

# MŁODZIEŻOWY UNIwersYTET PRZYRODNICZY

HIPOKAMP. Nowe technologie w ochronie bioróżnorodności





*Recenzja*

dr Józef Krawczyk, prof. UWr

Dorota Mościcka, starszy ekspert OKE w Łomży

*Autorzy scenariuszy warsztatów*

Aneta Adamczuk, Agata Kostro-Ambroziak, Marek Bartoszewicz, Justyna Burzyńska,  
Edyta Jermakowicz, Jarosław Kotowicz, Joanna Kotyńska, Małgorzata Lewoc, Violetta Macioszek,  
Paweł Mirski, Monika Naumowicz, Wojciech Olszewski, Stanisław Płonowski, Katarzyna Rećko,  
Anna Rybak, Alina Stankiewicz, Aleksandra Staszak, Bożena Kozłowska-Szerenos,  
Agnieszka Wilczewska, Monika Zambrzycka

*Projekt okładki*

Wiesław Mikucki

*Redakcja tekstów i redakcja naukowa*

Alina Stankiewicz, Bożena Kozłowska-Szerenos, Ada Wróblewska

*Redakcja i korekta*

Karolina Emilia Łupińska

*Redakcja techniczna i skład*

Krzysztof Rutkowski

Białystok 2023

ISBN 978-83-7431-766-5

Publikacja dofinansowana ze środków budżetu państwa w ramach programu  
Ministra Edukacji i Nauki pod nazwą Młodziowy Uniwersytet Przyrodniczy, nr projektu  
SONP/SP/548720/2022, kwota dofinansowania 320 870 PLN, całkowita wartość projektu 381 470 PLN.  
Za jej treść odpowiada wyłącznie Uniwersytet w Białymstoku.

Wydawnictwo Uniwersytetu w Białymstoku

15-328 Białystok, ul. Świerkowa 20B, tel. 85 745 71 20

<http://wydawnictwo.uwb.edu.pl> | e-mail: [wydawnictwo@uwb.edu.pl](mailto:wydawnictwo@uwb.edu.pl)

Druk

[druk-24h.com.pl](http://druk-24h.com.pl)

# H I P O K A M P

## Nowe technologie w ochronie bioróżnorodności

### BIOLOGIA:

---

Sztuczna inteligencja w rękach biologa molekularnego .....	9
Quorum sensing (QS) oraz inne sposoby porozumiewania się bakterii a ich potencjał epidemiczny .....	15
Zależności w świecie roślin i zwierząt – wzór dla sztucznych układów? .....	24
Inteligencja przetrwania – przekopnica, organizm doskonały (hodowla triopsów) .....	28
Błyskotliwa zielen .....	32
Jak rośliny postrzegają świat? .....	43
Sztuczna inteligencja w kontrolowaniu inwazji biologicznych .....	51
Sztuczna inteligencja a klasyfikowanie różnorodności owadów .....	57
Pszczoły pod okiem sztucznej inteligencji .....	67
Inteligentna selekcja w procesie sztucznej hodowli roślin .....	75
Nowoczesne metody pozyskiwania informacji o bioróżnorodności w przestrzeni (GIS) .....	80
Zmysły wiedzą, co jest dla nas dobre? .....	86

## CHEMIA:

---

Trochę wyobraźni.....	103
Ekoumysł.....	112
Rozdmuchany mózg.....	121

## FIZYKA:

---

Czy potrafimy wysymulować rzeczywistość?.....	133
Sieć neuronowa w inteligentnym pojeździe przyszłości .....	137

## INFORMATYKA:

---

Houston, mamy problem, czyli jak przetwarzać, interpretować i wizualizować zebrane dane biologiczne .....	147
--	-----

## MATEMATYKA:

---

Czy natura korzysta z matematyki? .....	153
Życie toczy się na różnych powierzchniach.....	158
Matematyka a żywioły – bryły platońskie jako symbole żywiołów.....	164



*Niczego w życiu nie należy się bać, należy to tylko zrozumieć.*

Maria Skłodowska-Curie

Dzienniczek *Hipokamp* kierujemy do wszystkich młodych naukowców, którzy zaczynają lub już kontynuują swoją przygodę z naukami przyrodniczymi i ścisłymi. Dzienniczek powstał jako idea biologów, chemików, fizyków, matematyków i informatyków, którzy swoją wiedzę i doświadczenie przekazują jako zbiór niekonwencjonalnych pomysłów pogłębiających wiedzę, rozbudzających wyobraźnię i Twoją pasję naukową.

Nazwa dzienniczka nawiązuje do struktur mózgu mieszczących się w płatach skroniowych, które kształtem przypominają ogon konika morskiego – stąd właśnie nazwa tej struktury, *Hippocampus* to po łacinie konik morski. Abyśmy mogli pamiętać to, o czym czytamy czy rozmawiamy, pamiętać zapachy, melodie czy barwy, chwile radosne i smutne, hipokamp musi nam zakodować te informacje. Inaczej nie zapamiętamy ich. Hipokamp pozwala nam zapamiętać fakty, wydarzenia, dane liczbowe, wzory matematyczne i chemiczne, symbole, słówka w języku polskim i obcym, czyli pomaga nam zapamiętywać „co”. Hipokamp zbiera, porządkuje i podsumowuje informacje przekazywane przez korę węchową, słuchową, wzrokową, czuciową i jądra podstawne związane ze stanami emocjonalnymi. W hipokampie powstają spójne obrazy oparte na tym, co wcześniej widzieliśmy i przeżyliśmy, dzięki czemu w myślach możemy odbyć podróż między wspomnieniami a wyobrażeniami przyszłości.

Pamiętaj, że jesteś również współtwórcą dzienniczka *Hipokamp*, wpisując w nim wyniki obserwacji i doświadczeń oraz wyciągając wnioski na podstawie zebranych wyników.

Wszystkie zajęcia będą prowadzone z wykorzystaniem metody naukowej, tj. będziemy docierać do zjawisk i procesów przyrodniczych na drodze badawczej i formułować prawdziwy ich opis. Metoda naukowa składa się z kilku etapów, obejmujących konkretne czynności:

1. Badanie naukowe rozpoczynamy od krytycznej analizy dostępnych danych źródłowych, także tych z analizy wyników obserwacji i przeprowadzonych doświadczeń.
2. Formułujemy problem badawczy (tj. pytanie lub zbiór pytań, na które szukamy odpowiedzi na drodze badań naukowych).
3. Stawiamy hipotezę (tj. tymczasowe przypuszczenie dotyczące jakiegoś zjawiska, przewidywaną odpowiedź na pytanie sformułowane w problemie badawczym).
4. Weryfikujemy hipotezę – sprawdzamy prawdziwość hipotezy za pomocą obserwacji lub doświadczenia. Dokonujemy wyboru materiałów i przyrządów, ustalamy próby badawcze i kontrolne, liczbę powtórzeń. Następnie przeprowadzamy zaplanowane obserwacje i doświadczenia.
5. Gromadzimy wyniki obserwacji i doświadczeń, które posłużą do przyjęcia lub odrzucenia hipotezy. Bardzo ważne jest, aby były wiarygodne, dlatego pomiary i obserwacje będziemy wykonywać wielokrotnie.
6. Formułujemy wnioski. W zależności od otrzymanych wyników wniosek stanowi potwierdzenie lub zaprzeczenie postawionej hipotezy.

Doświadczenia będziesz wykonywał według zamieszczonych w dzienniczku instrukcji, które określą kolejne kroki w postępowaniu badawczym/naukowym.

Osiągniesz sukces w realizacji doświadczeń, jeśli w odpowiedniej kolejności wykonasz czynności podane w instrukcji, czyli:

1. przeczytasz ją uważnie,
2. zapoznasz się z przedmiotami niezbędnymi do wykonania doświadczenia,
3. precyzyjnie wykonasz czynności w niej zawarte,
4. zapiszesz zaobserwowane wyniki i na ich podstawie wyciągniesz wnioski.

Trzymamy za Was kciuki!  
*Zespół naukowy dzienniczka*

**BIOLOGIA**



# SZTUCZNA INTELIGENCJA W RĘKACH BIOLOGA MOLEKULARNEGO

Kwas deoksyrybonukleinowy, w skrócie DNA, jest dziedzicznym materiałem genetycznym, który zawiera najistotniejsze informacje na temat budowy danego organizmu i procesów metabolicznych, jakie w nich zachodzą. Zapisane w nim sekwencje kodujące i niekodujące podlegają odczytowi, a także dalszej regulacji. Zawartość DNA u poszczególnych organizmów różni się.



www.pl.freepik.com

## Doświadczenie 1. Izolacja genomowego DNA z roślin

### Problem badawczy:

Czy rośliny zawierają DNA?

### Moja hipoteza:

.....

.....

### Do wykonania doświadczenia potrzebne będą:

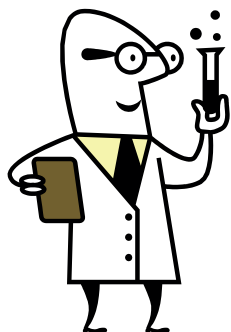
- probówki Eppendorfa,
- blok grzejny/ łaźnia wodna,



- mózdzierz,
- materiał roślinny (np. cebula, owoc kiwi, owoc pomidora),
- ciekły azot,
- bufor CTAB, bufor TE,
- probówki,
- chloroform,
- alkohol izoamyłowy,
- izopropanol,
- wirówka,
- etanol.

### Przebieg doświadczenia:

- Rozetrzyj materiał roślinny w mózdzierzu z ciekłym azotem.  
*UWAGA: Temperatura ciekłego azotu wynosi ponad -190°C!*
- Przelóż rozarty materiał do probówki Eppendorfa do wysokości 250  $\mu$ l i dodaj bufor CTAB do wysokości 1 ml, wymieszaj.
- Umieść probówkę w bloku grzejnym, w temperaturze 65°C na 30 minut.
- Schłódź próbkę w lodzie (5 minut).
- Dodaj 500  $\mu$ l mieszaniny chloroformu i alkoholu izoamyłowego (24:1), wymieszaj, delikatnie odwracając probówkę jak klepsydrę.
- Odwiruj próbę w wirówce przez 10 minut przy 12 000 obr/min.
- Przenieś supernatant do czystej probówki.
- Dodaj równą objętość izopropanolu i wymieszaj. Pozostaw na 15 minut w -20°C.
- Odwiruj próbę w wirówce przez 10 minut przy 12 000 obr/min.
- Usuń supernatant, a osad zawieś w 200  $\mu$ l 70% etanolu i wymieszaj.
- Odwiruj próbę w wirówce przez 10 minut przy 12 000 obr/min.
- Zlej etanol, osusz próbkę i zawieś w 50  $\mu$ l buforu TE.



#### **Bufor CTAB:**

100 mM Tris-HCl, pH 8,0  
1,4 M NaCl 1 mM EDTA  
20 mM EDTA  
2% CTAB

#### **Bufor TE:**

10 mM Tris-HCl, pH 7,5  
1 mM EDTA

## Wyniki:

Zanotuj wyniki obserwacji.

.....

.....

.....

.....

.....

## Wnioski:

.....

.....

.....

.....

.....

## Doświadczenie 2. Elektroforeza DNA w żelu agarozowym

### Problem badawczy:

Czy cząsteczki DNA roślin różnią się wielkością i ciężarem?

### Moja hipoteza:

.....

.....



[www.pl.freepik.com](http://www.pl.freepik.com)

## Do wykonania doświadczenia potrzebne będą:

- agarozą,
- kolbą,
- mikrofalówką,
- wyizolowane DNA,
- bufor elektroforetyczny,
- aparat do elektroforezy,
- waga,
- bromek etydyny,
- transiluminator.



www.freepik.com

## Przebieg doświadczenia:

### Przygotowanie żelu:

- Odważ 0,7 g agarozy, wsyp do kolby, dodaj 100 ml 1xTAE, zagotuj w mikrofalówce.
- Wylej na tackę do przygotowywania żeli (saneczki) i poczekaj do zastygnięcia.

### Przygotowanie próbki:

- Do 20  $\mu$ l próbki DNA dodaj 10  $\mu$ l barwnika obciążającego, wymieszaj, delikatnie pipetując.
- Przygotowaną próbkę nanieś na żel.

### Elektroforeza:

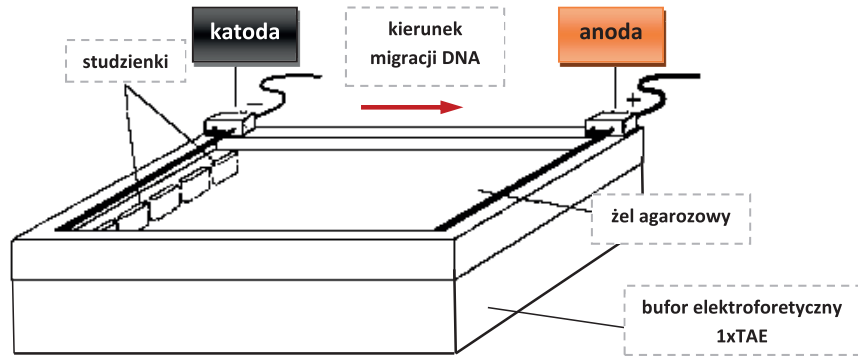
- Podłącz aparat do elektroforezy do zasilacza i prowadź elektroforezę przez 30 min przy napięciu 100 V.
- Po barwieniu bromkiem etydyny obserwuj prążek wysokocząsteczkowego DNA pod transiluminatorem.

### **Bufor elektroforetyczny 50xTAE:**

2M Tris-octan

0,05 M EDTA

pH 8,3



Rysunek 1. Aparat do elektroforezy horyzontalnej

**Wyniki:**

Zanotuj wyniki obserwacji.

.....

.....

.....

.....

.....

**Wnioski:**

Wyjaśnij, co zaobserwowałeś/zaobserwowałaś. Wykonaj schematyczny rysunek żelu.

.....

.....

.....

.....

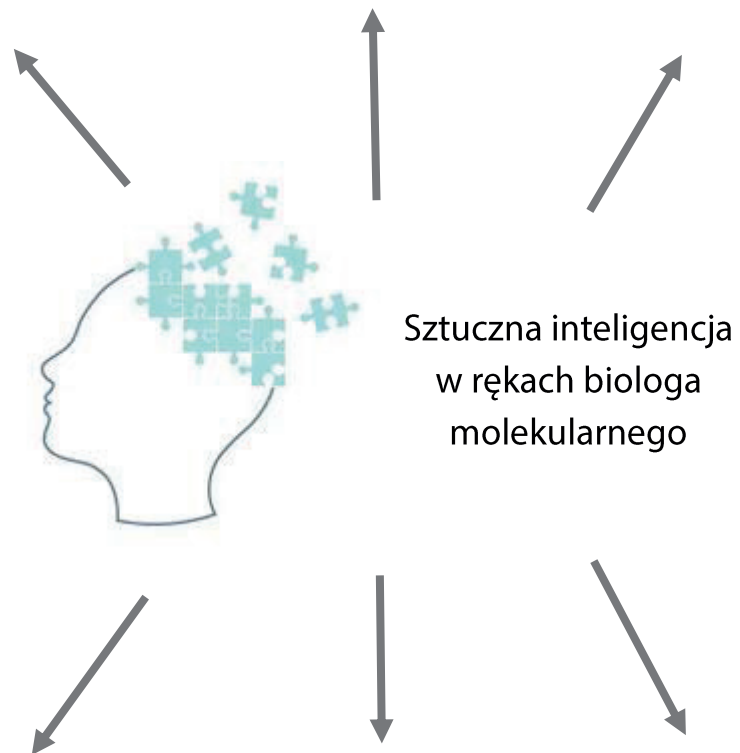
.....

.....



[www.freepik.com](http://www.freepik.com)

## Moja notatka z zajęć:

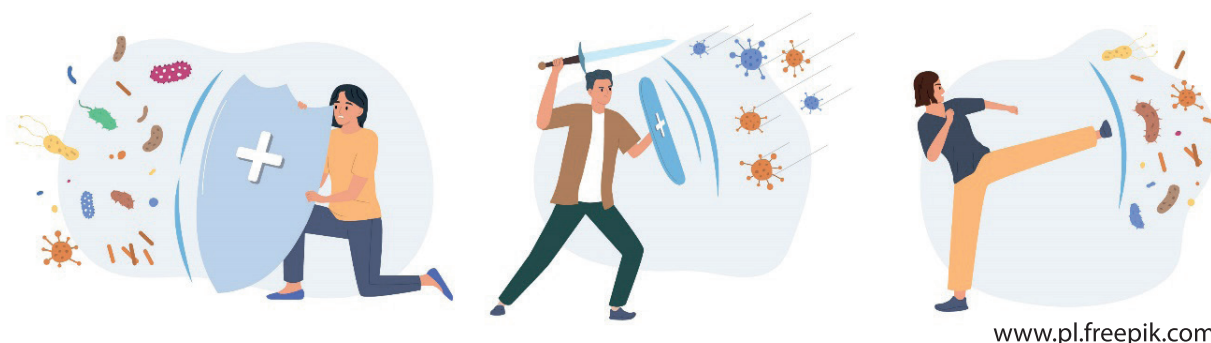




# QUORUM SENSING (QS) ORAZ INNE SPOSOBY POROZUMIEWANIA SIĘ BAKTERII A ICH POTENCJAŁ EPIDEMICZNY

Mikroorganizmy stanowią nieodłączny element otaczającego nas środowiska. Powszechnie występują w glebie, powietrzu, słodkich i słonych wodach, ciałach organizmów, a także w żywności. Choć na ogół utożsamiamy je z chorobami oraz przyspieszonym psuciem się różnorodnych produktów, odgrywają też ogromną pozytywną rolę. Przyspieszają obieg materii, wspomagają procesy trawienia, produkują cenne witaminy, a nawet wykorzystywane są do produkcji różnorodnych leków. Znajomość ich różnorodności, właściwości oraz potencjalnych możliwości wykorzystania jest dziś niezbędna.

W trakcie zajęć „Quorum sensing (QS) oraz inne sposoby porozumiewania się bakterii a ich potencjał epidemiczny” zostanie przedstawiony unikatowy świat mikroorganizmów. Pokażemy, w jaki sposób bakterie mogą się ze sobą komunikować oraz konkurować. Zademonstrujemy też i omówimy cechy patogenów pozwalające im na wywołanie epidemii.



## Zadanie 1. Barwienie negatywne bakterii z wykorzystaniem barwnika gruboziarnistego

### Problem badawczy:

Czy barwniki gruboziarniste wnikają do wnętrza komórek bakteryjnych?

## Moje hipotezy:

.....

.....

## Do wykonania zadania potrzebne będą:

- hodowla stała bakterii,
- tusz chiński,
- eza bakteriologiczna,
- szkiełko podstawowe,
- palnik,
- pinceta lub kleszcze,
- olej immersyjny,
- mikroskop świetlny.

## Przebieg zadania:

- Na odtłuszczone szkiełko podstawowe nanieś kroplę barwnika gruboziarnistego (tusz chiński) oraz wykonaj rozmaz bakteriologiczny niewielkiej ilości bakterii pobranych z kolonii wyrosłej na podłożu stałym.
- Szkiełko z rozmazem pozostaw do całkowitego wyschnięcia, po czym preparat utrwal (dzięki temu procesowi łatwiejsze jest wnikanie barwnika do wnętrza komórki) fizycznie, trzykrotnie przesuwając nad płomieniem palnika.
- Po ostudzeniu na preparat (w miejscu, w którym rozmaz jest stosunkowo delikatny i cienki) nanieś kroplę oleju immersyjnego umożliwiającą dokładne obserwacje pod największymi powiększeniami.
- Ustaw obraz pod mikroskopem (wykorzystując obiektyw immersyjny o powiększeniu 100×).

**Wyniki:**

Zanotuj wyniki obserwacji. Przedstaw na rysunku zaobserwowane bakterie.

.....

.....

.....

.....

.....

**Wnioski:**

.....

.....

.....

.....

.....

## Zadanie 2. Barwienie bakterii pozyskanych z soku z kiszzonej kapusty

### Problem badawczy:

Czy bakterie występujące w soku z kiszzonej kapusty są zróżnicowane pod względem budowy i barwności?



www.pl.freepik.com

### Moje hipotezy:

.....

.....

### Do wykonania zadania potrzebne będą:

- sok z kiszzonej kapusty,
- tusz chiński, fiolet krystaliczny, fuksyna zasadowa,
- płyn Lugola, etanol (96%), woda destylowana,
- eza bakteriologiczna,
- szkiełko podstawowe,
- palnik,
- pinceta lub kleszcze,
- mikroskop świetlny.

## Przebieg zadania:

- Na odtłuszczone szkiełko podstawowe nanieś kroplę soku z kapusty, 1–2 krople soli fizjologicznej i wykonaj rozmaz.
- Szkiełko z rozmazem pozostaw do całkowitego wyschnięcia, po czym preparat utrwal (dzięki temu procesowi łatwiejsze jest wnikanie barwnika do wnętrza komórki) fizycznie, trzykrotnie przesuając nad płomieniem palnika.
- Utrwalony preparat zalej nad rynienką roztworem fioletu krystalicznego.
- Odczekaj od 1 do 3 minut.
- Wodą destylowaną delikatnie spłucz barwnik, który nie wniknął do komórki.
- Zalej preparat płynem Lugola.
- Odczekaj od 1 do 2 minut.
- Ostrożnie odbarw całość w etanolu (96%) przez ok. 10–20 sekund.
- Spłucz preparat wodą destylowaną.
- Dobarw barwnikiem kontrastowym, np. safraniną lub fuksyną zasadową, przez ok. 30 sekund.
- Dobrze spłucz preparat wodą destylowaną i po wyschnięciu oglądaj pod mikroskopem z zastosowaniem największego dostępnego powiększenia.

## Wyniki:

Zanotuj wyniki obserwacji. Przedstaw na rysunku zaobserwowane bakterie.

.....

.....

.....

.....

.....

.....



## Wnioski:

.....

.....

.....

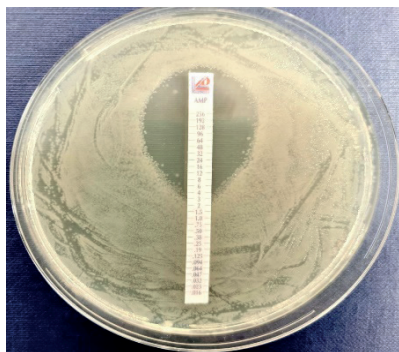
.....

.....

## Zadanie 3. Antybiogramy i analiza wrażliwości bakterii na antybiotyki

### Problem badawczy:

Czy różne bakterie cechują się identyczną wrażliwością na odmienne antybiotyki?



Fot. M. Bartoszewicz, <https://pl.frwiki.wiki>

### Moje hipotezy:

.....

.....

### Do wykonania zadania potrzebne będą:

- antybiogramy – różne gatunki mikroorganizmów na podłożach stałych z krążkami nasączonymi określonymi antybiotykami,
- linijka.

### Przebieg zadania:

- Za pomocą linijki zmierz średnicę strefy zahamowania wzrostu poszczególnych gatunków mikroorganizmów względem każdego z wykorzystanych antybiotyków.

### Wyniki:

Zanotuj wyniki obserwacji. Przedstaw na rysunku antybiogram.

.....

.....

.....

.....

## Wnioski:

Zinterpretuj uzyskane wyniki w odniesieniu do wartości referencyjnych dla każdego z preparatów.

.....

.....

.....

.....

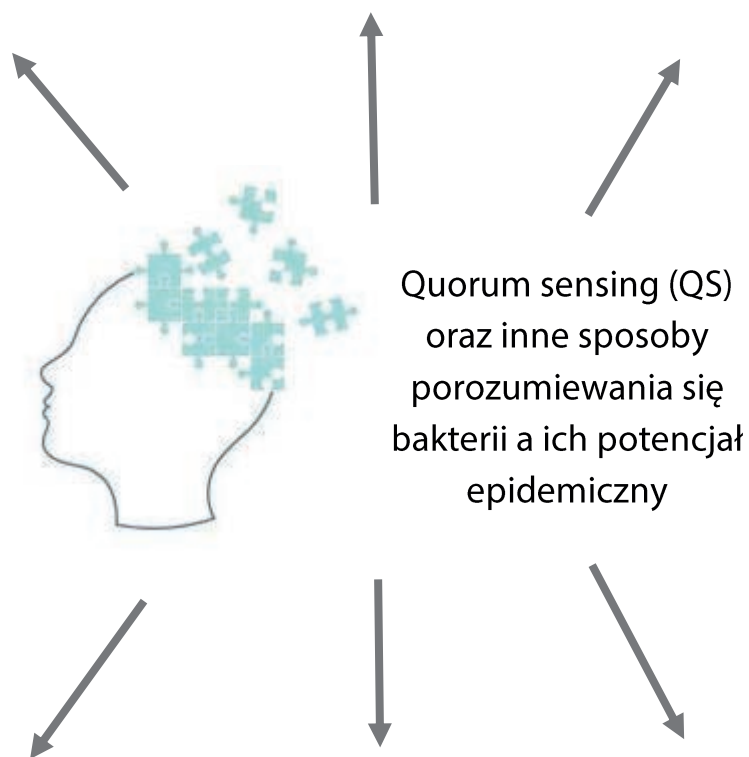
.....

.....



