</sub> i CAM.
  - Wyjaśnienie, dlaczego u roślin typu C<sub>3</sub> występuje fotooddychanie, i w jaki sposób to zjawisko jest minimalizowane przez rośliny typu CAM i C<sub>4</sub> (uwzględnienie roli i właściwości enzymu RuBisCo).
  - Porównanie omawianych roślin pod względem produkcji biomasy (wyjaśnienie przyczyn różnic).
  - Przedstawienie znaczenia omawianych roślin z ekologicznego i gospodarczego punktu widzenia.
9. Przedstawienie uczniom zasad oceniania ich pracy (patrz dalej).

## **EWALUACJA**

Ewaluacja i ocena projektu powinna obejmować zarówno pracę poszczególnych grup, jak i wkład indywidualny uczniów. Ocenie podlegać powinna praca bieżąca uczniów podczas realizacji projektu (np. czy etapy pracy są ze sobą spójne i logicznie powiązane), jak i efekty końcowe (np. poprawność merytoryczna prezentacji, zgodność z założonymi celami, jej poprawność językowa, szata graficzna, odniesienia do źródeł informacji, różnorodność źródeł informacji, sposób przedstawienia poszczególnych zagadnień, zaangażowanie uczniów w dyskusję).

Należy zwrócić szczególną uwagę na poprawność wykonania części badawczej: zaplanowanie układu badawczego (wyznaczenie zmiennych), dobór obiektów badawczych, sformułowanie celów, problemów badawczych, postawienie hipotez, przygotowanie prób kontrolnych i badawczych, weryfikacja hipotez, dokumentowanie prac, opracowanie i przedstawienie wyników (tabele, wykresy, analiza statystyczna), sformułowanie wniosków.

Propozycja karty oceny pracy grup została przedstawiona w **Załączniku 2**.

Samooceń uczniowie mogą natomiast podlegać: udział w dyskusjach i podejmowaniu decyzji grupowych, zaangażowanie w zbieranie, analizowanie i selekcję informacji z różnych źródeł: literatury fachowej, stron internetowych, sprawozdań, raportów, prasy codziennej i specjalistycznej, wywiadów z ekspertami itp.

Ocenie może podlegać też wiedza merytoryczna uczniów w postaci testu sprawdzającego, przeprowadzonego po zakończeniu projektu. Test, oprócz wiadomości i umiejętności ukształtowanych w czasie realizacji projektu, może obejmować również wiedzę powtórzeniową dotyczącą fotosyntezy. Propozycję zadań do testu sprawdzającego zamieszczono w **Załączniku 3**.

## **Konkluzja**

W podsumowaniu można zadać kilka pytań dotyczących pracy nad projektem, co ułatwiało pracę, a co ją utrudniało, czy praca nad projektem sprzyjała utrwalaniu wiadomości i zrozumieniu omawianych zagadnień, czy uczniowie widzą możliwość kontynuowania projektu. Nauczyciel może również przekazać własne spostrzeżenia na temat tego, czego jego zdaniem nauczyli się uczniowie, zarówno w zakresie wiedzy merytorycznej, jak i umiejętności przedmiotowych i społecznych.

## **Uwagi**

Prezentowany projekt może obejmować również inne zagadnienia związane z fotosyntezą roślin, może być także kontynuowany w odniesieniu do wpływu zmian klimatycznych na fotosyntezę, a tym samym różnorodność biologiczną i produkcję ekosystemów, czy problemów związanych z wyżywieniem ludzi. Efekty pracy wykonanej przez uczniów mogą stać się punktem wyjścia do projektów zarówno w ramach lekcji biologii, chemii, czy geografii.