[www.freepik.com](http://www.freepik.com)

## Moja notatka z zajęć:



## ZALEŻNOŚCI W ŚWIECIE ROŚLIN I ZWIERZĄT – WZÓR DLA SZTUCZNYCH UKŁADÓW?



www.whatnext.pl

Zdjęcie 1. Budynki, w których zamknięto biosferian z 4 tysiącami roślin i zwierząt

Rozwój nowych technologii rozbudził w człowieku pragnienia podboju innych planet i kolonizacji Marsa. W latach 1987–1989 w Oracle w Arizonie (Stany Zjednoczone) wybudowano projekt Biosfera2. Planowano sprawdzić, czy jest możliwe funkcjonowanie samowystarczalnego sztucznego ekosystemu, w którym będą żyli ludzie oraz 3800 gatunków roślin i zwierząt. Jednak projekt przerwano przed upływem planowanych dwóch lat.

Dlaczego się nie udało, czego zabrakło? Zawiodła technologia, rośliny, zwierzęta, a może człowiek?

### Ekosystem zamknięty w słoiku

Las w słoiku, ogród w szkle to moda ostatnich lat na upiększanie naszych wnętrz, a także na utrzymanie roślin bez opieki. To także świetny sposób na poznanie, jak funkcjonuje mały, zamknięty ekosystem.



**Problem badawczy:**

Czy rośliny będą rosły w zamkniętym naczyniu bez dostępu do wody i powietrza z zewnątrz?  
Jakie warunki powinny być spełnione?

**Moje hipotezy:**

.....  
.....

**Do przygotowania lasu w słoiku potrzebne będą:**

- szklane zamykane naczynie o pojemności min. 1,7 litra (np. słoik),
- ziemia uniwersalna do kwiatów,
- drobny żwir lub gruby piasek,
- węgiel aktywny,
- rośliny (np. fitonia, małe paprocie, pilea),
- woda,
- kubek,
- patyk lub mała łopatka,
- rękawice.

**Kolejność wykonywanych czynności:**

- Na dno naczynia nasyp około 2 cm żwiru/piasku.
- Posyp całą powierzchnię żwirku 1–2 łyżeczkami węgla aktywnego.
- Dosyp 4 cm ziemi.
- Lekko ugnieć podłoże.
- Zrób dołki i umieść w nich rośliny, dociśnij ziemię przy korzeniach.
- Podlej rośliny maksymalnie 2–3 łyżkami wody, zamknij naczynie.
- Postaw słoik w jasnym, ciepłym miejscu, ale nie bezpośrednio na słońcu.
- Reguluj ilość wody.

UWAGA: Jeżeli ścianki naczynia są wilgotne cały dzień – otwórz słoik na pół godziny.

Jeżeli są suche – dolej 3 łyżki wody.

## Wyniki:

Zapisz wyniki obserwacji lub narysuj swój ogród w słoiku.

## Wnioski:

Wyjaśnij, dlaczego rośliny mogą rozwijać się w zamkniętym słoiku. Jakie procesy umożliwiają roślinom przetrwanie w zamkniętym naczyniu?

.....

.....

.....

.....

.....

.....



[www.freepik.com](http://www.freepik.com)

## Moja notatka z zajęć:



Zależności w świecie  
roślin i zwierząt –  
wzór dla sztucznych układów?

# INTELIGENCJA PRZETRWANIA – PRZEKOPNICA, ORGANIZM DOSKONAŁY (HODOWLA TRIOPSÓW)



www.pixabay.com

Zdjęcie 1. Przekopnica właściwa

Triopsy to przedstawiciele skorupiaków żyjących w niezmienionej formie od 300 milionów lat. W Polsce można spotkać dwa gatunki przekopnic: właściwą (*Triops cancriformis*) i wiosenną (*Lepidurus apus*). Żyją one w okresowych zbiornikach wodnych, np. kałużach, a ich jajo w stanie anabiozy może przetrwać nawet kilkadziesiąt lat.

## Obserwacja: Wzrost i rozwój przekopnicy

### Problem badawczy:

Jakich warunków wymaga przekopnica do wzrostu i rozwoju?

### Moje hipotezy:

.....

.....

## Do założenia hodowli potrzebne będą:

- jaja/cysty przekopnic,
- piasek,
- pokarm dla przekopnic,
- naczynie szklane lub plastikowe o pojemności 2–3 litrów,
- woda demineralizowana,
- lampka,
- butelka na wodę wodociągową,
- suchy liść.

## Kolejność wykonywanych czynności:

- Do naczynia wsyp piasek, dodaj zawartość woreczka z jajami/cystami przekopnic i wymieszaj.
- Wlej wodę demineralizowaną na ok. 2 cm, lekko zamieszaj patykiem. Uważaj, aby cysty nie przykleiły się do ścianek naczynia.
- Oświetlaj hodowlę lampką z odległości 15 cm w temperaturze pokojowej (ok. 20–23°C).
- Po 24–48 godzinach zauważysz pierwsze larwy.
- Rozpocznij karmienie bardzo małą ilością pokarmu.
- W 3 dobie od pojawienia się pierwszych larw dolej wody wodociągowej do poziomu 5–6 cm i dodaj suchy liść.
- Dokarmiaj i obserwuj rozwój przekopnic.

Przygodę z przekopnicami powtórz wielokrotnie.

## Wyniki

Zapisz wyniki obserwacji.

.....

.....

.....

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

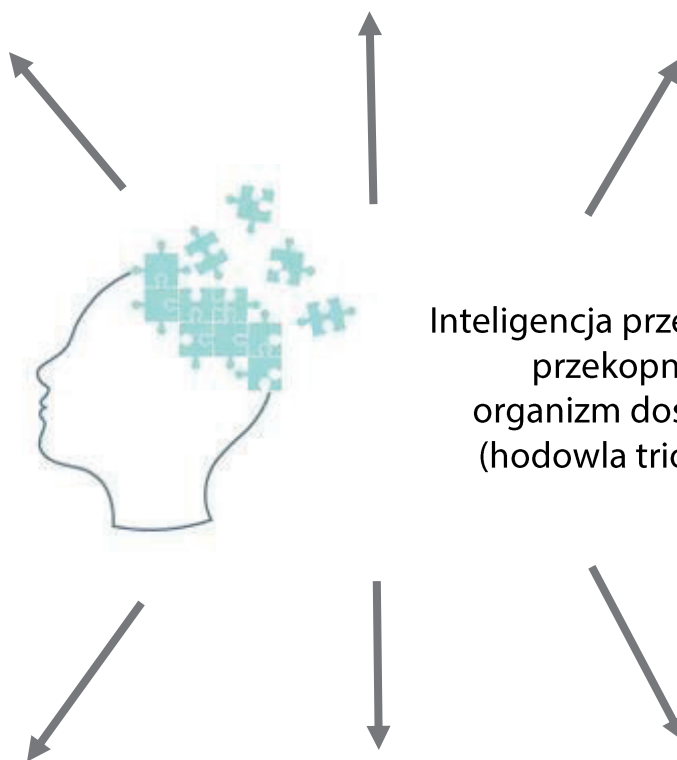
**Wnioski:**

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



[www.freepik.com](http://www.freepik.com)

## Moja notatka z zajęć:



Inteligencja przetrwania –  
przekopnica,  
organizm doskonały  
(hodowla triopsów)

## BŁYSKOTLIWA ZIELEŃ

Czy rośliny dysponują wyszukаныmi zdolnościami?

Czy od roślin możemy się czegoś nauczyć?

Czy gdyby udało się nam lepiej zrozumieć i wykorzystać inteligencję roślin, potrafilibyśmy projektować lepsze komputery i sieci?



[www.pl.freepik.com](http://www.pl.freepik.com)

### ► Liście do góry, korzeń w dół

Wzrost roślin polega między innymi na nieodwracalnym zwiększeniu się rozmiarów komórki, organu lub całego organizmu. W budowie rośliny już od stadium zarodka można wyróżnić dwa bieguny – pędowy z wyraźnie widocznym wierzchołkiem wzrostu pędu oraz korzeniowy z wierzchołkiem wzrostu korzenia – znajdujące się na przeciwległych końcach rośliny. Korzenie rosną w dół, a łodygi z liśćmi do góry. Skąd roślina wie, gdzie jest góra, a gdzie dół? Czy można ją zmylić? Gdzie znajduje się „czujnik” kierunku wzrostu pędu i korzenia?

### Doświadczenie 1. Dominacja wierzchołkowa pędu

Funkcjonowanie złożonych organizmów wielokomórkowych wymaga ścisłego powiązania poszczególnych organów i tkanek w jeden zintegrowany system. Wzajemne zależności między częściami rośliny i jej tkankami określamy mianem korelacji, a zależności między wzrostem różnych organów rośliny nazywamy korelacjami wzrostowymi. Przykładem korelacji wzrostowych jest intensywny rozwój systemu korzeniowego rośliny kosztem części nadziemnej wówczas, gdy zawartość wody w glebie spada poniżej optimum, lub hamowanie wzrostu pąków bocznych przez rosnący wierzchołek pędu.



<https://zpe.gov.pl>



### Problem badawczy:

.....

.....

### Moje hipotezy:

.....

.....

### Do wykonania doświadczenia potrzebne będą:

- 15 roślin fasoli (rośliny 10–12 cm wysokości) rosnących w doniczkach z ziemią ogrodową (5 doniczek po 3 rośliny),
- lanolina,
- 1% IAA (kwas indolilo-3-octowy) – auksyna,
- 0,1% BA (6-benzyloadeninopuryna) – cytokinina,
- wykałaczki.

### Przebieg doświadczenia:

- Doświadczenie wykonaj w 5 wariantach (każdy z nich w 3 powtórzeniach), wg podanego niżej schematu.

*UWAGA: Wszystkie hormony podajemy w postaci pasty lanolinowej przy pomocy wykałaczki!*

Zabieg	Wariant doświadczenia				
	A	B	C	D	E
dekapitacja	–	–	+	+	+
traktowanie zdekapitowanego pędu	–	–	lanolina (L)	1% IAA	1% IAA
traktowanie pąków pachwinowych	lanolina (L)	0,1% BA	lanolina (L)	lanolina (L)	0,1% BA

- Po tygodniu od wykonania doświadczenia przeprowadź obserwacje.

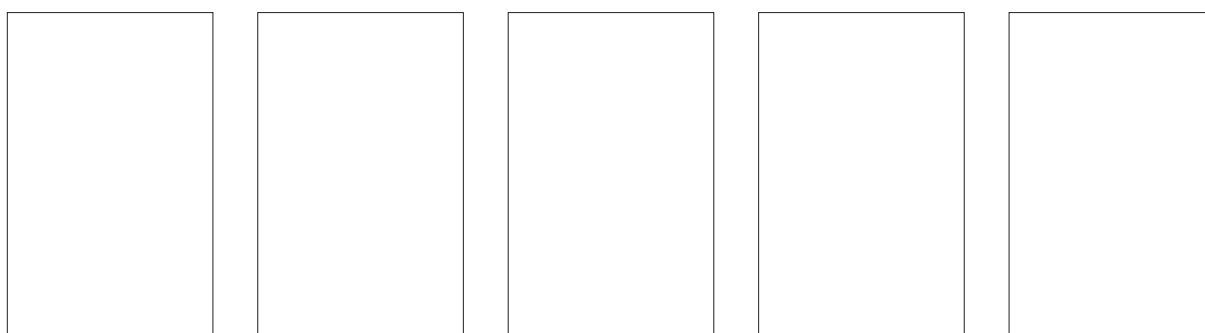
**Wyniki:**

Wskaż próby kontrolne i próby badawcze w przeprowadzonym doświadczeniu.

.....  
.....

Wykonaj schematyczne rysunki roślin przed przeprowadzeniem doświadczenia i po nim.

**PRZED:**



WARIANT A

WARIANT B

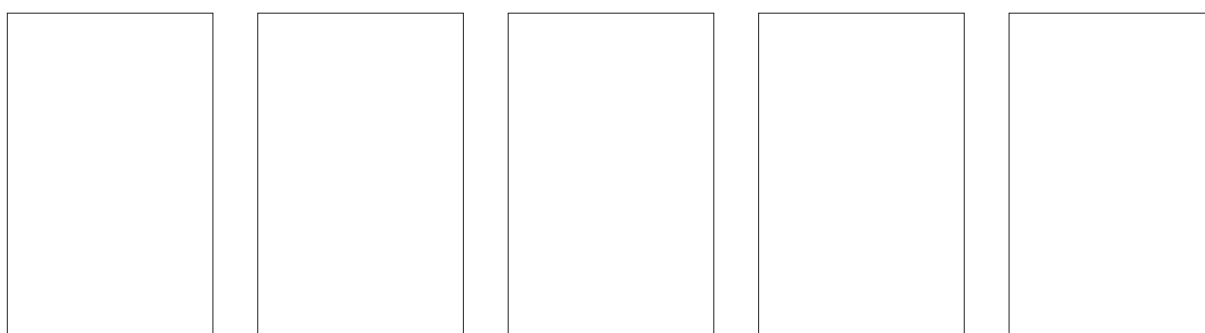
WARIANT C

WARIANT D

WARIANT E

.....  
.....

**PO:**



WARIANT A

WARIANT B

WARIANT C

WARIANT D

WARIANT E

.....  
.....

## Wnioski:

Wyjaśnij, dlaczego pąk szczytowy działa hamująco na wzrost pąków pachwinowych?  
Jakie hormony odpowiadają za dominację pąka wierzchołkowego?

.....

.....

.....

.....

.....

.....

## Doświadczenie 2. Grawitropizm korzenia bobu

### Problem badawczy:

.....

.....

### Moje hipotezy:

.....

.....

### Do wykonania doświadczenia potrzebne będą:

- skielkowane nasiona bobu z prostymi nieuszkodzonymi korzeniami długości 2–3 cm,
- szpilki,
- styropianowa płytka wielkości 1/2 kartki papieru A4,
- szklana komora (małe akwarium) wyłożone wilgotną bibułą (lub ręcznikiem papierowym).

## Przebieg doświadczenia:

- Wybierz nasiona bobu z korzeniami o podobnej długości i opłucz z piasku.
- Przypnij do płytki styropianowej nasiona bobu, tak aby korzenie były:
  - nieuszkodzone w położeniu pionowym (w dół) – wariant A,
  - nieuszkodzone w położeniu poziomym – wariant B,
  - bez czapeczki i merystemu wierzchołkowego (odetnij 3 mm szczytowej części wierzchołka korzenia) w położeniu poziomym – wariant C.
- Płytkę z przypiętymi korzeniami umieść w szklanych wilgotnych komorach (na dno wlej ok. 2 cm wody) i przykryj pokrywą.
- Pozostaw komory w ciemności w temperaturze pokojowej na 24 godz.

## Wyniki:

Wskaż próbę kontrolną i próbę badawczą w przeprowadzonym doświadczeniu.

.....

.....

Wykonaj schematyczne rysunki korzeni przed reakcją na podany czynnik i po niej.

## Wnioski:

Gdzie znajduje się „czujnik” kierunku wzrostu korzenia?

.....

.....

.....

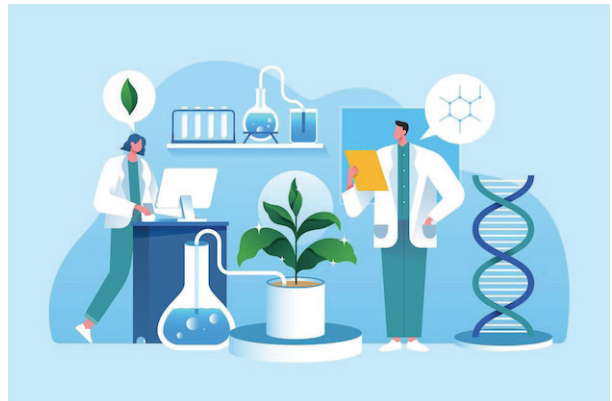
.....

.....

.....

### ► Obrona przed niebezpieczeństwem

Rośliny stale poddawane są działaniu wielu niekorzystnych czynników środowiska, takich jak: działanie metali ciężkich, zbyt niska lub wysoka temperatura, zasolenie, susza czy smog. Nie mogą uciec, ale czy mogą się bronić?



[www.pl.freepik.com](http://www.pl.freepik.com)

## Doświadczenie 1. Gdzie w roślinie akumuluje się najwięcej ołowiu?

**Problem badawczy:**

.....

.....

### Moje hipotezy:

.....

.....

### Do wykonania doświadczenia potrzebne będą:

- siewki lnu rosnące na pożywce z ołowiem ( $\text{PbCl}_2$ ) i pożywce pełnej, bez ołowiu (kontrola),
- 0,2% rodozonian sodu ( $2 \times 10$  ml),
- 2 szalki Petriego o średnicy 10 cm.

### Przebieg doświadczenia:

- Na szklane szalki nalej po ok. 10 ml rodozonianu sodu.
- Umieść na szalkach po 2 siewki lnu rosnące na pożywce z ołowiem ( $\text{PbCl}_2$ ) i z kontroli.
- Po 10–15 minutach zaobserwuj zabarwienie tkanek.

### Wyniki:

Zanotuj obserwacje (możesz wykonać schematyczny rysunek lub wkleić zdjęcie).

## Wnioski:

Porównaj siewki rosnące na pożywce z ołowiem ( $PbCl_2$ ) i pożywce kontrolnej.

Gdzie akumuluje się ołów w siewkach lnu?

.....

.....

.....

.....

.....

.....

### ► Czy rośliny czują ból?

Pozostawanie przez całe życie w tym samym miejscu doprowadziło w toku ewolucji do wykształcenia się u roślin dużej tolerancji na stres, czego przykładem jest odporność na zgrzyzanie przez zwierzęta. Umożliwiają to adaptacje, takie jak budowa modułowa, prawie nieograniczone możliwości regeneracji i wiele innych mechanizmów obronnych i adaptacyjnych.



[www.pl.freepik.com](http://www.pl.freepik.com)

## Doświadczenie 1. Przesyłanie fali potencjału pobudzenia w roślinie

**Problem badawczy:**

.....

.....

## Moje hipotezy:

.....

.....

## Do wykonania doświadczenia potrzebne będą:

- 10 roślin fasoli i/lub grochu (rośliny 10–12 cm wysokości) rosnących w doniczkach z ziemią ogrodową (5 doniczek po 2 rośliny),
- układ pomiarowy, składający się z elektrod  $\text{Ag}/\text{AgCl}_2$ , referencyjnej i pomiarowej, podłączonych przez przedwzmacniacz do rejestratora,  
*UWAGA: Należy pamiętać, aby podczas wszystkich operacji z elektrodami przedwzmacniacz był odłączony od zasilania i od rejestratora!*
- przedwzmacniacz – prosty układ elektroniczny wyposażony w układ wejścia i wyjścia, układ zasilania (9V prądu stałego lub akumulator), oraz wysokooporowy ( $>10^{14} \Omega$ ) wzmacniacz operacyjny.

## Przebieg doświadczenia:

- Podłącz jedną z elektrod do „+” przedwzmacniacza (odtąd będzie to elektroda pomiarowa), a drugą do „-” przedwzmacniacza (odtąd będzie to elektroda referencyjna).
- Elektrode referencyjną delikatnie wkłuj w podstawę łodygi fasoli, natomiast elektrodę pomiarową kilka–kilkanaście centymetrów wyżej.
- Po podłączeniu elektrod do wejść przedwzmacniacza wyjście podłącz do rejestratora, pamiętając o zachowaniu biegunowości.
- Włącz zasilanie przedwzmacniacza oraz, na końcu, rejestratora (wyłączanie układu odbywa się w odwrotnej kolejności, tzn. rejestrator – zasilanie przedwzmacniacza – elektrody).
- Sprawdź reakcje roślin na: dotyk, uszkodzenie liścia, chłód, gorąco.



## Wyniki:

Wskaż, jakie bodźce powodują powstawanie impulsów elektrycznych.

.....

.....

.....

.....

Wyniki przedstaw w tabeli.

## Wnioski:

Wyjaśnij, jakie mechanizmy są uruchamiane u roślin w odpowiedzi na stres.

.....

.....

.....

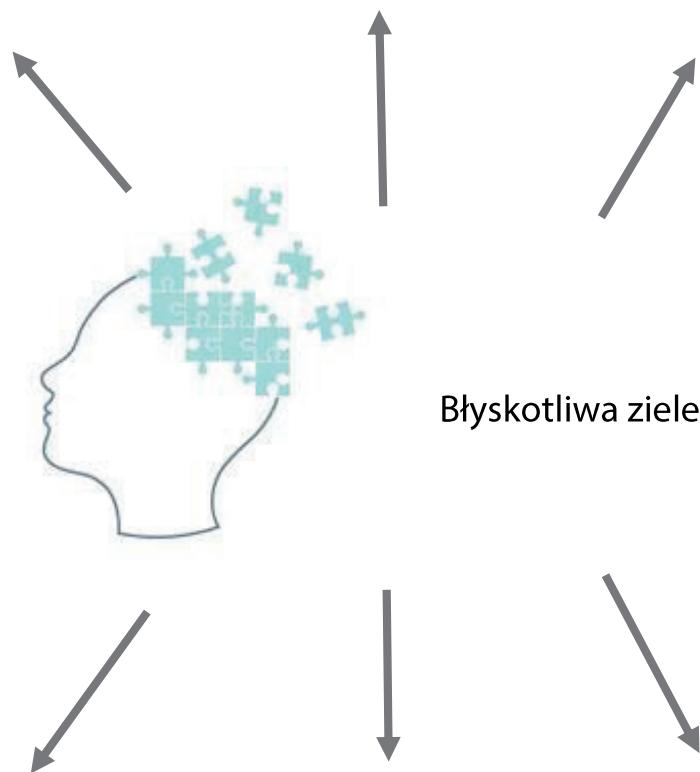
.....

.....



[www.freepik.com](http://www.freepik.com)

## Moja notatka z zajęć:



Błyskotliwa zielen

## JAK ROŚLINY POSTRZEGAJĄ ŚWIAT?

*Najpiękniejsza rzecz, jakiej możemy doświadczyć, to oczarowanie tajemnicą.*

Albert Einstein

Rośliny dysponują wyszukanyymi zdolnościami. „Zmysły są konieczne do przeżycia, rozmnażania, wzrostu i samoobrony, dlatego roślinom »nie

przyszłoby na myśl«, aby z nich zrezygnować – twierdzi prof. Stefano Mancuso z Uniwersytetu Florenckiego, dyrektor Międzynarodowego Laboratorium Neurobiologii Roślin. – Są to oczywiście zmysły roślinne, jednak z tego powodu wcale nie mniej wiarygodne. Czy można zatem powiedzieć, że pod tym względem są do nas podobne? Nie. Rośliny są od nas znacznie wrażliwsze. Oprócz naszych pięciu posiadają przynajmniej 15 innych zmysłów. Potrafią wyczuwać i szacować siłę ciężkości, wielkość pól elektromagnetycznych i poziom wilgotności oraz analizować różnice stężeń substancji chemicznych”.



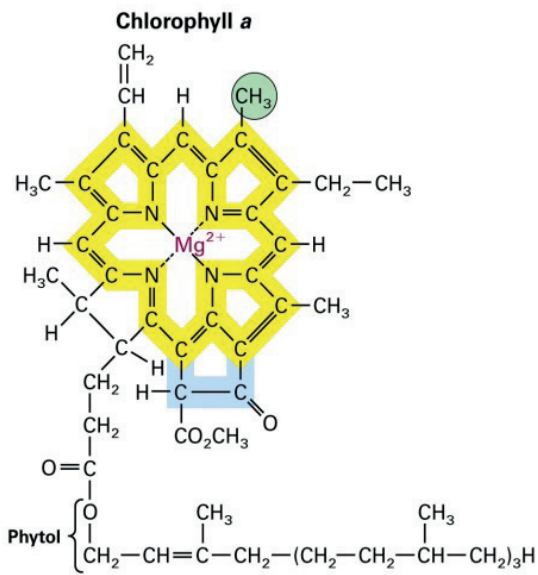
www.pl.freepik.com

### ► **Iść, ciągle iść... w stronę słońca**

Rośliny nie mają układu nerwowego, który przekładałby sygnały świetlne na obrazy w mózgu, mimo to posiadają więcej fotoreceptorów, które rozmieszczone są na liściach, wierzchołku, pędach, łodygach, wąsach, w nasyconym sokami drewnie i w korzeniach (choć te akurat światła nie lubią).

Gdy nadchodzi wiosna, a słońce przygrzewa coraz mocniej, z pąków na drzewach i krzewach szybko zaczynają rozwijać się liście i pojawia się niezwykła substancja nazywana chlorofilem. Jest ona umiejscowiona w mikroskopijnych ciałkach zieleni, tzw. chloroplastach.

**Barwniki fotosyntetyczne** (chlorofile i karotenoidy) są to związki, które związane są z  **błoną tylakoidów chloroplastów**, ich zadaniem jest **absorpcja światła słonecznego**.



Głównymi barwnikami fotosyntetycznymi roślin wyższych są **chlorofile a i b**, które absorbują głównie światło niebieskie i czerwone.

Oprócz chlorofili u roślin występują inne barwniki – karotenoidy, również zaangażowane w proces fotosyntezy, które związane są z białkami zbierającymi energię. Do karotenoidów zaliczamy ksantofile (w tym np. luteinę) i karoteny (w tym β-karoten). Karotenoidy

absorbują energię świetlną w takim zakresie, w jakim nie mogą robić tego chlorofile, a także chronią chloroplasty przed nadmiarem energii, rozpraszając ją.