## BIBLIOGRAFIA:

1. Podręczniki szkolne do biologii

## NETOGRAFIA:

1. Uniwersytet Pedagogiczny im. KEN w Krakowie Instytut Biologii – Katedra Fizjologii Roślin, *Fotosynteza*; [PDF], online: <https://ib.up.krakow.pl/wp-content/uploads/sites/19/2019/12/fotosynteza.pdf>, [dostęp: 30.11.21].
2. [https://pl.wikipedia.org/wiki/Fotosynteza\\_C4](https://pl.wikipedia.org/wiki/Fotosynteza_C4), [dostęp: 30.11.21].
3. [https://pl.wikipedia.org/wiki/Fotosynteza\\_CAM](https://pl.wikipedia.org/wiki/Fotosynteza_CAM), [dostęp: 30.11.21]
4. <https://pl.khanacademy.org/science/biology/photosynthesis-in-plants>, [dostęp: 30.11.21].
5. Rozdział: Reakcja roślin C<sub>3</sub>, C<sub>4</sub> i CAM na zmiany temperatury, online: [https://www.researchgate.net/publication/325270218\\_Ocena\\_palinologiczna\\_wybranych\\_polskich\\_miodow\\_odmianowych?enrichId=rgreq-1b4f42353f31577b5e871f3d25575a8e-XXX&enrichSource=Y292ZXJQYWdlOzMyNTI3MDIxODtBUzo2Mjg3MTQ4ODI3NDAYMjRAMTUyNjkwODcxNzA0MA%3D%3D&el=1\\_x\\_2&\\_esc=publicationCoverPdf](https://www.researchgate.net/publication/325270218_Ocena_palinologiczna_wybranych_polskich_miodow_odmianowych?enrichId=rgreq-1b4f42353f31577b5e871f3d25575a8e-XXX&enrichSource=Y292ZXJQYWdlOzMyNTI3MDIxODtBUzo2Mjg3MTQ4ODI3NDAYMjRAMTUyNjkwODcxNzA0MA%3D%3D&el=1_x_2&_esc=publicationCoverPdf), [dostęp: 30.11.21].
6. Grafiki z zadania 1 (załącznik 3):
  - Suniltg, *బ్రోమిలియాడొరొ. jpg*, [grafika, [CC BY 3.0](#)], online: <https://pl.wikipedia.org/wiki/Bromeliowate#/media/Plik:%E0%B4%95%E0%B5%88%E0%B4%A4%E0%B4%9A%E0%B5%8D%E0%B4%9A%E0%B4%95%E0%B5%8D%E0%B4%95.jpg>, [dostęp: 30.11.21].
  - Rod Waddington, *Desert Rose, Socotra Is*, Rod Waddington, [grafika [CC BY-SA 2.0](#)], online: [https://en.wikipedia.org/wiki/Adenium\\_obesum#/media/File:Desert\\_Rose,\\_Socotra\\_Is\\_\(17131661372\).jpg](https://en.wikipedia.org/wiki/Adenium_obesum#/media/File:Desert_Rose,_Socotra_Is_(17131661372).jpg), [dostęp: 30.11.21].
  - Jebulon, *Amaranthus caudatus JdP. jpg*, [grafika domena publiczna], online: [https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Amaranthus\\_caudatus\\_JdP.jpg](https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Amaranthus_caudatus_JdP.jpg), [dostęp: 30.11.21].
  - Burgkirsch, *Maispflanze. jpg*, [grafika [CC BY-SA 2.5](#)], online: <https://pl.wikipedia.org/wiki/Kukurydza#/media/Plik:Maispflanze.jpg>, [dostęp: 30.11.21].

- David Monniaux, Wheat P1210892.jpg, [grafika [CC BY-SA 3.0](#)], online: [https://pl.wikipedia.org/wiki/Pszenica\\_zwyczajna#/media/Plik:Wheat\\_P1210892.jpg](https://pl.wikipedia.org/wiki/Pszenica_zwyczajna#/media/Plik:Wheat_P1210892.jpg), [dostęp: 30.11.21].
- Salicyna, Fagus sylvatica 2018-04-24 9352.jpg, [grafika [CC BY-SA 4.0](#)], online: [https://pl.wikipedia.org/wiki/Buk\\_zwyczajny#/media/Plik:Fagus\\_sylvatica\\_2018-04-24\\_9352.jpg](https://pl.wikipedia.org/wiki/Buk_zwyczajny#/media/Plik:Fagus_sylvatica_2018-04-24_9352.jpg), [dostęp: 30.11.21].