**Doświadczenie 1. Rozdział i identyfikacja barwników fotosyntetycznych**

**Problem badawczy:**

.....

.....

**Moje hipotezy:**

.....

.....

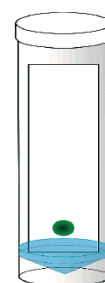
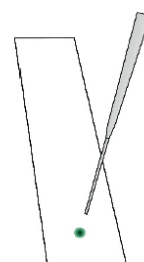
**Do wykonania doświadczenia potrzebne będą:**

- zielone liście dowolnej rośliny,
- 1 mały, zakręcany stoiczek do odbarwiania liści,

- ok. 5 ml mieszaniny etanolu i acetonu do odbarwiania liści,
- łaźnia wodna o temperaturze 90–95°C,
- 1 płytka do chromatografii cienkowarstwowej lub bibuła chromatograficzna,
- 2 końcówki kapilarne do nakładania próbek,
- zakręcona komora chromatograficzna z mieszaniną benzyny i acetonu 10 : 1,
- ekstrakt z barwników fotosyntetycznych jako wzorzec.

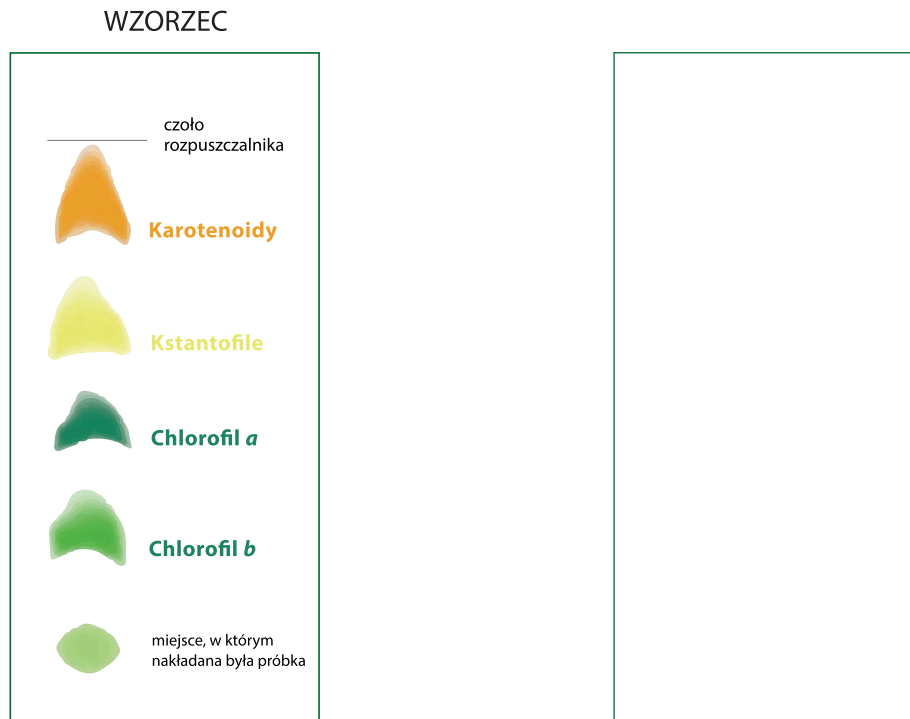
### Przebieg doświadczenia:

- Rozdrobnij liście i umieść na dnie zlewki.
  - Zalej minimalną ilością etanolu tak, aby były lekko zakryte (ok. 3–5 ml).
  - Umieść zlewkę w gorącej łaźni wodnej (lub na kuchence elektrycznej).
  - Po odbarwieniu liści przelej ekstrakt barwników do czystej zlewki i ostudź.
  - Ekstrakt barwników nakładaj przy pomocy końcówki kapilarnej na bibułę chromatograficzną. Pierwszą kroplę nałóż w odległości 1 cm od jej dolnej krawędzi. Procedurę z użyciem płytki chromatograficznej zamiast bibuły wykonaj analogicznie. W tym przypadku ekstrakt barwników nakładaj przy pomocy końcówki kapilarnej na chropowatą stronę płytki chromatograficznej.
  - Po nałożeniu kropli odczekaj, dopóki kropla nie wyschnie.
  - Nakładaj kolejne objętości kapilary tak, aby tworzący się na płytce ślad miał średnicę nie większą niż 5 mm. Naniesiony na bibułę ekstrakt powinien mieć intensywnie zielony kolor.
  - Pozostaw bibułę do dokładnego wyschnięcia na około 5 min.
  - Wysuszoną bibułę wstaw do komory chromatograficznej, naniesioną kropką do dołu. Mieszanina chromatograficzna (mieszanina benzyny i acetonu w stosunku 10 : 1) powinna sięgać poniżej poziomu naniesionych ekstraktów barwników.
  - Prowadź chromatografię do momentu, gdy czoło rozpuszczalnika znajdzie się 0,5 cm przed górną krawędzią bibuły. Wyjmij płytkę i wysusz.
- UWAGA: Staraj się nie wdychać oparów ze słoika! Praca powinna być prowadzona pod wyciągiem lub w dobrze wentylowanym pomieszczeniu!
- Płytki można przechowywać w ciemności przez kilka dni.



## Wyniki:

Narysuj schematycznie wyniki eksperymentu i zidentyfikuj rozdzielone barwniki.



## Wnioski:

Porównaj kolor chlorofilu *a* i chlorofilu *b* oraz karotenoidów. Jak myślisz, z czym związane są różnice w barwie poszczególnych związków?

Czy w ciemnoczerwonych liściach również jest chlorofil?

.....

.....

.....

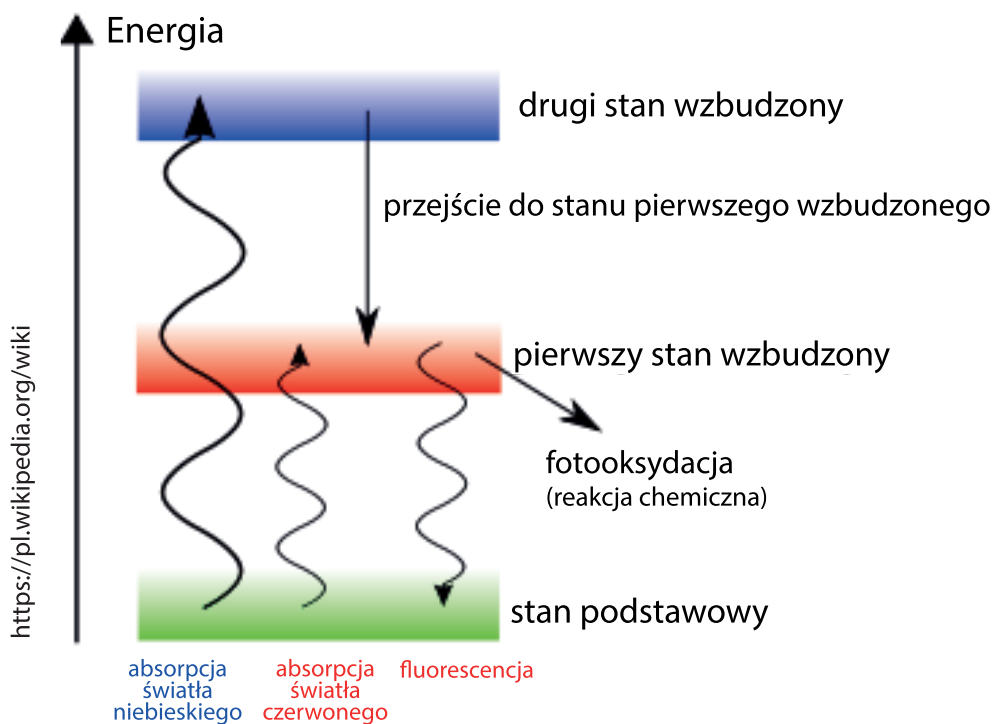
.....

.....

.....

## ► Ciepło, zimno, gorąco – jak to czują rośliny?

Cząsteczki chlorofilu, jako bardzo efektywne fotoreceptory, absorbują światło, które z kolei powoduje ich wzbudzenie. Gdy wzbudzona cząsteczka powraca do stanu podstawowego, towarzyszy jej emisja promieniowania, czyli fluorescencja. Fluorescencji nie można dostrzec gołym okiem, gdyż przyćmiewa ją światło z tła. Gdy promienie słoneczne docierają do liści, chloroplasty absorbują większość światła i w procesie fotosyntezy przetwarzają je, emitując jedynie ok. 2 proc. promieniowania.



Fluorescencja chlorofilu *a* odzwierciedla aktywność aparatu fotosyntetycznego i jest miarą aktywności fotosyntetycznej liści. Jest to szczególnie przydatne w sytuacjach oddziaływania na rośliny różnorodnych stresów środowiskowych, które powodują uszkodzenia w obrębie PS II.

Pomiary fluorescencji mogą dostarczać cennych informacji na temat chorób roślin, suszy i innych zjawisk, które mogą negatywnie wpłynąć na uprawy, a także pomóc zrozumieć wpływ zmian klimatycznych na bilans węgla w ekosystemach lądowych.

## Doświadczenie 2. Określenie stanu „zdrowia” roślin grochu poddanych działaniu różnych czynników stresowych



www.freepik.com

### Problem badawczy:

.....

.....

### Moje hipotezy:

.....

.....

### Do wykonania doświadczenia potrzebne będą:

- rośliny grochu karłowatego poddane działaniu niskiej (5°C) i wysokiej temperatury (37°C),
- fluorometr Pocket PEA (Hansatech).

### Przebieg doświadczenia:

- Za pomocą klamry zaciemnij środkową część liścia (15–20 min).
- Zmierz wybrane parametry indukcji fluorescencji chlorofilu *a* za pomocą Pocket PEA (Hansatech).



### Wybrane parametry indukcji fluorescencji chlorofilu $a$ :

- Fv/Fm** – maksymalna wydajność kwantowa PSII próbki adaptowanej do ciemności. Parametr określający potencjalną wydajność PSII, wykorzystywany jako wiarygodny wskaźnik aktywności fotochemicznej aparatu fotosyntetycznego. Dla roślin w pełnej fazie rozwoju i w warunkach bezstresowych maksymalna wydajność Fv/Fm osiąga wartość ok. 0,83. Jej obniżenie świadczy o tym, że badana roślina została narażona na działanie czynników stresowych, które uszkodziły funkcje PSII, zmniejszając efektywność transportu elektronów.
- PI** – wskaźnik funkcjonowania PSII dotyczący jego ogólnej żywotności.

### Wyniki:

Zaproponuj tabelę, w której zapiszesz wyniki pomiarów. Zaproponuj tytuł takiej tabeli.

### Wnioski:

.....

.....

.....

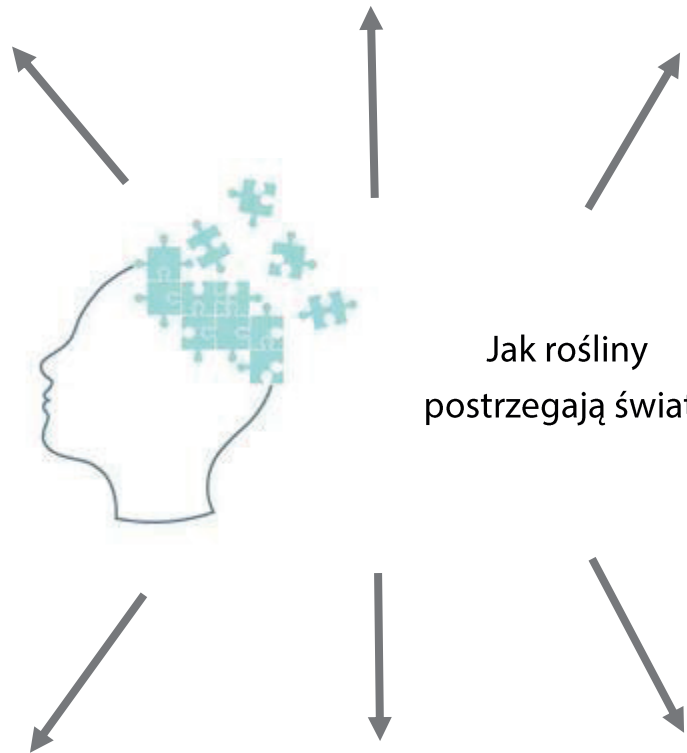
.....

.....



[www.freepik.com](http://www.freepik.com)

## Moja notatka z zajęć:



Jak rośliny  
postrzegają świat?

# SZTUCZNA INTELIGENCJA W KONTROLOWANIU INWAZJI BIOLOGICZNYCH

„Obcymi” nazywamy wszystkie gatunki roślin, zwierząt oraz innych organizmów, które występują poza swoim naturalnym zasięgiem i które znalazły się tam dzięki zamierzonej działalności człowieka (m.in. gatunki stosowane w leśnictwie, rolnictwie, gatunki ozdobne) bądź też takie, które spontanicznie pojawiły się na jakimś obszarze. Większość z tych gatunków nie stanowi zagrożenia, ale niektóre z nich, dzięki m.in. zmienionym właściwościom biologicznym (sposób zapylenia, rozmnażania, dyspersji nasion), są w stanie w nowych warunkach przetrwać i stworzyć stabilne populacje. Dodatkowo jeżeli gatunki takie w swoim nowym zasięgu zaczynają intensywnie się rozmnażać i dynamicznie rozprzestrzeniać, to z czasem mogą zyskać status „gatunku inwazyjnego”. Inwazyjne gatunki obce oddziałują negatywnie na różnorodność biologiczną, wpływając na zmniejszanie się populacji rodzimych gatunków i ich eliminowanie (szacuje się, że gatunki inwazyjne przyczyniły się do wyginięcia ok. 40% gatunków zwierząt uznanych za wymarłe w ciągu ostatnich kilku dekad).



Rysunek 1. Przebieg procesu inwazji biologicznej (wg: Williamson i Fitter 1996 – zmienione)

Rozwój ogólnoświatowego handlu, transportu i turystyki, sprawia że gatunki inwazyjne są obecnie uważane za drugie, po zaniku naturalnych siedlisk, najpoważniejsze zagrożenie

globalnej bioróżnorodności. W Polsce wg szacunków ok. 15% gatunków obcych ma obecnie status gatunku inwazyjnego. Najbardziej znane inwazyjne gatunki roślin w Polsce to z całą pewnością nawłocie, których zwarte, żółte łąny pojawiają się na przełomie lata i jesieni (fotografia 1). Równie groźny dla rodzimych ekosystemów, chociaż nie rzucający się w oczy tak bardzo jak nawłocie jesienią, jest na przykład niecierpek drobnokwiatowy (fotografia 2).



*Fotografia 1.*  
Ugór zajęty  
przez kwitnące  
na żółto nawłocie  
kanadyjskie



*Fotografia 2.*  
Skupienie pędów  
niecierpka  
drobnokwiatowego  
przy ogrodzeniu

Pojawienie się i rozprzestrzenianie gatunków inwazyjnych w przyrodzie to proces niezwykle dynamiczny. Dlatego bardzo cenne jest gromadzenie i przetwarzanie informacji na temat występowania takich gatunków. Dane te mogą być później wykorzystane przy tworzeniu np. strategii przeciwdziałania inwazjom biologicznym. Każdy z nas może przyczynić się do przeciwdziałania rozprzestrzenianiu się gatunków inwazyjnych. Pierwszym krokiem może być rozpoznanie zagrożenia.

## Zadanie: Inwazyjne gatunki roślin w okolicy Kampusu UwB

### Problem badawczy:

Jak duże jest zagęszczenie stanowisk inwazyjnych gatunków roślin w okolicy Kampusu UwB?

### Moje hipotezy:

.....  
.....

### Do wykonania zadania potrzebne będą:

- klucz do oznaczania wybranych obcych gatunków inwazyjnych roślin,
- urządzenie GPS,
- ołówek,
- kartka.

### Przebieg zadania:

- Zidentyfikuj inwazyjne gatunki roślin na badanym terenie.
- Zmapuj stanowiska inwazyjnych gatunków roślin za pomocą urządzenia GPS.
- Wylicz zagęszczenie inwazyjnych gatunków roślin na jednostkę powierzchni (/100 m<sup>2</sup>).

**Wyniki:**

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

**Wnioski:**

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....



# KLUCZ DO OZNACZANIA WYBRANYCH ROŚLIN INWAZYJNYCH POLSKI >LIŚCIE

## LIŚCIE PROSTE



Nawłoc kanadyjska (bylina)



Nawłoc późna (bylina)



Niecierpek drobnokwiatowy (bylina)



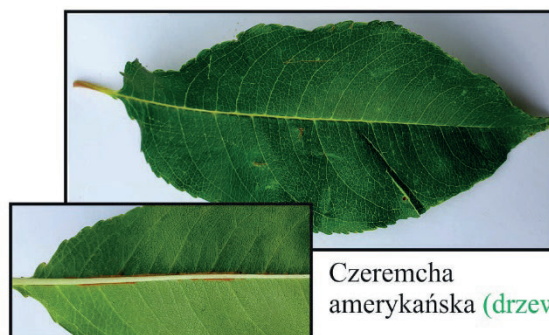
Śnieguliczka biała (krzew)



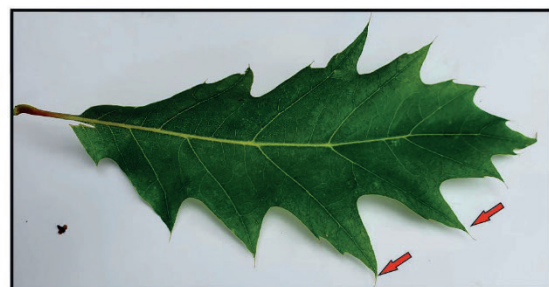
Rdestowiec ostrokończysty (bylina)



Słonecznik bulwiasty (bylina)



Czeremcha amerykańska (drzewo)



Dąb czerwony (drzewo)

## LIŚCIE ZŁOŻONE



Robinia akacyjowa (drzewo)



Róża pomarszczona (krzew)



Winobluszcz zaroślowy (pnącze)

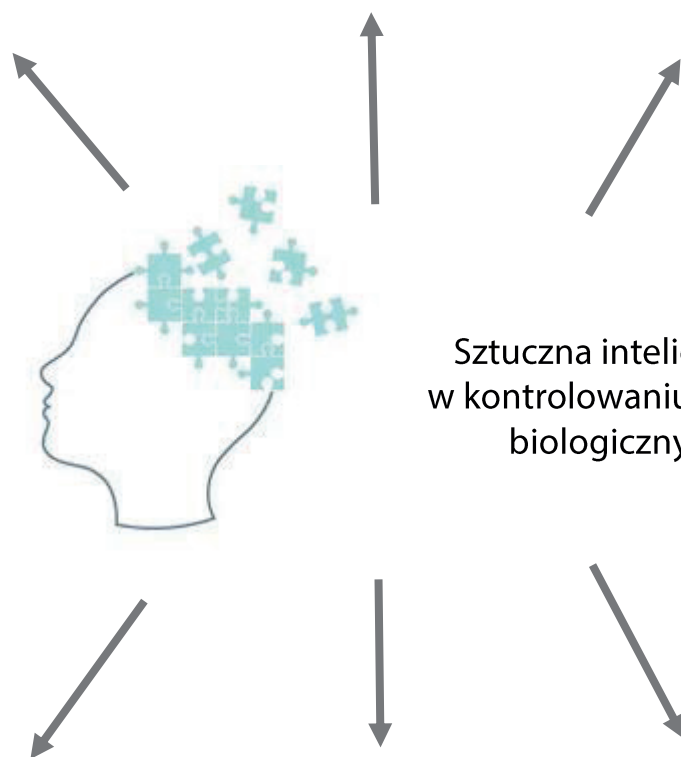


Klon jesionolistny (drzewo)



[www.freepik.com](http://www.freepik.com)

## Moja notatka z zajęć:



Sztuczna inteligencja  
w kontrolowaniu inwazji  
biologicznych



# SZTUCZNA INTELIGENCJA A KLASYFIKOWANIE RÓŻNORODNOŚCI OWADÓW

Owady to najliczniejsza, a jednocześnie najsłabiej poznana grupa zwierząt na świecie. Różnorodność ich budowy i zachowań oraz złożone cykle życiowe są niezwykle ciekawym obiektem obserwacji i badań, docenianym jednak często dopiero podczas obserwacji z wykorzystaniem nowoczesnych technologii. Poznajmy różnorodność owadów i szczegóły ich budowy podczas obserwacji z wykorzystaniem mikroskopu świetlnego, mikroskopu stereoskopowego do analizy obrazu i wizualizacji 3D. Zobaczmy, jakie możliwości w klasyfikowaniu owadów daje mikroskop skaningowy.

## Zadanie 1. Jak odróżnić owada od nieowada?

### Problem badawczy:

.....

.....

### Moje hipotezy:

.....

.....

### Do wykonania zadania potrzebne będą:

- okazy owadów: karaczan madagaskarski, patyczak, mącznik młynarek, pszczoła miodna, bzyg prążkowany, osa,
- mikroskop stereoskopowy,
- mikroskop stereoskopowy do analizy obrazu i wizualizacji 3D.

## Przebieg zadania:

- Porównaj przygotowane okazy zwierząt, zwracając uwagę na:
  - tagmy ciała,
  - obecność i liczbę czułków,
  - przydatki gębowe,
  - obecność i liczbę skrzydeł,
  - liczbę odnóży.
- Wykorzystaj mikroskop stereoskopowy do analizy obrazu i wizualizacji 3D do przygotowania ryciny budowy owada.

## Wyniki:

Zanotuj wyniki obserwacji. Wykonaj schematyczny rysunek owada.

.....

.....

.....

.....

.....

.....

## Wnioski:

.....

.....

.....

.....

.....

## Zadanie 2. Klasyfikacja owadów

### Problem badawczy:

Na podstawie jakich cech klasyfikuje się owady?

### Moje hipotezy:

.....

.....

### ► A. Budowa skrzydeł owadów

#### Do wykonania zadania potrzebne będą:

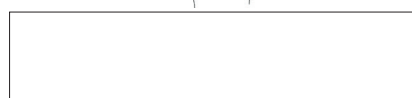
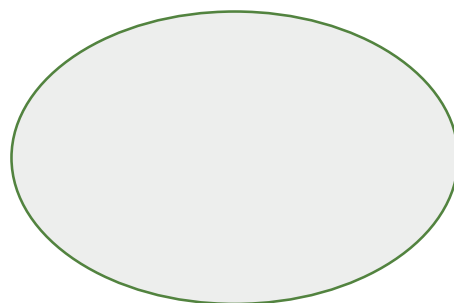
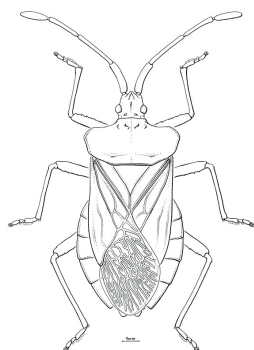
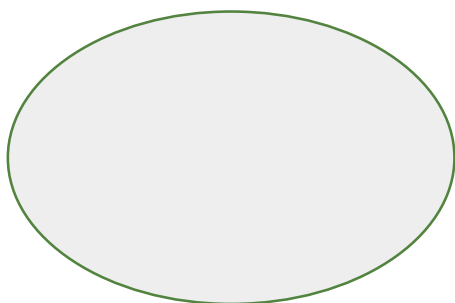
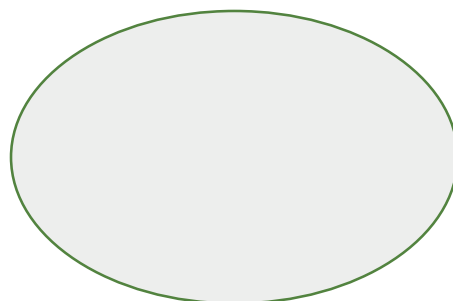
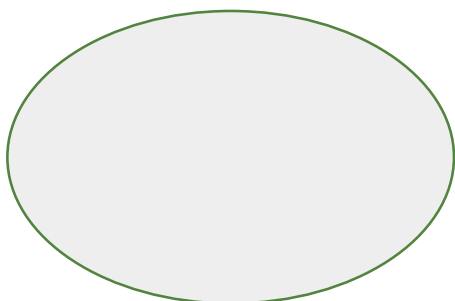
- okazy owadów oraz preparaty mikroskopowe skrzydeł muchówki, ważki, chrząszcza, pluskwiaka i motyla,
- zdjęcia skrzydeł owadów z mikroskopu skaningowego,
- mikroskop stereoskopowy.

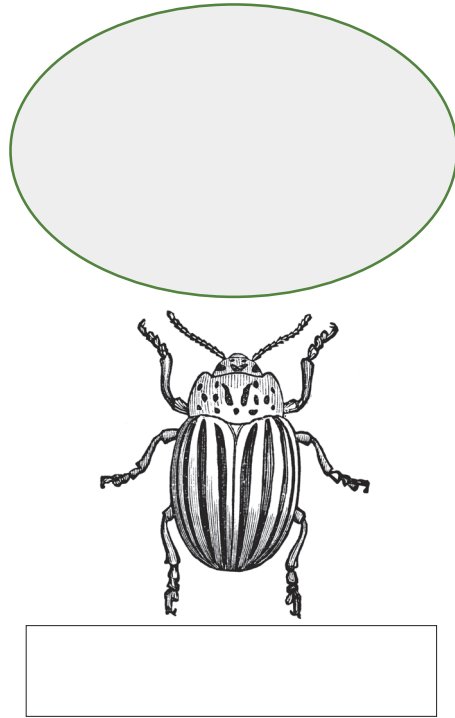
#### Przebieg zadania:

- Obejrzyj pod mikroskopem stereoskopowym skrzydła muchówki, ważki, chrząszcza, pluskwiaka i motyla.

**Wyniki:**

Dopasuj do oglądanych owadów obrazki przedstawiające ich skrzydła, a następnie wklej dopasowane obrazki przy odpowiednich rycinach poniżej.





### Wnioski:

Przeanalizuj zdjęcia skrzydeł wykonane z wykorzystaniem mikroskopu skaningowego i zaproponuj klucz z rycinami do oznaczania analizowanych gatunków.

### Czy wiesz, że...

przezroczyste dla człowieka skrzydła błonkoskrzydłych i muchówek są barwnymi sygnalizatorami. Na widoczność tych wzorów ma wpływ sposób, w jaki owady prezentują swoje skrzydła na różnych tłach o różnych właściwościach świetlnych. Wzory te są charakterystyczne dla gatunku, a czasami mogą różnić się u samicy i samca.

## ▶ B. Rozmnażanie owadów

### Do wykonania zadania potrzebne będą:

- hodowle świerszcza, karaczana madagaskarskiego, mącznika młynarka oraz plujki z różnymi stadiami rozwojowymi,
- ryciny ze stadiami rozwojowymi owadów z przeobrażeniem zupełnym i niezupełnym.

### Przebieg zadania:

- Zapoznaj się z stadiami rozwojowymi owadów z przygotowanych hodowli.
- Ułóż w kolejności ryciny przedstawiające stadia rozwojowe owadów.

### Wyniki:

Wykonaj po jednym rysunku przedstawiającym rozwój owadów z przeobrażeniem zupełnym i niezupełnym.

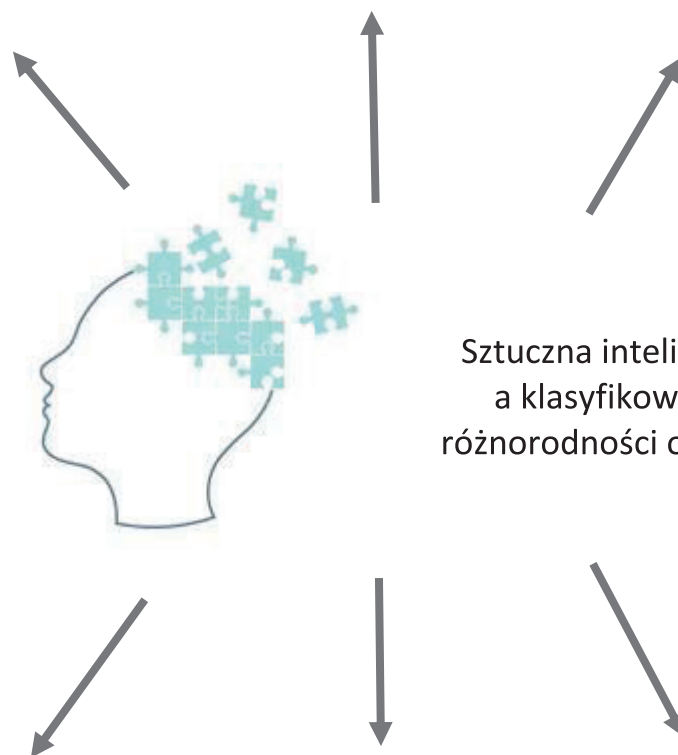
**Czy wiesz, że...**

są aplikacje, które możesz wykorzystać do wstępnej identyfikacji owadów ze zdjęć (np. Seek) lub obserwacji i dzielenia się swoimi spostrzeżeniami o owadach (np. iNaturalist).



[www.freepik.com](http://www.freepik.com)

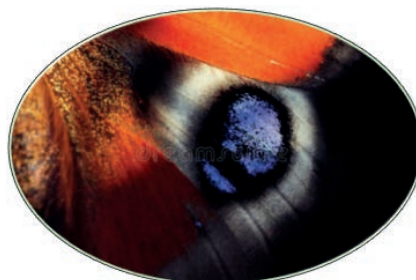
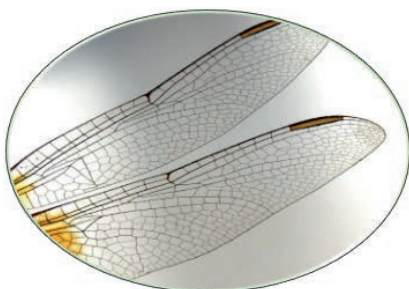
## Moja notatka z zajęć:



Sztuczna inteligencja  
a klasyfikowanie  
różnorodności owadów



Tablice do zadania 1A (ryciny do wycięcia)





## PSZCZOŁY POD OKIEM SZTUCZNEJ INTELIGENCJI

Pszczoły to liczna i różnorodna grupa owadów. Oprócz wszystkim dobrze znanej pszczoły miodnej, w Polsce występuje ponad 450 gatunków dziko żyjących pszczół, które pełnią ważną rolę zapylaczy. Poszczególne gatunki pszczół różnią się wyglądem, trybem życia (są wśród nich gatunki społeczne, samotne i pasożytnicze), sposobem gniazdowania i preferencjami pokarmowymi. Poznajmy ich biologię i budowę, wykorzystując również najnowsze technologie.

### Zadanie 1. Jak odróżnić pszczołę od niepszczoły?

#### Problem badawczy:

.....

.....

#### Moje hipotezy:

.....

.....

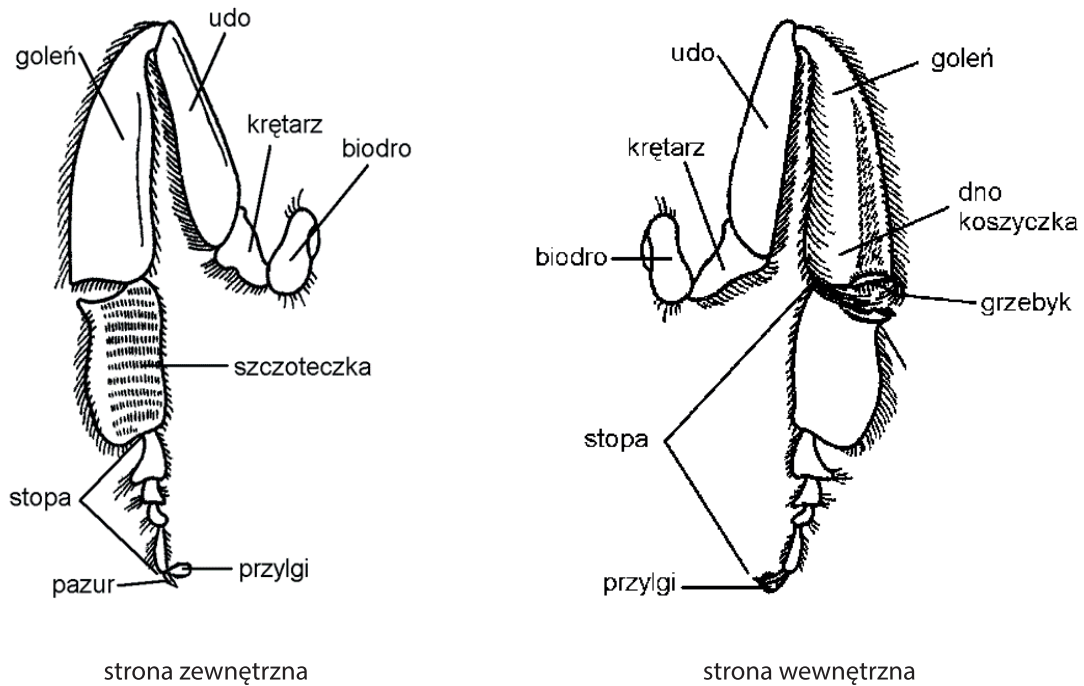
#### Do przeprowadzenia obserwacji potrzebne będą:

- okazy owadów: pszczoła miodna, murarka ogrodowa, trzmiel, bzyg prążkowany, bujanka, osa,
- mikroskop stereoskopowy,
- lupa.

#### Przebieg obserwacji:

- Obejrzyj skrzydła u przygotowanych okazów – zwróć uwagę na ich liczbę i wygląd.
- Obejrzyj odnóża trzeciej pary u przygotowanych okazów.

- Rozpoznaj, odnóża którego owada mają budowę jak na rycinie 1.
- Obejrzyj odwłoki przygotowanych okazów – który z okazów ma odwłok pokryty długimi, gęstymi włoskami?



Rycina 1. Odnóża trzeciej pary pszczoły miodnej (J. Moraczewski, *Ćwiczenia do zoologii bezkręgowców*, 1974)

## Wyniki:

Zanotuj wyniki obserwacji. Możesz przedstawić wyniki w postaci rysunku.

## Wnioski:

.....

.....

.....

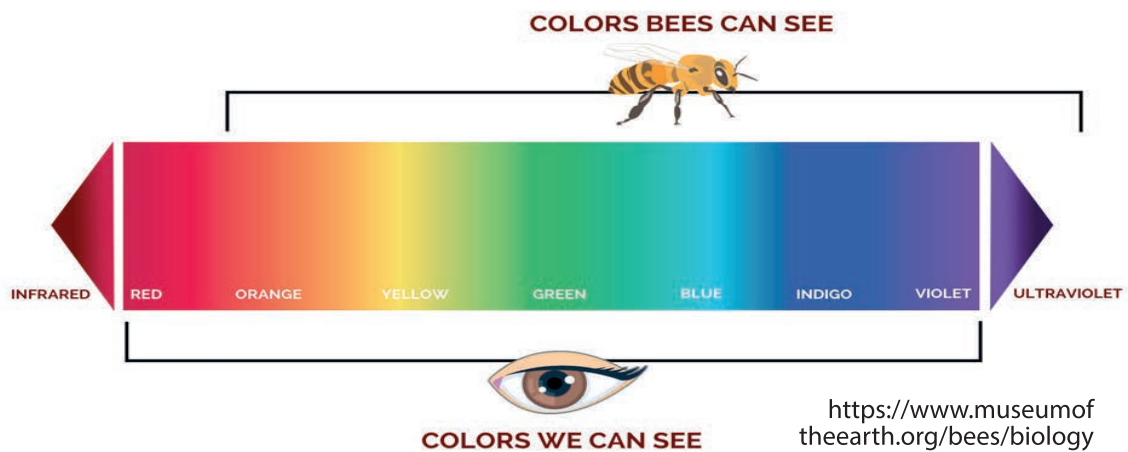
.....

.....

### Czy wiesz, że...

są też pszczoły, które nie mają koszyzków i włosów do przenoszenia pyłku. Są to tak zwane „pszczoły kukułki”, które składają swoje jaja do gniazd innych pszczół, a ich potomstwo korzysta z zapasów pyłku zgromadzonych przez prawowitą właścicielkę.

## Zadanie 2. Jak pszczoły widzą?



Rycina 2. Spektrum światła widzialnego dla człowieka i pszczół

### Problem badawczy:

.....

.....

### Moje hipotezy:

.....

.....

### Do wykonania zadania potrzebne będą:

- kwiaty różnych kolorów,
- okulary z obiektywem fasetkowym oraz filtrami różnych barw.

### Przebieg zadania:

- Popatrz na kwiaty, a następnie powtórz obserwację, wykorzystując okulary z obiektywem fasetkowym.
- Wykorzystaj filtry różnych kolorów, aby zobaczyć, jak widzi barwy kwiatów pszczoła.

### Wyniki:

Jakie są różnice w obrazie widzianym przez Ciebie a tym widzianym oczami owada?  
Zanotuj wyniki obserwacji. Możesz przedstawić wyniki w postaci rysunku.

## Wnioski:

.....

.....

.....

.....

.....

## Zadanie 3. Czym odżywiają się larwy pszczoł i dorosłe pszczoły?

### Problem badawczy:

.....

.....

### Moje hipotezy:

.....

.....

### Do wykonania zadania potrzebne będą:

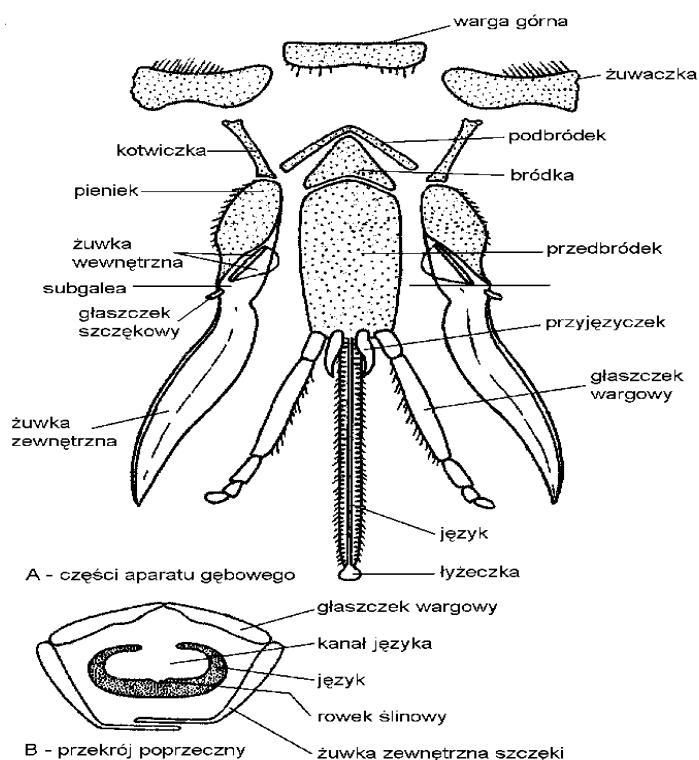
- modele przedstawiające cykle rozwojowe pszczoły miodnej i murarki w ich gniazdach,
- modele przedstawiające królową, robotnicę i trutnia pszczoły miodnej,
- nagrania zachowania murarki podczas zakładania gniazda oraz robotnic pszczoły miodnej w ulu,
- preparaty aparatu gębowego dorosłej pszczoły oraz animacja przedstawiająca pracę aparatu ssąco-gryzącego,
- model budowy wewnętrznej pszczoły miodnej,
- różne typy kwiatów.

### Czy wiesz, że...

do tworzenia modeli, w tym również owadów – ich budowy i rozwoju, wykorzystuje się drukarki 3D.

### Przebieg zadania:

- Wykorzystaj mikroskop świetlny, aby poznać budowę aparatu gębowego pszczoły miodnej. Porównaj oglądane elementy preparatu z ryciną 3.



Rycina 3. Aparat gębowy pszczoły miodnej (J. Moraczewski, *Ćwiczenia do zoologii bezkręgowców*, 1974)

- Przyjrzyj się budowie różnych kwiatów, a następnie obejrzyj animację przedstawiającą działanie aparatu gębowego pszczoły.

### Wyniki:

Do czego służą pszczole poszczególne elementy jej aparatu gębowego?

Co jedzą larwy pszczoły miodnej i murarki oraz skąd czerpią dany pokarm?

Zanotuj wyniki obserwacji. Możesz przedstawić wyniki w postaci rysunku.



## Wnioski:

.....

.....

.....

.....

.....

.....

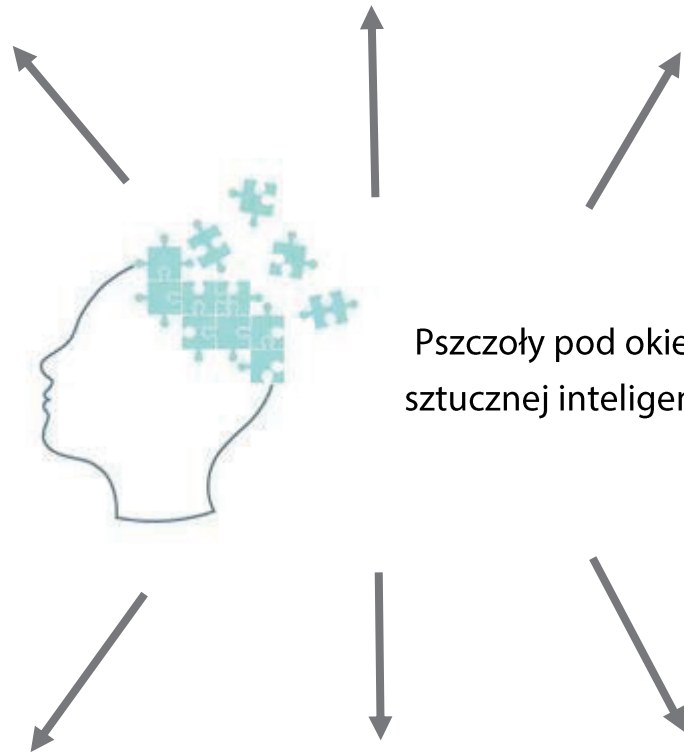
## Czy wiesz, że...

pszczoły porozumiewają się za pomocą tańca! Taniec ten wykonują zbieraczki, czyli starsze pszczoły, które wylatują z gniazda w poszukiwaniu pożytku (nektaru, pyłku). Celem tańca jest rekrutacja nowych zbieraczek i przekazanie im informacji o odległości źródła pożytku, jego ilości i kierunku, w jakim należy lecieć. Odszyfrowanie wszystkich sygnałów wibroakustycznych zawartych w takim tańcu jest ciągle wyzwaniem dla naukowców. Wykorzystują oni w swoich badaniach m.in. anemometr termoelektryczny służący do pomiaru prędkości powietrza, akcelerometr mierzący przyspieszenie czy szybkie kamery rejestrujące obraz z szybkością kilkuset (!) klatek na sekundę.



[www.freepik.com](http://www.freepik.com)

## Moja notatka z zajęć:

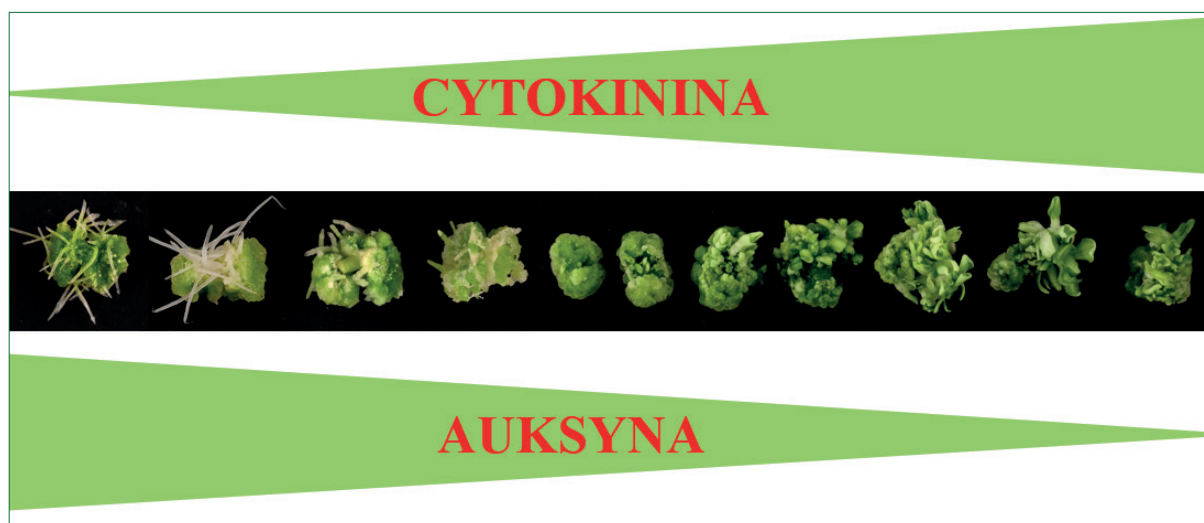


Pszczoły pod okiem  
sztucznej inteligencji

## INTELIĞENTNA SELEKCJA W PROCESIE SZTUCZNEJ HODOWLI ROŚLIN

Rośliny to niezwykle inteligentne organizmy. Posiadają ogromny potencjał do wytwarzania zarodków, organów (pędów czy korzeni), a nawet całych roślin z pojedynczej żywej komórki! Zdolność ta nazywa się totipotencją i została wykorzystana przez badaczy do stworzenia metody rozwoju roślin w kulturach *in vitro*, czyli poza organizmem w laboratorium. Kluczem do sukcesu w rozmnażaniu roślin w warunkach *in vitro* jest odpowiednio dobrane podłoże z odpowiednimi regulatorami wzrostu – jak auksyny, cytokininy.

Metoda kultur *in vitro* to jeden z elementów nowoczesnej hodowli roślin. Wykorzystywana jest w ogrodnictwie, sadownictwie czy nawet przez hobbystów kolekcjonujących i rozmnażających rzadkie i cenne okazy roślin. Uprawa roślin metodą *in vitro* ma wiele zalet. Pozwala oszczędzić między innymi wodę i powierzchnię do hodowli roślin. Prawdopodobnie paproć, którą hodujesz w doniczce, albo tulipany, które dostała od Ciebie mama, zostały namnożone w kulturach *in vitro*.



Rysunek 1. Oddziaływanie regulatorów wzrostu (auksyny i cytokininy) na powstawanie pędów, korzeni i kalusa w kulturach *in vitro*

## Obserwacja 1: Powstawanie organów (pędów, korzeni) lnu w kulturach *in vitro* pod wpływem regulatorów wzrostu

### Problem badawczy:

Czy obecność regulatorów wzrostu w podłożu stymuluje powstawanie organów (pędów, korzeni) w kulturach *in vitro* lnu?

### Moje hipotezy:

.....  
.....

### Do obserwacji potrzebne będą:

- kultury lnu rosnące na pożywkach z różnymi kombinacjami regulatorów wzrostu hodowane przez 4 tygodnie w kontrolowanych warunkach.

### Przebieg obserwacji:

- Przeprowadź obserwację rozwoju fragmentów siewek lnu rosnących w warunkach *in vitro*.
- Zwróć uwagę na powstałe w kulturach lnu organy (pędy, korzenie) oraz na to, które regulatory wzrostu powodują ich wzrost.

### Wyniki:

Zanotuj obserwacje w tabeli.

Tabela 1. Wpływ regulatorów wzrostu na powstawanie organów (pędów, korzeni) w kulturach *in vitro* lnu

Numer wariantu pożywki	Stosunek stężeń auksyny (A) do cytokininy (C)	Powstałe organy		
		kalus	pędy	korzenie
1				
2				
3				
4				

## Wnioski:

.....

.....

.....

.....

.....

## Doświadczenie 1: Hodowla lnu w kulturach *in vitro*

### Problem badawczy:

Czy z fragmentu siewki lnu możemy otrzymać organy (pędy, korzenie) roślin?

### Moje hipotezy:

.....

.....

### Do wykonania doświadczenia potrzebne będą:

- fragmenty sterylnych siewek lub nasiona lnu,
- słoiki typu „twist” z podłożem Murashige i Skoog (MS) z różnymi kombinacjami regulatorów wzrostu,
- szalki Petriego,
- pinceta i skalpel,
- alkohol etylowy 70%,
- komora laminarna,
- palnik,
- rękawiczki.

UWAGA: Wszystkie narzędzia i naczynia laboratoryjne oraz podłoże do hodowli roślin powinny być sterylne!

## Przebieg doświadczenia:

UWAGA: Wszystkie czynności wykonujemy w komorze laminarnej z zachowaniem sterylnych warunków!

- Załóż rękawiczki i wysterylizuj je za pomocą alkoholu etylowego.
- Za pomocą pincety delikatnie wyjmij siewkę Inu z przygotowanej wcześniej sterylnej hodowli lub chwyć kilka wysterylizowanych nasion i połóż na szalce Petriego.
- Skalpelem wytnij z siewki 2-centymetrowe fragmenty hipokotyli lub liścieni.
- Umieść po 3 wycięte fragmenty lub nasiona w przygotowanych wcześniej słoikach z pożywką MS i dobrze zamknij.
- Sterylną kulturę Inu umieść w temperaturze 24°C i w miejscu z dostępem do światła na 4 tygodnie.

## Wyniki:

Zanotuj obserwacje i wykonaj rysunek kultury Inu po 4 tygodniach wzrostu.

Jakie organy (pędy czy korzenie) powstały w kulturze Inu?

Jak sądzisz, którego regulatora wzrostu (auksyny czy cytokininy) było w pożywce najwięcej?

.....

.....

.....

.....

.....

## Wnioski:

.....

.....