**ZAŁĄCZNIKI:**

Propozycja szablonu prezentacji przedstawiającej część badawczą:

| Slajd 1             |
|---------------------|
| <b>Tutaj wpisz:</b> |
| Tytuł projektu      |
| Twoją szkołę        |
| Twoją klasę         |
| nazwę grupy         |

| Slajd 2  |
|--|
| <b>Sformułowanie problemu badawczego</b>   |
| Tutaj wpisz pytanie, na które będziesz szukał odpowiedzi lub temat badania.  |
| Pamiętaj, że problem badawczy powinien zawierać przynajmniej jedną <b>zmienną niezależną</b> i przynajmniej jedną <b>zmienną zależną</b> |

| Slajd 3  |
|--|
| <b>Przedstawienie hipotezy badawczej</b>   |
| Tutaj wpisz swoje przypuszczenie, prawdopodobne rozwiązanie problemu badawczego.                                     |
| Pamiętaj, że Twoje przypuszczenie powinno zwierać zarówno <b>zmienne niezależne</b> , jak i <b>zmienne zależne</b> . |

| Slajd 4   |
|---|
| <b>Określenie obiektu badań</b>                   |
| Tutaj wpisz próbę kontrolną i próbę/y badawczą/e. |

| Slajd 5  |
|--|
| <b>Określenie zmiennych</b>  |
| <b>Zmienna niezależna:</b> jedna zmienna, czynnik którego wartość jest celowo modyfikowana i sprawdzana.   |
| <b>Zmienna zależna:</b> parametr, który ulega zmianie pod wpływem badanego czynnika.                       |
| <b>Zmienne kontrolowane:</b> wszystkie pozostałe parametry zachowujące stałą wartość podczas eksperymentu. |

| Slajd 6   |
|---|
| <b>Procedura badawcza</b>   |
| Tutaj wpisz krótkie omówienie eksperymentu (sposób postępowania, umożliwiający odpowiedź na pytanie badawcze i weryfikację hipotezy).   |
| Wymień wszystkie czynności wykonane podczas eksperymentu.   |
| Uwzględnij użyty materiał, liczbę prób (ich powtórzeń), sprzęt, techniki i narzędzia, za pomocą których dokonywałeś pomiarów, metody statystycznej analizy danych oraz wszystkie warunki eksperymentu. Pamiętaj o ponumerowaniu czynności. Dodaj fotografie wykonane podczas eksperymentów. |

### **Slajd 7**

#### **Opracowanie wyników**

Wyniki przedstaw w postaci tabel i wykresów. Utwórz wykres w programie Microsoft Excel i zaimportuj go tutaj.

Upewnij się, że dane zostały przedstawione w prawidłowy i czytelny sposób (np. odpowiednio opisane zmienne, uwzględnienie jednostek, czytelne tabele, poprawnie wyskalowane osie układu współrzędnych).

Dokonaj interpretacji wyników.

### **Slajd 8**

#### **Wyciągnięcie wniosków**

Sformułuj wnioski na podstawie uzyskanych wyników eksperymentu.

Napisz, czy są zgodne z hipotezą (potwierdzają ją lub obalają), a może nadal nie wiadomo, czy hipoteza jest prawdziwa, czy fałszywa. Wyjaśnij to.

Porównaj wnioski z danymi dostępnymi w literaturze specjalistycznej.

### **Slajd 9**

#### **Źródła informacji, w tym literatura naukowa**

Wypisz w kolejności alfabetycznej pozycje książkowe i elektroniczne, z których korzystałeś.

Pamiętaj o podaniu autora, tytułu, wydawnictwa, roku wydania.