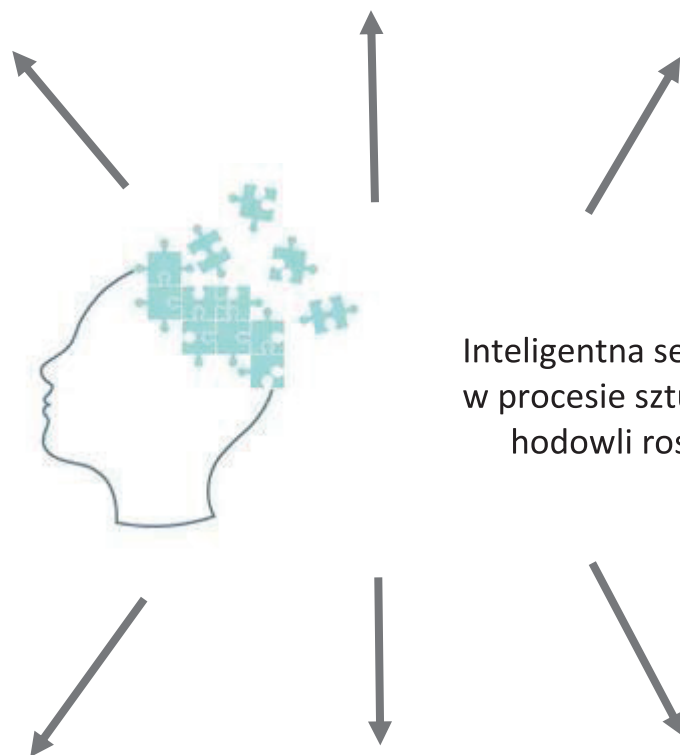
.....

.....



[www.freepik.com](http://www.freepik.com)

## Moja notatka z zajęć:

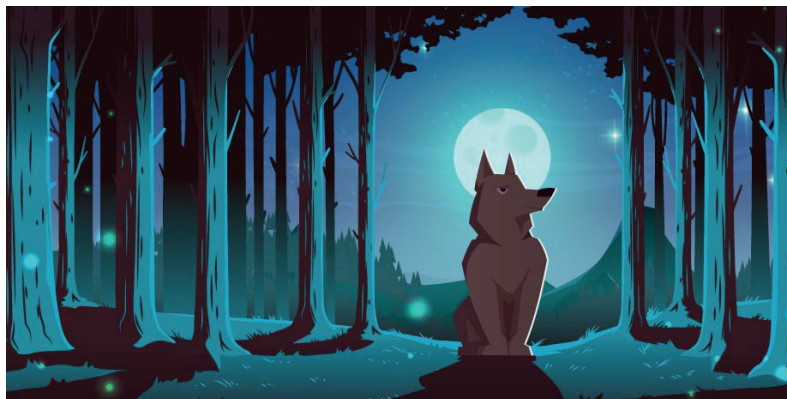


Inteligentna selekcja  
w procesie sztucznej  
hodowli roślin

## NOWOCZESNE METODY POZYSKIWANIA INFORMACJI O BIORÓŻNORODNOŚCI W PRZESTRZENI (GIS)

Skąd wiemy, jakie zwierzęta żyją na danym obszarze i jak je policzyć? Znaczna część fauny jest trudna do wykrycia i rozpoznanie występowania wielu zwierząt wymaga czasu, wiedzy i doświadczenia. Na szczęście przyrodnikom z pomocą przychodzi nowoczesna technologia. Zamiast prowadzić wielodniowe, nieprzerwane obserwacje, możemy na nasze miejsce „zatrudnić” fotopułapki, które w dzień i w nocy wychwytyją ruch i reagując na niego, fotografują poruszające się obiekty. Podobnie zamiast nasłuchiwać dźwięków zwierząt, możemy rozwiesić w interesującym nas obszarze rejestratory audio, które w dzień i w nocy będą nagrywać dźwięki. Po jakimś czasie możemy je przesłuchać sami albo wykorzystać odpowiednie oprogramowanie, które zrobi to za nas i spróbuje rozpoznać zwierzę, które wydało te dźwięki. Nietoperze wydają jednak dźwięki, które są w większości niesłyszalne dla naszego ucha. Z pomocą przychodzi wówczas detektor ultradźwięków, który przetłumaczy te dźwięki

na takie, które usłyszymy ludzkim uchem, a nawet może sam rozpoznać, jaki gatunek nietoperza je wydał. Jeśli jednak sami chcemy prowadzić obserwacje, to w przypadku gatunków aktywnych nocą nasze



www.freepik.com

oczy mogą okazać się niewystarczające. Na szczęście możemy skorzystać z termowizora, który wykryje i pokaże nam obiekty emitujące ciepło, między innymi faunę, którą chcemy zidentyfikować i policzyć.

### Zadanie: Inwentaryzacja fauny z wykorzystaniem nowoczesnych technologii

#### Problem badawczy:

Jakie gatunki ptaków i ssaków występują w Lesie Zwierzynieckim i Solnickim?



**Moje hipotezy:**

.....

.....

**Do przeprowadzenia inwentaryzacji potrzebne będą:**

- fotopułapki,
- rejestratory audio,
- detektor ultradźwięków,
- termowizor.

**Część I. Terenowa**

Na wycieczce do Lasu Zwierzynieckiego zapoznamy się z urządzeniami stosowanymi do wykrywania i monitorowania fauny i sposobem ich wykorzystania w pracach terenowych. Zwróć uwagę na środowisko Lasu Zwierzynieckiego.

Jakich zwierząt kręgowych się tu spodziewasz?

.....

.....

.....

**Część II**

Fotopułapki zostały już zamontowane na obrzeżu Lasu Solnickiego. Przejrzyj dostępne zdjęcia i spróbuj rozpoznać zwierzęta, które zostały sfotografowane. Odpowiedz na pytania: Ile różnych gatunków zostało zarejestrowanych i jakie to gatunki?

.....

.....

.....

Jakich gatunków się nie spodziewałeś/spodziewałaś w lesie miejskim?

.....

.....

.....

Które zwierzęta są aktywne w nocy, a które w dzień?

.....

.....

.....

### Część III

Rejestratory audio (Wildlife Acoustics Song Meter Mini) nagrywały głosy zwierząt przez godzinę od świtu i kilka godzin w środku nocy. Przesłuchaj nagrania i obejrzyj ich sonogramy w darmowym programie Audacity. Odpowiedz na pytania:



[www.pl.freepik.com](http://www.pl.freepik.com)

Czy jesteś w stanie rozpoznać jakieś głosy?

Jeśli tak, to jakie zwierzęta je wydawały?

.....

.....

.....

Na podstawie zapisu dźwięku przedstawionego na sonogramie spróbuj określić, ile różnych gatunków ptaków słyhać przez pierwsze 10 minut nagrania ze świtu?

.....

.....

## Część IV

Nietoperze możemy zaobserwować o zmierzchu, gdy wylatują na żerowanie, ale trudno wówczas zidentyfikować ich gatunki. W Polsce regularnie występuje 25 gatunków nietoperzy. Każdy z nich posługuje się inną częstotliwością i amplitudą dźwięku do echolokacji. Korzystając z detektora ultradźwięków, nagraliśmy głosy kilku nietoperzy w Lesie Zwierzynieckim. Posłuchaj „przetłumaczonych” nagrań i przejrzyj ich sonogramy. Na podstawie przewodnika do rozpoznawania głosów, który otrzymasz od prowadzącego zajęcia, spróbuj zidentyfikować gatunek nietoperza na podstawie jego sonogramu.

Przerysuj sonogramy z głosami gatunków, które zostały zarejestrowane, i podpisz na wykresie jego właściciela polską lub łacińską nazwą gatunkową. Podpisz też oś Y odpowiednimi wartościami częstotliwości fali. Oś X wyrażono w milisekundach.



## Część V

Termowizor rejestruje falę elektromagnetyczną emitowaną przez obiekty w zakresie średniej podczerwieni. Fala elektromagnetyczna w tym zakresie odpowiada promieniowaniu cieplnemu. Monokular termowizyjny wykrywa różnice w temperaturze między sąsiednimi pikselami i w czasie rzeczywistym zamienia je na obraz w wybranej skali barwnej.

Z działaniem termowizora w praktyce zapoznasz się podczas części terenowej. W części laboratoryjnej obejrzysz zdjęcia różnych obiektów i zwierząt zarejestrowanych termowizorem. Nazwij je:

---

Zdjęcie nr 1:

Zdjęcie nr 4:

---

Zdjęcie nr 2:

Zdjęcie nr 5:

---

Zdjęcie nr 3:

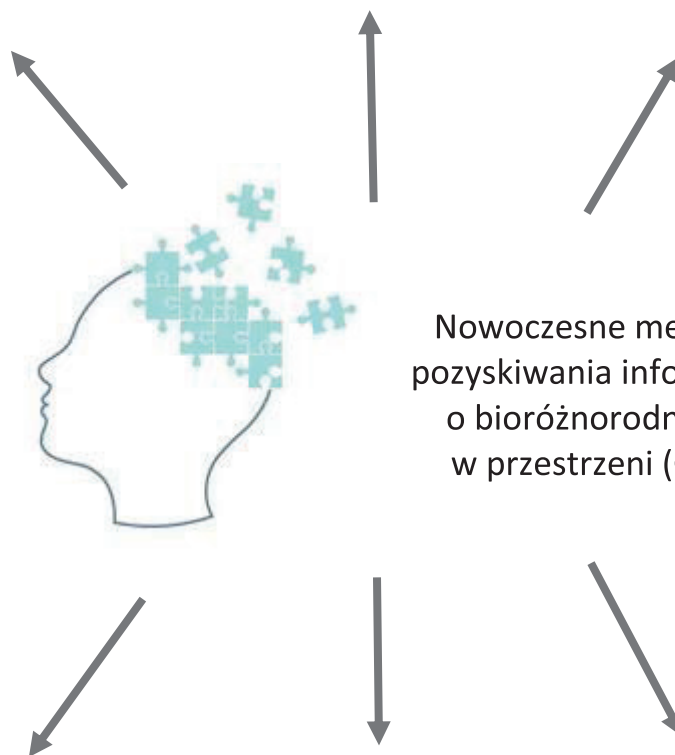
Zdjęcie nr 6:

---



[www.freepik.com](http://www.freepik.com)

## Moja notatka z zajęć:



Nowoczesne metody  
pozyskiwania informacji  
o bioróżnorodności  
w przestrzeni (GIS)

## ZMYSŁY WIEDZĄ, CO JEST DLA NAS DOBRE?

Mózg jest najbardziej skomplikowanym narządem, jaki posiada człowiek. Buduje go ok. 86 miliardów komórek nerwowych (neuronów), z czego 18 miliardów znajduje się w korze mózgowej, która jest pofałdowaną powierzchnią ludzkiego mózgu.

Zmysły odbierają bodźce ze środowiska i za pomocą sieci neuronalnych przekazują informacje do mózgu. Dominującym zmysłem u człowieka jest wzrok. Około 1/3 ludzkiego mózgu zajmuje się przetwarzaniem informacji przekazywanych przez wzrok. Mózg musi wykonać ogromny wysiłek, aby poprawnie zinterpretować miliony informacji docierających do naszych oczu, uszu i innych zmysłów. Mózg stara się ujednoznaczyć docierające do nas sygnały, rozpatrując je w określonym kontekście, przyjmując pewne założenia. Nasz mózg nie tylko aktywnie interpretuje napływające dane, lecz często również wykracza poza swoje obowiązki i dopowiada, tworzy informacje.

### Doświadczenie 1. Pudełko dziwów

#### **Problem badawczy:**

Jaki obraz powstaje na siatkówce oka?

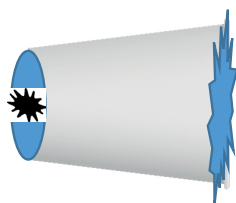
#### **Moja hipoteza:**

.....  
.....

#### **Do wykonania doświadczenia potrzebne będą:**

- papierowy kubek,
- czarna farba,
- kalka techniczna,
- nożyczki,

- zapalona świeca,
- pomieszczenie, które można zaciemnić.



### Przebieg doświadczenia:

- Przygotuj cudowne pudełko: pomaluj wewnątrz papierowego kubka czarną farbą, zrób igłą mały otwór w środku dna kubka. Zamknij kubek naciągniętą kalką techniczną.
- W zaciemnionym pomieszczeniu zapal świecę i trzymaj kubek poziomo, tak aby otwór na dnie skierowany był w stronę płomienia świecy w odległości 50 cm od niego.
- Obserwuj otwór zamknięty kalką techniczną.

### Wyniki:

.....

.....

.....

.....

### Wnioski:

Wyjaśnij, co zaobserwowałaś/zaobserwowałeś.

.....

.....

.....

.....

## Doświadczenie 2. Ślepa plamka

### Problem badawczy:

.....

.....

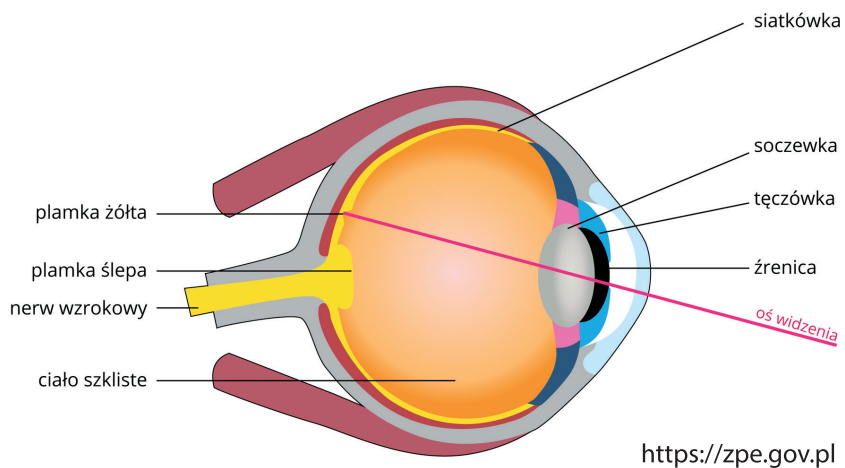
### Moja hipoteza:

.....

.....

### Do wykonania doświadczenia potrzebne będą:

- rysunek budowa oka,



Rysunek 1. Budowa oka

- kartonik Mariotte'a (wzór poniżej).





### Przebieg doświadczenia:

- Trzymaj w lewej ręce kartonik Mariotte'a, drugą ręką zasłoń oko.
- Skoncentruj swoją uwagę na „+”, przybliżając i oddalając kartonik na odległość ok. 30 cm. Obserwuj, co będziesz widzieć na kartoniku.

### Wyniki:

.....

.....

.....

.....

.....

.....

### Wnioski:

Wyjaśnij, co zaobserwowałeś/zaobserwowałaś.

.....

.....

.....

.....

.....

.....

## Doświadczenie 3. Jak widzimy w granicach naszego pola widzenia?

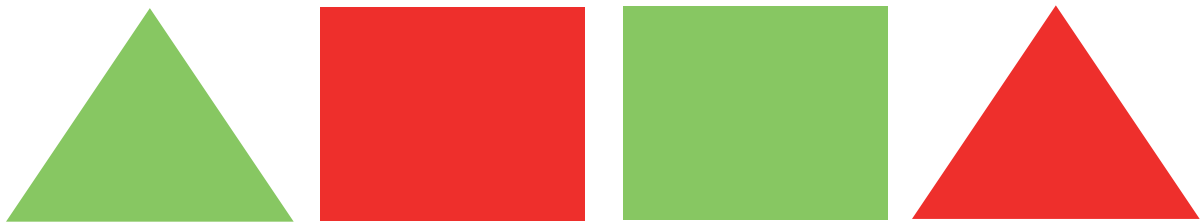
### Problem badawczy:

Czy mamy zdolność widzenia kątem oka?

### Moja hipoteza:

.....

.....



### Do wykonania doświadczenia potrzebne będą:

- 3–4 kolorowe pisaki lub zakreślacze,
- dwie figury geometryczne o barwie czerwonej i zielonej.

Doświadczenie wykonuje się w dwie osoby.

### Przebieg doświadczenia:

- Jedna osoba trzyma w ręku kolorowe pisaki lub zakreślacze, następnie wyciąga ramię w bok.
- Druga osoba stoi naprzeciw i skupia wzrok na nosie osoby trzymającej w ręku pisaki. Próbuje określić kolejność pisaków w dłoni. Zapisz wyniki.
- Jedna osoba trzyma w ręku dwie kolorowe figury geometryczne o różnych kształtach i barwie. Następnie wyciąga ramię w bok.
- Druga osoba stoi naprzeciw i skupia wzrok na nosie osoby trzymającej w ręku kolorowe figury geometryczne. Próbuje określić kształt figur w dłoni. Zapisz wyniki.

## Wyniki:

.....

.....

.....

.....

.....

.....

## Wnioski:

Wyjaśnij, co zaobserwowałeś/zaobserwowałaś.

.....

.....

.....

.....

.....

.....

## Doświadczenie 4. Czy wiedźma potrafi latać?

### Problem badawczy:

Czy siatkówka może się „przegrzać”?

### Moja hipoteza:

.....

.....

**Do wykonania doświadczenia potrzebne będą:**

- rysunki wiedźmy i bramy (przykłady rysunków poniżej).



**Przebieg doświadczenia:**

- Trzymaj rysunek wiedźmy i bramy ok. 30 cm od oczu.
- Przez 30 sekund wpatruj się w czarną wiedźmę.
- Po tym czasie natychmiast przenieś wzrok na bramę i wpatruj się w nią, licząc do 10.

**Wyniki:**

Napisz, co widzisz w bramie.

.....

.....

.....

**Wnioski:**

Wyjaśnij, co zaobserwowałeś/zaobserwowałaś.

.....

.....

.....

.....

## Doświadczenie 5. Widzenie przez zakrzywioną powierzchnię

### Problem badawczy:

.....

.....

### Moja hipoteza:

.....

.....

### Do wykonania doświadczenia potrzebne będą:

- szklanka z wodą,
- kolorowy flamaster, który można postawić,
- stół,
- linijka 50 cm.



### Przebieg doświadczenia:

- Postaw na stole szklankę wypełnioną wodą.
- Kolorowy flamaster postaw 40 cm za szklanką.

- Ustaw się przed szklanką tak, aby oczy były na wysokości szklanki, w odległości 20 cm od niej.
- Popatrz na flamaster przez szklankę. Co widzisz?
- Zamknij jedno oko i popatrz na flamaster przez szklankę. Co widzisz?

### Wyniki:

Napisz, co widzisz, gdy patrzysz na flamaster przez szklankę jednym okiem, i co widzisz, gdy patrzysz na szklankę obojgiem oczu.

.....

.....

.....

### Wnioski:

Jak wyjaśnisz wyniki obserwacji?

.....

.....

.....

.....

.....

.....

## Doświadczenie 6. Ograniczone widzenie

### Problem badawczy:

Czy dwoje oczu widzi tak samo jak jedno?

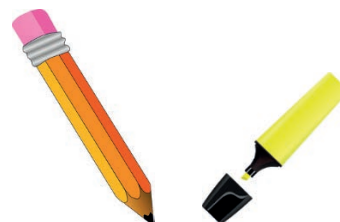
### Moja hipoteza:

.....

.....

### Do wykonania doświadczenia potrzebne będą:

- zatemperowany ołówek,
- flamaster z nasadką lub długopis z nasadką,
- kartka papieru formatu A3,
- linijka 100 cm / miarka krawiecka / metrówka.



### Przebieg doświadczenia:

- Na kartce narysuj kropkę.
- Odsuń kartę na odległość 75 cm (możesz ją zawiesić na ścianie i stanąć od niej w odległości 75 cm).
- Zamknij jedno oko i postaraj się dotknąć kropki rysikiem ołówka.
- Następnie przy otwartych obojgu oczach spróbuj dotknąć narysowanej na kartce kropki. Zapisz wyniki.
- Trzymaj na wysokości oczu w jednej ręce nasadkę, a w drugiej flamaster. Zamknij jedno oko i spróbuj nałożyć nasadkę na flamaster. Powtórz czynność przy otwartych obojgu oczach. Zapisz wyniki.

### Wyniki:

.....

.....

.....

.....

.....

## Wnioski:

Wyjaśnij, co zaobserwowałaś/zaobserwowałeś.

.....

.....

.....

.....

.....

.....

## Doświadczenie 7. Czy kolor kolorowi jest równy?

**Problem badawczy:**

.....

.....

**Moja hipoteza:**

.....

.....

**Do wykonania doświadczenia potrzebne będą:**

- kolorowe paski o barwach jaśniejszych i ciemniejszych, np. takie jak na rysunku,





- kolorowe prostokąty z kwadratami w środku (jak na poniższym rysunku),



- linijka, nożyczki,
- biała kartka.

### Przebieg doświadczenia:

- Przyjrzyj się kolorowym paskom. Czy barwa pojedynczego paska jest jednakowa na całej powierzchni?
- Przypatrz się czterem kwadratом. Zwróć uwagę na ich barwę i wielkość.

### Wyniki:

.....

.....

.....

.....

.....

### Wnioski:

.....

.....

.....

.....

.....

## Doświadczenie 8. Dotykowe eksploracje

### Problem badawczy:

Czy można widzieć dotykiem?

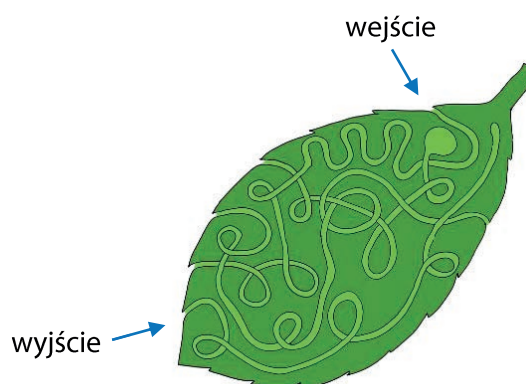
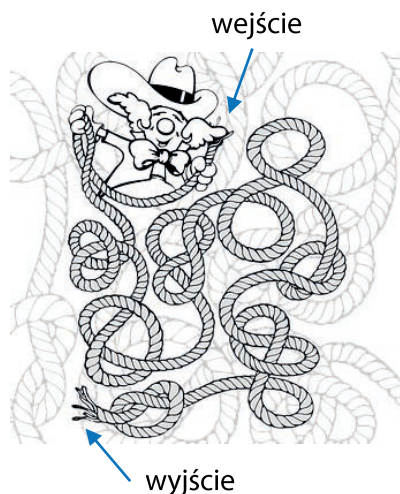
### Moja hipoteza:

.....

.....

### Do wykonania doświadczenia potrzebne będą:

- kartka z narysowanym i pokolorowanym labiryntem (przykładowe wzory labiryntu poniżej) z zaznaczonym wejściem i wyjściem (do wyboru),
- stoper,
- kartka z labiryntem, na której za pomocą otworów wykonanych igłą zaznaczono drogę i wyjście z labiryntu.



<https://pixabay.com/pl/illustrations/search/labirynt>

### Przebieg doświadczenia:

- Poproś kolegę, aby znalazł drogę wyjścia wzrokiem i zmierz, ile czasu na to potrzebuje. Zapisz wyniki.
- Poproś kolegę, aby przy zamkniętych oczach, dotykając opuszkami palców, odnalazł drogę wyjścia z labiryntu. Zmierz, ile czasu na to potrzebuje, zapisz wyniki.

**Wyniki:**

Czas wyjścia z labiryntu z otwartymi oczami:

.....

Czas wyjścia z labiryntu z zamkniętymi oczami:

.....

**Wnioski:**

.....

.....

.....

.....

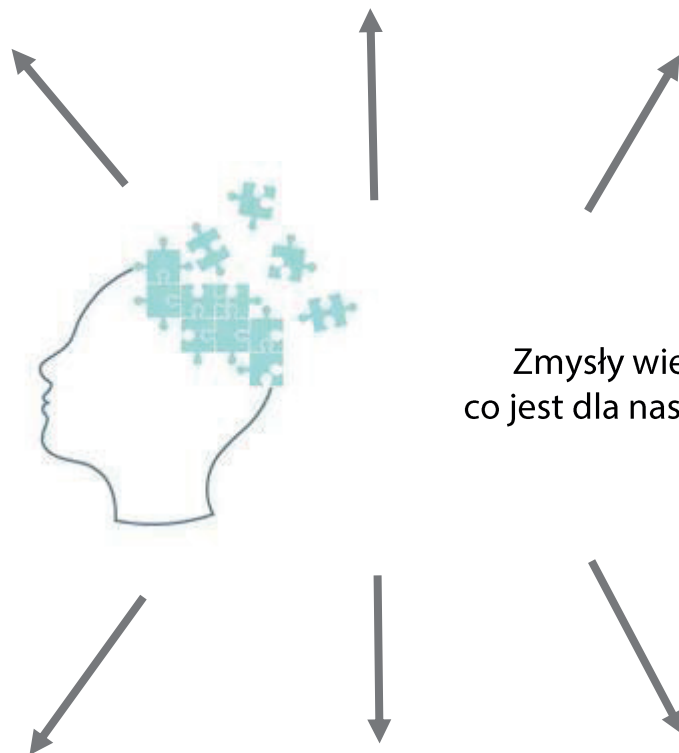
.....

.....



[www.freepik.com](http://www.freepik.com)

## Moja notatka z zajęć:



Zmysły wiedzą,  
co jest dla nas dobre?

**CHEMIA**



## TROCHĘ WYOBRAŹNI

*Wyobraźnia jest ważniejsza niż wiedza, bo choć wiedza wskazuje na to, co jest, wyobraźnia wskazuje na to, co będzie.*

Albert Einstein

Nieograniczona wyobraźnia pozwala na twórcze wykorzystanie zdobytej wiedzy i każdy badacz powinien umieć ją w sobie rozwinąć. Umożliwia ona porównywanie efektów eksperymentów przeprowadzonych w laboratoriach z otaczającą nas rzeczywistością, np. zjawiskami fizykochemicznymi czy żywymi organizmami. W ramach zajęć otrzymamy w naszym laboratorium „chemiczne rośliny” oraz „kameleony”. Rozpalimy ogień za pomocą kropli wody lub gliceryny oraz przeprowadzimy reakcję zegarową.



www.freepik.com

### Doświadczenie 1. Rozpalanie ognia bez zapalek

#### **Problem badawczy:**

Czy można rozpać ogień za pomocą wody?

Czy szybkość reakcji zależy od stopnia rozdrobnienia substancji?

## Moje hipotezy:

.....

.....

## Do wykonania doświadczenia potrzebne będą:

### Rozpalanie ognia za pomocą kropli wody:

- woda ( $H_2O$ ),
- cynk ( $Zn$ ),
- azotan amonu ( $NH_4NO_3$ ),
- parownicza,
- 2 łyżeczki,
- zlewka 25 ml,
- pipeta Pasteura.



www.freepik.com

### Rozpalanie ognia za pomocą gliceryny:

- manganian (VII) potasu ( $KMnO_4$ ),
- gliceryna,
- 2 parowniczeki,
- moździerz,
- zlewka 25 ml,
- pipeta Pasteura.

## Przebieg doświadczenia:

UWAGA: Doświadczenie przeprowadzamy pod wyciągiem!

### Rozpalanie ognia za pomocą kropli wody:

- Wsyp po jednej łyżeczce  $Zn$  i  $NH_4NO_3$  do parowniczeki.
- Suchą, drewnianą łyżeczką delikatnie wymieszaj obie substancje.
- Za pomocą pipety na wierzch przygotowanej mieszaniny wpuść kilka kropli (3–4) wody.



**Rozpalanie ognia za pomocą gliceryny:**

- Przygotuj dwie porcje  $\text{KMnO}_4$  – jedną roztartą w moździerzu na pył i drugą, składającą się z kryształów związku.
- Usyp z nich stożki w parowniczkach.
- Za pomocą pipety na czubek każdego stożka wpuść po kilka kropli (4–5) gliceryny.

**Wyniki:**

.....

.....

.....

.....

.....

.....

**Wnioski:**

.....

.....

.....

.....

.....

**Doświadczenie 2. Utlenianie i redukcja – chemiczny kameleon****Problem badawczy:**

Czy użyte odczynniki umożliwią kilkukrotne zajście reakcji?

### Moja hipoteza:

.....

.....

### Do wykonania doświadczenia potrzebne będą:

- glukoza,
- indygokarmin,
- roztwór wodorotlenku sodu,
- woda destylowana,
- czajnik,
- kolba stożkowa ze szlifem (50 ml) oraz z korkiem,
- łyżeczka,
- cylinder miarowy 25 ml,
- cylinder miarowy 50 ml.

### Przebieg doświadczenia:

- Odważ porcję glukozy (0,64 g) i wsyp do kolby stożkowej.
- Glukozę rozpuść w 30 ml wody podgrzanej do temperatury ok. 35°C.
- Do ciepłego roztworu glukozy dodaj odrobinę indygokarminu, tak aby roztwór stał się ciemnoniebieski, ale przezroczysty.
- Następnie dodaj 13 ml roztworu wodorotlenku sodu.
- Zamknij kolbę i delikatnie (bez wstrząsania) odstaw na stół laboratoryjny.

### Wyniki:

.....

.....

.....

.....

.....

.....

Obserwuj powstające barwy i ich przejścia. Wykonaj rysunek.



**Wnioski:**

Na podstawie wyników obserwacji mogę stwierdzić, że:

.....

.....

.....

.....

.....

.....

Doświadczenie można przeprowadzić wielokrotnie – wystarczy silnie potrząsnąć kolbą.

## Doświadczenie 3. Barwne krzemiany – chemiczne rośliny



www.freepik.com

### Problem badawczy:

Czy w przeprowadzonym doświadczeniu zachodzi zjawisko osmozy?

### Moja hipoteza:

.....  
.....

### Do wykonania doświadczenia potrzebne będą:

- szkło wodne – wodny roztwór krzemianu sodu [ $\text{Na}_2\text{SiO}_3$ ] (150 ml),
- woda destylowana (150 ml),
- kryształy uwodnionych soli (np.  $\text{CoCl}_2$ ,  $\text{Ni}(\text{NO}_3)_2$ ,  $\text{FeCl}_3$ ,  $\text{CrCl}_3$ ),
- łyżeczki,
- bagietka,
- zlewka 400 ml.

### Przebieg doświadczenia:

- Do zlewki wlej 150 ml wody.
- Dodaj 150 ml roztworu szkła wodnego. Całość zamieszaj bagietką.
- Kolorowe kryształy uwodnionych soli wsyp do roztworu za pomocą łyżeczki. Staraj się równomiernie pokryć kryształami dno zlewki. Nie mieszaj.

**Wyniki:**

Przedstaw na rysunku wykonane doświadczenie.

Zanotuj wyniki obserwacji.



.....

.....

.....

.....

**Wnioski:**

Na podstawie wyników obserwacji mogę stwierdzić, że:

.....

.....

.....

.....

.....

.....

## Doświadczenie 4. Zegar cysteinowy

### Problem badawczy:

Jakie reakcje w chemii nazywamy reakcjami zegarowymi?



www.freepik.com

### Moja hipoteza:

.....  
.....

### Do wykonania doświadczenia potrzebne będą:

- roztwór cysteinowy w wodzie destylowanej (roztwór A),
- roztwór wodorotlenku sodu i luminolu w wodzie destylowanej (roztwór B),
- roztwór pięciowodnego siarczanu (VI) miedzi (II) w wodzie destylowanej (roztwór C),
- cylinder miarowy (25 ml),
- pipeta (1 ml),
- kolba stożkowa (100 ml),
- mieszadło magnetyczne.

### Przebieg doświadczenia:

- Wlej do kolby stożkowej po 25 cm<sup>3</sup> roztworów A i B oraz 1 cm<sup>3</sup> roztworu C.
- Otrzymaną mieszaninę energicznie mieszaj za pomocą mieszadła magnetycznego (w ciemnym pomieszczeniu).

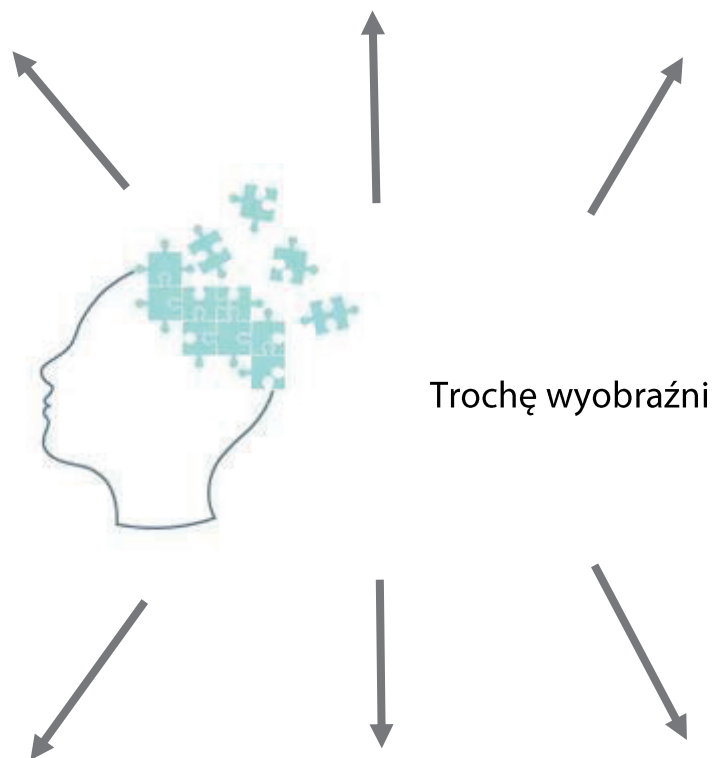
### Wyniki:

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



[www.freepik.com](http://www.freepik.com)

## Moja notatka z zajęć:



Trochę wyobraźni

## EKOUMYŚL

Materiały polimerowe stosowane w różnych procesach technologicznych stają się po zużyciu odpadami. Na warsztatach zostanie przedstawiony i omówiony problem stosowania różnych materiałów użytkowych i odpowiedniego ich sortowania oraz recyklingu. Dodatkowo zostaną przedstawione i omówione zanieczyszczenia powietrza toksycznymi związkami wynikającymi ze spalania „plastików”.

### Zadanie 1. Segregacja odpadów i recykling

#### Problem badawczy:

.....

.....

#### Moje hipotezy:

.....

.....

#### Do wykonania zadania potrzebne będą:

- 24 różne opakowania, nowe i zużyte,
- tablica z zasadami segregacji.





# SPOSÓB SEGREGOWANIA ODPADÓW

## PAPIER

**Wrzucamy:** papier i tekturę, gazety, czasopisma i ulotki, zeszyty, papier biurowy (niezabrudzone, niefoliowane)



**Nie wrzucamy:** odpadów higienicznych np. ręczników papierowych i zużytych chusteczek, kartonów po mleku i napojach, papieru lakierowanego i powleczonego folią, zanieczyszczonego papieru, papierowych worków po nawozach i materiałach budowlanych

## BIO

**Wrzucamy:** odpadki warzywne i owocowe, resztki żywności pochodzenia roślinnego



**Nie wrzucamy:** resztek pochodzenia zwierzęcego, kości i odchodów zwierząt, oleju jadalnego

## SZKŁO

**Wrzucamy:** butelki po napojach i żywności, słoiki, szklane opakowania po kosmetykach



**Nie wrzucamy:** ceramiki, doniczek, porcelany, szkła okularowego i żaroodpornego, zniczy z zawartością, żarówek, świetlówek i reflektorów, opakowań po lekach, rozpuszczalnikach i olejach, luster i szyb

## METALE I TWORZYWA SZTUCZNE

**Wrzucamy:** butelki plastikowe, nakrętki, kapsle i zakrętki od słoików, plastikowe opakowania, torebki, worki foliowe, kartony po mleku/sokach, puszki po żywności, folię aluminiową, opakowania po środkach czystości, kosmetykach



**Nie wrzucamy:** opakowań po lekach, zużytych baterii i akumulatorów, opakowań po farbach, lakierach i olejach, plastikowych zabawek, części samochodowych, zużytego sprzętu elektronicznego i AGD

## ODPADY ZIELONE

**Wrzucamy:** gałęzie drzew i krzewów, skoszoną trawę, liście, kwiaty, trociny i korę drzew, chwasty



**Nie wrzucamy:** ziemi, kamieni, korzeni, popiołu, drewna impregnowanego, płyt wiórowych i pilśniowych

## ZMIESZANE

**Wrzucamy śmieci nienadające się do ponownego wykorzystania:**

resztki żywności pochodzenia zwierzęcego, artykuły higieniczne (pieluchy, wkładki, zużyte ręczniki i chusteczki), zużytą/zniszczoną odzież, żaroodporne szkło, ceramikę, opakowania z zawartością



**Nie wrzucamy:** przeterminowanych leków i chemikaliów, zużytego sprzętu elektronicznego i AGD, zużytych baterii i akumulatorów, żarówek i świetlówek, mebli i innych odpadów wielkogabarytowych, odpadów budowlanych i rozbiórkowych, zużytych opon

## MNIEJSZE ELEKTROODPADY (SPRZĘT ELEKTRYCZNY I ELEKTRONICZNY)

Telefony komórkowe, komputery i ich podzespoły, narzędzia elektryczne, drobny sprzęt RTV i AGD, itp. można wrzucać do zielonych kontenerów na elektroodpady rozstawionych na terenie Białegostoku.

## ODPADY WIELKOGABARYTOWE

Meble, dywany, duży sprzęt RTV i AGD (m.in.: pralki, lodówki, telewizory) są odbierane zgodnie z harmonogramem odbioru odpadów wielkogabarytowych.

## POZOSTAŁE ODPADY (ODBIÓR NIEODPŁATNY W PUNKTACH SELEKTYWNEJ ZBIÓRKI ODPADÓW KOMUNALNYCH)

Opony, elektroodpady, zużyte baterie i akumulatory, opakowania po farbach, lakierach, chemikaliach, itp. należy we własnym zakresie dostarczyć do PSZOK-ów w Hryniewiczach lub na ul. 42 Pułku Piechoty 48 w Białymstoku. Odpady remontowo-budowlane należy we własnym zakresie dostarczyć do PSZOK-u w Hryniewiczach.

„PRZETERMINOWANE LEKI PRZYNIĘŚ DO APTEKI” - wykaz lokalizacji aptek na stronie [www.odpady.bialystok.pl](http://www.odpady.bialystok.pl)

• • • **SEGREGUJESZ - PŁACISZ MNIEJ** • • •

Szczegółowy harmonogram odbioru odpadów komunalnych znajduje się na stronie [www.odpady.bialystok.pl](http://www.odpady.bialystok.pl)  
Więcej informacji pod numerem tel.: **85 741 79 83**

[http://odpady.bialystok.pl/pl/segregujepodpady/nowe\\_zasady\\_segregacji](http://odpady.bialystok.pl/pl/segregujepodpady/nowe_zasady_segregacji)

## Wykonanie zadania:

- Posegreguj odpady do odpowiednich koszy oznaczonych literami A–F zgodnie z zasadami obowiązującymi na terenie miasta Białystok.

Segregacja	
<b>A</b> – odpady zmieszane	<b>B</b> – plastik/metal
<b>C</b> – odpady bio	<b>D</b> – papier
<b>E</b> – szkło	<b>F</b> – żaden z powyższych

## Zadanie 2. Recykling materiałów

### Problem badawczy:

Czy polistyren można wykorzystać powtórnie?



www.freepik.com

### Moje hipotezy:

.....

.....

### Do wykonania zadania potrzebne będą:

- spieniony polistyren,
- zlewki 100 ml,
- folia aluminiowa,
- szalki Perttiego,
- piec laboratoryjny,
- pipety Pasteura,
- buteleczki,
- aceton,
- mazak.

### Wykonanie zadania:

- Do zlewki wlej ok. 10 ml acetonu i wrzuć kawałki polistyrenu, zanotuj obserwacje.
- Usuń nadmiar rozpuszczalnika, a z polistyrenowej masy uformuj zabawkę.
- Umieść ją na folii aluminiowej i odrysuj kształt zabawki.
- Folię przenieś na szalkę Perttiego i umieść w piecu laboratoryjnym w temperaturze 80°C na 15 min.
- Po wyjęciu z pieca pozostaw przedmiot do ostygnięcia.

**Wyniki:**

.....

.....

.....

.....

.....

.....

**Wnioski:**

Na podstawie doświadczenia mogę stwierdzić, że:

.....

.....

.....

.....

.....

.....

**Zadanie 3. Identyfikacja materiałów**

**Problem badawczy:**

Jak można rozróżnić tworzywa, z których wykonano opakowanie?

**Moje hipotezy:**

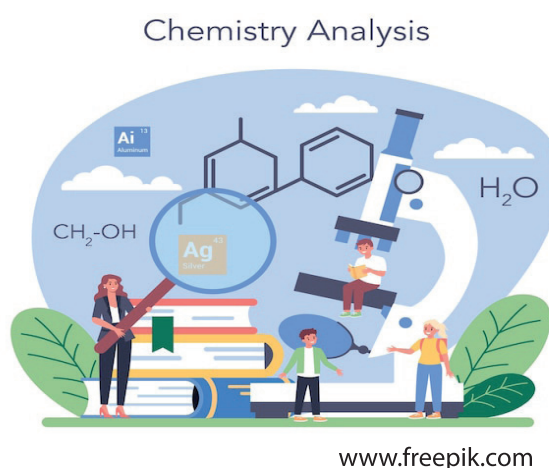
.....

.....

### Do wykonania zadania potrzebne będą:

- opakowania (1–5) z różnych tworzyw w pudełkach oznaczonych literami A–E,
- tablica określająca palność tworzyw,
- palnik,
- papierek wskaźnikowy.

### Wykonanie zadania:



- Zidentyfikuj, z jakiego tworzywa wykonane są materiały (1–5), znajdujące się w oznaczonym literą pudełku (A–E), stosując analizę spaleniową.  
*UWAGA: Postępuj zgodnie z instrukcją z zachowaniem wszystkich środków ostrożności!*
- Ogrzej badaną próbkę bezpośrednio w płomieniu i obserwuj, jak się zachowuje: czy topi się, zmienia zabarwienie, rozkłada, a może zwęgli.
- Obserwuj, jak zachowuje się badana próbka podczas spalania w płomieniu i po wyjęciu z płomienia.
- Podczas ogrzewania i spalania wydzielają się pary i spaliny. Ich zapach określa się, stosując wszystkie środki ostrożności przewidziane przy wężaniu chemikaliów.
- W celu określenia odczynu pary i spalin należy zbliżyć do próbki zwilżony papierek wskaźnikowy.
- W identyfikacji materiału pomoże Ci tabela umieszczona poniżej.

Lp.	Palność próbki	Wygląd płomienia	Wygląd pozostałości po spalaniu	Zapach	Materiał
1.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• łatwo się zapala</li> <li>• pali się intensywnie</li> <li>• pali się po usunięciu z płomienia</li> <li>• gęsty, czarny, kopcący dym</li> </ul>	żółto-pomarańczowy	nadtopiony, mocno osmalony	lekko słodkawy, gdy intensywny, ostry	polistyren, PS
2.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• po rozpaleniu pali się bardzo dobrze</li> <li>• pali się po usunięciu z płomienia</li> <li>• topi się i płynie</li> <li>• spływa palącymi się kroplami</li> </ul>	wierzchołek żółty, dół niebieski	nadtopiny	palona parafina, znicz cementarny	polietylen, PE polipropylen, PP
3.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• trudno zapalić</li> <li>• pali się intensywnie w płomieniu</li> <li>• podczas palenia powstaje czarny dym</li> <li>• po usunięciu płomienia gaśnie</li> <li>• po usunięciu płomienia powstaje biały dym</li> <li>• papierek wskaźnikowy czerwienieje</li> </ul>	płomień żółty, zielona smuga u jego podstawy	mięknie, zaczerniony	ostry zapach kwasu (HCL)	poli(chlorek winylu), PCW, PVC
4.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• średnia łatwość palenia</li> <li>• pali się po usunięciu z płomienia</li> <li>• pieni się podczas palenia</li> </ul>	wierzchołek żółty, dół niebieski, drobne iskry	mięknie, lekko czernieje, spieniony	po rozcieńczeniu zapach kwiatowy – hiacyntowy	poli(metakrylan metylu), PMMA
5.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• łatwo się zapala</li> <li>• czarny dym</li> <li>• bez płomienia nie pali się</li> </ul>	ciemnożółty	mięknie, dając lepka czarną masę	charakterystyczny dla palonej gumy	lateks, kauczuk, guma
6.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• łatwo się zapala</li> <li>• pali się po usunięciu płomienia (celofan gaśnie)</li> <li>• szary dym</li> </ul>	żółty	spala się całkowicie lub do popiołu	po zgaszeniu zapach palonego papieru	celofan, celuloza, papier

## Wyniki:

Uzupełnij tabelę.

Nazwa zestawu materiałów do identyfikacji: .....			
Nr próbki	Opis wyglądu materiału	Obserwacje podczas spalania	Nazwa/skrót materiału
1.			
2.			

3.			
4.			
5.			

**Wnioski:**

.....

.....

.....

.....

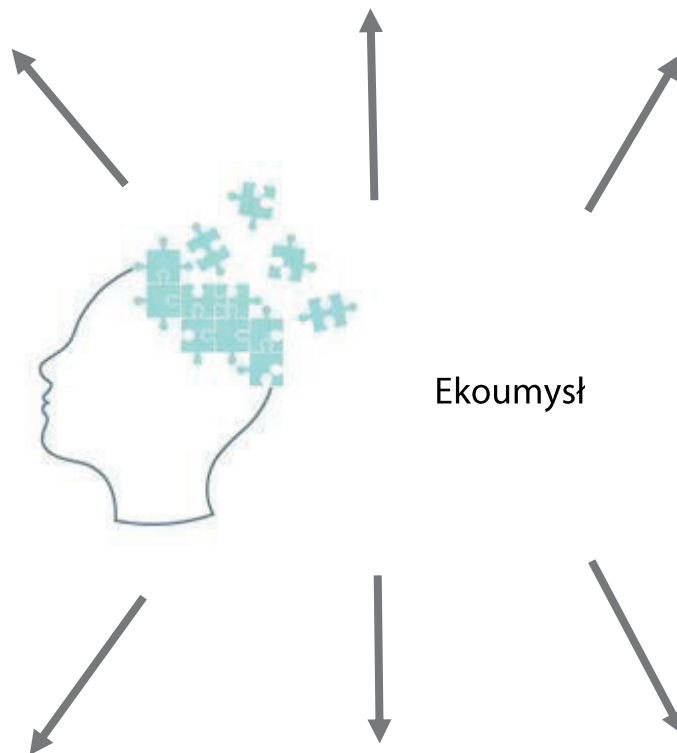
.....

.....



[www.freepik.com](http://www.freepik.com)

## Moja notatka z zajęć:



Ekoumyst



## ROZDMUCHANY MÓZG

Nowe technologie niosą ze sobą szereg wyzwań dla świata nauki, choćby sposób chłodzenia superkomputerów. Na warsztatach zostaną pokazane właściwości gazów, w tym azotu, ale w postaci skroplonej, który jest wykorzystywany między innymi do chłodzenia podzespołów. Wspólnie zastanowimy się, jaki wpływ na żywe organizmy mają różne gazy, między innymi dwutlenek węgla, tlen, wodór. Dodatkowo przeprowadzimy eksperymenty, które pomogą nam odpowiedzieć, czy wodór może być paliwem przyszłości.

Głównymi składnikami powietrza są azot ( $N_2$ ) – 78% oraz tlen ( $O_2$ ) – ok. 21%. W pozostałym procencie zawartych jest szereg innych gazów, a wśród nich i te, które poznamy na zajęciach: wodór, dwutlenek węgla oraz hel. Gazy te mają różną gęstość i często określamy je jako cięższe lub lżejsze od powietrza. W trakcie zajęć zweryfikujemy, które z gazów są lżejsze, a które cięższe od powietrza oraz poznamy ich inne właściwości.

### Doświadczenie 1. Właściwości wodoru

#### Problem badawczy:

.....  
.....

#### Moje hipotezy:

.....  
.....

#### Do wykonania doświadczenia potrzebne będą:

- rozcieńczony roztwór HCl,
- folia aluminiowa (Al),

- butelki szklane / kolby Erlenmeyera,
- balonik,
- zlewki,
- sznurek.

**Zestaw pokazowy:**

- zapalki,
- statywy,
- podnośnik,
- łapy,
- łączniki,
- pipety,
- kolby.



www.freepik.com

**Przebieg doświadczenia:**

- Do butelki zawierającej rozcieńczony kwas solny (HCl) wrzuc kawałek folii aluminiowej.
- Na wylot butelki załóż rozdmuchany wcześniej balonik.
- Po zakończeniu reakcji zdejmij i zwiąż balonik oraz przywiąż go do sznurka (będzie Ci on potrzebny do dalszych doświadczeń).

(To samo doświadczenie zostanie wykonane przez osobę prowadzącą laboratorium. Doświadczenie wykonane będzie na większą skalę pod wyciągiem).

**Wyniki:**

.....

.....

.....

.....

.....

## Wnioski:

Na podstawie doświadczenia mogę stwierdzić, że:

.....

.....

.....

.....

.....

Napisz równanie reakcji (dla licealistów):

.....

.....

## Doświadczenie 2. Właściwości dwutlenku węgla

**Problem badawczy:**

.....

.....

**Moje hipotezy:**

.....

.....

**Do wykonania doświadczenia potrzebne będą:**

- soda oczyszczona (wodorowęglan wapnia),
- kwasek cytrynowy,
- butelki PET 0,5l,

- zlewki,
- cylinder,
- balonik,
- łyżeczki,
- lejek,
- woda,
- świeca,
- sznurek.



**Przebieg doświadczenia:**

- Do butelki wlej 50 ml wody (użyj cylindra miarowego).
- Następnie do butelki przy użyciu lejka wsyp 2 łyżki kwasu cytrynowego i mieszaj aż do rozpuszczenia się.
- Do balonika, używając drugiego lejka, wsyp 2 łyżki sody oczyszczonej i ostrożnie nałóż balon na szyjkę butelki.
- Przechyl balonik, tak aby jego zawartość (soda) wpadła do butelki z roztworem kwasu cytrynowego.
- Po zakończeniu reakcji zdejmij i zwiąż balonik oraz przywiąż go do sznurka (będzie Ci on potrzebny do dalszych doświadczeń).
- Do wylotu butelki, po zdjęciu balonika, przybliż palącą się świecę. Przechyl delikatnie butelkę, kierując jej otwór nad świecę.

Uważaj, żeby nie zalać świecy znajdującym się w butelce płynem!

**Wyniki:**

Zanotuj swoje obserwacje.

.....

.....

.....

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

**Wnioski:**

Na podstawie doświadczenia mogę stwierdzić, że:

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

Napisz równanie reakcji (dla licealistów):

.....  
.....

**Doświadczenie 3. Właściwości tlenu – spalanie – pokaz**

**Problem badawczy:**

.....  
.....

**Moje hipotezy:**

.....  
.....