## Załącznik 2

### Karta oceny pracy grup podczas części I projektu (część doświadczalna).

| Lp.          | Kryterium oceny   | Punktacja (0 – 3)* |
|--------------|---|--------------------|
| 1.           | Poprawność zaplanowania układu badawczego (wyznaczenie zmiennych) |                    |
| 2.           | Dobór obiektów badawczych   |                    |
| 3.           | Sformułowanie problemów badawczych                                |                    |
| 4.           | Postawienie hipotez   |                    |
| 5.           | Poprawność przygotowania prób kontrolnych i badawczych            |                    |
| 6.           | Poprawne zweryfikowanie hipotez (właściwy układ czynności)        |                    |
| 7.           | Udokumentowanie prac (np. zdjęcia, film)                          |                    |
| 8.           | Poprawność opracowania i przedstawienia wyników (tabele, wykresy) |                    |
| 9.           | Właściwa analiza statystyczna                                     |                    |
| 10.          | Poprawność sformułowania wniosków                                 |                    |
| 11.          | Uwzględnienie źródeł informacji                                   |                    |
| Suma punktów |   |                    |

\*W sytuacji, gdy każda z grup przeprowadza trzy eksperymenty (dotyczące wpływu temperatury, natężenia światła, dwutlenku węgla). Jeśli grupy przeprowadzają po jednym eksperymencie oceny można dokonać w skali 0 – 1.






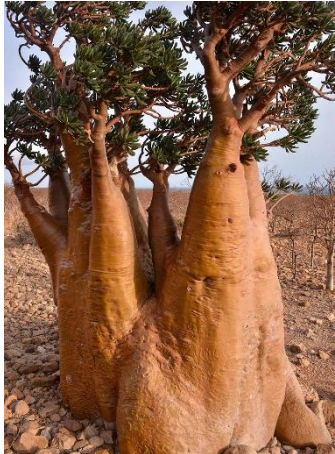
### Karta oceny pracy grup podczas części II i III projektu.

| Lp.          | Kryterium oceny  | Punktacja (0 – 3) |
|--------------|--|-------------------|
| 1.           | Systematyczność prac (przestrzeganie terminów, kontaktowanie się z nauczycielem) |                   |
| 2.           | Poprawność merytoryczna prezentacji  |                   |
| 3.           | Poprawność językowa prezentacji  |                   |
| 4.           | Zgodność prezentacji z założonymi celami   |                   |
| 5.           | Szata graficzna prezentacji  |                   |
| 6.           | Odniesienia do źródeł informacji   |                   |
| 7.           | Różnorodność źródeł informacji   |                   |
| 8.           | Sposób przedstawienia poszczególnych zagadnień                                   |                   |
| 9.           | Zaangażowanie uczniów w dyskusję podczas lekcji podsumowującej                   |                   |
| Suma punktów |  |                   |

**Suma punktów za część I, II i III projektu:** ....., ocena .....



**Zadanie 1 – 2 pkt.** Na poniższych zdjęciach przedstawiono wybrane rośliny przeprowadzające fotosyntezę typu C<sub>3</sub>, C<sub>4</sub> i CAM.

| Fotosynteza C <sub>3</sub>   | Fotosynteza C <sub>4</sub>   | Fotosynteza CAM  |
|--|--|--|
|   |   |   |
| Pszenica zwyczajna   | Kukurydza zwyczajna  | Ananas jadalny   |
|  |  |  |
| Buk zwyczajny  | Szarłat zwisły   | Adenium arabskie   |

Na podstawie powyższych zdjęć oceń prawdziwość stwierdzeń dotyczących roślin C<sub>3</sub>, C<sub>4</sub> i CAM. Wpisz literę P, jeśli informacja jest prawdziwa lub F, jeśli jest fałszywa.

|    | Stwierdzenia  | P/F |
|----|---|-----|
| A. | Do roślin przeprowadzających fotosyntezę C <sub>3</sub> należą rośliny jednoroczne, jak i wieloletnie.                    |     |
| B. | Rośliny przeprowadzające fotosyntezę C <sub>4</sub> , to zarówno rośliny jednoliścienne, jak i dwuliścienne.              |     |
| C. | Przedstawicielami roślin o fotosyntezie CAM są wyłącznie rośliny gruboszowate.  |     |
| D. | Wszystkie rośliny przedstawione na zdjęciach, niezależnie od typu przeprowadzanej fotosyntezy, wytwarzają kwiaty i owoce. |     |

**Zadanie 2.– 1 pkt.**

Zaznacz zjawiska, które nie zachodzą podczas fazy jasnej fotosyntezy.

- A. Redukcja CO<sub>2</sub>.
- B. Fotoliza H<sub>2</sub>O.
- C. Wytworzenie ATP.
- D. Regeneracja RuBP.
- E. Redukcja NADP<sup>+</sup>.

**Zadanie 3. – 1 pkt.**

Podaj, ile cząsteczek CO<sub>2</sub> zużywanych jest w procesie fotosyntezy, aby wytworzyć jedną cząsteczkę glukozy. ....

**Zadanie 4. – 1 pkt.**

Oceń poniższe stwierdzenia dotyczące fotooddychania. Wpisz literę P, jeśli stwierdzenie jest prawdziwe lub F, jeśli jest fałszywe.

|    | Stwierdzenia  | P/F |
|----|---|-----|
| A. | W procesie fotooddychania następuje utlenianie glukozy przy udziale tlenu i uwalnianie tlenu.   |     |
| B. | Rośliny C <sub>3</sub> , w przeciwieństwie do roślin C <sub>4</sub> wykształciły lepsze przystosowania do walki ze zjawiskiem fotooddychania. |     |
| C. | Zjawiskiem sprzyjającym fotooddychaniu jest wysokie stężenie tlenu i niskie stężenie CO <sub>2</sub> w komórkach.                             |     |

**Zadanie 5. – 1 pkt.**

Oceń, które stwierdzenia dotyczą roślin C<sub>3</sub>, a które C<sub>4</sub>. Wpisz C<sub>3</sub> lub C<sub>4</sub> w odpowiednie kolumny tabeli.

|    | Stwierdzenia  | C <sub>3</sub> /C <sub>4</sub> |
|----|---|--------------------------------|
| A. | Związki organiczne powstają w komórkach pochew okołowiązkowych.       |                                |
| B. | Aparaty szparkowe otwarte są najczęściej w nocy.                      |                                |
| C. | Wiązanie CO <sub>2</sub> przebiega jednoetapowo przy udziale RuBisCO. |                                |

**Zadanie 6. – 1 pkt.**

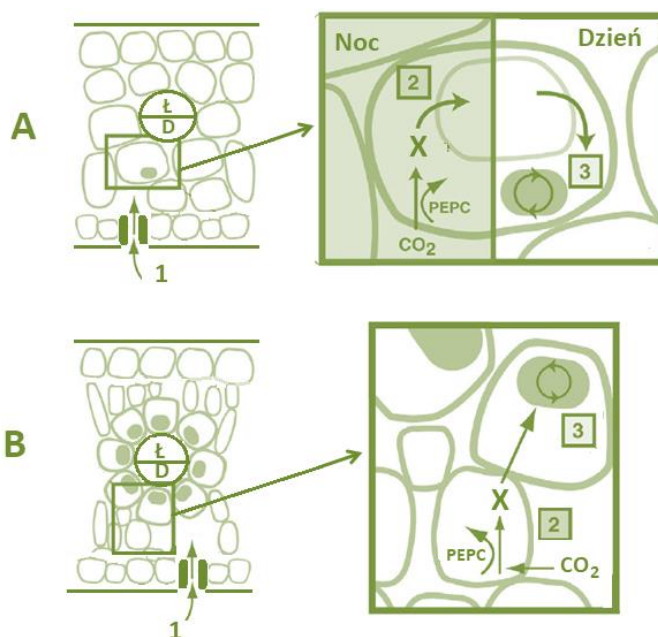
Zaznacz właściwe dokończenie poniższego zdania.

Rośliny  $C_4$  w przeciwieństwie do roślin  $C_3$  redukują straty, które mogłyby spowodować fotooddychanie, ponieważ:

- A. dzięki karboksylazie RuBP wiążą  $CO_2$ .
- B. dzięki karboksylazie PEP mogą gromadzić  $CO_2$ .
- C. ich aparaty szparkowe są lepiej przystosowane do asymilacji  $CO_2$ .