### Do wykonania doświadczenia potrzebne będą:

- puszka aluminiowa,
- ciekły tlen,
- statyw,
- łąpa,
- łączniki,
- lejek,
- łuczywo,
- zapalki.



www.freepik.com

### Przebieg doświadczenia:

- Ciekły tlen zostanie skroplony przez prowadzącego, po czym zostanie on przeniesiony na żarzące się łuczywo.

### Wyniki:

Zanotuj swoje obserwacje.

.....

.....

.....

.....

.....

### Wnioski:

Na podstawie doświadczenia mogę stwierdzić, że:

.....

.....

.....

.....

.....

.....

## Doświadczenie 4. Właściwości helu, wodoru, dwutlenku węgla, powietrza, heksafluorku siarki

### Problem badawczy:

Który gaz jest lżejszy od powietrza?

### Moje hipotezy:

.....

.....

### Do wykonania zadania potrzebne będą:

- sznurki,
- baloniki wypełnione powietrzem, wodorem, dwutlenkiem węgla, helem i heksafluorkiem siarki.

### Przebieg doświadczenia:

- Porównując czas opadania/wznoszenia się baloników, określ, które gazy są cięższe, a które lżejsze.

### Wyniki:

Zanotuj swoje obserwacje.

.....

.....

.....

.....

.....

.....

**Wnioski:**

Na podstawie doświadczenia mogę stwierdzić, że:

.....

.....

.....

.....

.....

.....

**Doświadczenie 5. Właściwości ciekłego azotu – pokaz**

**Problem badawczy:**

.....

.....

**Moje hipotezy:**

.....

.....



**Do wykonania doświadczenia potrzebne będą:**

- baloniki wypełnione gazami,
- miska,
- gorąca woda,
- ciekły azot ( $\text{LN}_2$ ),
- zlewka.

**Wyniki:**

Zanotuj swoje obserwacje.

.....

.....

.....

.....

.....

.....

**Wnioski:**

Na podstawie doświadczenia mogę stwierdzić, że:

.....

.....

.....

.....

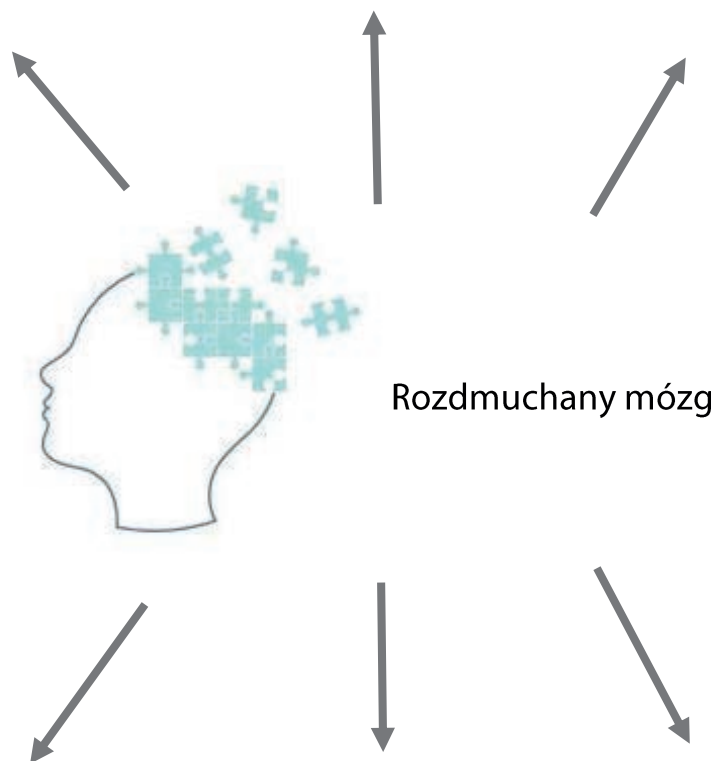
.....

.....



[www.freepik.com](http://www.freepik.com)

## Moja notatka z zajęć:



Rozdmuchany mózg

**FIZYKA**



## CZY POTRAFIMY WYSYMULOWAĆ RZECZYWISTOŚĆ?

Symulacje komputerowe należą obecnie do standardowych metod badawczych w większości dziedzin fizyki. Modelowanie procesów fizycznych pozwala nie tylko na opisywanie pewnych zjawisk, ale również przewidywanie ich przebiegu w przyszłości, a niekiedy także na wyjaśnianie zjawisk z przeszłości. Badania procesów formowania się galaktyk, obliczenia mas cząstek składających się z **kwarków** lub symulacje procesów zachodzących podczas zderzeń dużych jąder atomowych to tylko kilka obszarów badań, które są oparte głównie na komputerach.

### Doświadczenie 1. Badanie zmian natężenia światła w funkcji odległości od jego źródła

#### Problem badawczy:

Czy i w jaki sposób natężenie światła zmienia się wraz z odległością od źródła?

#### Moje hipotezy:

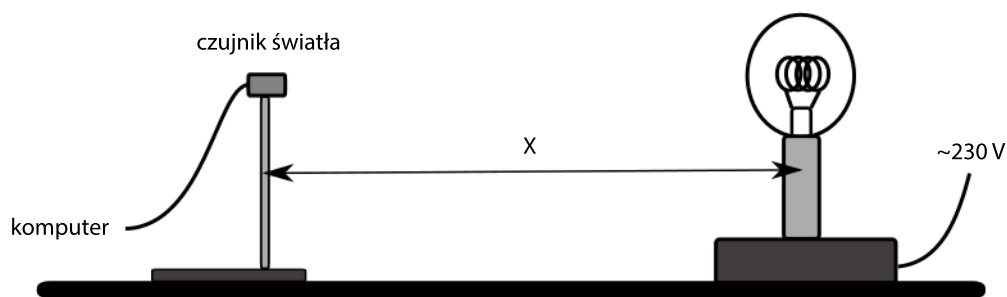
.....  
.....

#### Do wykonania doświadczenia potrzebne będą:

- źródło światła (żarówka),
- metrówka,
- czujnik światła,
- konsola pomiarowa CoachLab II,
- komputer.

#### Przebieg doświadczenia:

- Połącz wszystkie elementy układu doświadczalnego zgodnie z instrukcją prowadzącego (rysunek 1).
- Sprawdź, czy detektor zwrócony jest dokładnie w kierunku źródła światła (żarówki).

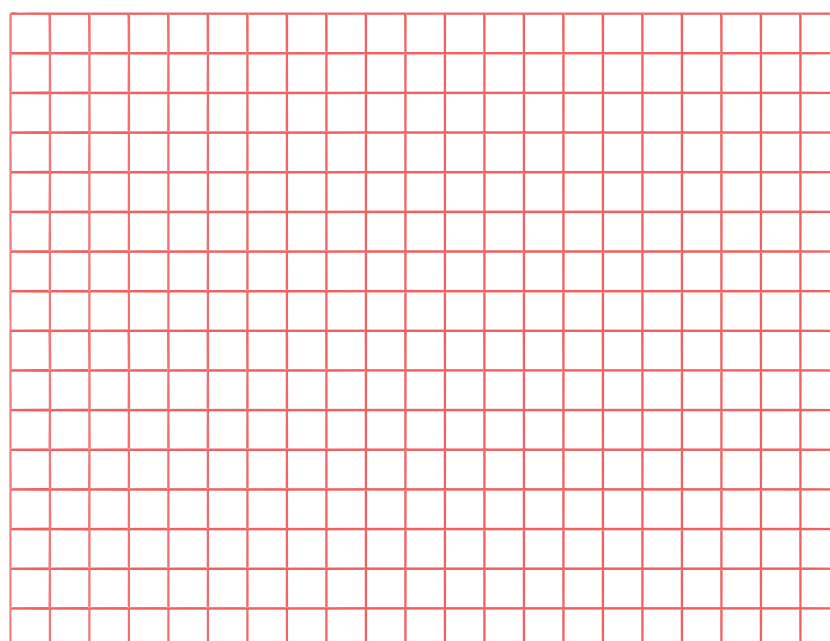


Rysunek 1. Schemat układu doświadczalnego

- Zachowaj ostrożność i nie dotykaj obudowy żarówki, gdy jest ona włączona (obudowa mocno się rozgrzewa).
- Włącz żarówkę i ustaw detektor w pewnej niewielkiej odległości od niej.
- Zmierz odległość pomiędzy żarówką a detektorem oraz natężenie światła wskazywane przez czujnik. Wyniki zanotuj w tabeli.
- Odsuwaj detektor od źródła wzdłuż stołu ze stałym krokiem, rejestrując w każdym położeniu odległość i wskazania detektora.
- Kontynuuj pomiary, tym razem przemieszczając detektor do źródła.
- Po zakończeniu pomiarów wyłącz układ pomiarowy.

### Wyniki:

Na podstawie wykonanych pomiarów sporządź wykres zależności natężenia światła w funkcji odległości od źródła.



Rysunek 2. Wynik eksperymentu

## Wnioski

Na podstawie przeprowadzonego doświadczenia mogę stwierdzić, że zależność natężenia światła w funkcji odległości jest postaci...

.....

.....

.....

.....

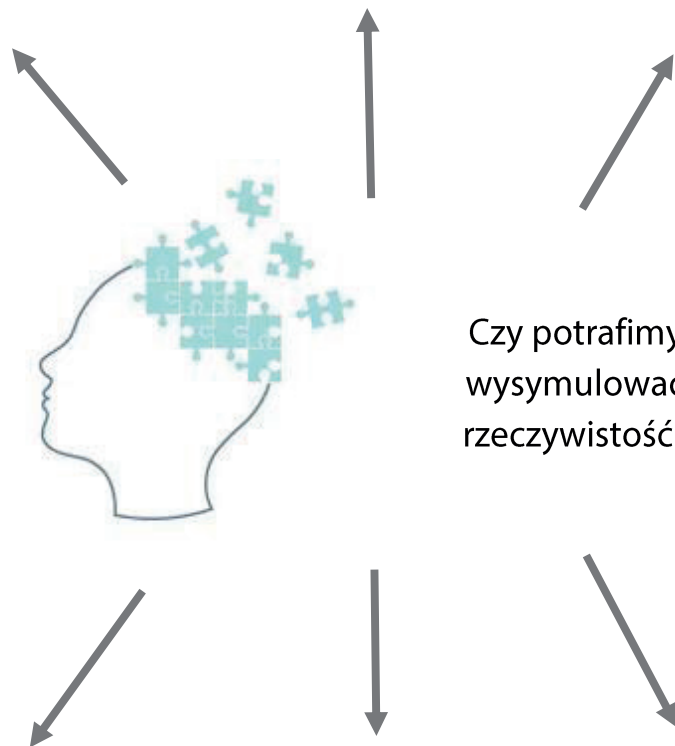
.....

.....



[www.freepik.com](http://www.freepik.com)

## Moja notatka z zajęć:



Czy potrafimy  
wysymulować  
rzeczywistość?



# SIEĆ NEURONOWA W INTELIGENTNYM POJEŹDZIE PRZYSZŁOŚCI

Zajęcia warsztatowe obejmować będą konstrukcję robota wykonującego „proste” czynności, takie jak wykrywanie źródeł światła lub poruszanie się po wskazanym torze. Podczas pełnego cyklu zajęć uczestnicy własnoręcznie i od podstaw zbudują oraz zaprogramują taką inteligentną maszynę.

## Zadanie 1. Zapoznaj się z budową i konstrukcją robota

### Instrukcja montażu:

- Zainstaluj akumulator.
- Zainstaluj wspornik rozszerzający.
- Zainstaluj koła.
- Zainstaluj czujnik ultradźwiękowy.
- Podłącz płytkę micro:bit.

## Zadanie 2. Zapoznaj się z możliwościami oferowanymi przez płytkę micro:bit

## Zadanie 3. Zapoznaj się z podstawami programowania MakeCode

### Dowiesz się, jak:

- korzystać z oprogramowania,
- używać wskaźników LED,
- uruchamiać i sterować silnikami,
- korzystać z modułu światła RGB,
- korzystać z modułu brzęczyka.

Tabela 1. Schemat ruchu robota, gdy dwa silniki obracają się z różnymi prędkościami i w różnych kierunkach

Motor lewy		Motor prawy		Ruch robota
prędkość	kierunek	prędkość	kierunek	
200	przód	200	przód	do przodu
200	przód	50	przód	
50	przód	200	przód	
200	tył	200	tył	
200	tył	200	przód	

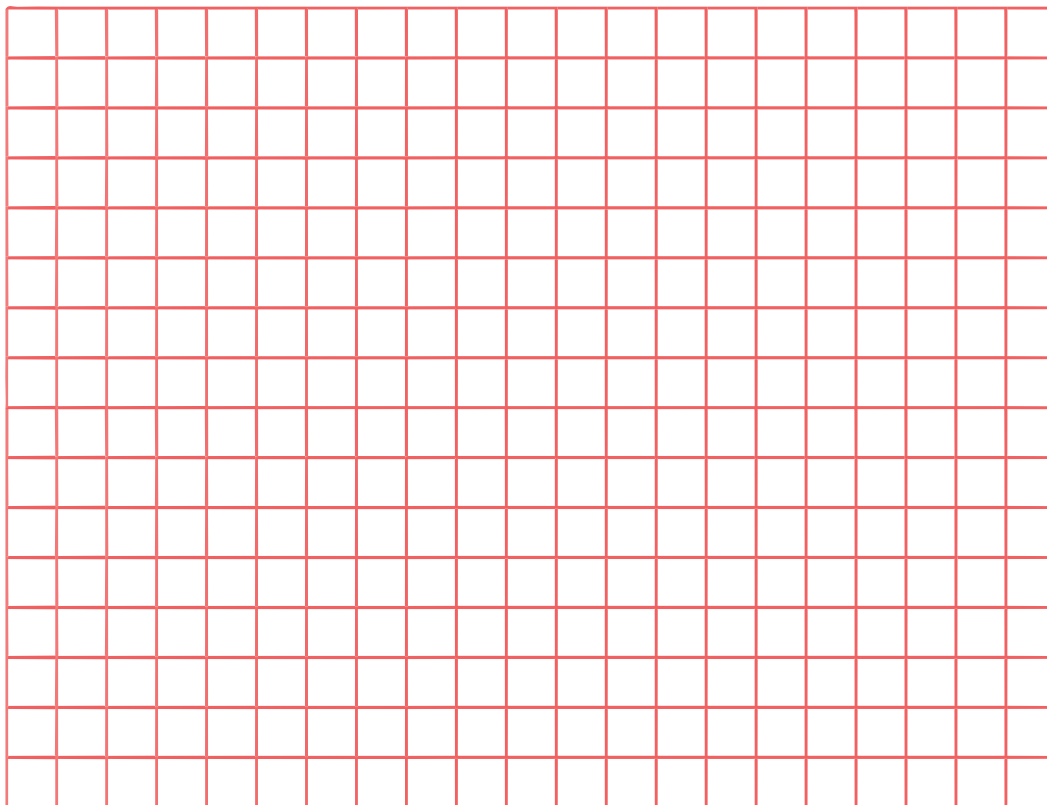
## Zadanie 4. Zaprogramuj robota do wykrywania silnego źródła światła

### Do wykonania zadania potrzebne będą:

- wcześniej skonstruowany robot,
- latarka,
- komputer.

### Wykonanie zadania:

- Utwórz nowy projekt w edytorze MakeCode.
- Stwórz schemat programu, według którego ma działać robot. Założenia programu:
  - kiedy poziom światła przekracza 100 – jedź w kierunku światła (im jaśniejsze światło, tym jedź szybciej),
  - kiedy poziom światła jest mniejszy niż 100 – obróć się.



Rysunek 1. Schemat programu sterującego

- Napisz program działający według powyższego schematu i zapisz go.
- Wgraj program do robota i przetestuj jego działanie.
- W razie potrzeby dostosuj parametry programu, aby robot działał jak najsprawniej.

## Zadanie 5. Skalibruj czujnik

Robot wyposażony jest w czujniki śledzenia linii. Każdy z nich ma wbudowany wskaźnik. Gdy dany czujnik śledzenia wykryje czarną linię, sygnalizuje to zapaleniem odpowiedniego wskaźnika. Aby mieć pewność poprawnego wykrywania linii, należy skalibrować wszystkie czujniki.

### Do kalibracji potrzebne będą:

- mapa śledzenia linii.

### Instrukcje kalibracji:

- Umieść robota w obszarze kalibracji mapy śledzenia linii.
- Upewnij się, że wszystkie czujniki znajdują się nad polem koloru czarnego.
- Włącz zasilanie robota.
- Naciśnij przycisk kalibracji („Calc-key”) przez ok. 1 sekundę.
- Gdy dwie przednie duże diody LED zaczną migać na zielono, zwolnij klawisz, aby zakończyć kalibrację.

Jeśli wszystkie wskaźniki czujnika śledzenia linii zaświecą się na czarnym obszarze i zgasną na białym, kalibracja zakończyła się pomyślnie. W przeciwnym razie powtórz kalibrację.

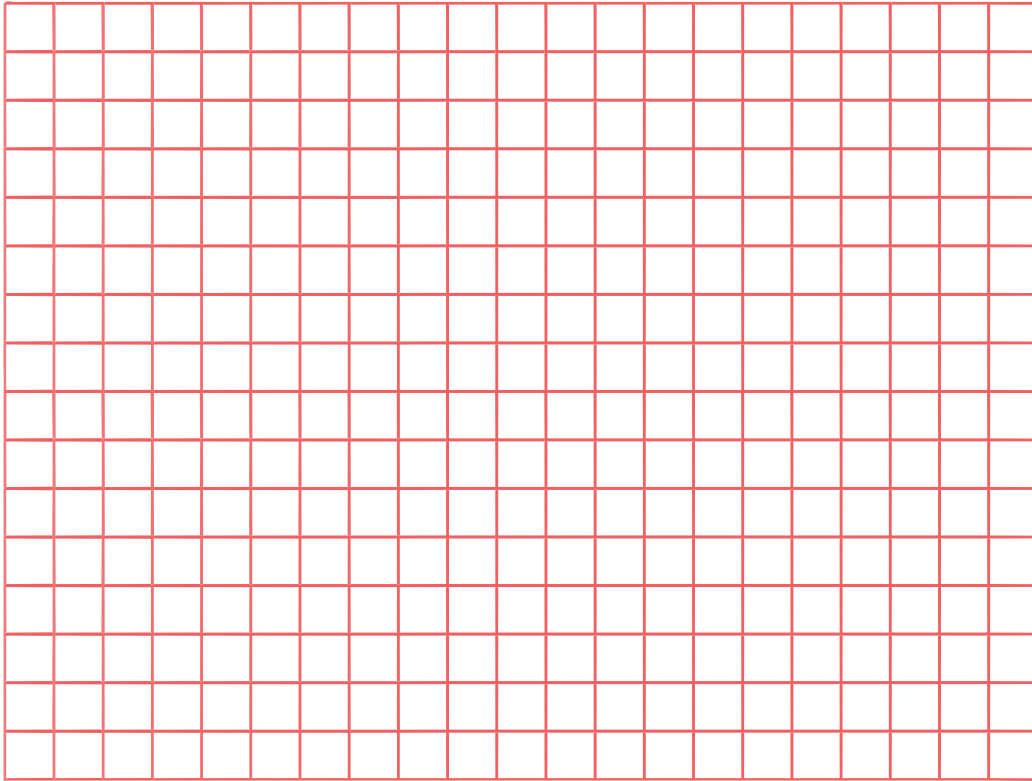
### Zadanie 6. Zaprogramuj robota do poruszania się po wyznaczonym torze

#### Do wykonania zadania potrzebne będą:

- wcześniej skonstruowany robot,
- tor, po którym poruszać się będzie robot (czarna taśma izolacyjna),
- komputer.

#### Wykonanie zadania:

- Utwórz nowy projekt w edytorze MakeCode.
- Przy użyciu czarnej taśmy izolacyjnej stwórz tor, po którym poruszać się będzie robot. Podczas tworzenia toru upewnij się, że:
  - nie ma on ostrych zakrętów,
  - oba wewnętrzne sensory robota znajdują się w obrębie czarnej linii.
- Stwórz schemat programu, według którego ma działać robot. Założenia programu:
  - jeśli robot znajduje się na czarnej linii – jedź prosto,
  - jeśli robot zbacza z czarnej linii – skręć w prawo lub w lewo.



Rysunek 2. Schemat programu sterującego

- Napisz program działający według powyższego schematu i zapisz go.
- Wgraj program do robota i przetestuj jego działanie.
- W razie potrzeby dostosuj parametry programu, aby robot działał jak najsprawniej.

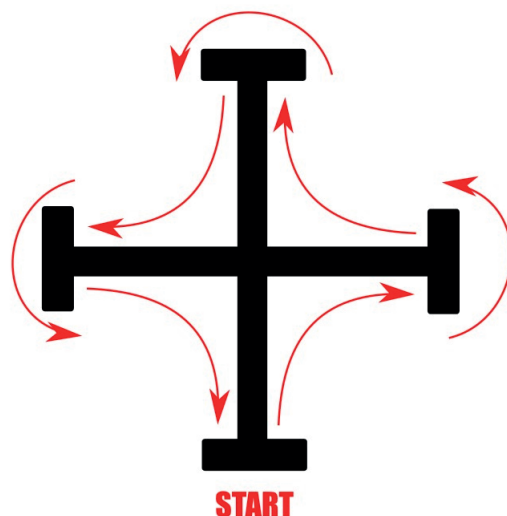
## Zadanie 7. Zaprogramuj robota do poruszania się po torze typu krzyż

Do wykonania zadania potrzebne będą:

- wcześniej skonstruowany robot,
- tor, po którym poruszać się będzie robot (czarna taśma izolacyjna),
- komputer.

Wykonanie zadania:

- Utwórz nowy projekt w edytorze MakeCode.
- Przy użyciu czarnej taśmy izolacyjnej stwórz tor według poniższego schematu:



Rysunek 3. Schemat toru (czerwone strzałki pokazują ruch robota)

- Zmodyfikuj poprzedni program, dostosowując go do ruchu po powyższym torze. Nowe założenia:
  - jeśli robot wykryje koniec czarnej linii – zawróć,
  - jeśli robot wykryje skrzyżowanie czarnych linii – skręć w prawo.
- Wgraj program do robota i przetestuj jego działanie.
- W razie potrzeby dostosuj parametry programu, aby robot działał jak najefektywniej.

## Zadanie 8. Zaprogramuj robota do wykrywania i unikania przeszkód

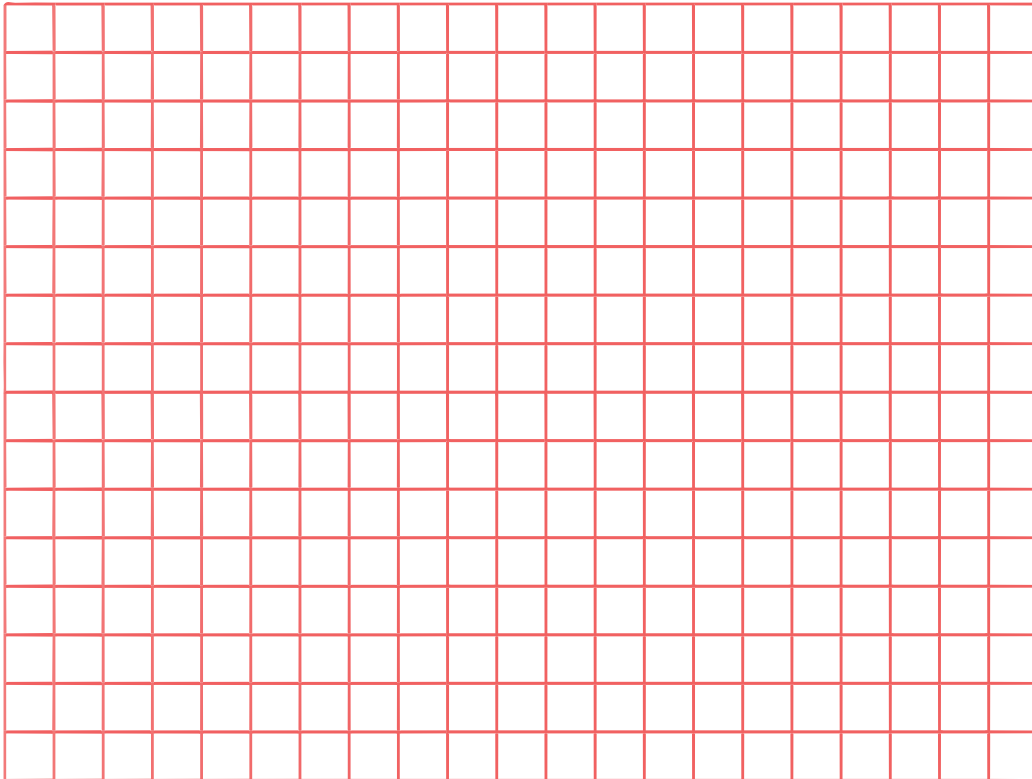
### Do wykonania zadania potrzebne będą:

- wcześniej skonstruowany robot,
- tor, po którym poruszać się będzie robot (czarna taśma izolacyjna),
- przeszkoda,
- komputer.

### Wykonanie zadania:

- Utwórz nowy projekt w edytorze MakeCode.
- Stwórz schemat programu, według którego ma działać robot. Założenia programu:
  - jeżeli odległość od przeszkody jest duża (np. większa od 300 cm) – jedź naprzód,

- jeśli odległość od przeszkody jest mniejsza od zadanej wartości – jedź naprzód, zmniejsz prędkość o połowę i włącz ostrzegawczy sygnał dźwiękowy,
- gdy odległość pomiędzy robotem a przeszkodą jest bardzo mała (np. mniejsza od 30 cm) – zatrzymaj się.



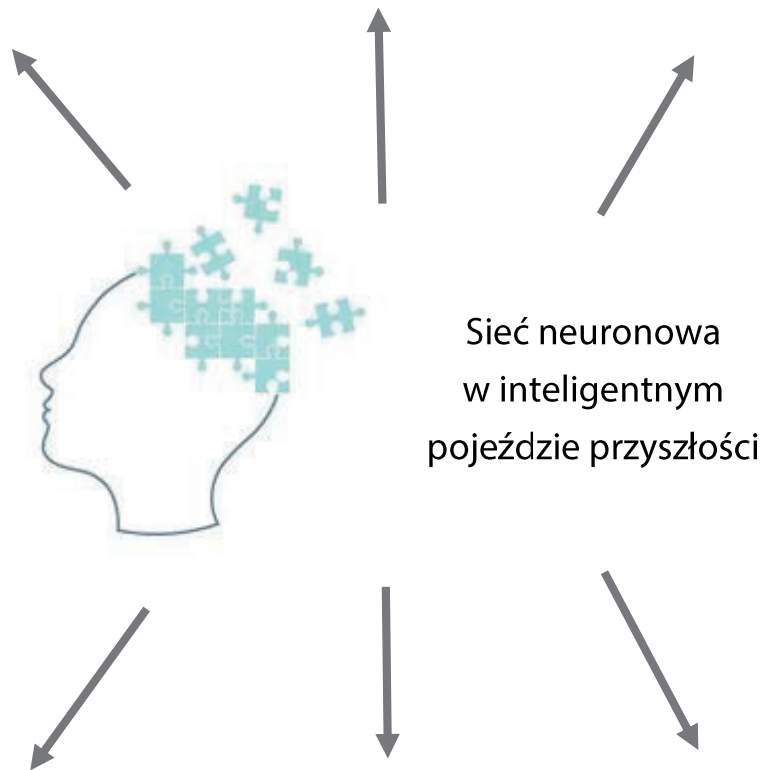
Rysunek 4. Schemat programu sterującego

- Napisz program działający według powyższego schematu i zapisz go.
- Wgraj program do robota i przetestuj jego działanie.
- W razie potrzeby dostosuj parametry programu, aby robot działał jak najsprawniej.



[www.freepik.com](http://www.freepik.com)

## Moja notatka z zajęć:



Sieć neuronowa  
w inteligentnym  
pojeździe przyszłości



**INFORMATYKA**



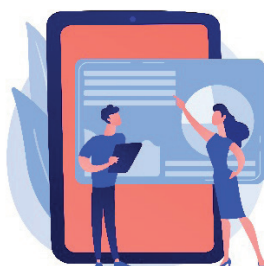
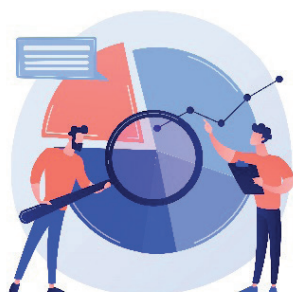
# HOUSTON, MAMY PROBLEM, CZYLI JAK PRZETWARZAĆ, INTERPRETOWAĆ I WIZUALIZOWAĆ ZEBRANE DANE BIOLOGICZNE

W trakcie warsztatów opracujemy rzeczywiste dane biologiczne, wykorzystując język R. Wykorzystamy w tym celu RStudio (IDE dla języka R). Naszym celem będzie wykonanie analizy statystycznej oraz przedstawienie jej wyników w formie graficznej, wykorzystując wybrane biblioteki środowiska R (m.in. ggplot2).

## Doświadczenie 1. Analiza statystyczna i prezentacja danych

### Problem badawczy:

Czy można wyznaczyć wszystkie miary statystyczne zebranych danych?



www.freepik.com

### Moje hipotezy:

.....

.....

### Do wykonania doświadczenia potrzebne będą:

- komputer z zainstalowanym oprogramowaniem (R oraz RStudio),
- plik z danymi.

### Przebieg doświadczenia:

- Utwórz w RStudio plik skryptowy.
- Zimportuj dane z pliku danych.
- Przeprowadź analizę statystyczną (podstawowe miary statystyczne, weryfikacja hipotez statystycznych dotycząca wybranych danych).
- Zaprezentuj wyniki.



[www.freepik.com](http://www.freepik.com)

### Wyniki:

.....

.....

.....

.....

.....

.....

### Wnioski:

.....

.....

.....

.....

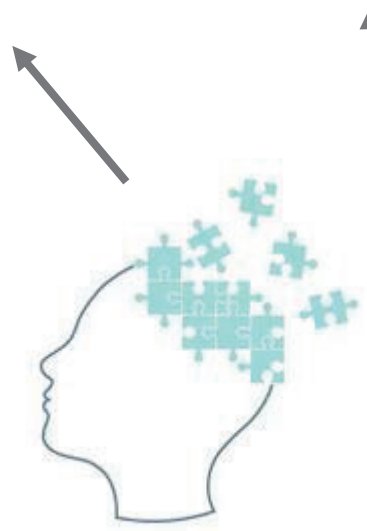
.....

.....

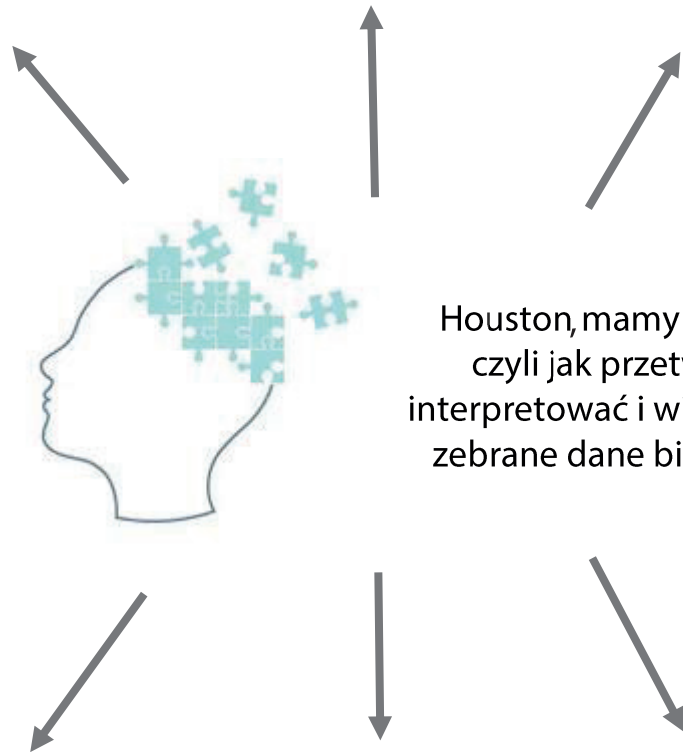


[www.freepik.com](http://www.freepik.com)

## Moja notatka z zajęć:



Houston, mamy problem,  
czyli jak przetwarzać,  
interpretować i wizualizować  
zebrane dane biologiczne





# MATEMATYKA







## CZY NATURA KORZYSTA Z MATEMATYKI?

Obserwując świat roślin i zwierząt, dostrzegamy wiele regularności geometrycznych. Podczas zajęć będziemy szukać tej geometrii w naturze, a także postaramy się poszukać odpowiedzi na pytanie: „Czy zwierzęta potrafią liczyć?”

### Czy wiesz...

- co to jest matematyka?
- do czego jest potrzebna?
- gdzie możemy zetknąć się z matematyką?

### Doświadczenie 1. Czy natura korzysta z geometrii?



[www.freepik.com](http://www.freepik.com)

#### Problem badawczy:

Czy w świecie przyrody możemy znaleźć geometrię?

#### Moje hipotezy:

.....

.....

#### Do wykonania doświadczenia potrzebne będą:

- różne rośliny, na których liściach widać wzory symetryczne (wystarczą same liście lub kwiaty, np. liść paproci),

- rośliny doniczkowe, w których można zaobserwować tzw. złoty kąt,
- owoce jabłka (do przekrojenia – pod opieką osoby prowadzącej lub wręcz przez osobę prowadzącą),
- rozgwiazdy,
- muszle ze spiralą Fibonacciego.

### Przebieg doświadczenia:

- Obejrzyj rośliny, które masz przed sobą i powiedz, czy „widzisz tutaj jakąś matematykę?”. Czy wzory, które obserwujesz, przypominają Ci pojęcia z zakresu geometrii, o których uczysz się na lekcjach matematyki? Jakie? Dyskusja.
- Zastanów się: czy umielibyśmy zastąpić naturę i stworzyć takie piękne wzory?
- Zaprojektuj ornament roślinny z wykorzystaniem symetrii. Narysuj go na kartce i wyjaśnij, gdzie została użyta geometria.
- Krótka dyskusja na temat: natura tworzy regularne kształty. Czy zna jakieś wzory? Czy ma jakieś szablony?
- Okazuje się, że wiele regularności przyrodniczych można opisać matematycznie. Posłuchaj o odkryciach Fibonacciego.
- Popatrz na dostępne rośliny (najlepiej obserwować je od góry). Zaobserwuj, pod jakim kątem wyrastają z łodygi kolejne liście w stosunku do poprzednich, i postaraj się znaleźć przyczynę.
- Teraz sięgniemy do matematyków ze starożytności. Przekrój jabłko w poprzek na wysokości gniazda nasiennego i powiedz, co widzisz.
- Krótka dyskusja na temat gwiazdy pitagorejskiej. Po powrocie do domu sprawdź, czy masz rośliny, w których możesz znaleźć gwiazdę pitagorejską (może płatki niektórych kwiatów tworzą taki kształt?).



www.freepik.com

## Wyniki:

.....

.....

.....

.....

.....

.....

## Wnioski:

.....

.....

.....

.....

.....

.....

## Doświadczenie 2. Czy zwierzęta potrafią liczyć?

### Problem badawczy:

Czy zwierzęta umieją potrafią? Jak to sprawdzić?

### Moje hipotezy:

.....

.....

## Przebieg doświadczenia:

### Pomyśl...

- po co zwierzętom umiejętność liczenia? Potrafią czy nie potrafią liczyć? Uzasadnij swoje zdanie.
  - jak sprawdzić, czy zwierzęta potrafią liczyć?
- 
- Prezentacja przeprowadzonych w różnych miejscach i przez różnych uczonych eksperymentów pozwalających określić, czy ptaki, delfiny, mrówki, małpy, kurczaki i inne zwierzęta umieją liczyć i w czym się ta umiejętność wyraża.
  - Zastanów się: jakie doświadczenia możesz przeprowadzić samodzielnie, a do jakich trzeba większych przygotowań?
  - Pomyśl i określ, jaka jest rola doświadczenia, eksperymentu w rozwoju nauki.

## Wyniki:

.....

.....

.....

.....

.....

## Wnioski:

.....

.....

.....

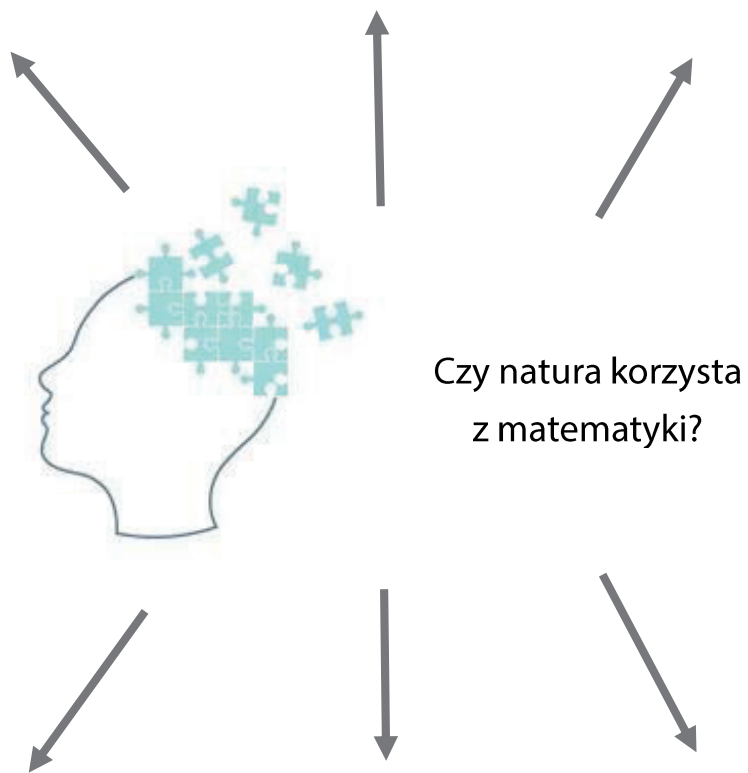
.....

.....



[www.freepik.com](http://www.freepik.com)

## Moja notatka z zajęć:



# ŻYCIE TOCZY SIĘ NA RÓŻNYCH POWIERZCHNIACH

Przyroda w całej swej bioróżnorodności rozwija się na kuli ziemskiej, czyli na powierzchni zakrzywionej – sferze. Na tejże powierzchni występują lokalnie inne rodzaje zakrzywień, np. powierzchnie siodłowe. Poruszanie się (a w szczególności nawigacja w podróżach na dużych odległościach) na powierzchniach zakrzywionych związane jest z wykorzystaniem geometrii innej niż geometria płaszczyzny. Pomimo tego, że nawigacja w podróżach morskich i powietrznych jest realizowana z wykorzystaniem komputerów i osiągnięć sztucznej inteligencji, warto znać podstawy geometrii na powierzchniach zakrzywionych.

## Doświadczenie 1. Podróżujemy po globusie

### Problem badawczy:

Czy figury geometryczne na powierzchni kuli mają takie same własności jak te narysowane na płaszczyźnie?

### Moje hipotezy:

.....  
.....

### Do wykonania doświadczenia potrzebne będą:

- globusy,
- piłeczki (kulki) styropianowe, pinezki, wykałaczki, gumki recepturki.

### Przebieg doświadczenia:

- Obejrzyj dokładnie globus. Wskaż bieguny. Określ półkulę północną i południową, a następnie wschodnią i zachodnią. Wskaż elementy, które oddzielają półkulę północną od południowej oraz wschodnią od zachodniej.

- Wskaż na globusie miejsce, w którym mieszkasz i kilka miejsc, które odwiedziłeś. Czy są one bardzo oddalone od siebie?
- Wskaż kilka miejsc, które chciałbyś odwiedzić. Czy są one bardzo oddalone od Twojego miejsca zamieszkania?
- Co rozumiesz pod pojęciami „bardzo oddalone” lub „niezbyt oddalone”? Czym kierowałeś się, określając odległość pomiędzy dwoma miejscami na kuli ziemskiej?
- Czy możesz bardziej precyzyjnie określić położenie wskazanych przez siebie miejsc? Które elementy umieszczone na globusie mogą Ci w tym pomóc?
- Czy na globusie dostrzegasz elementy, które przypominają Ci figury geometryczne? Jakie to figury?
- Wyobraź sobie, że podczas wakacji płyniesz z rodziną jachtem z Nowego Jorku na zachodnie wybrzeże Afryki, stamtąd do Brazylii, a potem wracasz z powrotem do Nowego Jorku. Pokaż tę trasę na globusie. Jaką figurę geometryczną tworzy ta trasa? Jaka wiedza o tej figurze jest potrzebna nawigatorowi? Czy nawigując (zmieniając kierunki rejsu w jego poszczególnych etapach), można posługiwać się wiedzą o tej figurze geometrycznej narysowanej na płaszczyźnie? Dlaczego tak lub dlaczego nie?
- Znajdź na globusie trójkąt o dwóch kątach prostych. Jest to możliwe czy nie? A na płaszczyźnie?
- Znajdź na globusie trójkąt o trzech kątach prostych. Jest to możliwe czy nie? A na płaszczyźnie?
- Utwórz na kulce styropianowej trójkąt o trzech kątach rozwartych. Jest to możliwe czy nie? A na płaszczyźnie?
- Co powiesz o sumie kątów wewnętrznych w trójkącie na powierzchni kuli?
- A teraz zbadamy, czy na sferze istnieją figury geometryczne, które nie istnieją na płaszczyźnie. Popatrz ponownie na globus i rozważ figurę, której wierzchołki są w biegunach, a boki to południki. Czy to jest wielokąt? Dlaczego tak lub dlaczego nie? Jeśli tak, to jak go można nazwać?

## Wyniki:

.....

.....

.....

.....

.....

### Wnioski:

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

### Doświadczenie 2. Która godzina jest teraz w...?

#### Problem badawczy:

Chciałbyś zatelefonować do kolegi, który wyjechał na wakacje na drugą półkulę. Czy możesz to zrobić bez obawy, że go zbudzisz?

#### Moje hipotezy:

.....

.....

.....

.....

.....



www.freepik.com



## Do wykonania doświadczenia potrzebne będą:

- globusy.

## Wstęp do doświadczenia:

- Czy wszędzie na świecie jest ta sama godzina? Dlaczego tak lub dlaczego nie?
- Co to są strefy czasowe? Jaka jest różnica czasu pomiędzy sąsiednimi strefami?
- Co to jest linia zmiany daty?

## Przebieg doświadczenia:

- Określ, ile jest stref czasowych na Ziemi. Możesz odnieść się do jednostek dobowego mierzenia czasu.
- Przy pomocy globusa określ w stopniach szerokość jednej strefy czasowej.
- Która godzina jest teraz w Twojej miejscowości? Gdzie na świecie ludzie w tej chwili śpią? Gdzie jedzą śniadanie?
- Która godzina jest w Twojej miejscowości, gdy w Waszyngtonie jest południe? Która, gdy w Bangkoku jest południe?
- Czy możliwe jest, że samolot wyleci z Hongkongu w czwartek i przyleci do San Francisco w środę?
- Co dzieje się z datą i godziną, gdy przekraczasz linię zmiany daty?
- Wyjaśnij, dlaczego linia zmiany daty jest konieczna.

## Wyniki:

.....

.....

.....

.....

.....

.....

**Wnioski:**

.....

.....

.....

.....

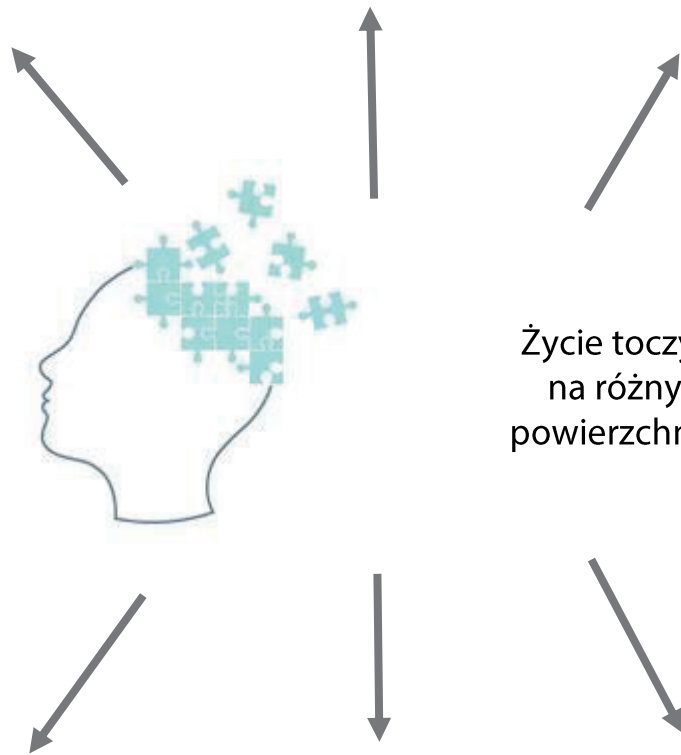
.....

.....



[www.freepik.com](http://www.freepik.com)

## Moja notatka z zajęć:



Życie toczy się  
na różnych  
powierzchniach

# MATEMATYKA A ŻYWIOŁY – BRYŁY PLATOŃSKIE JAKO SYMBOLE ŻYWIOŁÓW

Na wykopalisku starożytnej miejscowości etruskiej w okolicach dzisiejszej Padwy archeologowie znaleźli tajemniczy kamień. Pochodził on z szóstego wieku p.n.e. i wyróżniał się zadziwiającą symetrią. Miał 12 identycznych ścian. Każda ściana miała pięć krawędzi identycznej długości i pięć identycznych kątów. Co więcej, każda ściana była obrotem ściany sąsiedniej o ten sam kąt. Po co ktoś stworzył coś takiego? Dlaczego w ogóle o tym myślał? Chociaż cel istnienia tego kamienia pozostaje nieznanym, inspiracją do stworzenia go mogła być obserwacja tego, jak sama przyroda tworzy kształty.

## Doświadczenie 1. Bryły platońskie jako symbole żywiołów



[www.freepik.com](http://www.freepik.com)

### Problem badawczy:

Czy istnieje związek pomiędzy bryłami geometrycznymi a budową świata?

### Moje hipotezy:

.....

.....

## Do wykonania doświadczenia potrzebne będą:

- materiały do budowy szkieletów brył,
- gotowe modele brył,
- ilustracje dotyczące struktur minerałów.

## Przebieg doświadczenia:

- Zbuduj model czworościanu foremego. Określ jego własności.
- Gdzie jest obecny czworościan foremny w przyrodzie? Które minerały mają strukturę czworościenną? Co ma wspólnego gaz ziemny z czworościanem foremnym?
- Jak myślisz, dlaczego czworościan foremny reprezentował ogień?
- Zbuduj model sześcianu. Określ jego własności.
- Gdzie jest obecny sześcian w przyrodzie? Co ma wspólnego kryształ z sześcianem? Dyskusja.
- Obejrzyj model ośmiościanu i zastanów się, jakie mogły być przyczyny, dla których Platon skojarzył go z powietrzem.
- Obejrzyj model dwudziestościanu i zastanów się, jakie mogły być przyczyny, dla których Platon skojarzył go z wodą.
- Obejrzyj model dwunastościanu i zastanów się, jakie mogły być przyczyny, dla których Platon skojarzył go z eterem, energią kosmiczną i wszechświatem.
- Starożytni Grecy badali nie tylko własności każdej bryły, ale również relacje zachodzące pomiędzy nimi, zauważyli ciekawą rzecz: jeśli np. zaznaczyli środek każdej ze ścian sześcianu i połączyli te punkty krawędziami i ścianami, otrzymywali ośmiościan. Podobnie, jeśli połączyli środki każdej ze ścian ośmiościanu, otrzymywali sześcian. Ze względu na tę relację, sześcian i ośmiościan nazywamy bryłami dualnymi. Dwunastościan też ma swoją bryłę dualną, jest nią dwudziestościan. Wierzchołki dwudziestościanu pokrywają się idealnie ze środkami ścian dwunastościanu. I na odwrót. Czworościan jest bryłą dualną do samej siebie, gdyż połączenie środków ścian czworościanu tworzy nowy czworościan.
- Sprawdź, czy starożytni Grecy mieli rację i rzeczywiście wśród brył platońskich są bryły dualne – zbadaj pod względem dualności utworzone przez siebie modele czworościanu foremego i sześcianu.

**Wyniki:**

.....

.....

.....

.....

.....

.....

**Wnioski:**

.....

.....

.....

.....

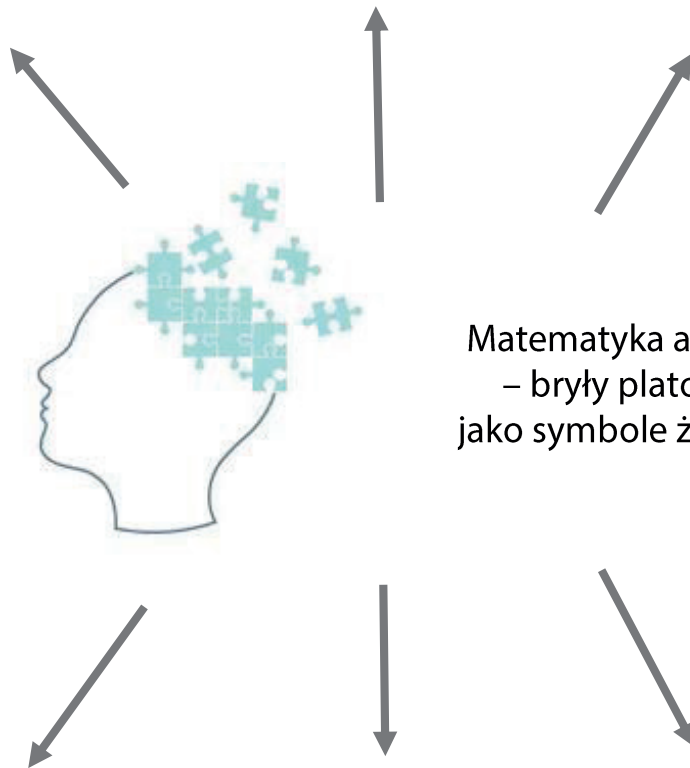
.....

.....



[www.freepik.com](http://www.freepik.com)

## Moja notatka z zajęć:



Matematyka a żywioly  
– bryły platońskie  
jako symbole żywiolów