**Zadanie 7. – 5 pkt.**

Na poniższych rysunkach przedstawiono w sposób uproszczony fotosyntezę przeprowadzaną przez rośliny CAM (rys. A) i  $C_4$  (rys. B).



(rysunek własny)

a) Przedstaw, na podstawie rysunków, jedną różnicę w budowie anatomicznej liści roślin CAM i  $C_4$ , będącą adaptacją do fotosyntezy charakterystycznej dla tych roślin.

.....  
.....

b) Podaj dwie różnice między roślinami CAM i  $C_4$  związane z miejscem wiązania przez nie dwutlenku węgla. W odpowiedzi uwzględnij miejsca oznaczone na rysunkach cyframi 2 i 3.

.....  
.....  
.....

c) Podaj nazwę związku oznaczonego na schematach literą X.

.....

d) Wyjaśnij, dlaczego pomimo podobieństw w adaptacji fizjologicznej wiązania CO<sub>2</sub> przez oba typy roślin, rośliny CAM mogą mieć czasowo ograniczony przyrost biomasy w porównaniu do roślin C<sub>4</sub>. W odpowiedzi uwzględnij środowiska życia tych roślin.

.....

.....

.....

.....

## Zasady oceniania rozwiązań zadań

### Zadanie 1. (0 – 2)

**2 pkt** – za wszystkie odpowiedzi poprawne.

**1 pkt** – za trzy odpowiedzi poprawne.

Rozwiązanie: **A. P, B. P, C. F, D. P**

### Zadanie 2.

**1 pkt** – za dwie odpowiedzi poprawne.

Rozwiązanie: A, D

### Zadanie 3.

**1 pkt** – za poprawną odpowiedź.

Rozwiązanie: 6 cząsteczek CO<sub>2</sub>

### Zadanie 4.

**1 pkt** – za wszystkie odpowiedzi poprawne.

Rozwiązanie: **A. F, B. F, C. P**

### Zadanie 5.

**1 pkt** – za wszystkie odpowiedzi poprawne.

Rozwiązanie: **A. C<sub>4</sub>, B. C<sub>4</sub>, C. C<sub>3</sub>**

### Zadanie 6.

**1 pkt** – za odpowiedź poprawną.

Rozwiązanie: B

### Zadanie 7.

**a) 1 pkt** – za przedstawienie poprawnej różnicy.

Przykładowe rozwiązanie: U roślin przeprowadzających fotosyntezę typu C<sub>4</sub> w liściu występuje pochwa okołowiązkowa, a u roślin CAM brak pochwy okołowiązkowej.

**b) 2 pkt** – za podanie dwóch różnic (jednej odnoszącej się do miejsca wiązania CO<sub>2</sub> do RuBP, a drugiej do miejsca wiązania CO<sub>2</sub> do PEP).

**1 pkt** – za podanie tylko jednej różnicy (odnoszącej się do miejsca wiązania CO<sub>2</sub> do RuBP lub do PEP).

Przykładowe rozwiązanie: U roślin CAM wiązanie CO<sub>2</sub> zarówno do RuBP, jak i PEP przebiega w tej samej komórce. U roślin C<sub>4</sub> wiązanie CO<sub>2</sub> do PEP zachodzi w komórkach mezofilu, a do RuBP w komórkach pochwy okołowiązkowej.

**c) 1 pkt** – za podanie poprawnej nazwy związku.

Rozwiązanie: jabłczan

- d)** 1 pkt – za poprawne wyjaśnienie uwzględniające środowiska życia roślin CAM i C<sub>4</sub>.

Przykładowe rozwiązanie: Oba typy roślin są zaadaptowane do warunków o wysokiej temperaturze i dużym natężeniu światła. Jednak fotosynteza CAM może przebiegać nawet w warunkach skrajnej suszy. Wówczas szparki pozostają zamknięte nawet w nocy, co pozwala odzyskiwać jedynie CO<sub>2</sub> wytwarzany w oddychaniu komórkowym i przeprowadzać fotosyntezę bez przyrostu biomasy.